Программное обеспечение

Z E T L A B

Руководство пользователя



© ООО "ЭТМС" 1992-2024. Все права защищены

ЭТМС.01000-01 34 РО

ООО "Электронные технологии и метрологические системы"

Содержание

Введение

О ZETLAB ... 23
О виртуальных приборах ... 24

Установка и обновление ПО и драйверов

Требования к ПК ... 28
Проблемы с драйверами ... 29
1.в ОС Windows 7 ... 30
2.в ОС Windows 10 ... 31
Устранение возможных неполадок ПО ... 32
Установка ПО ZETLAB ... 35
Удаление ПО ZETLAB ... 45
Обновление ПО ZETLAB ... 47
Обновление драйверов ... 49
Проверка целостности установочного файла дистрибутивов ZETLAB ... 53

Подключение приборов

Подключение по USB ... 55
Подключение контроллера к компьютеру по Ethernet ... 56
1.Подключение контроллеров ZET 024 и ZET 028 ... 57
2.Подключение контроллеров старой версии ZET 017 ... 65
Возможные ошибки в приборах ZETLab ... 76
1.Предупреждение №39 Заряд аккумулятора ниже 20% ... 77
2.Предупреждение №210 Заряд аккумулятора ниже 50% ... 78
3.Предупреждение №250 Программа работает в DEMO режиме ... 79
4.Ошибка №92 Ошибка при обращении к устройству ... 80
5.Ошибка №93 Перезапуск АЦП из-за сдвига каналов ... 81
6.Ошибка №94 Обнаружены проблемы при подключении оборудования по интерф
7.Ошибка №95 Отсутствует драйвер для устройства. Установите драйвер
8.Ошибка №96 Нарушена синхронизации по PTP (Master/Slave) ... 84
9.Ошибка №97 Нарушена синхронизация по PTP (разница по времени) ... 85
10.Ошибка №98 Нарушена синхронизация по PTP (домен) ... 86
11.Ошибка №99 Нарушена синхронизация по PTP (цифровой порт) ... 87
12.Ошибка №100 Неравномерная передача данных от устройства ... 88
13.Ошибка №101 Пропажа данных по всем каналам устройства ... 89
14.Ошибка №102 Избыточные данные по всем каналам устройства ... 90
15.Ошибка №103 Разность времен прихода PPS по устройствам больше 100 мс
16.Ошибка №104 Отсутствует подключение по Ethernet ... 92
17.Ошибка №105 Несинхронность АЦП и ЦАП устройства ... 93
18.Ошибка №106 Ошибка RTC. Батарейка CR2032 в устройстве неисправна
19.Ошибка №107 Устройство не откалибровано ... 95
20.Ошибка №108 Некорректная директория ... 96
21.Ошибка №109 Отсутствует подключение по Ethernet ... 97
22.Ошибка №110 Нехватка данных для ЦАП ... 98
23.Ошибка №111 Переполнение буфера АЦП ... 99

24.Ошибка №112 Значительная разница потенциалов между землями АЦП и ЦАП
25.Ошибка №113 Один из каналов устройства находится в сервисном режиме
26.Ошибка №120 Потери данных ... 102
27.Ошибка №121 Нарушена синхронизация ... 103
28.Ошибка №122 Неисправно электропитание устройства ... 104
29.Ошибка №123 Данные от устройства не достоверны ... 105
30.Ошибка №124 Для корректной работы программы закройте SensorWork
31.Ошибка №125 Потеряна связь с устройством ... 107
32.Ошибка №126 Возникла ошибка при обмене данными по Modbus ... 108
33.Ошибка №127 Ошибка интерфейсного модуля, необходим ремонт ... 109
34.Ошибка №128 Загрузка шины CAN выше 95% ... 110
35.Ошибка №129 Проблемы в линии CAN ... 111
36.Ошибка №191 Ошибка подключения ZET7x76 ... 112
37.Ошибка №192 Проблема WaterMark ... 113
38.Ошибка №193 Ошибка проверки версии прошивки ... 114
39.Ошибка №194 Неправильные аргументы ... 115
40.Ошибка №195 Ошибка SD карты ... 116
41.Ошибка №196 Отсутствуют файлы для конвертации ... 117
42.Ошибка №197 SD карта пуста ... 118
43.Ошибка №198 Неподдерживаемое устройство ... 119
44.Ошибка №199 Ошибка входа в эксклюзивный режим ... 120

О работе с ПО ZETLAB

Приступая к работе ... 123
1.Пример работы с ПО ZETLAB ... 125

Время усреднения данных и частота дискретизации сигналов ... 126

Элементы управления ... 131
1.Управление курсором на графиках ... 132
2.Масштабирование числовых осей графиков ... 133
3.Выбор из списков ... 134
4.Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых знач
5.Использование индикаторов уровня сигнала ... 136
6.Настройка внешнего вида графиков ... 137
7.Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
8.Пользовательский функционал сетки GridGl ... 154

Панель управления ZETLAB

Главное меню панели ZETLAB ... 168
1.Многоэкранный интерфейс ... 175
2.Назначение панели управления ZETLab ... 178
3.Запуск панели ZETLab ... 179
4.Меню запуска программ ... 182
5.Управление окнами запущенных программ ... 184
6.Операции с панелью ZETLab ... 185
7.Сохранение и загрузка проектов ... 187
8.Получение справочной информации о панели ZETLab ... 193
9.Система оповещения о предупреждениях и ошибках ... 195
10.Выход из панели ZETLab ... 197

Описания программ

СУВ ... 199
1.Требования к ПК для СУВ ... 206
2.Общие сведения о СУВ ZET 02X ... 207
2.1.Внешний вид контроллера СУВ ... 209

2.2.Условия эксплуатации контроллера СУВ ... 210
2.3.Сведения о программном обеспечении ZETLAB VIBRO ... 211
2.4.Требования к компьютеру ... 211
2.5.Получение справочной информации ... 212
2.6.Быстрый старт СУВ ... 213
2.7.Настройка пользовательских директорий ... 219
2.8.Индикатор состояния подключенных устройств ... 221
2.9.Закрытие панели управления ZETLAB ... 224
2.10.Закрытие программ ZETLAB ... 225
3.Включение анализатора и подготовка к работе ... 226
3.1.Установка программного обеспечения ZETLAB на компьютер ... 226
3.2.Включение анализатора ... 227
3.3.Схема соединения и заземления элементов ... 228
3.4.Запуск панели управления ZETLAB ... 230
3.5.Настройка параметров входов (АЦП) и выходов (ЦАП) анализатора ... 231
3.6.Настройка конфигурации измерительных трактов ... 233
3.7.Опробование ... 235
3.8.Измерение шума на столе вибростенда ... 240
3.9.Определение амплитудно-частотных характеристик, рабочего частотного диапазона и резонансных частот вибростенда ... 245
3.10.Определение коэффициента передачи ... 248
4.Элементы управления и индикации ... 250
4.1.Управление курсором на графиках ... 250
4.2.Масштабирование числовых осей графиков ... 251
4.3.Выбор из списков ... 251
4.4.Настройка внешнего вида окон программ ... 252
4.5.Использование кнопок «Старт», «Стоп» и «Запись» ... 257
4.6.Использование индикаторов уровня сигнала ... 258
4.7.Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений ... 259
4.8.Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы ... 260
5.Подключение контроллеров СУВ к компьютеру ... 263
5.1.Подключение к компьютеру контроллеров серии ZET 02x, ZET 03x и ZET05x ... 263
5.2.Подключение контроллеров серии ZET 017 ... 271
6.Возможные неисправности и способы их устранения ... 282
7.Техническое обслуживание ... 283
8.Панель СУВ ... 284
8.1.Параметры вибростенда ... 287
Пример к разделу ... 292
Выбор вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении ... 292
8.2.Параметры изделия ... 294
Примеры к разделу ... 305
Пример задания параметров изделия при использовании «Модель на стержне» ... 305
Пример использования 3D-визуализации в Предтесте ... 309
8.3.Программа «Диспетчер устройств ZET» ... 313
Назначение программы ... 313
Правила работы с программой ... 315
Установка частоты дискретизации ... 318
Настройка синхронизации по протоколу PTP ... 319
Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x ... 321
Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058 ... 327
Примеры к разделу ... 340
Подключение акселерометра с ICP ... 340
Подключение акселерометра с зарядовым выходом ... 342
Подключение лазерного датчика модели RF603 ... 344
Подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м) ... 349
Подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа) ... 351

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 354
Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 и аттенюатора AC300 356
8.4.Рекомендации по настройке параметров СУВ 358
8.5.Меры для подавления помех на частоте 50 Гц 361
8.6.Предтест и поиск резонансов 362
Назначение программы 363
Правила работы с программой 364
Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов 379
Примеры к разделу 386
Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины 386
Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения 392
Ошибки и предупреждения 408
Сообщение №1900 Для проведения предтеста отключите программу "Диспетчер устройств" 408
Сообщение №1910 Дождитесь отключения генератора 409
Сообщение №1930 Необходимо назначить статус "Контроль" не менее чем для двух измерительных каналов 410
Сообщение №1940 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала 410
Ошибка №1950 Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". 410
Ошибка №2030 Ошибка генератора, требуется перезагрузка компьютера 411
Ошибка №2040 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. 412
Ошибка №2050 Каналом генератора управляет другая программа. 412
Ошибка №2060 Изменилось количество или параметры задействованных измерительных каналов 412
Ошибка №2090 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами 413
Ошибка №2100 Ошибка при проведении "Предтест". Повторите проведение "Предтест" 413
Ошибка №2110 Недоступна папка для сохранения результатов предтеста 414
Ошибка №2120 Высокий уровень шума 414
Ошибка №2130 Плохое заземление 414
Ошибка №2140 Обрыв кабеля или неисправен датчик 414
Ошибка №2160 Плохой контакт в датчике или в кабеле 415
Ошибка №2170 Плохое крепление кабеля датчика - трибоэффект 415
Ошибка №2180 Нелинейные искажения в усилителе мощности 415
Ошибка №2190 Увеличьте коэффициент усиления 415
Ошибка №2200 Уменьшите коэффициент усиления 415
Ошибка №2215 Неисправен ICP 416
Рекомендация №2210 Отключен ICP 416
Рекомендация №2220 Повышенная постоянная составляющая по каналу 417
Рекомендация №2150 Проверьте чувствительность по данному датчику 418
Рекомендация №2240 Проверьте усилитель мощности 418
Рекомендация №2250 Неожиданная остановка генератора 418
Рекомендация №2260 Неожиданная остановка взаимного спектра 419
Рекомендация №2270 Версия контроллера не поддерживает функцию "Выделить" 419
Рекомендация №2280 В программе "Параметры вибростенда" выберите модель используемого вибростенда 419
Рекомендация №2290 Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". 419
8.7.Посттест и анализ изменений 420
Правила работы с программой 421
8.8.Гармоническая вибрация 422
Профиль испытаний 427
Вкладка «Профиль» 427
Вкладка «Параметры» 433
Вкладка «Расписание» 435

Вкладка «Ограничение» 436
Вкладка «Фаза» 437
Вкладка «Предпросмотр» 438
Вкладка «Резонансы» 440
Вкладка «Тарировка» 442
Вкладка «Статистика» 452
Сохранение и загрузка профилей испытаний 453
Ошибки и предупреждения профиля 455
Ошибка №820 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла. Загружен профиль по умолчанию 456
Ошибка №830 Есть ошибка ввода данных 456
Ошибка №840 Для отображения результата 456
Проведение испытаний 456
Дополнительные графики 463
Самописец сигналов 465
Отчет 469
Примеры к разделу 472
Примеры степеней жесткости при испытаниях методом качания частоты 472
Пример проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе 475
Пример настройки сигнала «Стробоскоп» 489
Пример настройки сигнала COLA 491
Ошибки и предупреждения 492
Ошибка №810 Ошибка загрузки параметров вибростенда 492
Ошибка №920 Частотные границы заданного профиля выходят за пределы частотного диапазона предтеста 492
Ошибка №1015 Не хватает производительности компьютера 492
Ошибка №1010 Ошибка установки аттенюатора 493
Ошибка №1030 Установите частоты дискретизации для АЦП 25 кГЦ и для ЦАП 50 кГц 493
Ошибка №1040 Установите частоты дискретизации (АЦП 25кГц; ЦАП 50кГц) 493
Ошибка №1060 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. 494
Ошибка №1061 Ошибка генератора, требуется перезагрузка компьютера 494
Ошибка №1110 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала 494
Ошибка №5450(1111) Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". 494
Ошибка №5460(1120) Включите генератор в окне программы "Параметры контроля" 495
Ошибка №5470(1130) Ошибка загрузки результатов "Предтест". Необходимо пройти "Предтест" 496
Ошибка №1160 Превышен предел по уровню генератора 496
Ошибка №1180 Превышено время выхода на режим 496
Ошибка №1190 Произошла ошибка в функции получении данных 497
Ошибка №1200 Ошибка генерации синуса, требуется перезапуск ПО 497
Ошибка №1210 Выход за предел (-) по каналу 497
Ошибка №1220 Выход за предел (+) по каналу 498
Ошибка №1230 Ошибка управления генератором 498
Ошибка №1240 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами 498
Ошибка №1250 Следящий датчик вышел за уровень (селективный метод) 499
Ошибка №1260 Следящий датчик вышел за уровень (эффективный метод) 499
Ошибка №1270 Следящий датчик вышел за уровень (пиковое значение) 499
Ошибка №1280 Недостаточно места на жестком диске 499
Ошибка №1290 Коэффициент передачи близок к нулю или вышел за пределы 499
Ошибка №1320 Идёт остановка генератора 499
Ошибка №1340 Ошибка запуска 500
Ошибка №1350 Пид регулятор отключён 500
Критическая ошибка №1310 Ошибка работы с сервером 500
Критическая ошибка №1330 Ошибка остановки генератора 500
8.9.Широкополосная случайная вибрация 500
Профиль испытаний 502

Вкладка «Профиль» ... 502
Вкладка «Параметры» ... 504
Вкладка «Расписание» ... 507
Вкладка «ШСВ на ШСВ» ... 508
Вкладка «Синус на ШСВ» ... 510
Вкладка «Ограничение» ... 511
Вкладка «Резонансы» ... 512
Вкладка «Предпросмотр» ... 513
Вкладка «Статистика» ... 514
Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 515
Ошибки и предупреждения профиля ... 517
Ошибка №2930 Ошибка сохранения профиля ... 518
Ошибка №2940 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла. Загружен профиль по умолчанию ... 518
Проведение испытаний ... 518
Дополнительные графики ... 522
Самописец сигналов ... 523
Отчет ... 525
Пример к разделу ... 527
Теория испытаний ШСВ ... 527
Ошибки и предупреждения ... 529
Сообщение №2920 Была нажата кнопка "Стоп" ... 529
Ошибка №2950 Контроллер СУВ отключен! ... 529
Ошибка №2960 Произошла ошибка запуска модуля управления ... 529
Ошибка №2970 Произошла ошибка остановки модуля управления ... 529
Ошибка №2980 Произошла ошибка работы модуля управления ... 529
Ошибка №2990 Произошла ошибка работы модуля измерений ... 530
Ошибка №3000 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами ... 530
Ошибка №3010 Произошла ошибка возобновления испытаний ... 530
Ошибка №3020 Интегральный уровень ускорения по профилю превышает максимально допустимый ... 530
Ошибка №3030 Ожидаемое амплитудное значение виброскорости по профилю превышает максимально допустимое ... 530
Ошибка №3040 Ожидаемое амплитудное значение перемещения по профилю превышает максимально допустимое ... 531
Ошибка №3050 Перегрузка усилителя мощности по току ... 531
Ошибка №3060 Перегрузка усилителя мощности по напряжению ... 531
Ошибка №3070 Перегрузка по каналу "XXX" ... 531
Ошибка №3080 Коэффициент передачи по каналу "XXX" изменился на Y дБ ... 531
Ошибка №3090 Пик-фактор по каналу "XXX" (Y) превысил максимально допустимый пик-фактор (Z) ... 532
Ошибка №3100 Спектральная плотность мощности ускорения вышла за допустимые пределы (Частота X Гц, Канал "XXX") ... 532
Ошибка №3110 Ускорение по каналу "XXX" (Y g) превышает максимально допустимое ускорение (Z g) ... 532
Ошибка №3120 СКЗ сигнала постороннего шума по каналу "XXX" в полосе испытаний увеличилось до Y% ... 532
Ошибка №3130 Интегральное значение АЧХ по каналу "XXX" изменилось на Y% ... 532
8.10.Классический удар ... 533
Профиль испытаний ... 534
Вкладка «Параметры» ... 535
Вкладка «Расписание» ... 537
Вкладка «Ограничение» ... 539
Вкладка «Предпросмотр» ... 540
Вкладка «Спектры» ... 542
Вкладка «Резонансы» ... 542
Вкладка «Статистика» ... 543
Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 544
Ошибки и предупреждения профиля ... 546

Ошибка №5380 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла. Загружен профиль по умолчанию ... 547
Ошибка №5500 Не задано количество основных ударов ... 547
Ошибка №5560 Максимальная выталкивающая сила превышает параметры вибростенда ... 547
Ошибка №5570 Максимальное напряжения на входе усилителя превышает параметры вибростенда ... 547
Ошибка №5580 Амплитуда удара при эквилизации меньше минимально вопроизводимого значения 0.1 g ... 547
Ошибка №5581 Заданное ускорение виброиспытаний превышает параметры вибростенда ... 548
Ошибка №5582 Скорость по профилю превышает максимально допустимое ... 548
Ошибка №5583 Перемещение по профилю превышает максимально допустимое ... 548
Ошибка №5584 Толкающая сила по профилю превышает максимально допустимое ... 548
Ошибка №5585 Напряжение по генератору превышает максимально допустимое ... 548
Ошибка №5586 Максимальная полезная нагрузка превышает параметры вибростенда ... 549
Ошибка №5587 Качество сигнала меньше допустимой величины ... 549
Проведение испытаний ... 549
Дополнительные графики ... 552
Самописец сигналов ... 553
Отчет ... 554
Примеры. Формы акселерограмм ударных импульсов ... 556
Ошибки и предупреждения ... 558
Сообщение №5060 Результаты "Предтест" не актуальны. Необходимо пройти "Предтест" ... 558
Сообщение №5650 Напряжение генератора достигло максимального значения ... 558
Ошибка №5000 Конфигурационный файл отсутствует ... 558
Ошибка №5015 Контроллер СУВ отключен! ... 559
Ошибка №5016 Ошибка загрузки файлов предтеста ... 559
Ошибка №5017 Не хватает производительности компьютера ... 559
Ошибка №5020 Необходимо настроить параметры вибростенда ... 560
Ошибка №5030 Необходимо настроить параметры контрольных каналов ... 560
Ошибка №5040 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. ... 560
Ошибка №5050 Частотный диапазон профиля не входит в частотный диапазон предтеста ... 561
Ошибка №5070 Программа работает в демонстрационном режиме ... 561
Ошибка №5080 Максимальный уровень на выходе генератора превышает допустимое значение ... 561
Ошибка №5090 Высокий уровень шумов. Проверьте крепление контрольного датчика ... 561
Ошибка №5110 Ошибка сервера - xx. Перезапустите программу. ... 562
Ошибка №5130 Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора ... 562
Ошибка №5140 При измерении АЧХ обнаружена нестабильность сигнала ... 563
Ошибка №5150 Произошли изменения среди задействованных каналов ... 563
Ошибка №5160 Канал генератора занят ... 564
Ошибка №5170 Включите генератор в окне программы "Параметры контроля" ... 564
Ошибка №5180 Ошибка подключения к генератору ... 564
Ошибка №5190 Ошибка подключения к генератору из-за частот генератора или канала ... 565
Ошибка №5200 Коэффициент передачи вышел за предел ... 565
Ошибка №5210 Нарушена обратная связь по каналу ... 565
Ошибка №5220 Нарушена синхронизация ... 565
Ошибка №5230 Превышено предельное отклонение от заданного профиля ... 566
Ошибка №5240 Ускорение превысило максимальное значение вибростенда ... 566
Ошибка №5250 Скорость превысила максимальное значение вибростенда ... 567
Ошибка №5260 Перемещение превысило максимальное значение вибростенд ... 567
Ошибка №5270 Пиковое значение сигнала генератора превысило допустимое ... 567
Ошибка №5280 Превышен предел по уровню генератора ... 568
Ошибка №5285 Произошла ошибка работы модуля управления ... 568
Ошибка №5290 Контроллер СУВ отключен! ... 568

Ошибка №5300 Анализатор спектра не подключен ... 568
Ошибка №5310 Отсутствует канал генератора ... 570
Ошибка №5320 Ошибка загрузки параметров вибростенда ... 570
Ошибка №5330 Отсутствуют включенные изм. каналы со статусом «Контроль» ... 570
Ошибка №5340 Проверка допустимости профиля для вибростенда и изделия ... 571
Ошибка №5350 Нажмите кнопку на передней панели анализатора ... 571
Ошибка №5360 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала ... 571
Ошибка №5370 В параметрах контроля установите статус «Контроль» только для одного канала ... 572
Ошибка №5390 Отсутствует файл device.cfg ... 572
Ошибка №5400 Невозможно открыть файл логов ... 572
Ошибка №5410 Были изменены настройки измерительных каналов. Необходимо пройти "Предтест" ... 573
Ошибка №5420 Проверка по устройствам относительно которых был проведен предтест ... 573
Ошибка №5430 Были изменены параметры изделия или оснастки. Необходимо пройти "Предтест" ... 573
Ошибка №5440 Были изменены параметры вибростенда. Необходимо пройти "Предтест" ... 573
Ошибка №5450 Отсутствуют включенные измерительные каналы, которым может быть назначен статус "Контроль". ... 573
Ошибка №5470 Ошибка загрузки результатов "Предтест". Необходимо пройти "Предтест" ... 574
Ошибка №5480 На контрольном канале должен быть включен аппаратный фильтр ... 574
Ошибка №5490 Ошибка загрузки параметров вибростенда ... 574
Ошибка №5590 Отсутствуют ограничения по изделию ... 574
Ошибка №5610 Произошла рассинхронизация времени ... 574
Ошибка №5620 Произошла остановка модуля управления ... 575
Ошибка №5630 Предварительный импульс превысил ожидаемое значение на - xx ... 575
Ошибка №5640 Обнаружено значительное изменение коэффициента передачи ... 575
8.11.Виброудар ... 575
Профиль испытаний ... 576
Вкладка «Огибающая» ... 577
Вкладка «Заполнение» ... 579
Вкладка «Расписание» ... 580
Вкладка «Параметры» ... 581
Вкладка «Ограничение» ... 582
Вкладка «Предпросмотр» ... 584
Вкладка «Ударный спектр» ... 585
Вкладка «Резонансы» ... 585
Вкладка «Статистика» ... 586
Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 587
Ошибки и предупреждения профиля ... 589
Ошибка №7000 Ошибка сохранения профиля ... 590
Ошибка №7010 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла ... 590
Ошибка №6000(1280) Недостаточно места на жестком диске ... 590
Проведение испытаний ... 590
Дополнительные графики ... 594
Самописец сигналов ... 594
Отчет ... 596
Ошибки и предупреждения ... 597
8.12.Удержание резонанса ... 597
Описание программы ... 597
8.13.Сохранение отчетов ... 598
Введение ... 598
Автоматизированное сохранение отчетов ... 599
Пример файла отчета для программы «Гармоническая вибрация» ... 603
Сохранение результатов испытаний ... 605

9.Система управления несколькими вибростендами ... 612
9.1.Система управления установкой из двух вибростендов ... 612
9.2.Система управления установкой из трёх вибростендов ... 618
9.3.Система управления установкой из четырех вибростендов ... 624
10.Аттестация виброустановок ... 630
10.1.Поддерживаемое оборудование ... 632
10.2.Описание программы ... 632
Введение ... 635
Состав программно-аппаратных средств ... 635
Подготовка к работе ... 636
Правила работы с программой «Аттестация вибростенда» ... 638
Открытие и закрытие окна программы ... 639
Настройки параметров программы ... 639
Окно программы ... 643
Масштабирование числовых осей графиков ... 644
Операции аттестации ... 645
Аттестация виброустановки ... 647
Общие положения ... 647
Внешний осмотр ... 648
Проверка выполнения требований безопасности ... 649
Опробование ... 649
Определение нестабильности ускорения и частоты ... 651
Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты ... 652
Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения ... 655
Определение коэффициентов поперечных составляющих ... 656
Определение коэффициента неравномерности распределения ... 657
Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы ... 659
Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда ... 660
Определение вибрационного шума на столе вибростенда ... 660
Определение изменения температуры стола вибростенда ... 661
Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке ... 662
Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке ... 663
Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда ... 664
Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки ... 665
Определение предела погрешности воспроизведения (установки) частоты ... 666
11.Автоматический самоконтроль контроллера ... 667
12.Программное обеспечение “Акустический шум” ... 681
13.Испытание лопаток газотурбинных двигателей ... 685
13.1.Снятие распределения напряжений в лопатке газотурбинных двигателей ... 685
Назначение и возможности программы ... 685
Интерфейс программы «Испытание лопаток ГТД» ... 686
Порядок проведение испытаний ... 691
13.2.Динамическая тарировка ... 696
Назначение ... 697
Необходимые программно-аппаратные средства ... 697
Методика проведения тарировки ... 698
Определение резонансной частоты ... 699
Построение профиля тарировк ... 700
Выполнение тарировки ... 702
13.3.Испытания лопаток ГТД ... 705
14.Механические испытания проводов и тросов воздушных линий электропередач
14.1.Необходимые программно-аппаратные средства ... 707
14.2.Подготовка к испытаниям ... 707
14.3.Проведение динамической тарировки ... 713

14.4.Проведение испытаний ... 720
14.5.Элементы управления и индикации ... 723
Управление курсором на графиках ... 724
Масштабирование числовых осей графиков ... 724
Выбор из списков ... 725
Настройка внешнего вида окон программ ... 725
Использование индикаторов уровня сигнала ... 730
Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений ... 732
15.Новые возможности программы СУВ ... 734
16.Вибрационные испытания ... 742
16.1.Теория виброиспытаний ... 742
Вибрационная испытательная система ... 742
Взаимосвязь силы и виброускорения ... 743
Взаимосвязь частоты, ускорения, скорости и перемещения ... 744
Соотношение ударного и синусоидального ускорения ... 745
Спектральная плотность как параметр виброиспытаний ... 746
Взаимосвязь ускорения, скорости и перемещения при синусоидальной вибрации ... 746
Ударный спектр и добротность колебательной системы ... 748
Резонатор с одной степенью сравнения ... 749
Добротность ... 750
Собственная частота ... 751
Декремент затухания ... 752
Коэффициент демпфирования (Затухания) ... 753
Система резонаторов ... 754
Вывод ... 759
Формулы для расчета максимально допустимых параметров ... 761
Статистические степени свободы - DOF ... 764
16.2.Возможности систем управления виброиспытаниями ZETLAB ... 766
16.3.Выбор и эксплуатация виброиспытательной системы ... 769
Выбор оборудования для вибрационных испытаний ... 769
FAQ - выбор виброиспытательной системы ... 773
Масса загрузки в вертикальном и горизонтальным направлении ... 773
Выбор вибростенда по профилям испытаний ... 774
Выбор оборудования для виброционных испытаний ... 775
Выбор вибростенда по массе загрузки ... 779
Характеристики ударных воздействий ... 780
Состав оборудования для виброиспытаний ... 780
FAQ - эксплуатация виброиспытательной системы ... 781
Аттестация виброиспытательной системы ... 781
Безопасность проведения испытаний ... 782
Скорость срабатывания встроенный защиты ... 783
Установка вибростенда ... 783
Размещение калибровочных вибростендов ... 784
Подключение по Ethernet ... 785
Отчёты о результатах испытаний ... 786
Чтение результатов испытаний ... 787
16.4.Проведение испытаний в система управления виброиспытаниями (СУВ) ... 788
Подготовка к испытаниям ... 789
Требования к компьютеру ... 789
Требования к монтажу и электропитанию ... 790
Общие рекомендации по защите от электромагнитных полей ... 792
Рекомендации по выявлению проблем с заземлением ... 796
Пусконаладочные работы вибрационных систем ... 798
Нюансы при проведении классических видов испытаний ... 800
Интерпретация результатов предтеста ... 801
Распространённые трудности при работе с СУВ ZETLAB ... 803
Низкое качество предтеста из-за плохого контакта в кабеле сигнала управления ... 804
Низкое качество предтеста из-за плохого заземления ... 805

Влияние горизонта установки статины вибростенда на величину поперечной вибрации ... 807
Лазерные датчики в системах управления виброиспытаниями ... 807
Прохождение испытаний при множественных резонансах ... 816
Прохождение испытаний при наличии антирезонансов ... 823
Аттестация вибростендов в режиме ШСВ ... 832
Испытания на воздействие синусоидальной вибрации ... 835
Испытание изделий на воздействие случайной вибрации ... 837
Испытания на воздействие ударных нагрузок ... 840
Профиль классического удара ... 847
Имитация стрелково-пушечного воздействия ... 850
Определение виброперемещения "На глаз" ... 851
Мониторинг изменения спектральных характеристик ... 852
Notching - Безопасное проведение виброиспытаний с ограничением по следящим каналам ... 856
Пример ограничение по следящим каналам ... 859
Международные стандарты ... 861
Поиск и удержание резонансов ... 865
Использование электрического колебательного контура ... 865
Определение модуля упругости древесины ... 872
Определение динамического модуля упругости резонансным методом ... 875
Проведение усталостных испытаний ... 877
Контроль деформации изделий во время виброиспытаний ... 877
Определение вибрационной прочности и статического напряжения ... 883
17.Состав программ ZETLAB VIBRO ... 886
18.Сервисное и техническое обслуживание систем для вибрационных испытаний
18.1.Техническое обслуживание ... 890
18.2.Сервисное обслуживание ... 891
19.Термины и определения ... 892
20.Инструкция по передаче информации в техподдержку СУВ ... 905
21.Распространенные ошибки при работе с СУВ ZETLAB ... 909
21.1.Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации ... 909
21.2.Плохой контакт в кабеле сигнала управления ... 910
21.3.Низкое качество предтеста из-за плохого заземления ... 911
21.4.Высокий уровень нелинейных искажений ... 913
Анализ сигналов ... 916
1.Узкополосный спектральный анализ ... 917
1.1.Поддерживаемое оборудование ... 933
1.2.Основные функции программы ... 934
1.3.Интерфейс программы ... 936
1.4.Настройка программы ... 938
1.5.Дополнительные возможности ... 952
Расчет резонансов ... 953
Триггер ... 955
1.6.Дополнительные окна ... 957
Кепстр ... 958
Спектрограмма ... 959
Спектрограмма - Сечение по оси ординат ... 961
Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс ... 962
3D-Спектрограмма ... 964
Проходная и фаза ... 966
1.7.Запись результатов в файл ... 968
1.8.Мониторинг объектов в Узкополосном спектре ... 969
1.9.Пример к разделу ... 971
Применение на практике ... 971
2.Спектральный анализ октавной полосы ... 977
2.1.Поддерживаемое оборудование ... 978
2.2.Интерфейс программы ... 979

Многоканальный долеоктавный спектр ... 981
Измерение вибрационных и акустических характеристик изделий ... 982
2.3.Настройка программы ... 989
2.4.Дополнительные окна ... 997
Спектрограмма ... 997
3D-спектрограмма ... 999
Проходная ... 1001
2.5.Запись результатов в файл ... 1003
3.Взаимный узкополосный спектр ... 1005
3.1.Поддерживаемое оборудование ... 1015
3.2.Интерфейс программы ... 1015
Фаза (Фазовая характеристика сигнала) ... 1018
Коэффициент когерентности ... 1021
Переходная характеристика ... 1023
Импульсная характеристика ... 1027
Измерение собственных шумов ... 1029
Измерение слабых сигналов ... 1031
Добротность ... 1032
Временная задежка ... 1034
Анализ резонансов ... 1035
Диаграмма Найквиста ... 1039
3.3.Окно "Настройка параметров" ... 1041
3.4.Запись результатов в файл ... 1046
3.5.Пример к разделу ... 1046
Метод определения усилия натяжения в вантах ... 1047
4.Взаимный долеоктавный спектральный анализ ... 1052
4.1.Поддерживаемое оборудование ... 1053
4.2.Интерфейс программы ... 1053
4.3.Окно "Настройка параметров" ... 1056
4.4.Запись результатов в файл ... 1058
5.Взаимный корреляционный анализ ... 1059
5.1.Поддерживаемое оборудование ... 1071
5.2.Интерфейс программы ... 1071
5.3.Настройка программы ... 1074
Дополнительные окна ... 1083
Коррелограмма ... 1083
Коррелограмма - Сечение по оси ординат ... 1085
Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс ... 1086
3D-коррелограмма ... 1087
5.4.Запись результатов в файл ... 1089
5.5.Мониторинг объектов в Корреляционном анализе ... 1090
5.6.Пример к разделу ... 1094
Применение на практике ... 1095
6.Анализ нелинейных искажений ... 1100
6.1.Поддерживаемое оборудование ... 1103
6.2.Интерфейс программы ... 1103
6.3.Окно "Настройка параметров" ... 1108
6.4.Методика оценки погрешностей расчета результатов ... 1108
6.5.Запись результатов в файл ... 1134
7.Синхронное накопление (Порядковый анализ) ... 1136
7.1.Поддерживаемое оборудование ... 1137
7.2.Интерфейс программы ... 1138
7.3.Окно "Настройка параметров" ... 1142
7.4.Запись результатов в файл ... 1142
8.Модальный анализ (old) ... 1144
8.1.Поддерживаемое оборудование ... 1150
8.2.Интерфейс программы ... 1150
8.3.Окно "Настройка параметров" ... 1153

8.4.Проверка основных вычислительных функций программы «Модальный анализ» 1155
8.5.Запись результатов в файл 1163
8.6.Области применения программы модальный анализ 1164
9.Модальный анализ (new) **1167**
9.1.Поддерживаемое оборудование 1170
9.2.Интерфейс программы 1170
9.3.Окно "Настройка параметров" 1173
9.4.Порядок работы 1186
10.Гистограмма **1188**
10.1.Поддерживаемое оборудование 1190
10.2.Интерфейс программы 1191
10.3.Окно "Настройка параметров" 1194
10.4.Запись результатов в файл 1197
11.Спектр со сверхразрешением **1199**
11.1.Поддерживаемое оборудование 1201
11.2.Назначение программы 1202
11.3.Интерфейс программы 1202
11.4.Настройка программы 1204
12.Детектор STA/LTA **1209**
12.1.О программе 1210
12.2.Поддерживаемое оборудование 1210
12.3.Назначение программы и области применения 1211
12.4.Входные сигналы 1211
12.5.Принцип действия 1212
12.6.Описание программы 1213
Главное окно программы 1214
Окно параметров 1218
12.7.Сообщения программы 1220
12.8.Примеры применения 1222
12.9.Методика проверки программы "Детектор STA/LTA" 1223
13.Вейвлет анализ **1228**
13.1.Поддерживаемое оборудование 1228
13.2.Назначение программы 1228
13.3.Интерфейс программы 1229
13.4.Описание программы 1231
14.Регистратор ударов **1234**
14.1.Поддерживаемое оборудование 1236
14.2.Интерфейс программы 1236
14.3.Окно "Настройка параметров" 1240
14.4.Проведение испытаний 1249
15.Анализ ударов **1254**
15.1.Поддерживаемое оборудование 1256
15.2.Интерфейс программы 1257
15.3.Окно "Настройка параметров" 1259
15.4.Порядок работы 1269
Измерение **1272**
1.Вольтметр переменного тока **1273**
1.1.Поддерживаемое оборудование 1273
1.2.Принцип работы 1273
1.3.Интерфейс программы 1275
1.4.Сообщения программы 1280
2.Вольтметр постоянного тока **1281**
2.1.Поддерживаемое оборудование 1281
2.2.Принцип работы 1282
2.3.Интерфейс программы 1283
2.4.Сообщения программы 1286
3.Селективный вольтметр **1288**

3.1.Поддерживаемое оборудование 1288
3.2.Интерфейс программы 1290
4.Измеритель мощности 1294
4.1.Поддерживаемое оборудование 1294
4.2.Интерфейс программы 1295
5.Частотомер 1299
5.1.Поддерживаемое оборудование 1299
5.2.Интерфейс программы 1299
6.Фазометр 1303
6.1.Поддерживаемое оборудование 1303
6.2.Интерфейс программы 1304
7.Тахометр 1306
7.1.Поддерживаемое оборудование 1306
7.2.Интерфейс программы 1308
7.3.Примеры 1313
8.Торсиограф 1315
8.1.Поддерживаемое оборудование 1315
8.2.Интерфейс программы 1316
9.Энкодер 1319
9.1.Поддерживаемое оборудование 1320
9.2.Подключение датчиков 1320
9.3.Интерфейс программы 1324
10.Тензометр 1328
10.1.Поддерживаемое оборудование 1337
10.2.Тензометрия 1338
Основы тензометрии 1340
Тензометрические измерения 1345
Общие характеристики тензорезисторов 1348
Тензодатчики 1354
Разновидности тензомостов 1355
Подключение мостовых схем к измерительным модулям ZETSENSOR 1358
Подключение мостовых схем к тензостанции 1364
Проверка тензомостов 1371
Применение тензорезисторов для измерения физических величин 1373
10.3.Интерфейс программы 1375
10.4.Настройка тензометра 1378
11.Виброметр 1385
11.1.Поддерживаемое оборудование 1386
11.2.Принцип работы 1386
11.3.Интерфейс программы 1387
11.4.Сообщения программы 1391
Отображение 1393
1.Универсальный осциллограф 1394
1.1.Поддерживаемое оборудование 1396
1.2.Интерфейс программы 1396
1.3.Возможности графика 1403
2.Многоканальный осциллограф 1409
2.1.Поддерживаемое оборудование 1411
2.2.Интерфейс программы 1412
2.3.Запись и чтение 1420
3.XYZ-осциллограф 1422
3.1.Поддерживаемое оборудование 1423
3.2.Интерфейс программы 1424
3.3.Запись результатов 1427
3.4.Настройка внешнего вида графика 1428
4.XY-Плоттер 1431
4.1.Поддерживаемое оборудование 1431
4.2.Интерфейс программы 1432

4.3.Запись результатов 1435
4.4.Настройка внешнего вида графика 1436
5.Просмотр и обработка результатов 1439
5.1.Поддерживаемое оборудование 1439
5.2.Интерфейс программы 1440
Главное окно 1441
5.3.Структура меню 1446
Меню Файл 1447
Меню Редактировать 1451
Меню Окно 1451
Меню Справка 1452
5.4.Работа с программой 1452
Закладки 1452
Синтаксис 1454
Операции 1461
Математические функции 1462
Измерительные функции 1463
Редактирование 1463
6.Галерея сигналов 1468
6.1.Поддерживаемое оборудование 1468
6.2.Интерфейс программы 1468
7.3D визуализация 1480
7.1.Поддерживаемое оборудование 1481
7.2.Интерфейс программы 1481
Параметры изделия 1486
Примеры к разделу 1496
Пример задания параметров изделия при использовании «Модель на стержне 1496
Пример использования 3D-визуализации в Предтесте 1500
Генераторы 1504
1.Генератор сигналов 1505
1.1.Поддерживаемое оборудование 1506
1.2.Интерфейс программы 1506
Вкладка "АМ" 1509
Вкладка "Воспроизведение из Файла" 1510
Вкладка "Вход" 1521
Вкладка "Имп" 1523
Вкладка "Код Баркера" 1525
Вкладка "Коррекция" 1532
Вкладка "ЛинАМ" 1539
Вкладка "ЛинЧМ" 1541
Вкладка "ЛогАМ" 1545
Вкладка "ЛогЧМ" 1547
Вкладка "Пила" 1551
Вкладка "Р/имп" 1553
Вкладка "Синус" 1555
Вкладка "ЧМ" 1557
Вкладка "Шум" 1559
2.Синхронный генератор 1571
2.1.Поддерживаемое оборудование 1571
2.2.Интерфейс программы 1572
Синусоидальный сигнал 1575
Импульсный сигнал 1579
Сигнал из файла 1582
ЛогЧМ 1583
Радиоимпульс 1587
Регистрация 1592
1.Запись сигналов 1593
1.1.О программе 1596

1.2.Поддерживаемое оборудование 1597
1.3.Интерфейс программы 1598
Дополнительная информация 1603
по использованию флага "Непрерывная запись" 1603
по использованию трендов 1609
1.4.Осуществление записи сигналов 1613
1.5.Формат файлов сигналов и файлов-описателей 1614
1.6.Примеры к разделу 1615
Сценарий «Короткая запись» 1616
Сценарий «Долговременная запись» 1619
2.Конвертация сигналов 1623
2.1.Конвертация в формат MiniSEED 1623
3.Просмотр трендов 1628
3.1.Поддерживаемое оборудование 1631
3.2.Интерфейс программы 1632
3.3.Возможности графика 1639
3.4.Просмотр демо-трендов и демо-событий, многопользовательский доступ к трендам 1647
3.5.Новые возможности программы просмотра трендов 1649
4.Просмотр трендов (New) 1651
4.1.Поддерживаемое оборудование 1651
4.2.Назначение и общие сведения 1651
4.3.Подготовка к работе 1654
4.4.Работа с программным обеспечением 1659
5.Просмотр исторических событий 1678
5.1.Поддерживаемое оборудование 1678
5.2.Интерфейс программы 1678
5.3.Возможности графика 1696
6.Воспроизведение сигналов 1703
6.1.О программе 1704
6.2.Поддерживаемое оборудование 1705
6.3.Пользовательский интерфейс 1706
6.4.Пример к разделу 1711
Определение добротности колебательной системы 1711
7.Многоканальный самописец 1712
7.1.Поддерживаемое оборудование 1720
7.2.Пользовательский интерфейс 1721
7.3.Настройка параметров 1723
7.4.Мониторинг объектов 1736
7.5.Пример к разделу 1740
Применение на практике 1741
Механические испытания надежности паяных соединений печатных плат 1745
8.Групповой многоканальный самописец 1751
8.1.Поддерживаемое оборудование 1753
8.2.Пользовательский интерфейс 1753
8.3.Настройка параметров 1755
8.4.Мониторинг объектов 1760
8.5.Сброс 1766
8.6.Пример к разделу 1770
Применение на практике 1770
Метрология 1775
1.Аттестация вибростендов 1777
Автоматизация 1783
1.Регулятор, ПИД-регулятор 1784
1.1.О программе 1784
1.2.Поддерживаемое оборудование 1787
1.3.Описание программы 1787
1.4.Настройка параметров регулятора 1789

Настройка параметров П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов 1793
Настройка параметров ШИМ 1798
2.Арифмометр 1801
2.1.О программе 1801
2.2.Поддерживаемое оборудование 1801
2.3.Описание программы 1802
3.Адаптивный фильтр 50 Гц 1805
3.1.Поддерживаемое оборудование 1805
3.2.Описание программы 1805
4.Фильтрация сигналов 1809
4.1.О программе 1809
4.2.Поддерживаемое оборудование 1815
4.3.Описание программы 1815
4.4.Постобработка сигналов 1820
4.5.Возможности 1824
Полосовые фильтры 1824
Огибающая сигнала 1826
Частотная коррекция 1828
Частотная коррекция W 1830
Линейные фильтры 1862
Фильтры по ISO 6487-2015 1865
Долеоктавная фильтрация 1866
Действительный резонатор 1868
Интегрирующие и дифференцирующие фильтры 1871
Коррекция сейсмометра 1874
5.Формула 1876
5.1.Поддерживаемое оборудование 1876
5.2.Интерфейс программы 1877
Параметры Формулы 1880
Каналы 1881
Константы 1884
Операции 1885
Математические функции 1893
Измерительные функции 1900
Фильтры 1909
Детерминированные сигналы 1920
Алгоритмы 1923
5.3.Измерение частоты и фазы сигнала 1923
6.Синхронизация устройств 1927
6.1.Поддерживаемое оборудование 1927
6.2.Описание программы 1927
7.Управление коммутационным блоком 1932
7.1.Поддерживаемое оборудование 1932
7.2.Описание программы 1932
8.Контроль параметров электрических цепей 1936
8.1.Поддерживаемое оборудование 1936
8.2.Описание программы 1937
Примечания 1946
Сообщения программы 1955
9.Автозагрузка программ 1958
9.1.Поддерживаемое оборудование 1961
9.2.Описание программы 1961
10.Транспортная вибрация 1964
10.1.Поддерживаемое оборудование 1964
10.2.Описание программы 1964
11.Аварийный останов 1965
11.1.Поддерживаемое оборудование 1965
11.2.Описание программы 1965

Сетевые программы **1966**
1.Передатчик сигналов (сервер данных) **1967**
1.1.Поддерживаемое оборудование 1968
1.2.Пользовательский интерфейс 1968
1.3.Области применения передатчика сигналов 1973
2.Приёмник сигналов (клиент данных) **1976**
2.1.Поддерживаемое оборудование 1977
2.2.Пользовательский интерфейс 1978
2.3.Новые возможности программ передачи данных по сети 1983
3.Интернет-сервер обмена данных **1987**
3.1.Поддерживаемое оборудование 1987
3.2.Пользовательский интерфейс 1987
4.MQTT-клиент **1992**
4.1.Поддерживаемое оборудование 1994
4.2.Пользовательский интерфейс 1994
5.SeedLink клиент **1998**
5.1.Поддерживаемое оборудование (2) 1998
5.2.Пользовательский интерфейс (2) 1999
6.Преобразователи интерфейса ZET 7176 по сети Ethernet **2000**
6.1.Назначение и технические характеристики 2000
Назначение преобразователей интерфейса 2000
Условия эксплуатации 2001
Комплектность 2002
6.2.Внешний вид и назначение разъемов 2003
Внешний вид преобразователя интерфейса 2003
Обозначение разъемов преобразователя интерфейса 2004
Схема подключения при построении измерительной цепи 2006
6.3.Подключение преобразователя интерфейса к компьютеру 2007
Порядок подключения 2007
Заводская настройка IP-адреса 2008
Проверка IP-адреса преобразователя интерфейса 2008
Настройка IP-адреса преобразователя интерфейса 2009
Настройка IP адреса компьютера 2011
Активация подключения по Ethernet 2013
6.4.Конфигурирование преобразователей интерфейса 2014
Назначение и состав вкладок 2016
Вкладка «Информация» 2016
Вкладка «Ethernet» 2018
Вкладка «PTP» 2019
Вкладка «Подключение» 2022
Вкладка «CAN» 2025
Вкладка «Трафик» 2026
Вкладка «Сведения» 2028
6.5.Режимы работы светодиодной индикации 2029
7.Подключение устройств **2031**
7.1.Поддерживаемое оборудование 2031
7.2.Подключение контроллеров ZET 024 и ZET 028 2032
7.3.Подключение контроллеров старой версии ZET 017, A19 2040
Сервисные **2051**
1.Диспетчер устройств ZET **2052**
1.1.Поддерживаемое оборудование 2052
1.2.Интерфейс диспетчера устройств 2053
1.3.Установка частоты дискретизации 2056
1.4.Настройка синхронизации по протоколу PTP 2057
1.5.Автономный регистратор 2059
1.6.Проверка доступного объема памяти и времени регистрации 2061
1.7.Настройка измерительных каналов 2062
Включение и отключение измерительных каналов 2065

Окно «Свойства» 2066
Назначение имени измерительному каналу 2068
Установка единиц измерения 2070
Установка чувствительности 2071
Установка опорного значения 2071
Установка смещения постоянной составляющей 2072
Установка коэффициента усиления внешнего усилителя 2072
Индикатор интегрального уровня и установка коэффициента усиления 2073
Установка режима работы измерительного канала 2074
Настройка параметров измерительного канала с использованием TEDS 2075
1.8.Настройка каналов для тензоизмерений 2075
1.9.Работа в стационарном режиме регистрации 2089
1.10.Работа в автономном режиме регистрации 2092
1.11.Копирование и конвертирование данных 2096
2.Время ZETServer 2099
2.1.Поддерживаемое оборудование 2101
2.2.Интерфейс программы 2102
3.Контроль синхронизации 2105
3.1.Поддерживаемое оборудование 2106
3.2.Описание программы 2106
4.Прослушивание каналов 2109
4.1.О программе 2109
4.2.Поддерживаемое оборудование 2109
4.3.Описание программы 2110
Работа с неизвестными программами, защита Касперского. 2114
5.Клиент данных OPC UA 2116
6.Журнал ошибок ZETLab 2117
6.1.Поддерживаемое оборудование 2117
6.2.Описание программы 2117
7.Журнал событий ZETLab 2121
7.1.Поддерживаемое оборудование 2121
7.2.Описание программы 2122
8.Редактор параметров мониторинга 2124
8.1.Поддерживаемое оборудование 2128
8.2.Описание программы 2128
8.3.Мониторинг объектов 2130
8.4.Примеры к разделу 2135
Применение на практике 2135
9.Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте 2140
10.Подключение сторонних датчиков RS-485 2145
10.1.Конфигуратор 2145
11.Универсальный конфигуратор сторонних устройств 2154
11.1.Добавление нового интерфейсного модуля 2161
11.2.Добавление нового измерительного модуля 2167
11.3.Добавление измерительного канала 2171
11.4.Редактирование параметров 2176
11.5.Удаление 2178
11.6.Обработка данных 2178
12.Руководство по программе «Сервисная работа с ZET7xxx» 2182
12.1.Подготовка к работе 2182
12.2.Начало работы с программой «Сервисная работа с ZET7xxx» 2183
12.3.Меню «Поиск и устранение неисправностей» 2187
Опция «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей четности» 2188
Опция «Устранение конфликтов адресов Modbus линии» 2189
Опция «Чтение внутреннего лога ошибок из устройств» 2190
12.4.Контекстное меню 2191
Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7070 2191
Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7076 2192

Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7174 ... 2193
Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7176 ... 2194
Контекстное меню цифровых датчиков ... 2196
12.5.Обновление программной прошивки устройств ... 2197
12.6.Диагностика ... 2200
Диагностика обмена данными ... 2203
Диагностика качества данных ... 2207
Диагностика синхронизации линии ... 2210
Диагностика синхронизации сети ... 2211
12.7.Сохранение конфигурации для OPC-сервера ... 2212
12.8.Создание таблиц адресов регистров Modbus ... 2216
13.Руководство по компоненту "Выбор каналов" ... 2219
Сообщения программы из Журнала ошибок и ZETServer
Справка и техническая поддержка

Введение

Настоящий документ является руководством оператора программного обеспечения ZETLAB, разработанного в ООО "Электронные технологии и метрологические системы" (ООО "ЭТМС"), г. Зеленоград.

В данном документе изложены требования к компьютеру для установки и работы с ПО ZETLAB, порядок установки, удаления и переустановки ПО ZETLAB, порядок настройки измерительных каналов, описания программ (интерфейс, порядок работы, настройка), а также схемы подключения датчиков к измерительным устройствам и примеры работы.

О ZETLAB

Программное обеспечение **ZETLAB** – это виртуальная лаборатория, предоставляющая пользователю мощные средства для визуализации, спектрального анализа, измерения электрических параметров, генерации, записи и воспроизведения сигналов.

Виртуальные приборы **ZETLAB** предназначены для решения задач измерения и управления в области сейсмики, вибрации, термометрии, тензометрии и т.д. Программы из состава **ZETLAB** обрабатывают сигналы, поступающие на входные каналы анализаторов спектра, сейсмостанций, тензостанций, плат АЦП/ЦАП, интеллектуальных датчиков и т.д.

Программы АЦП (раздел "Измерение") и программы ЦАП (раздел "Генерация сигналов") образуют базу виртуальной лаборатории **ZETLAB**, на которой строятся более сложные приборы (разделы "Метрология", "Автоматизация").

Набор поставляемых программ **ZETLAB** зависит от типа используемого прибора:

- **ZETLAB BASE** - программное обеспечение, поставляемое с платами АЦП/ЦАП,
- **ZETLAB ANALIZ** - программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- **ZETLAB VIBRO** - программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- **ZETLAB TENZO** - программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- **ZETLAB SEISMO** - программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- **ZETLAB NOISE** - программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером,
- **ZETLAB SENSOR** - программное обеспечение, поставляемое с интеллектуальными датчиками ZETSENSOR (опционно).

В описании каждой программы в разделе "Поддерживаемое оборудование и входные данные" приведен перечень приборов, с которыми программа поставляется в базовой конфигурации или опционно.

О виртуальных приборах

Концепция виртуальных приборов

Времена, когда измерительные системы состояли из множества приборов и занимали целые лаборатории, уходят в прошлое. Мощность и доступность современных компьютеров позволяют использовать их для реализации алгоритмов, заложенных в традиционных приборах. Таким образом, роль измерительного устройства сводится к оцифровке сигналов, а их обработка и вывод результатов на экран осуществляется программными средствами:



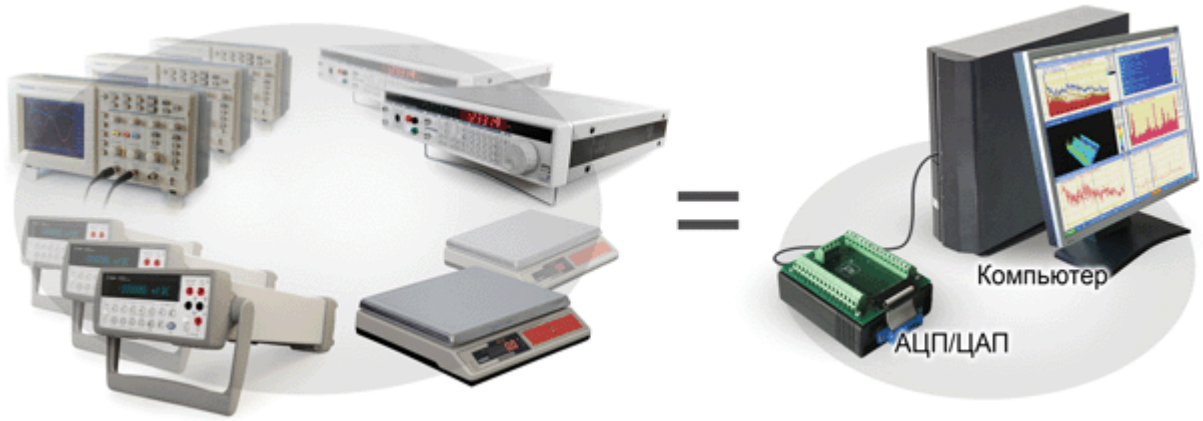
Структурная схема автономного измерительного устройства



Структурная схема виртуального прибора

Преимущества виртуальных приборов

Поскольку функциональные характеристики системы, построенной на базе виртуальных приборов, определяются программным обеспечением, простая плата АЦП/ЦАП может быть одновременно и вольтметром, и осциллографом, и генератором, и тензометром, и каким угодно другим прибором, экономя рабочее пространство и средства пользователя.



Замена реальных приборов виртуальными

Применение модулей АЦП/ЦАП и ноутбуков с программным обеспечением, эквивалентными целой измерительной лаборатории, значительно расширило возможности измерений в полевых условиях.

Использование технологии беспроводной связи между оцифровщиком данных и компьютером позволяет проводить измерения на подвижных элементах конструкции. Например, комплект плата АЦП/ЦАП + модуль Wi-Fi или Bluetooth устанавливается на подвижной части (на крутящемся валу медленно вращающейся турбины, на автомобиле), а ПК устанавливается на расстояние до 500 м (в зависимости от поставляемой антенны) на неподвижный участок.

Оцифровка сигналов может проводиться в автономном режиме с записью на флэш-накопитель, а обработка – после перенесения записанных сигналов на ПК. Помимо собственно значений сигнала могут записываться, например, координаты расположения устройства. При использовании программ картографии можно воссоздать траекторию движения объекта в процессе эксперимента, наблюдая одновременно положение объекта и его параметры в каждый отсчет времени.

Разделение аппаратных и программных ресурсов позволило строить распределенные измерительные системы. В узлах сбора данных располагаются платы АЦП/ЦАП, которые подключаются к компьютеру по линиям Ethernet. С синхронизацией устройств по GPS и/или ГЛОНАСС, сигналы от всех плат поступают в компьютер единым потоком и обрабатываются одновременно.

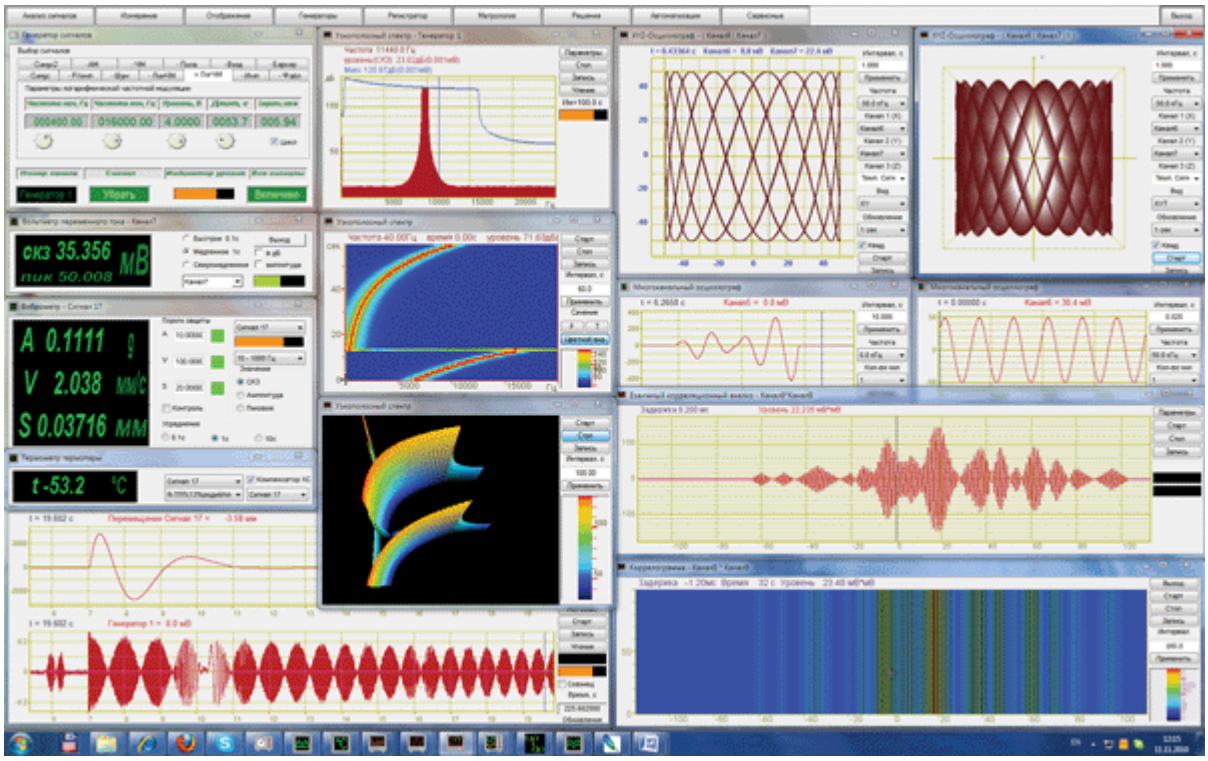
Развитие концепции виртуальных приборов открыло новый этап в создании автоматизированных систем. Использование объектно-ориентированных прикладных программных средств позволяет создавать уникальные приложения с системой анализа и сценариями работы не только программистами, а, например, технологами.

Таким образом, можно выделить следующие преимущества виртуальных приборов:

- снижение затрат экономия места в лаборатории
- параллельный анализ множества параметров
- расширение областей применения: в полевых условиях, измерения на подвижных элементах конструкций, в автономном режиме
- построение многоканальных распределенных систем
- упрощение создания автоматизированных систем.

Виртуальные приборы ZETLAB

Программное обеспечение ZETLAB представляет собой виртуальную лабораторию, состоящую более чем из 50 приборов. Все приборы разделены на группы по назначению: анализ, измерение, отображение, генераторы и т.д. К различным устройствам АЦП/ЦАП поставляются различные пакеты программы, соответствующих их назначению и характеристикам.



Виртуальная лаборатория ZETLAB

Также программы **ZETLAB** различаются по уровню сложности. Например, вольтметр имеет лишь три опции: переключатель времени усреднения, переход на представление результатов в дБ, переключатель измерения СКЗ или амплитудного значения. В то время как в генераторе реализовано 12 различных типов сигналов, начиная от синусоидальных и импульсных, и заканчивая кодами Баркера, каждый из которых имеет свои параметры.

Помимо базовых устройств, таких, как вольтметр, генератор и т.п., **ZETLAB** предоставляет мощные средства для обработки сигналов. Одна только программа Формула реализует десятки математических и измерительных функций, содержит более 20 видов фильтров и позволяет работать как с исходными, так и с обработанными сигналами.

В **ZETLAB** данные могут анализироваться параллельно несколькими программами, кроме того, программы могут использовать результат измерений друг друга. Например, оцифрованный сигнал может быть сначала подвергнут фильтрации, после чего произведены вычисления, а конечный результат отображен на графике в двух- или трехмерном виде.

В программное обеспечение **ZETLAB** также входят решения, такие как измерение АЧХ с обратной связью, регулятор, обнаружитель событий, которые используют в своей работе результаты измерений одних программ (например, вольтметр, термометр), управляя при этом подключенными к ПК устройствами с помощью других программ (например, генератор, коммутационный блок).

Установка и обновление ПО и драйверов

В данном разделе предоставлена информация о последних возможностях программных продуктов ZETLAB, известных проблемах и их возможных устранений, а также рекомендации и помощь по их использованию программных продуктов ZETLAB.

Требования к ПК

Технические требования

Программное обеспечение ZETLAB предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной), либо корректно русифицированной версии операционных систем:

- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2016 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2019 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2022 64 разрядная.

Рекомендуемые параметры конфигурация компьютера для установки и запуска программного обеспечения *ZETLAB* и драйверов устройств:

- Двухъядерный процессор или более;
- Тактовая частота процессора – не менее 1,6 ГГц;
- Оперативная память – не менее 8 Гб;
- Свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- Видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 1 Гб памяти;
- Разрешение экрана не менее 1920×1080;
- Наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства;
- Наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет);
- Интерфейс USB 2.0 для установки программного обеспечения.

*Приборы ZET поддерживают только интерфейс HighSpeed USB 2.0. Но приборы ZET можно подключать к ПК по шине USB 3.0, если контроллер данной шины обратно совместим с интерфейсом USB 2.0, как, например, контроллеры NEC.
Примечание: на данный момент при работе с контроллерами USB 3.0 производства Asmedia могут возникать проблемы (при установке драйвера возникает ошибка с кодом "10"). В таком случае рекомендуем использовать для подключения к ПК шину USB 2.0.

При использовании промышленных компьютеров для работы на них в ПО ZETLAB и ZETView, мы рекомендуем использовать 64-разрядную версию ОС Windows

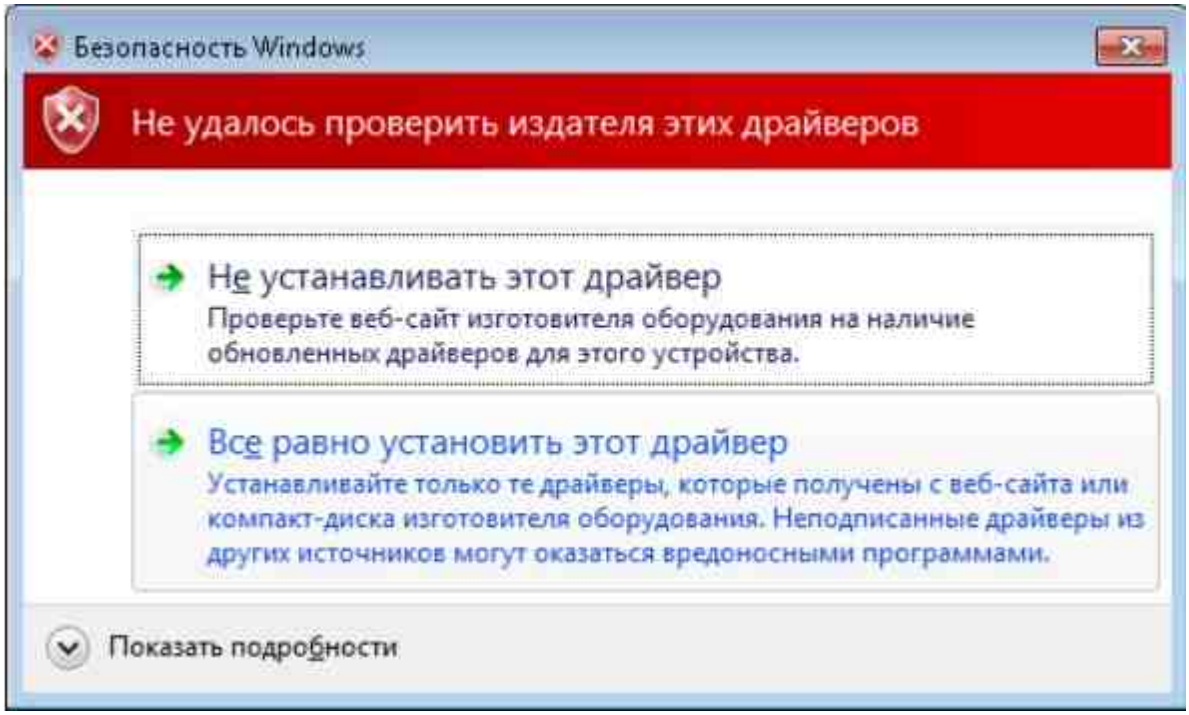
Проблемы с драйверами

При использовании промышленных компьютеров для работы на них в ПО ZETLAB и ZETView, мы рекомендуем использовать 64-разрядную версию ОС Windows

в ОС Windows 7 .....

При установке ПО ZETLAB в Windows 7

В Windows 7 при установке драйверов может появляться предупреждение красного цвета, представленное на рисунке ниже.



Это связано с тем, что драйверы подписываются по алгоритму SHA256, который не полностью поддерживается в Windows 7, если в ней давно не устанавливались обновления ОС. Сами драйверы исправны и подписаны правильно.
Обновление для системы безопасности Windows 7 для систем на базе 64-разрядных (x64) процессоров (KB3033929).

Можно также скачать и установить Beta ПО ZETLAB **https://file.zetlab.com/ZETLab_setup/ZETLab_beta/.** В этой версии необходимое обновление уже включено в состав дистрибутива.

в ОС Windows 10 .....

При установке ПО ZETLAB в Windows 10

В новых версиях Windows 10 были ужесточены требования к цифровой подписи драйверов режима ядра. Если раньше достаточно было самостоятельно подписать их доверенным сертификатом, то теперь необходимо, чтобы подпись была проставлена корпорацией Microsoft.

Мы уже начали процесс сертификации драйверов в Microsoft, но это может занять некоторое время.

Для временного решения можно скачать и установить **предыдущую версию драйверов**, так как к сертификатам, выданным до 29 июля 2015 года, такие требования не предъявляются.

Перед установкой рекомендуется закрыть все программы ПО ZETLAB и отключить от ПК устройства ZETLAB.

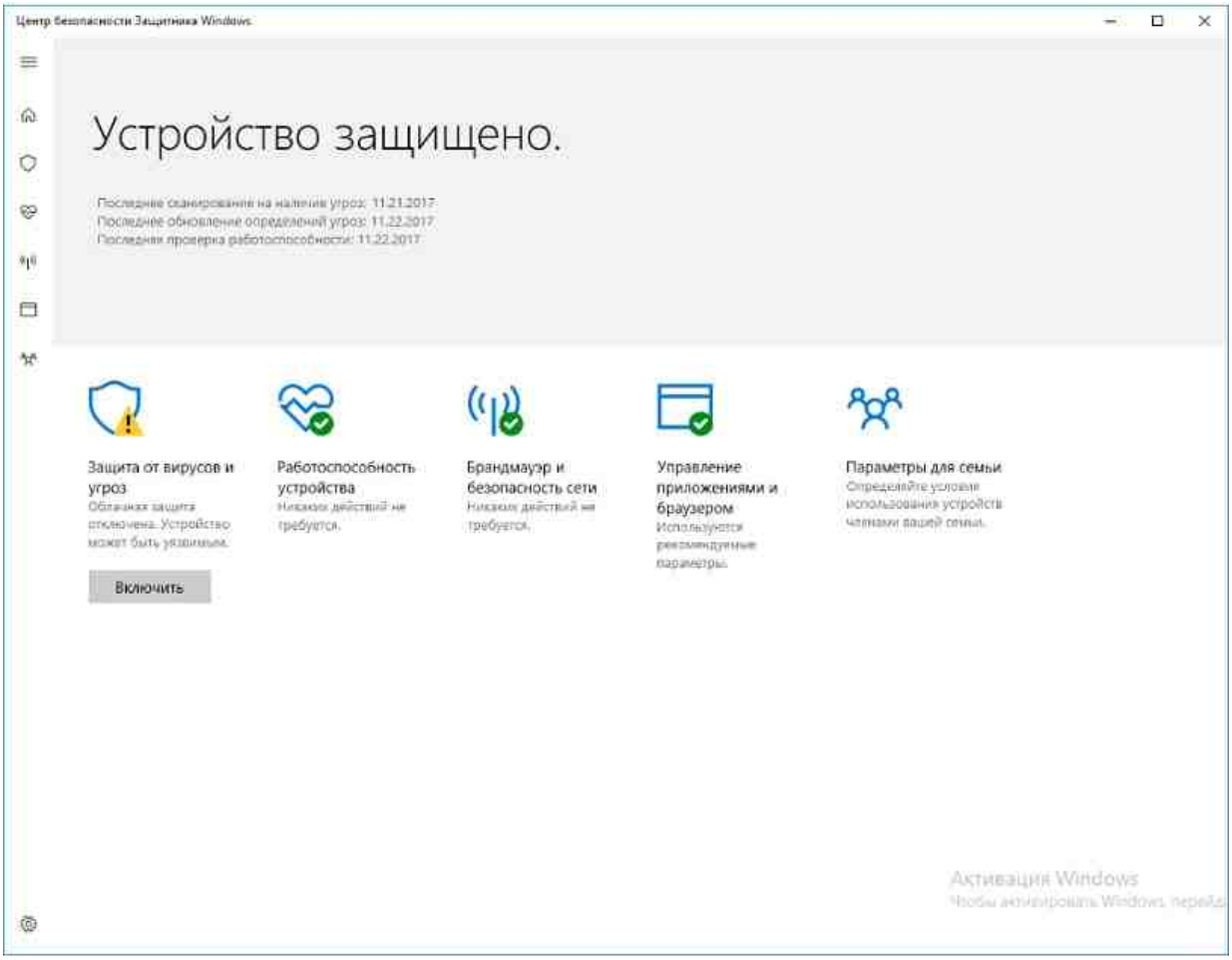
Если у Вас возникли сомнения, то проверить цифровую подпись можно с помощью проводника, выбрав один из файлов (например, «C:\ZETLabdriverszetusb64.cat» или «C:\ZETLabdriversamd64Kdu8500.sys») и открыв его Свойства. Если продолжить установку драйверов (пункт «Все равно установить этот драйвер»), то они будут работать правильно, предупреждения возникать не будут. Но рекомендуется все же установить обновления для ОС Windows 7.

Устранение возможных неполадок ПО

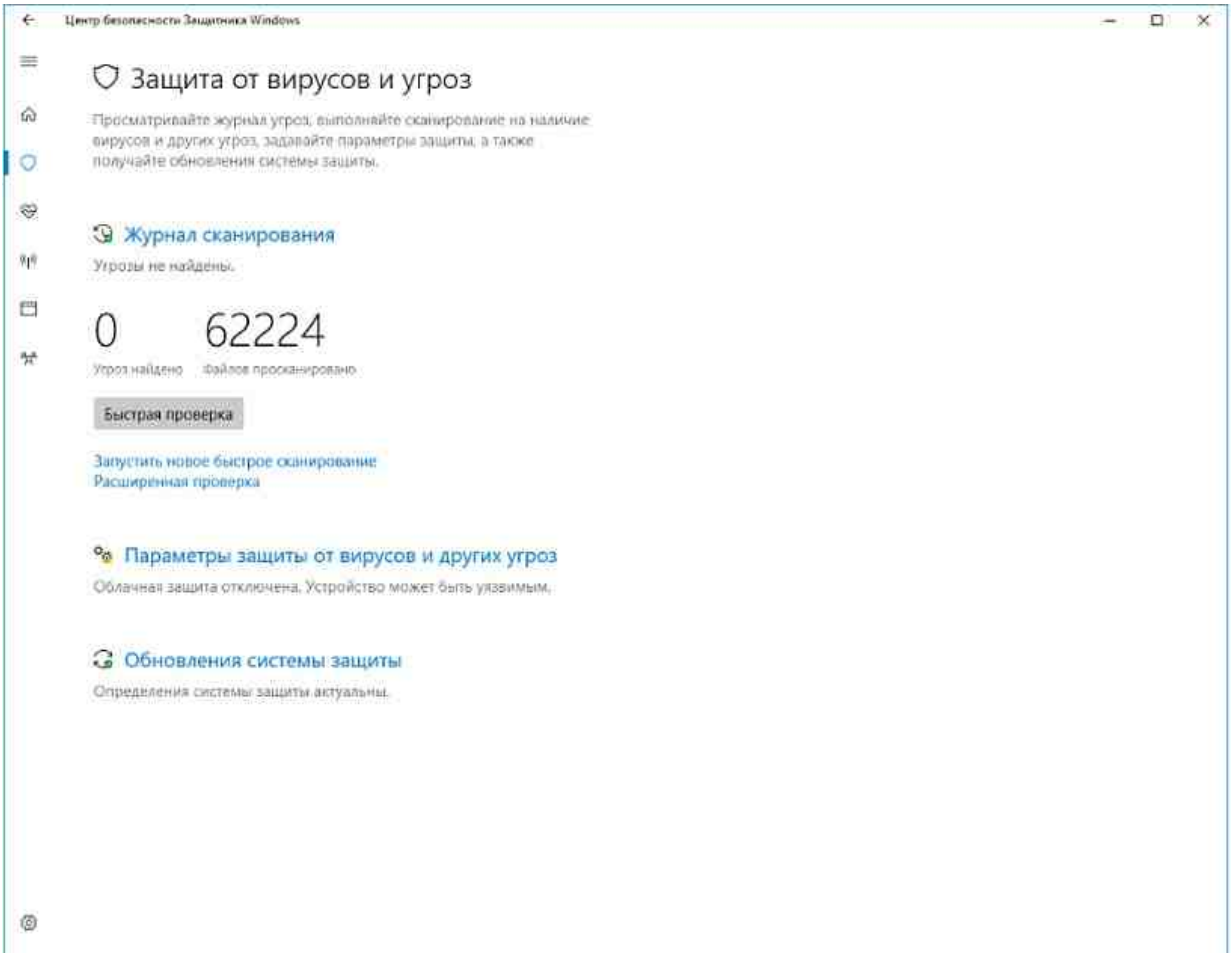
Устранение возможных неполадок при работе с программным обеспечением ZETLAB

Во время работы некоторых программ из состава ПО ZETLAB создаётся большое количество файлов, которые могут вызвать подозрения у антивируса. Он будет их проверять, что скажется на процессе создания файлов и работе программы. Для увеличения скорости сохранения графиков и работы программы, добавьте папку, куда производится сохранение, в исключение антивируса. Решение проблемы показано на примере «Windows Defender».

- Откройте программу «Windows Defender», и перейдите раздел «Защита от вирусов и угроз».

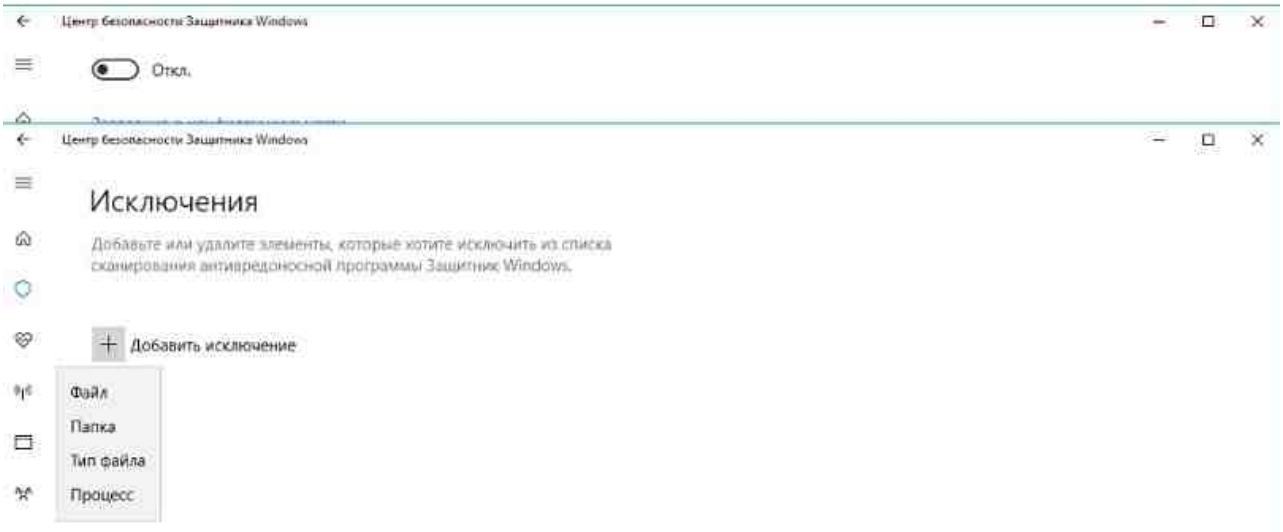


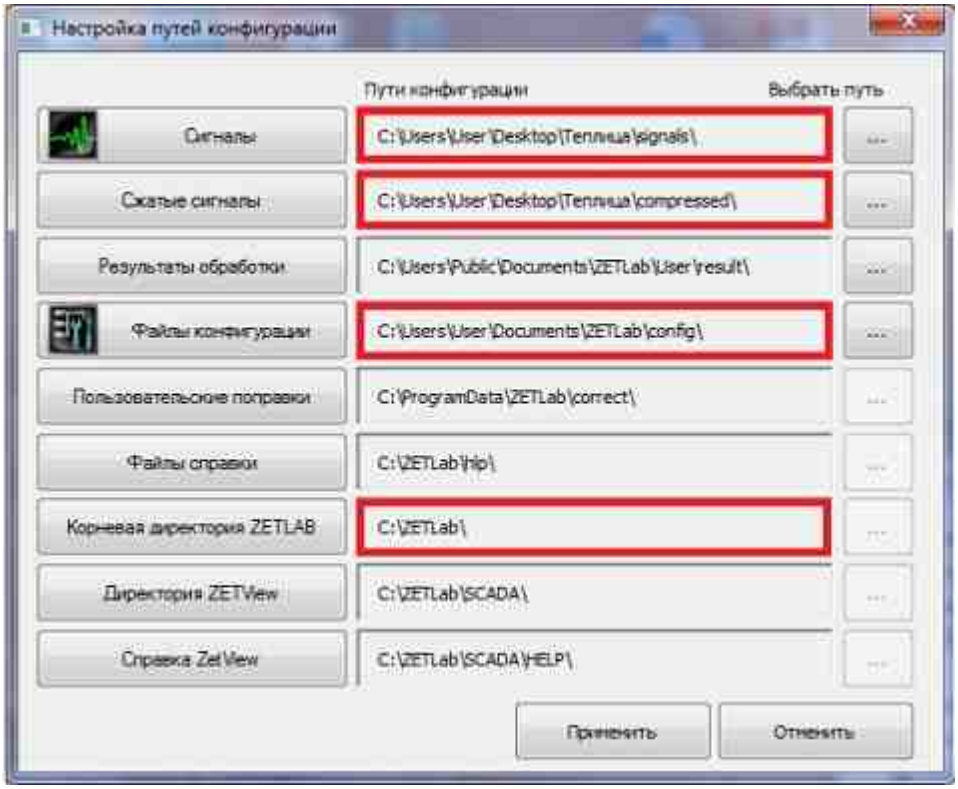
- Перейти в раздел «Параметры защиты от вирусов и других угроз».



- Находим пункт «Исключения» и  активируем кнопку «Добавление или удаление исключений».

- Нажимаем «Добавить в исключение» и в выпадающем списке выбираем «Папка» и добавляем папку куда сохраняются наши файлы. В исключение рекомендуется добавлять следующие папки: ZETLab, config, compressed, signals.




Настройка путей конфигурации
Пути конфигурации
Выбрать путь
Сигналы
C:\Users\User\Desktop\Теплица\signals\
Сжатые сигналы
C:\Users\User\Desktop\Теплица\compressed\
Результаты обработки
C:\Users\Public\Documents\ZETLab\User\result\
Файлы конфигурации
C:\Users\User\Documents\ZETLab\config\
Пользовательские поправки
C:\ProgramData\ZETLab\correct\
Файлы справки
C:\ZETLab\Help\
Корневая директория ZETLAB
C:\ZETLab\
Директория ZETView
C:\ZETLab\SCADA\
Справка ZetView
C:\ZETLab\SCADA\HELP\
Применить
Отменить

Установка ПО ZETLAB

Установка программного обеспечения **ZETLAB** может производиться как при подключенном, так и при отключенном оборудовании ZET. В последнем случает после установки ПО и подключении оборудования будет произведено обновление драйверов к устройству.

Установка **ZETLAB** производится с установочного диска, поставляемого с приобретаемым ZET-устройством или, при обновлении **ZETLAB**, с помощью установочного файла (имеет расширение «.msi»).

При установке **ZETLAB** с установочного диска необходимо вставить диск в дисковод компьютера.
Дистрибутивы расположены на диске: \ZETLab setup\ZETLab.msi и установить ZETLab.msi.

При установке **ZETLab** с помощью файла «ZETLab.msi» необходимо запустить файл двойным кликом «мыши», при этом запустится программа установки **ZETLab** (Рис. 1.3.1а).
В главном окне программы установки программного обеспечения ZETLab (Рис. 1.3.1б) необходимо выбрать пункт «Далее»,

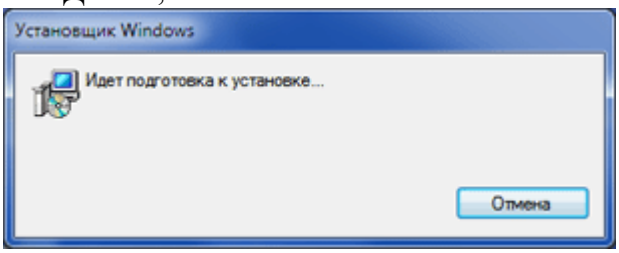


Рис. 1.3.1а. Подготовка к установке

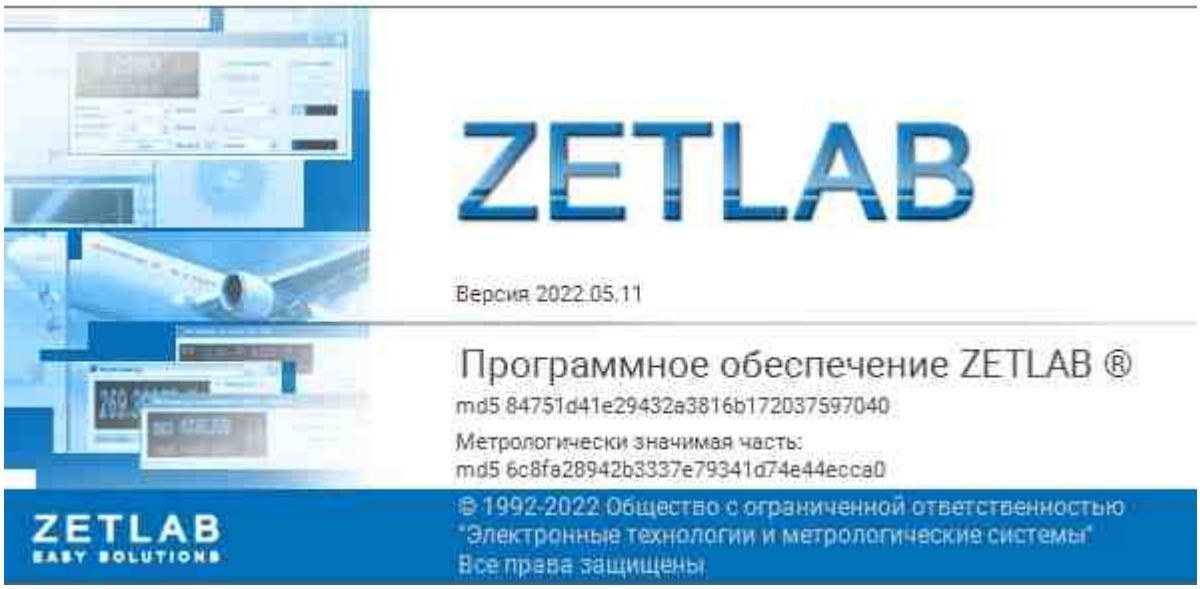


Рис. 1.3.1б. Установка ZETLab

Далее программа установки ZETLab предложит ознакомиться с лицензионным соглашением (Рис. 1.3.2). Лицензионное соглашение можно прочитать в окне программы установки. Без принятия условий лицензионного соглашения установка ZETLab будет прервана. При согласии с условиями соглашения необходимо активировать кнопку «Принимаю» для продолжения установки ZETLab.

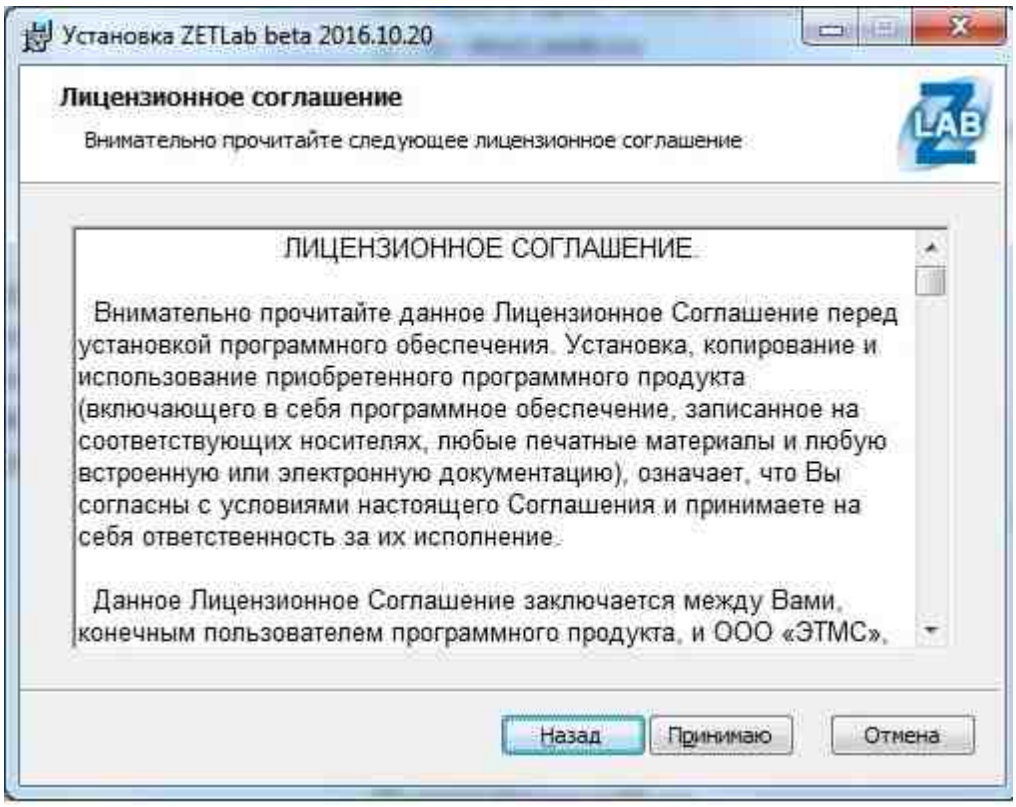


Рис. 1.3.2, Главное окно установки программного обеспечения ZETLAB

Далее будет предложено выбрать директорию установки **ZETLAB**. По умолчанию программы ZETLAB устанавливаются в директорию ZETLAB (Рис. 1.3.3).

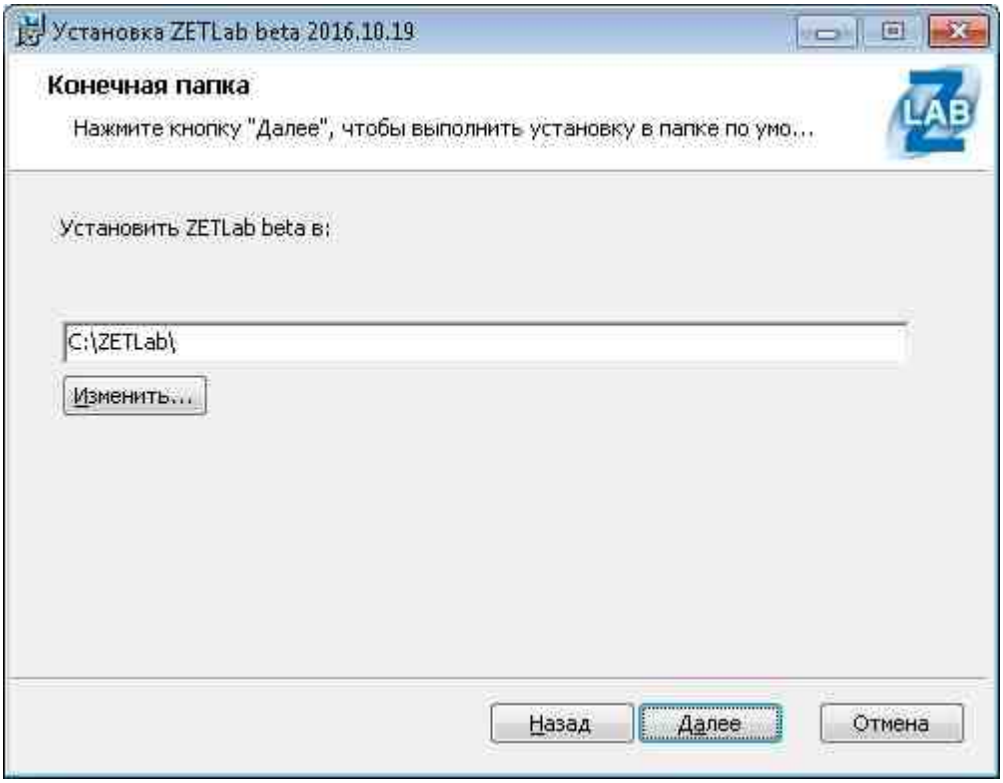


Рис. 1.3.3. Выбор директории установки

Далее мастер установки выведет сообщение о готовности к установке. Для установки необходимо нажать кнопку "Установить".

Далее программа установки предложит установить ZETLab (Рис. 1.3.4). Дождитесь окончания установки.

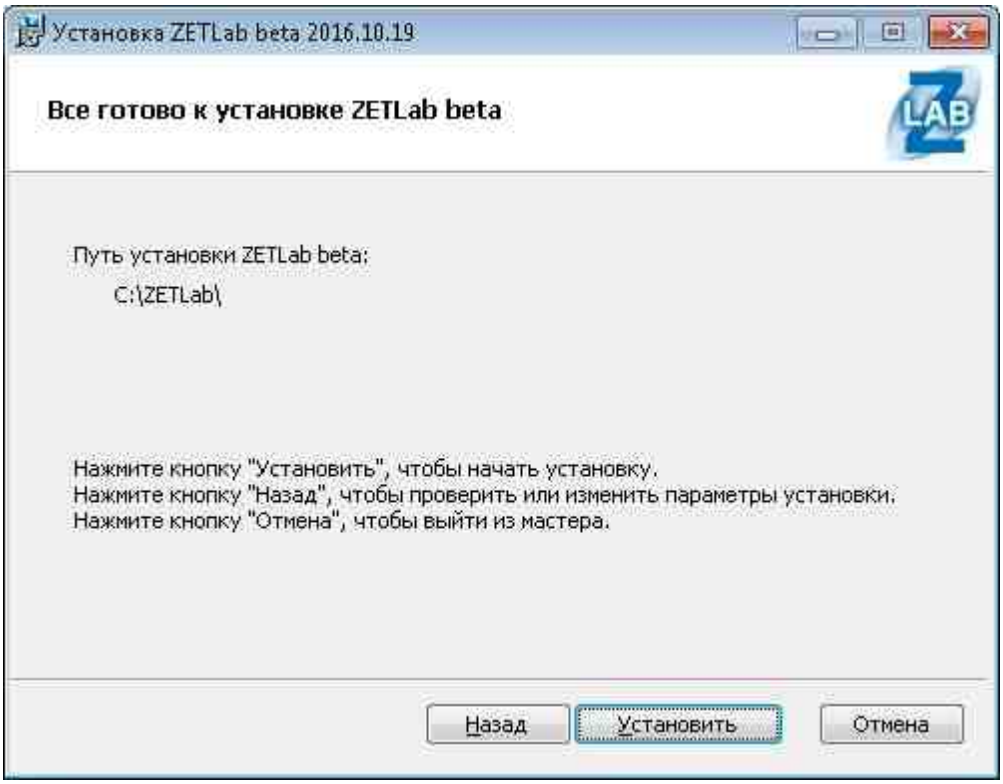


Рис. 1.3.4 Запуск установки ZETLAB

Установка **ZETLAB** займет несколько минут. По окончании установки станет активной кнопка "Далее", которую необходимо нажать для завершения установки (Рис. 1.3.5)

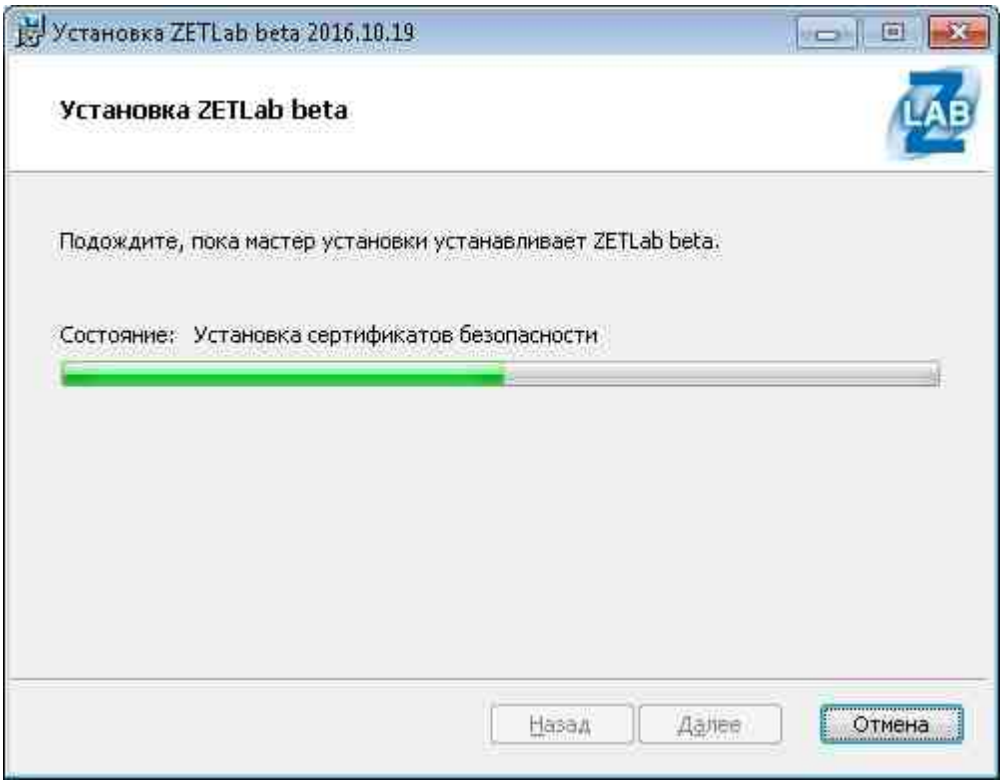


Рис. 1.3.5 Установка ZETLAB

Для выхода из программы установки необходимо нажать "Готово" (Рис. 1.3.6).

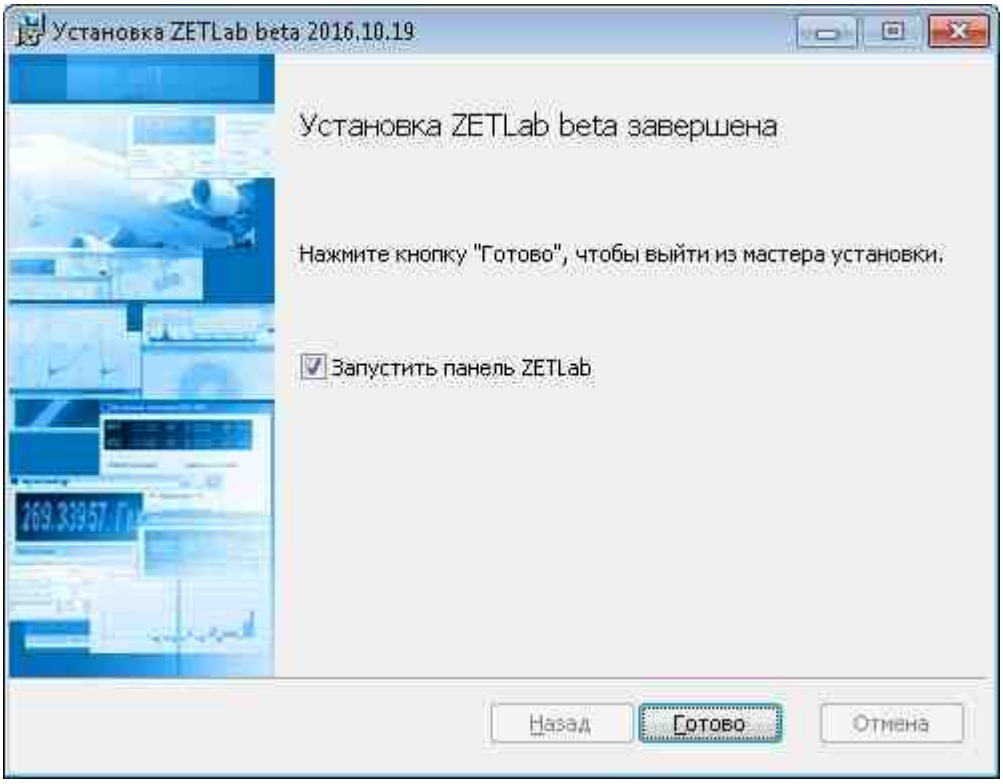


Рис. 1.3.6 Завершение установки

Взведенный Флаг Запустить панель **ZETLab** позволяет сразу после установки Setup запустить ZETLab без запуска с ярлычка программы.

Установка драйверов

В процессе установки ПО **ZETLAB** также были скопированы на компьютер драйвера на оборудование ZET (анализаторы спектра, платы АЦП/ЦАП, тензостанции, сейсмостанции, интеллектуальные датчики и др.). Если при установке ПО был подключен какой-либо ZET прибор, драйвера на него были автоматически установлены и прибор готов к работе по завершению процесса установки.

Если прибор во время установки ПО не был подключен, то при первом подключении прибора к ПК в системном трее появится сообщение об установке программного обеспечения драйвера (Рис. 1.3.7).

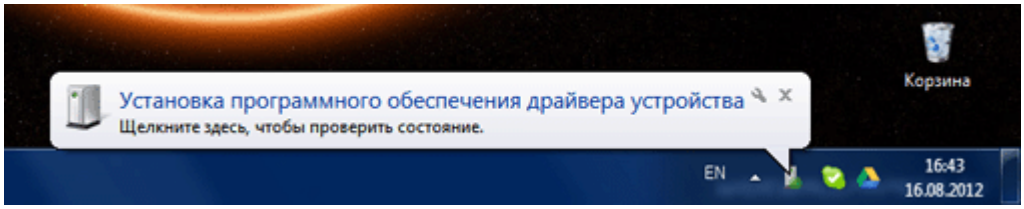


Рис. 1.3.7 Установка драйвера при подключении прибора к ПК

Установка драйвера может занять несколько минут. По окончании установки драйвера появится сообщение об успешном завершении, при этом в заголовке сообщения отобразится название устройства (Рис. 1.3.8).

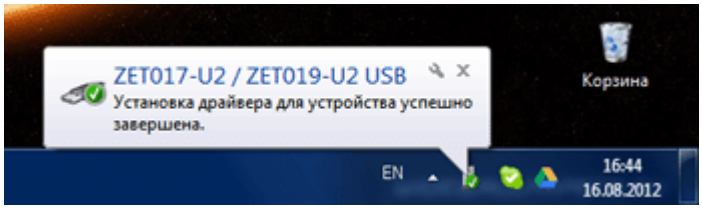


Рис. 1.3.8 Сообщении об успешной установке драйвера

Если установка драйверов не была произведена автоматически (такое могло произойти, например, при обновлении ZETLAB, если в процессе удаления работали какие-либо из программ), то обновить драйвера можно самостоятельно. Указания по обновлению драйверов приведены в подразделе Обновление драйверов настоящего документа.

Примечание:

Отличительные особенности установки драйверов на компьютеры с Windows 7, на которых не идет поиск и не устанавливаются обновления Windows.

Данную информацию можно получить Пуск => Компьютер => Свойства (Рис. 1.3.9)

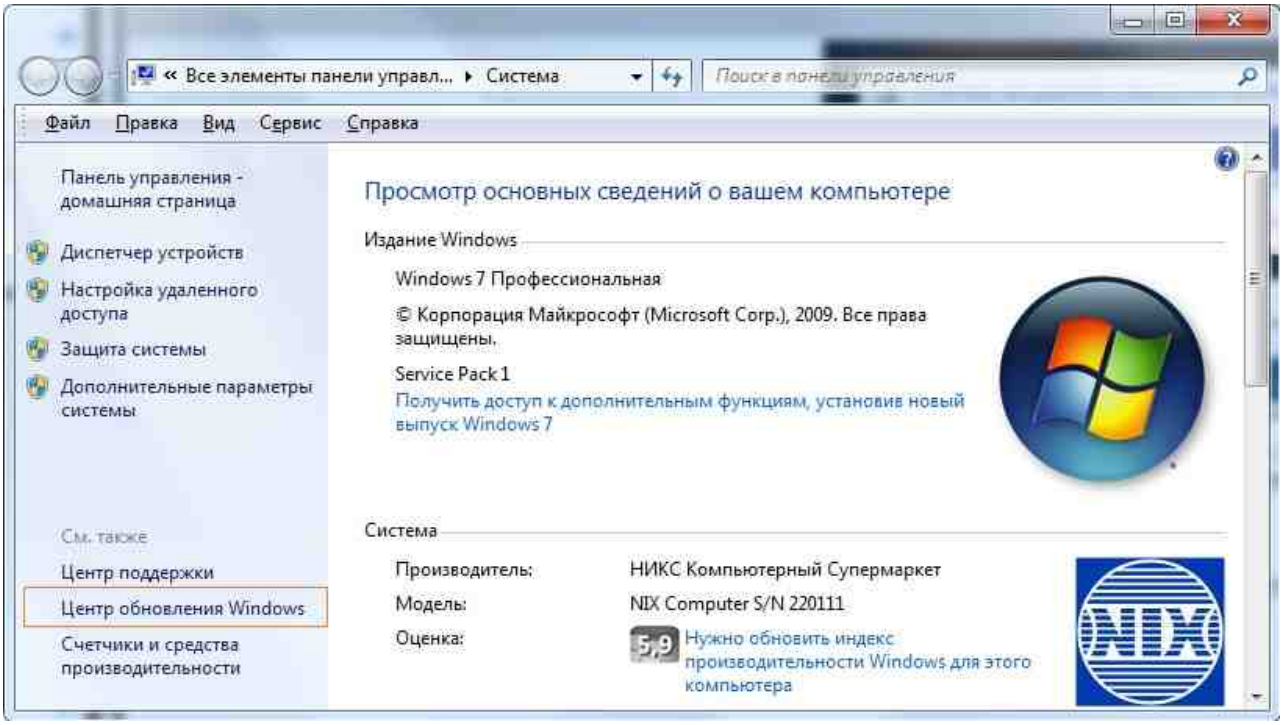


Рис. 1.3.9 Сообщение об обновлении Windows

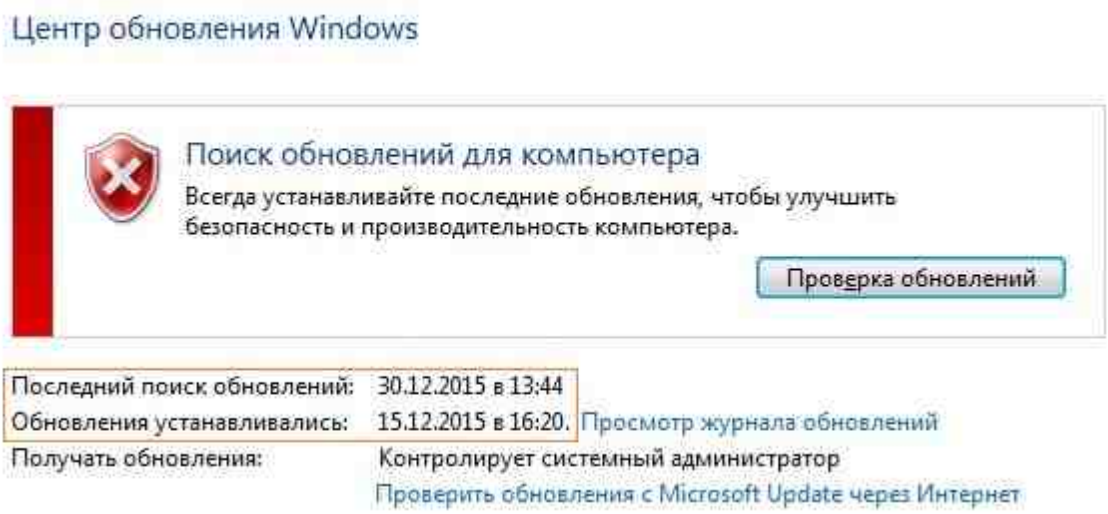


Рис. 1.3.10 Сообщение об устаревших обновлениях Windows

При установке ZETLab_beta.msi или ZETLab.msi от 01.1.2017 в Windows 7 может появиться сообщение (Рис. 1.3.11).

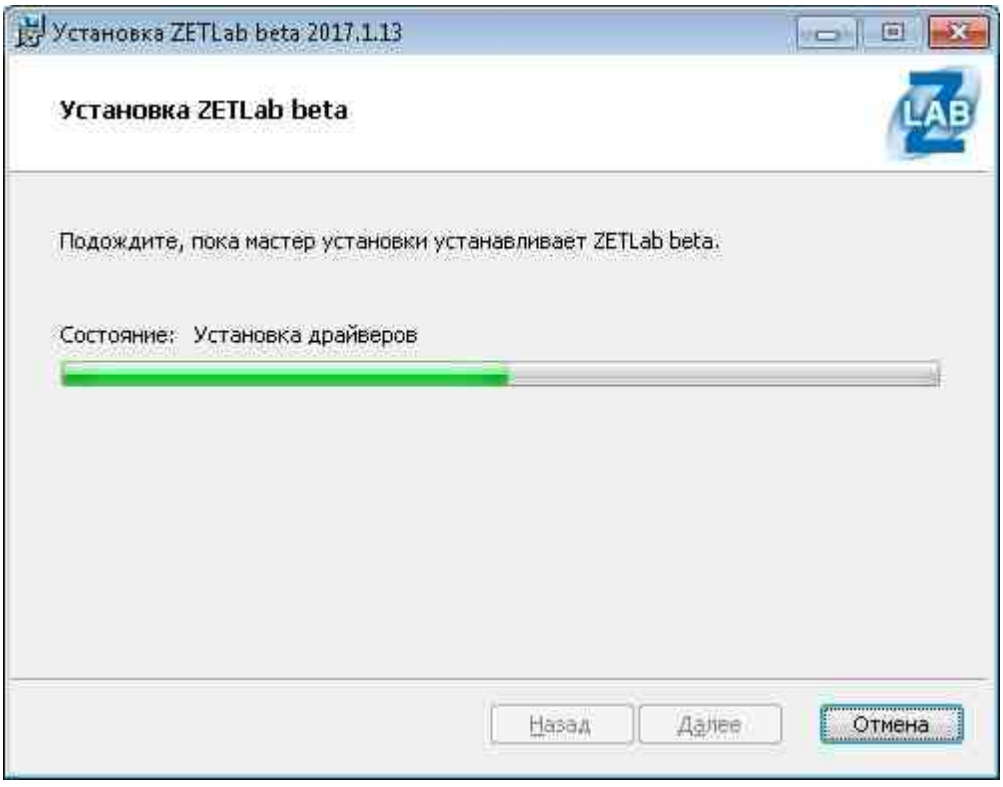


Рис. 1.3.11 Сообщение об установки setup в данном месте прерывается и выводится следующее сообщение

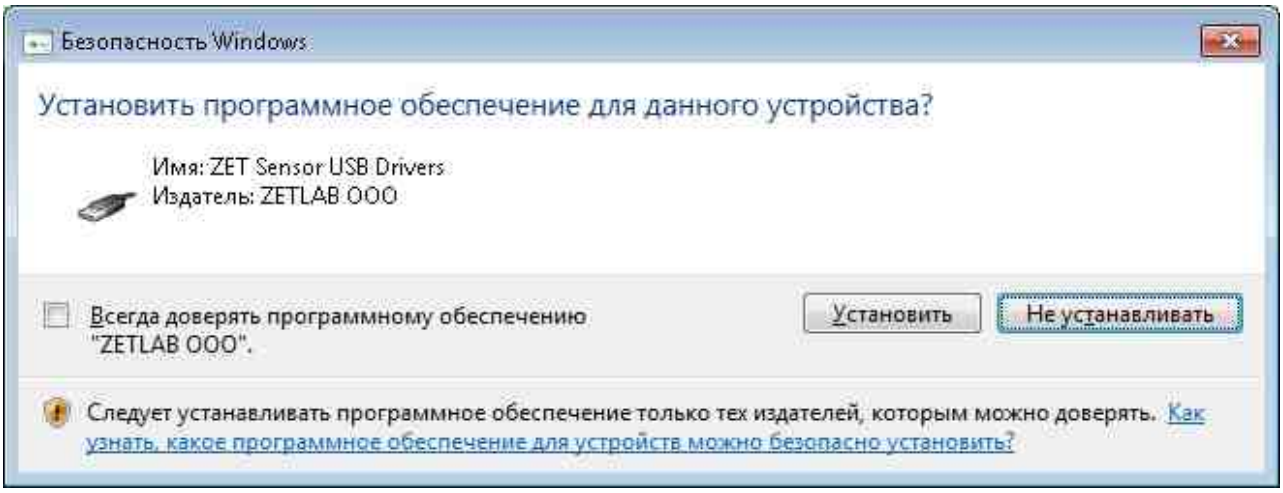


Рис. 1.3.12 Сообщение об установке драйверов на компьютер

Установка флага "Всегда доверять программному обеспечению ZETLAB ООО" никакого влияния на установку драйверов не оказывает, сообщение появляется снова при установке другого драйвера.

Необходимо нажать кнопку "Установить", и установка драйверов для приборов продолжится.

Для радикального избавления от данных сообщений при установке драйверов, необходимо поставить обновления Windows на компьютере или скачать и установить хотфикс kb2921916:

Доступ программ ZETLAB к сети

При установке может открыться предупреждение системы безопасности (Рис. 1.3.13). В таком случае необходимо разрешить доступ программы к сети.

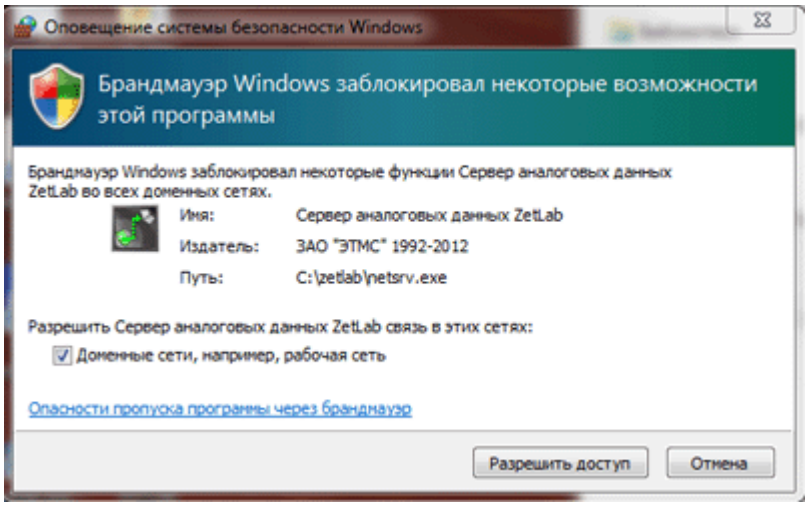


Рис. 1.3.13 Предупреждение системы безопасности

Если при установке **ZETLAB** на запрос о предоставлении сети был выбран пункт "Отмена", необходимо проделать следующее: "Панель управления - Брандмауэр - Дополнительные параметры" и удалить записи как в примере на рисунке ниже (Рис. 1.3.14).

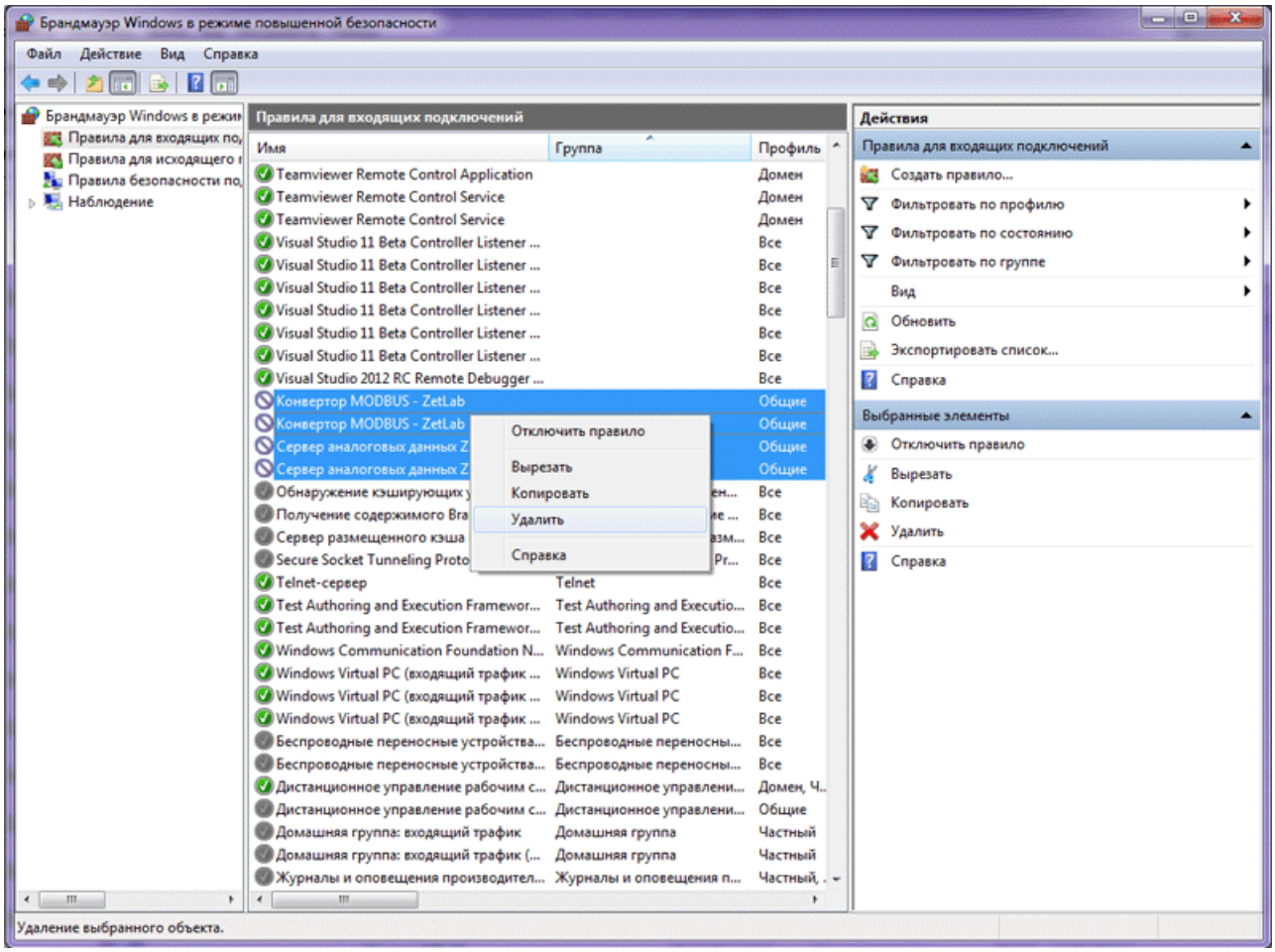


Рис. 1.3.14 Разрешение доступа к сети

Удаление ПО ZETLAB

Последовательность действий при удалении ПО:

1. Закрыть все используемые программы **ZETView**, **ZETSCOPE**, **ZETCABLETEST**, **ZETLAB**.
2. Выключить приборы ZET (анализаторы спектра, платы АЦП/ЦАП, осциллографы и др.) и отключить их от ПК.
3. Проверить в диспетчере задач (*Рис. 1.4.1*), что нет программ **ZETLAB**, работающих в скрытом режиме:
   - Modbus.exe
   - NetServer.exe
   - NetSrv.exe
   - ZETServer.exe
   - MODBUSZETLAB.exe
4. Если какая-либо из перечисленных программ запущена, то завершить ее выполнение.
5. Удалить ПО через панель управления ОС.

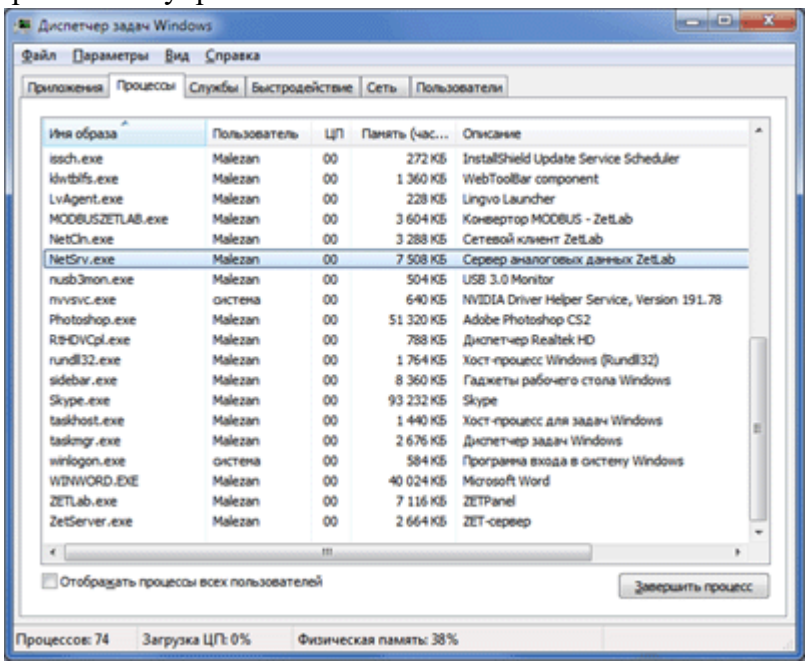


Рис. 1.4.1 Диспетчер задач Windows

Для удаления программы необходимо из меню Пуск панели задач Windows выбрать команду Панель управления → Программы и компоненты, после чего запустится окно "Удаление или изменение программы" (*Рис. 1.4.2*).

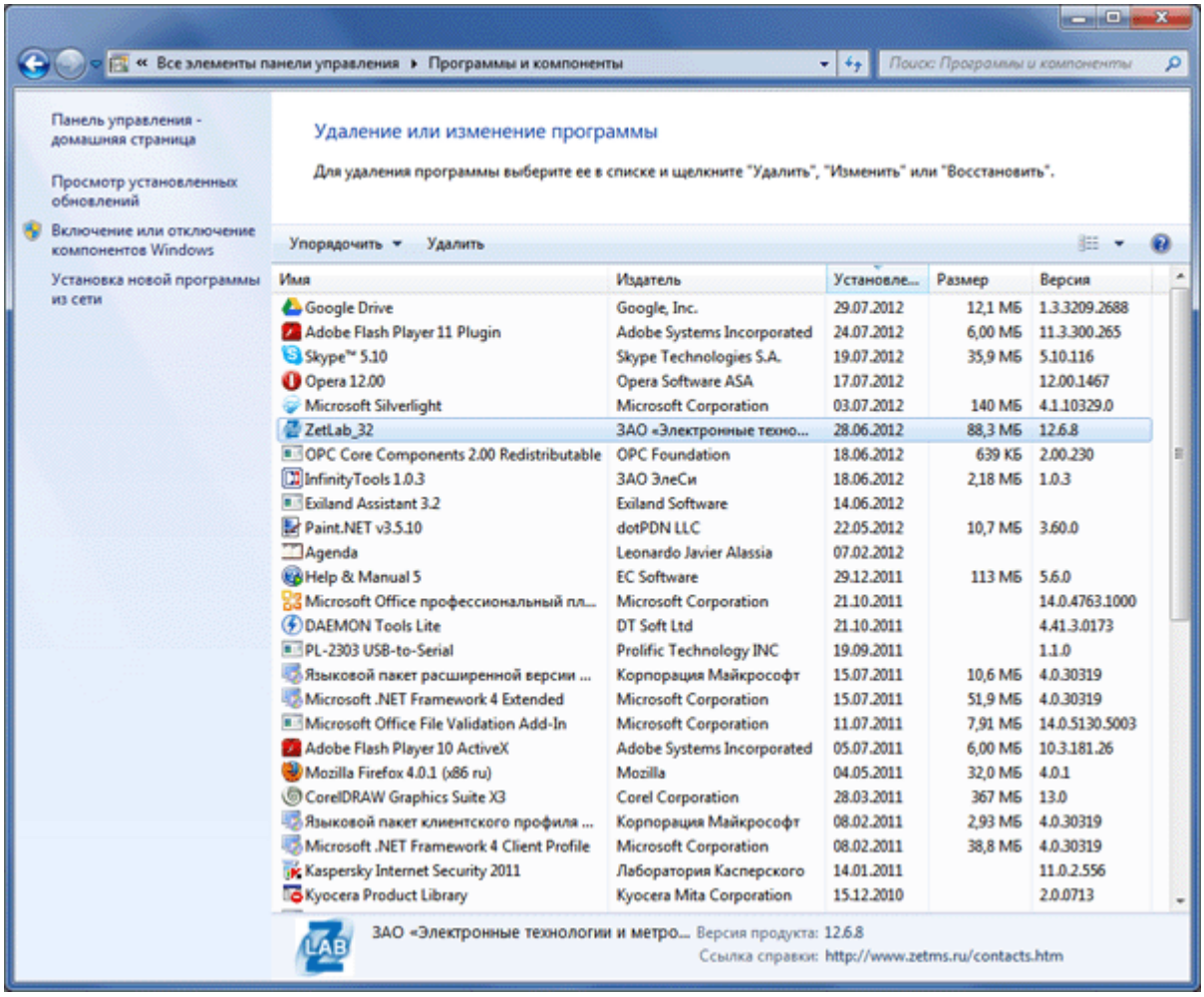


Рис. 1.4.2 Панель управления, окно удаления программ

В открывшемся окне "Удаление или изменение программы" из списка установленных программ необходимо выбрать пакет программного обеспечения **ZETLAB**, нажав на него левой клавишей «мыши». Выбранное программное обеспечение выделится синим цветом. После нажатия кнопки Удалить появится информационное окно (*Рис. 1.4.3*), запрашивающее подтверждение удаления программного обеспечение ZETLAB. В этом окне, для подтверждения процесса удаления, нажать кнопку "Да".

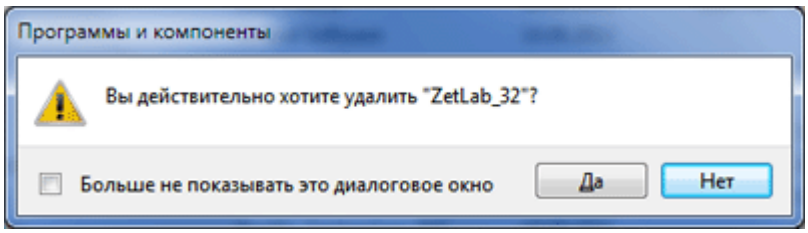


Рис. 1.4.3 Подтверждение удаления ZETLAB

Примечание: отключение ZET-устройства и закрытие всех программ **ZETLAB** требуется для полного удаления **ZETLAB** и драйверов. Только в этом случае гарантируется корректная установка новой версии программного обеспечения и драйверов во всех операционных системах при последующих установках **ZETLAB**.

Обновление ПО ZETLAB

Установка обновлений **ZETLAB** (а также **ZETSCOPE**) производится только после удаления установленного ранее программного обеспечения.

*Примечание 1: Программное обеспечение **ZETSCOPE**, поставляемое с осциллографами ZET 302, имеет функции записи результатов измерений. Для просмотра записанных файлов используется программа "Просмотр и обработка результатов" из состава ПО **ZETLAB**. Таким образом, для работы с ПО **ZETSCOPE** не требуется наличие ПО **ZETLAB**, но оно может являться дополнением к ПО **ZETSCOPE**.*

Порядок действий

Порядок действий при обновлении ПО:

Набор ПО	ZETLAB	ZETLAB+ZETSCOPE
1) Удалить текущие версии в последовательности:	ZETLAB	1) ZETSCOPE 2) ZETLAB
2) Установить новые версии в последовательности:	ZETLAB	1) ZETLAB 2) ZETSCOPE

Удаление **ZETLAB** производить в соответствии с подразделом Установка ПО ZETLAB настоящего документа, удаление **ZETSCOPE** - в соответствии с руководствами оператора на них.

Установку **ZETLAB** производить в соответствии с подразделом Установка ПО ZETLAB настоящего документа, установку **ZETSCOPE** - в соответствии с руководствами оператора на них.

Следование всем рекомендациям по удалению и установке ПО гарантирует корректное обновление **ZETLAB** и драйверов. В подразделе Обновление драйверов приведены указания по обновлению драйверов в случае, если оно не было произведено автоматически.

Чистка реестра

Если при соблюдении всех приведенных рекомендаций после обновления **ZETLAB** возникают проблемы, возможно, требуется чистка реестра Windows. Последовательность действий, следующая:

1. Удалить все продукты ZETLab через панель управления, начиная с ZETView и заканчивая ZETLab_32 (или ZETLab_64).
2. Удалить вручную папку, куда был установлен ZETLab (например, C:\ZETLab).
3. Запустить редактор реестра: Win+R, regedit, Enter
4. В дереве реестра зайти на ветку: - для 32-битной системы: HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\SharedDLLs - для 64-битной системы: HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Wow6432Node\Microsoft\Windows\CurrentVersion\SharedDLLs
5. Найти и удалить в данной ветке все строки, которые начинаются с пути установки (например, с "C:\ZETLab").

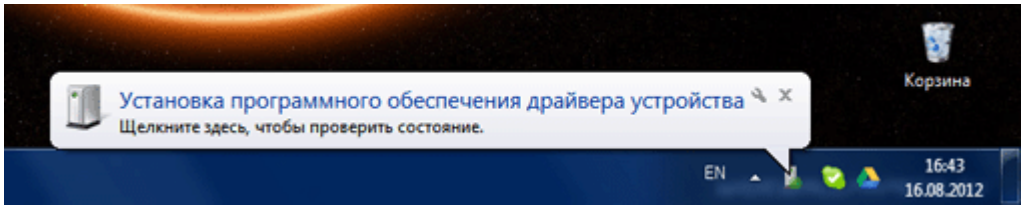
6. Установить ZETLab_32 (или ZETLab_64), затем остальные программные продукты.

Примечание: работать с реестром Windows следует с осторожностью. Перед удалением строк желательно сохранить данную ветку, чтобы в случае удаления не тех строк была возможность восстановить изменения.

Обновление драйверов

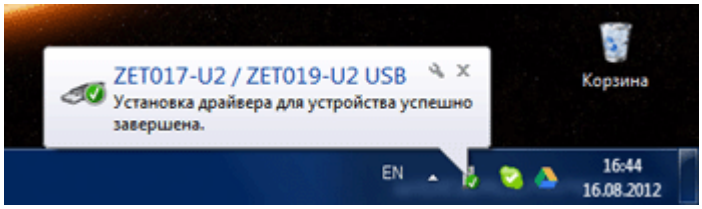
В процессе установки ПО **ZETLAB** на компьютер копируются драйвера на оборудование ZET (анализаторы спектра, платы АЦП/ЦАП, тензостанции, сейсмостанции, интеллектуальные датчики и др.). Если при установке ПО был подключен какой-либо ZET прибор, драйвера на него были автоматически установлены и прибор готов к работе по завершению процесса установки.

Если прибор во время установки ПО не был подключен, то при первом подключении прибора к ПК в системном трее появится сообщение об установке программного обеспечения драйвера (см. рисунок).



Установка драйвера при подключении прибора к ПК

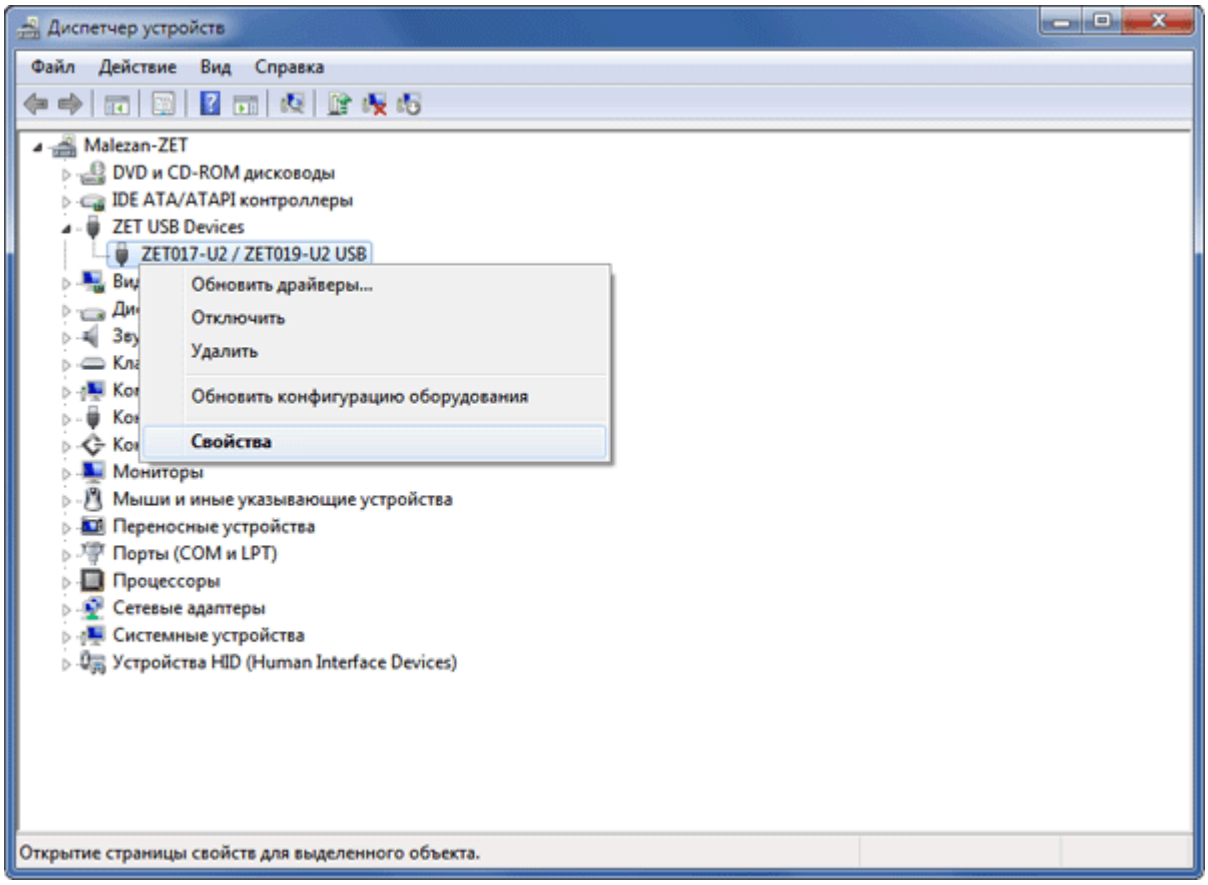
Установка драйвера может занять несколько минут. По окончании установки драйвера появится сообщение об успешном завершении, при этом в заголовке сообщения отобразится название устройства.



Сообщении об успешной установке драйвера

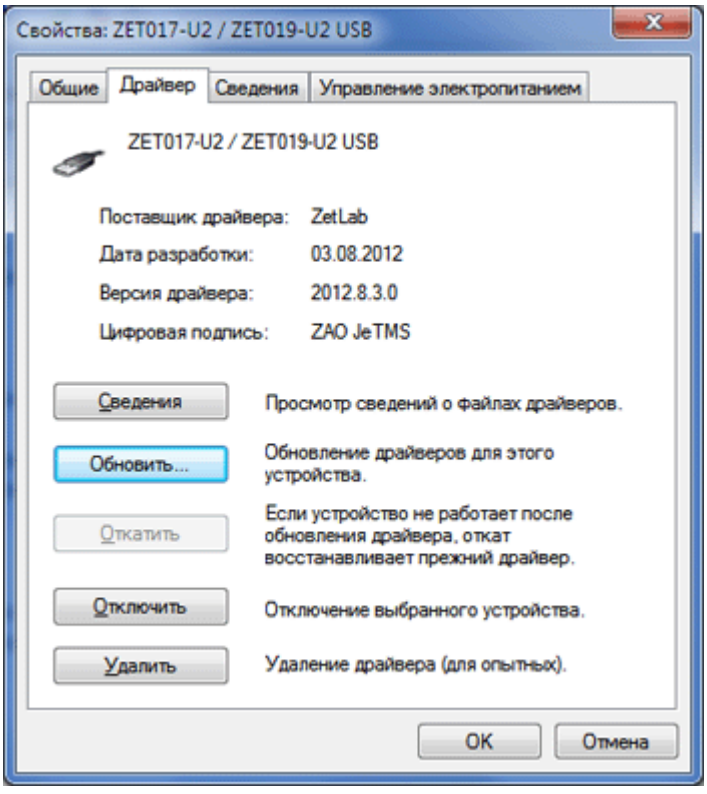
Если установка драйверов не была произведена автоматически (такое могло произойти, например, при обновлении **ZETLAB**, если в процессе удаления работали какие-либо из программ), то обновить драйвера можно самостоятельно. Для этого необходимо зайти в "Мой компьютер", вызвать контекстное меню (щелчком правой кнопки "мыши" по свободному полю окна "Мой компьютер"), в контекстном меню выбрать "Свойства", в открывшемся окне выбрать "Диспетчер устройств" (в Windows 7 ссылка "Диспетчер устройств" находится слева, в Windows XP в окне свойств компьютера необходимо перейти на вкладку "Оборудование").

В диспетчере устройств раскрыть список "ZET USB Devices" выбрать подключенное устройство, вызвать контекстное меню, выбрать пункт **Свойства**.



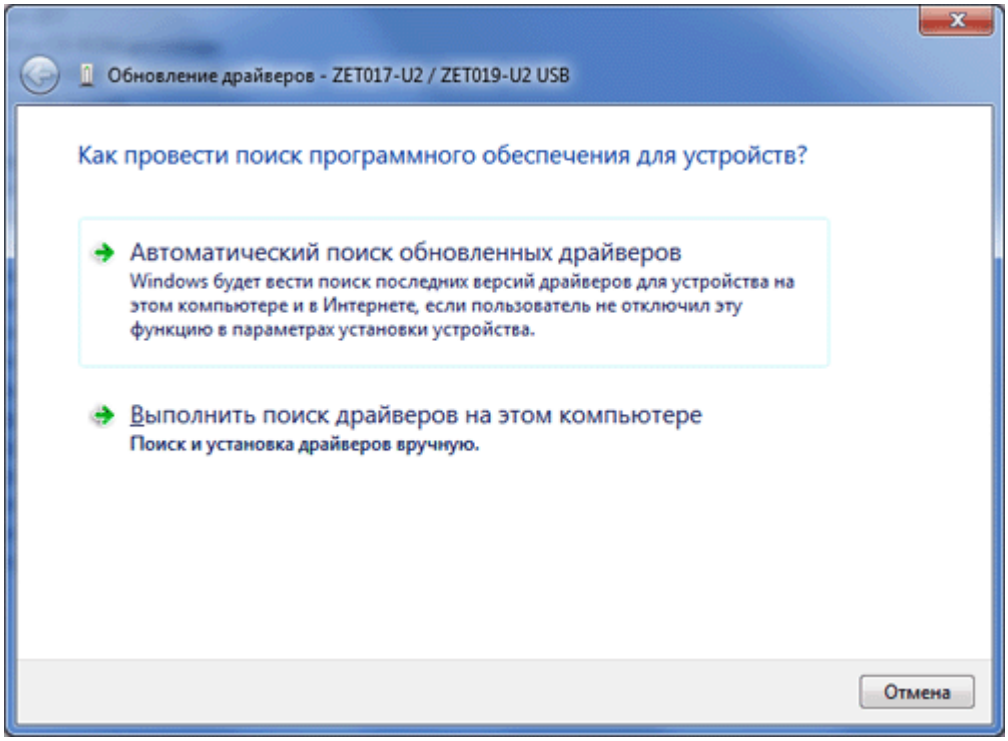
Диспетчер устройств

В окне свойств устройства перейти на вкладку "Драйвер" и нажать кнопку "Обновить".



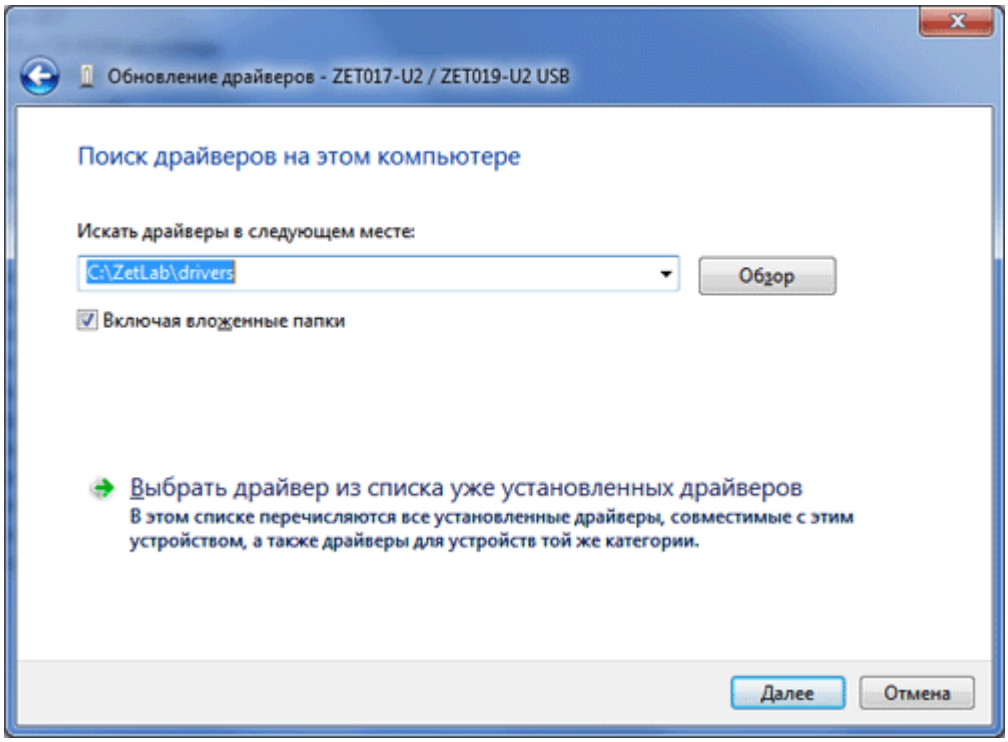
Обновление драйвера

В открывшемся окне выбрать "Выполнить поиск драйверов на этом компьютере"



Выбор места обновлений драйвера

Указать директорию драйверов к ZET-устройствам: C:\ZETLab\drivers и нажать кнопку "Далее".



Директория драйверов к ZET-устройствам

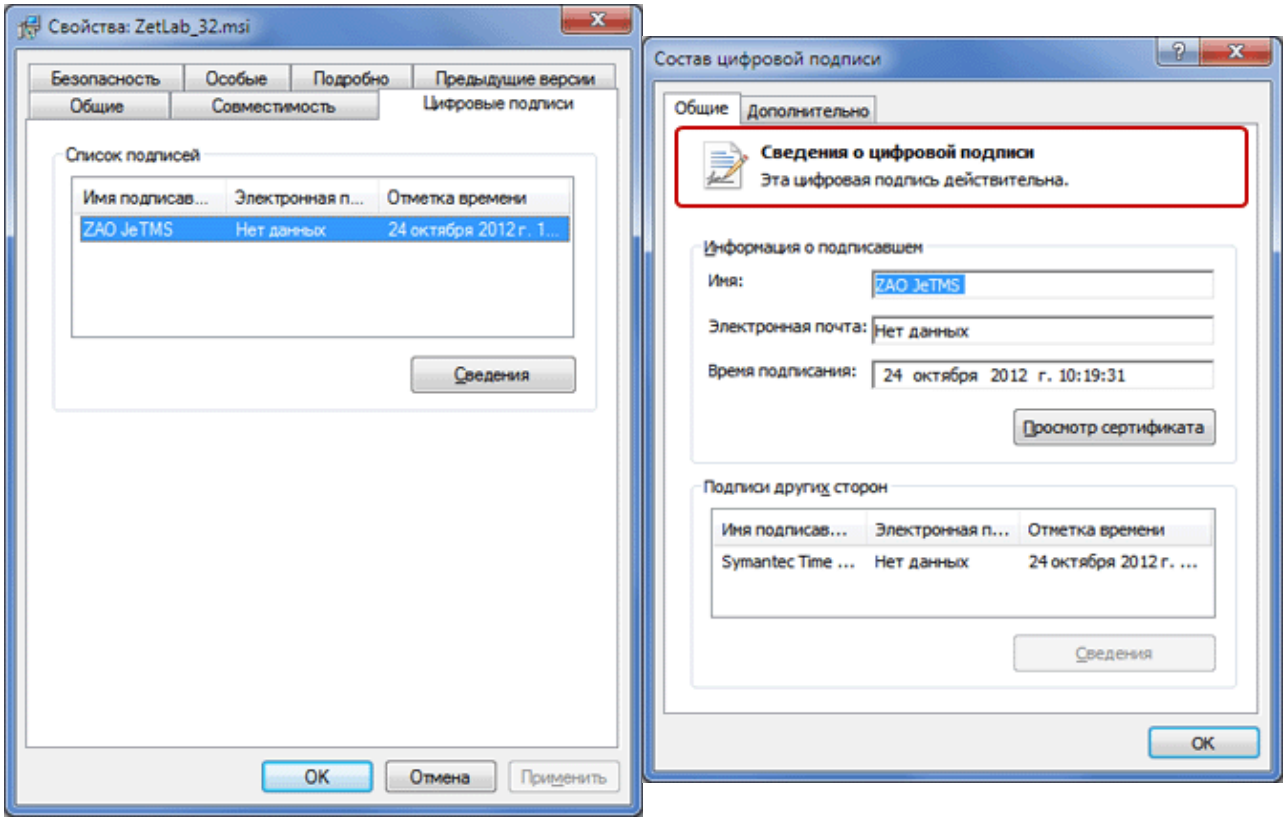
Далее будут установлены драйвера на подключенное оборудование и появится сообщение об успешном завершении установки.

Проверка целостности установочного файла дистрибутивов ZETLAB

Обновления программного обеспечения, производимого ООО "ЭТМС", доступны в сети (их можно скачать в фтп сервера). Для проверки целостности загруженных из сети файлов можно воспользоваться стандартными средствами Windows по проверке цифровой подписи или программами по проверке контрольной суммы md5.

Контрольная сумма md5 файла дистрибутива указывается в одноименном текстовом файле. Проверяется бесплатными программами, загруженными из интернета.

Для проверки цифровой подписи необходимо открыть свойства установочного файла (щелчок правой кнопкой мыши по названию файла и выбор пункта "Свойства"), в окне свойств перейти на вкладку "Цифровые подписи", выбрать ZETLAB ООО и нажать кнопку "Сведения". В окне "Состав цифровой подписи" должно быть указано, что цифровая подпись действительна.



Подключение приборов

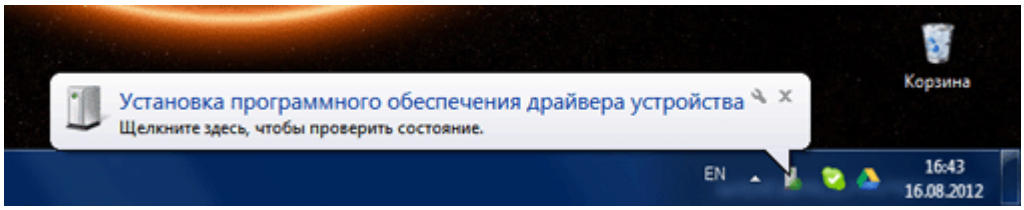
В данном разделе приведено описание настроек программ **ZETLAB** при подключении приборов ZET по различным интерфейсам.

Подключение по USB

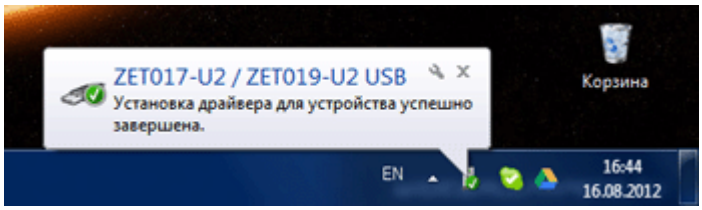
Подключение устройств ZET к компьютеру осуществляется входящим в комплект кабелем HighSpeed USB 2.0 к порту HighSpeed USB 2.0 ПЭВМ, при выключенном или включенном питании компьютера.

*Примечание: подключение интеллектуальных датчиков **ZETSENSOR** к компьютеру производится с использованием преобразователей интерфейсов ZET 7070 или ZET 7174.*

Если программное обеспечение **ZETLAB** уже установлено на компьютере, то при первом подключении устройства ZET драйвера на него установятся автоматически: при подключении устройства появится сообщение о том, что производится установка ПО драйвера устройства, затем сообщение об успешной установке драйверов.



Сообщение об установке драйверов



Сообщении об успешной установке драйвера

Если программное обеспечение **ZETLAB** не было установлено, его необходимо установить. При установке ПО **ZETLAB** с подключенным ZET устройством драйвера на устройство будут установлены в процессе установки **ZETLAB**.

Таким образом, драйвера на устройство ZET будут установлены автоматически:

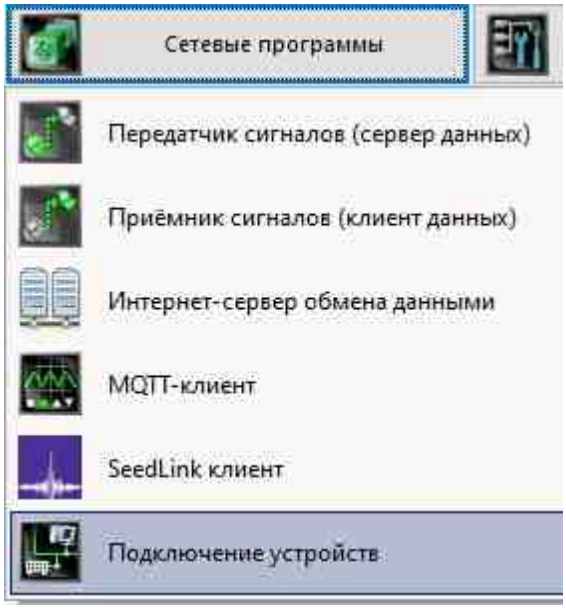
- в процессе установки **ZETLAB**, если устройство было подключено во время установки **ZETLAB**,
- или при первом подключении устройства к компьютеру, на котором установлено **ZETLAB**.

Если драйвера на устройство не были установлены автоматически, их можно установить с помощью диспетчера устройств Windows - см раздел Обновление драйверов.

Подключение контроллера к компьютеру по Ethernet

Программа *Подключение устройств* запускается из меню *Сетевые программы* панели ZETLAB. Переход между программами осуществляется по необходимости

Примечание: программу Подключение устройств можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: NetWizardNew или NetWizard.exe



Запуск программы "Подключение устройств"

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Подключение контроллеров ZET 024 и ZET 028 .....

1. Порядок подключения

При первом подключении контроллера необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для этого перенастраивают, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера на подсеть порта компьютера, либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера.

Примечание: *При необходимости проверка IP-адреса контроллера выполняется согласно разделу 4.1.3.*

Настройку IP-адреса Ethernet порта контроллера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.4.

Настройку IP-адреса Ethernet порта компьютера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.5.

После того, как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера расположены в единой подсети, необходимо, руководствуясь разделом 4.1.6, выполнить активацию Ethernet канала контроллера, после чего контроллер будет полностью готов к работе.

Примечание: *При использовании одновременно нескольких контроллеров необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты контроллеров и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.*

2. Заводская настройка IP-адреса

Заводской настройкой для контроллера является IP-адрес – 192.168.0.100 с маской подсети 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводской настройке.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки IP-адреса контроллера на панели ZETLAB в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (Рис. 4.1).

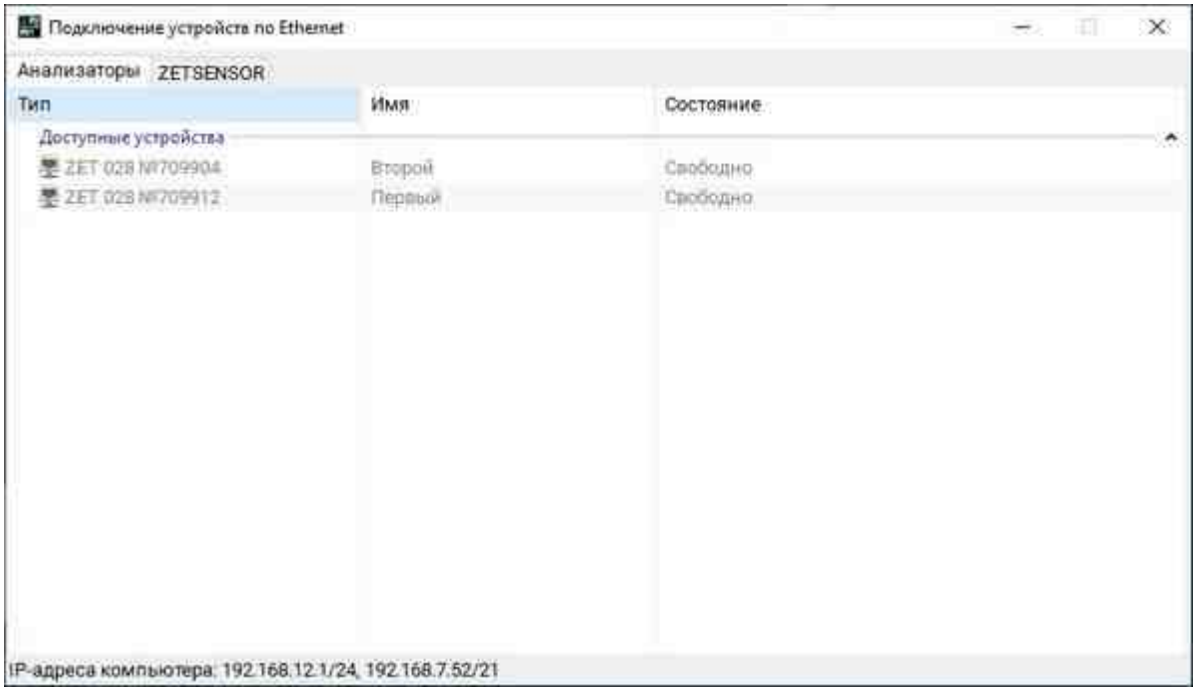


Рис. 4.1 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Если в компьютере, к которому подключается контроллер, несколько сетевых адаптеров, то через меню «Адаптеры» можно выбрать конкретный сетевой адаптер, к которому подключен контроллер (Рис. 4.2).



Рис. 4.2 Выбор сетевого адаптера контроллера

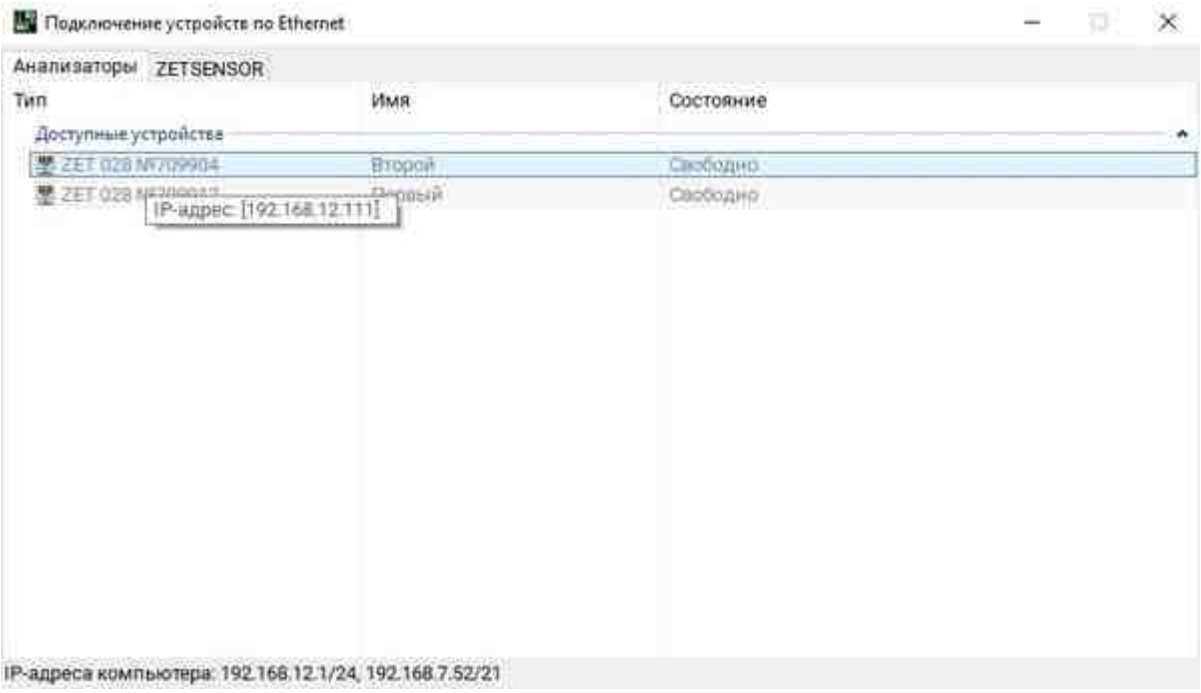


Рис. 4.3 Просмотр IP-адреса контроллера

4. Настройка IP адреса контроллера

Для смены IP-адреса контроллера следует щелчком правой клавишей мыши по наименованию контроллера вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Сменить IP-адрес» (Рис. 4.4).

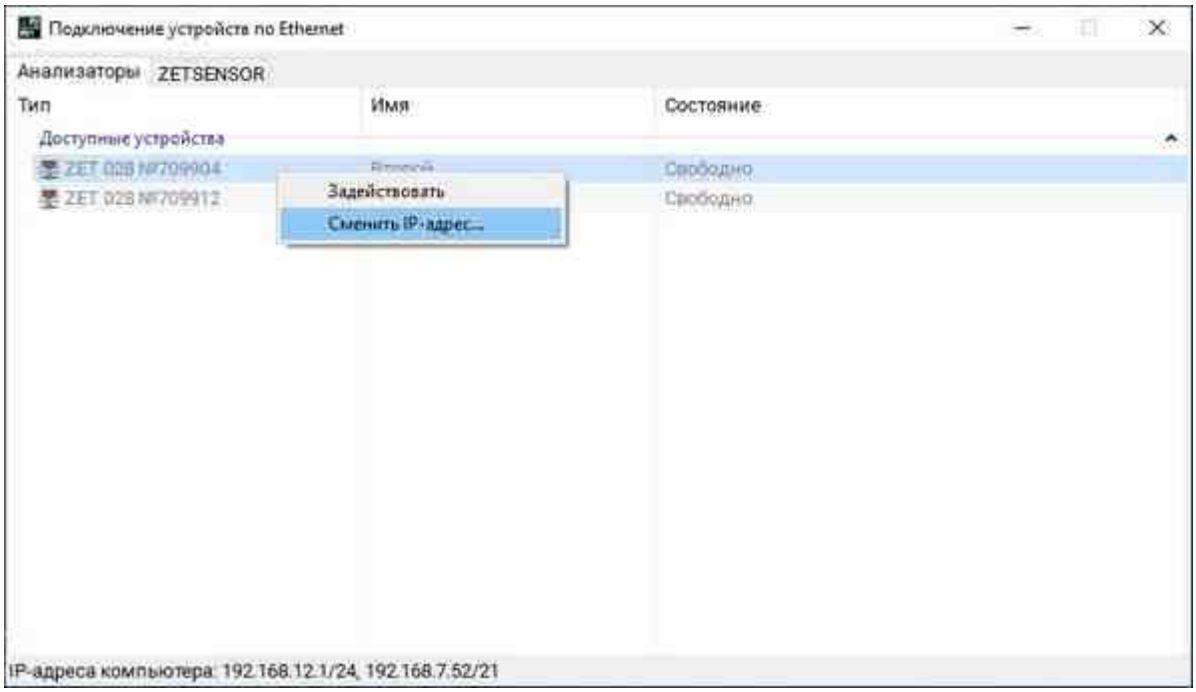


Рис. 4.4 Вызов функции смены IP-адреса контроллера

В открывшемся окне «Сменить IP-адрес» в строке «Новый IP-адрес» установить новый сетевой адрес и маску подсети контроллера, после чего активировать кнопку «Ок» (Рис. 4.5).

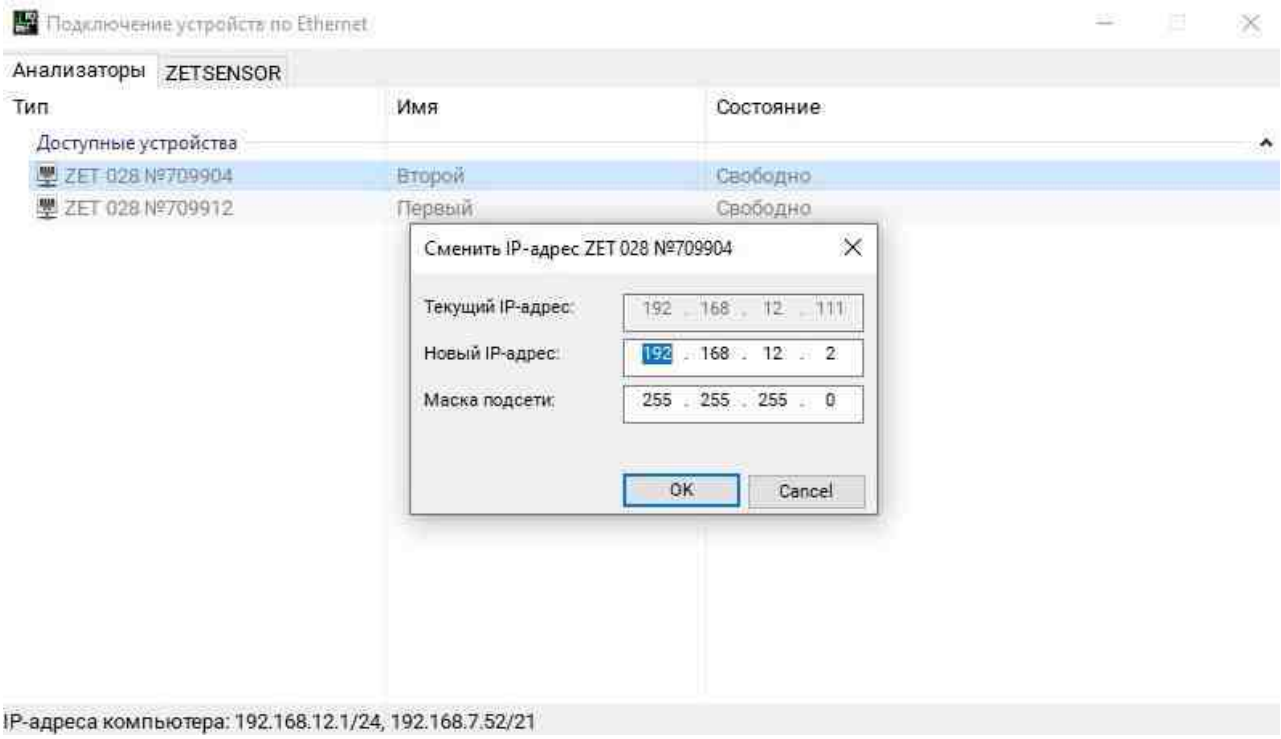


Рис. 4.5 Смена IP-адреса контроллера

5. Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы Windows и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (Рис. 4.6) выбранного порта.

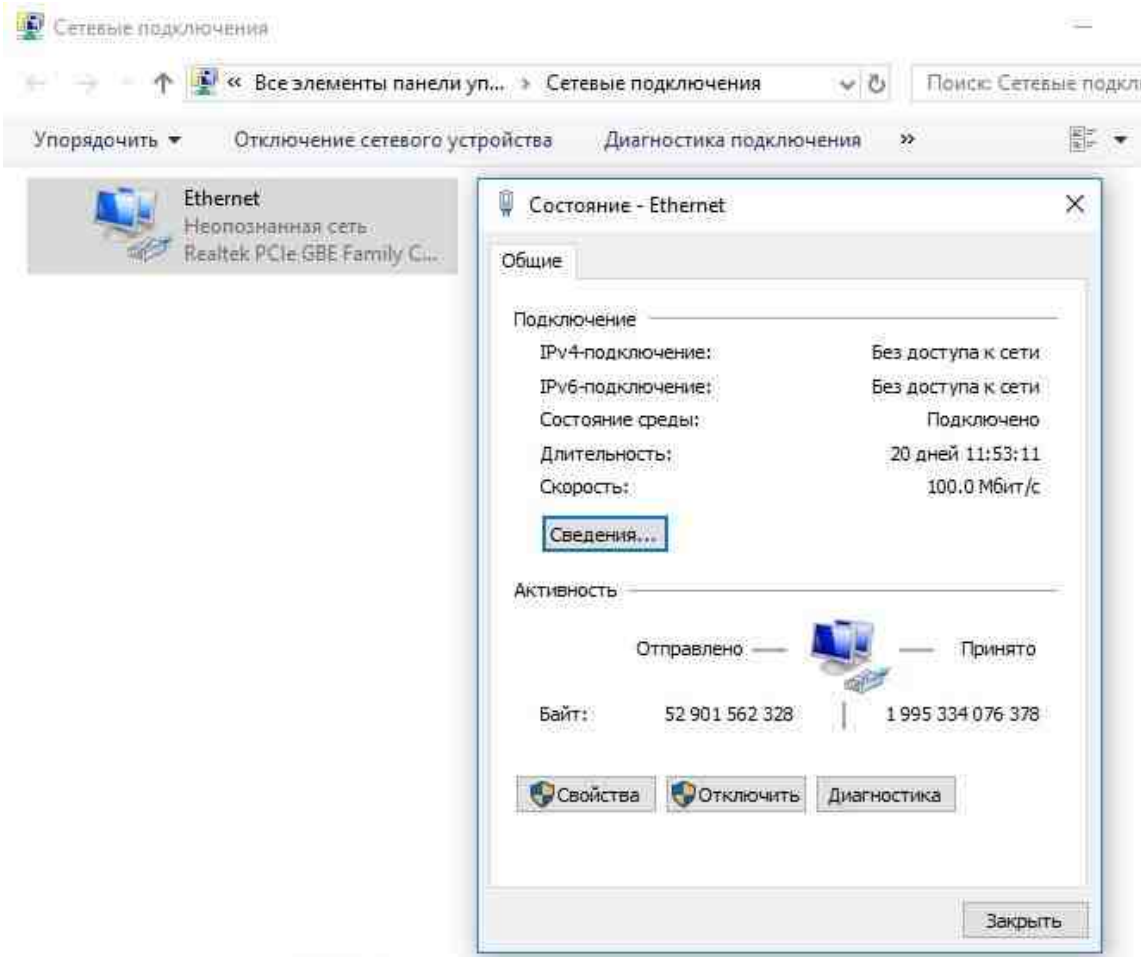


Рис. 4.6 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель «Свойства» и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (Рис. 4.7) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

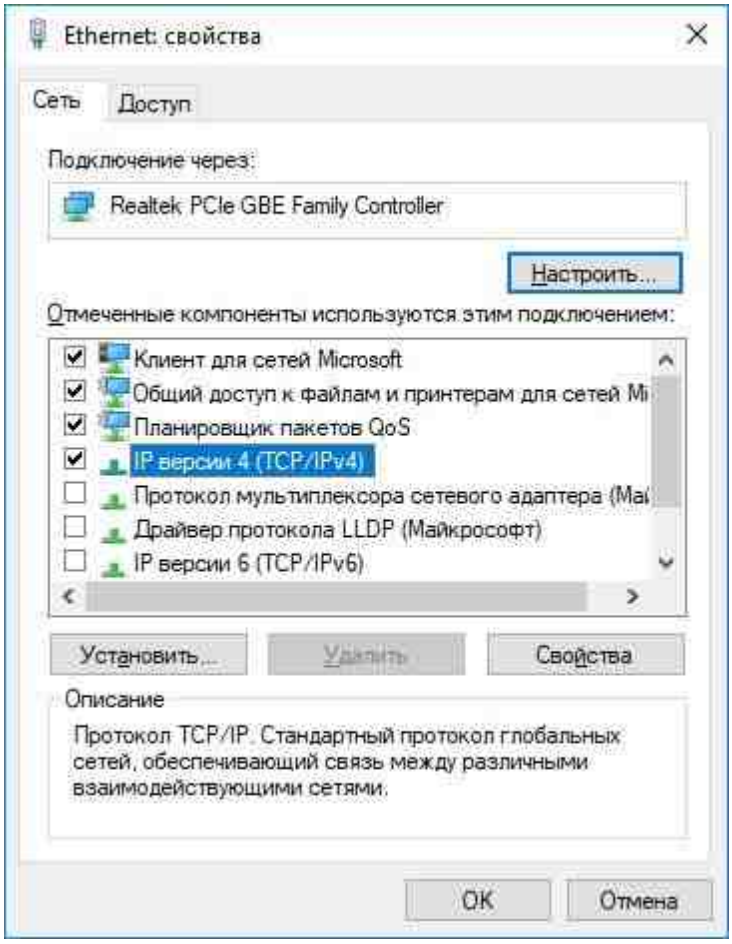


Рис. 4.7 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.8*).

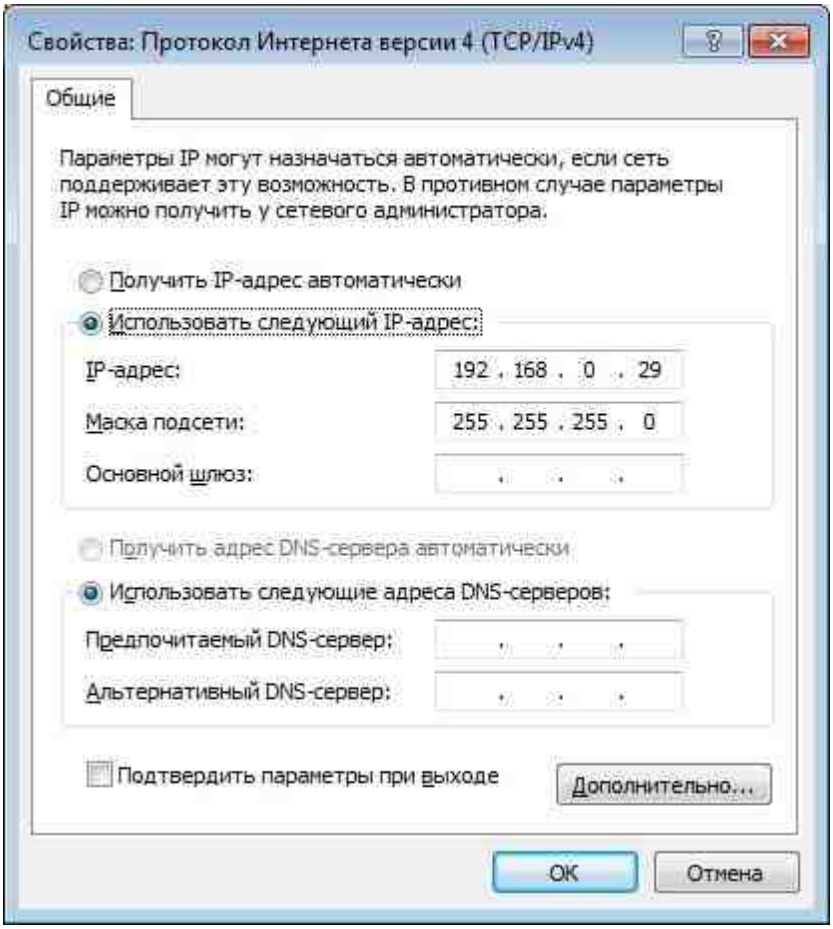


Рис. 4.8 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *В контроллерах по умолчанию используется маска «255.255.255.0», определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.0.xxx, где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 100 и у порта компьютера 29).*

6. Активация подключения по Ethernet

Для активации подключения по Ethernet каналу необходимо, чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера и компьютера относились к единой подсети. При необходимости перенастройте IP-адрес порта контроллера или компьютера, согласно разделам 4.1.4 или 4.1.5.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 4.9*).

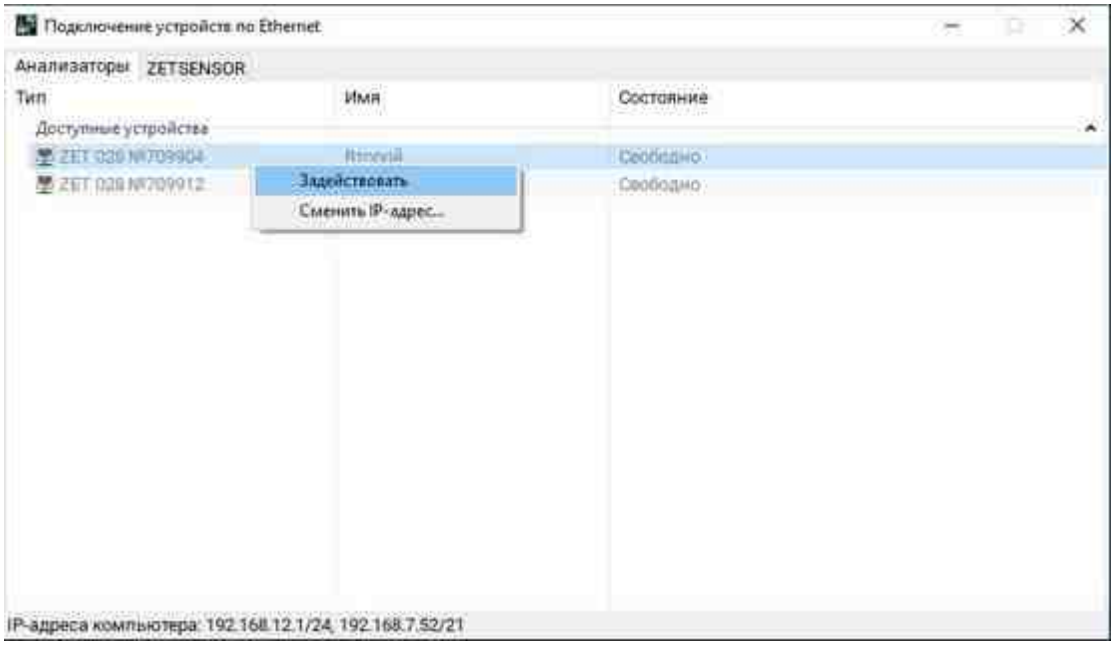


Рис. 4.9 Задействование контроллера

В окне «Подключение устройств» убедиться, что состояние задействованного контроллера изменилось на «Устройство подключено» (*Рис. 4.10*).

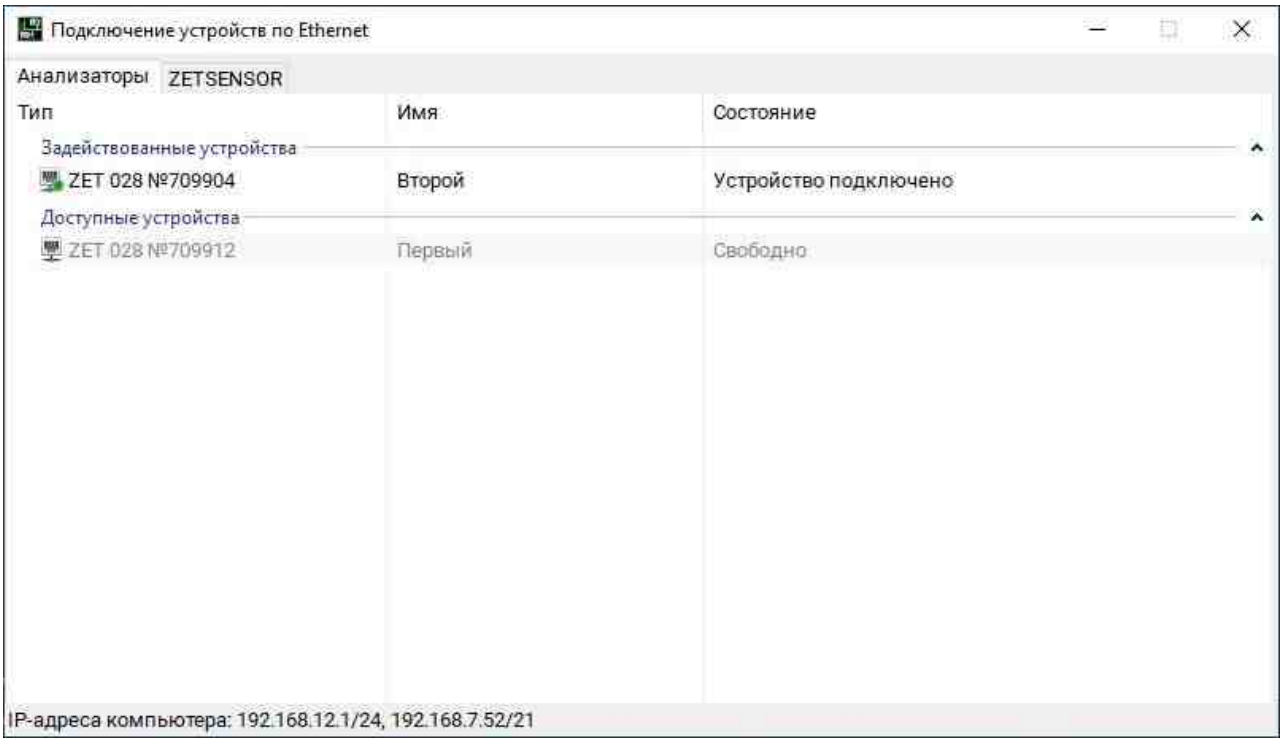


Рис. 4.10 Состояние «Устройство подключено»

Подключение контроллеров старой версии ZET 017 .....

1 Порядок подключения

При первом подключении контроллера СУВ, необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере СУВ таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для достижения этой цели перенастраивают либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера.



Примечание: *при необходимости проверка IP-адреса контроллера СУВ выполняется согласно разделу 3.2.3*



Внимание! *Подключение компьютера к контроллерам задействованных в работе СУВ, должно быть организовано в изолированной локальной сети по физическим проводным кабельным соединениям (витая пара UTP). Использование беспроводных соединений (по технологиям WiFi, WiMAX и др.) не допускается.*

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ руководствуйтесь разделом 4.2.4.

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера сначала руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте изначальный IP-адрес компьютера в подсеть контроллера СУВ, после чего руководствуясь разделом 4.2.5 перенастройте IP-адрес контроллера СУВ в подсеть на которую изначально был настроен порт компьютера, после чего верните значение IP-адреса порта компьютера к изначальному.

После того как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера СУВ расположены в единой подсети необходимо руководствуясь разделом выполнить активацию Ethernet канал контроллера СУВ, после чего контроллер СУВ будет полностью готов к работе.



Примечание: *При использовании одновременно нескольких контроллеров СУВ необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты контроллеров СУВ и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.*

2. Заводские настройки контроллера СУВ

Заводскими настройки для контроллера СУВ назначен IP-адрес – 192.168.0.100 и маска 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера СУВ приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводским настройкам.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки (уточнения) установленного в контроллере СУВ IP-адреса не требуется чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети.

Для проверки IP-адреса контроллера СУВ на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.10*).

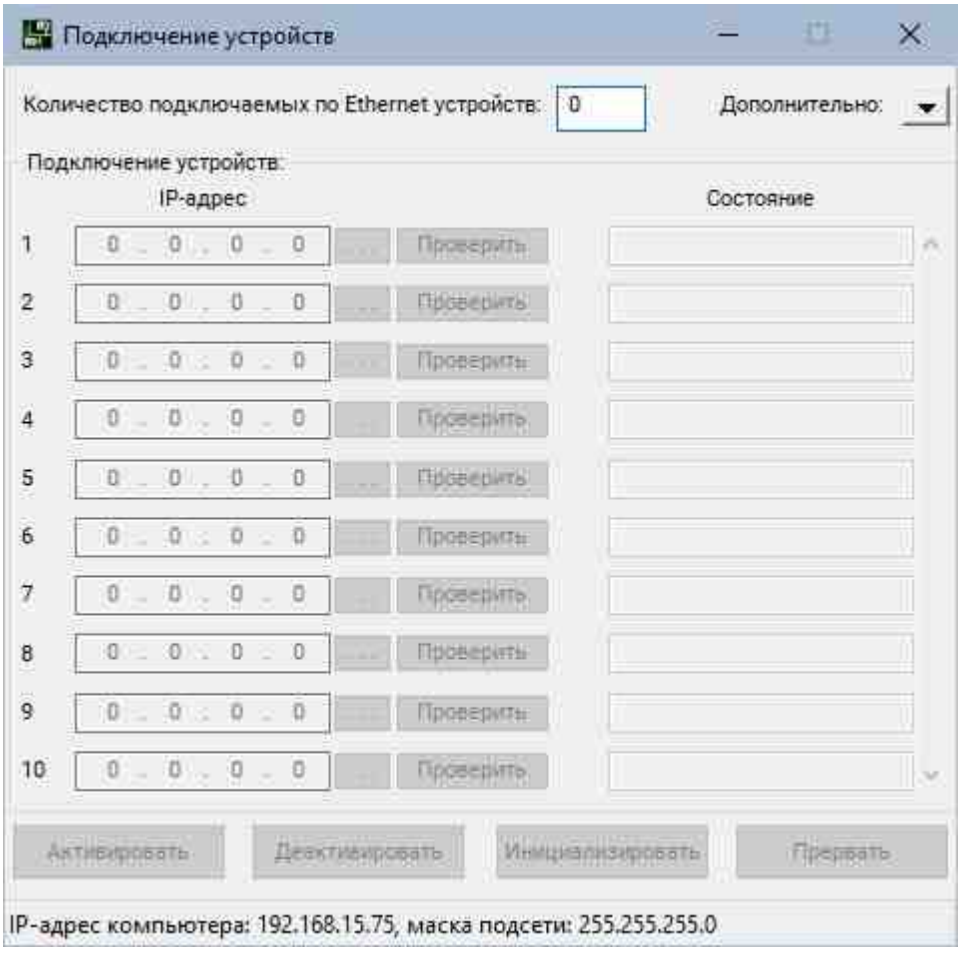


Рис. 4.10 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Активируйте кнопку «...» (Список устройств) и в открывшемся окне «Список доступных устройств» (*Рис. 4.11*) считайте значение IP-адреса контроллера СУВ.

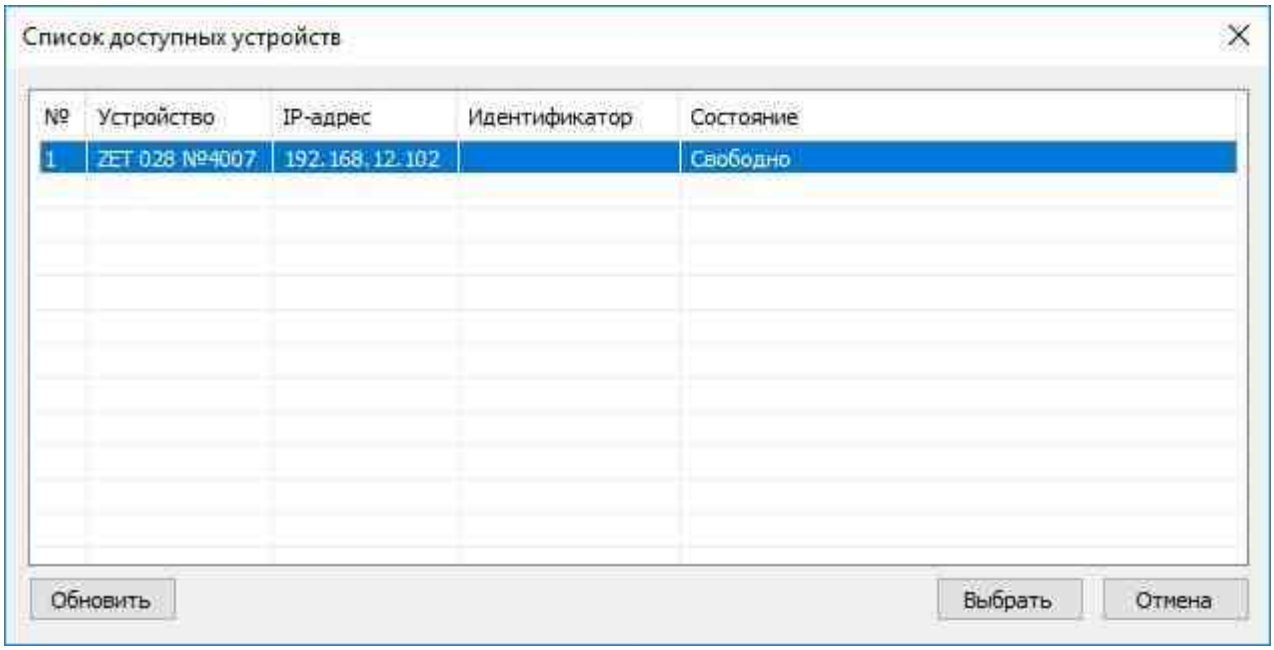


Рис. 4.11 Окно «Список доступных устройств»

4. Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* (Рис. *4.12*) и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (Рис. *4.12*) выбранного порта.

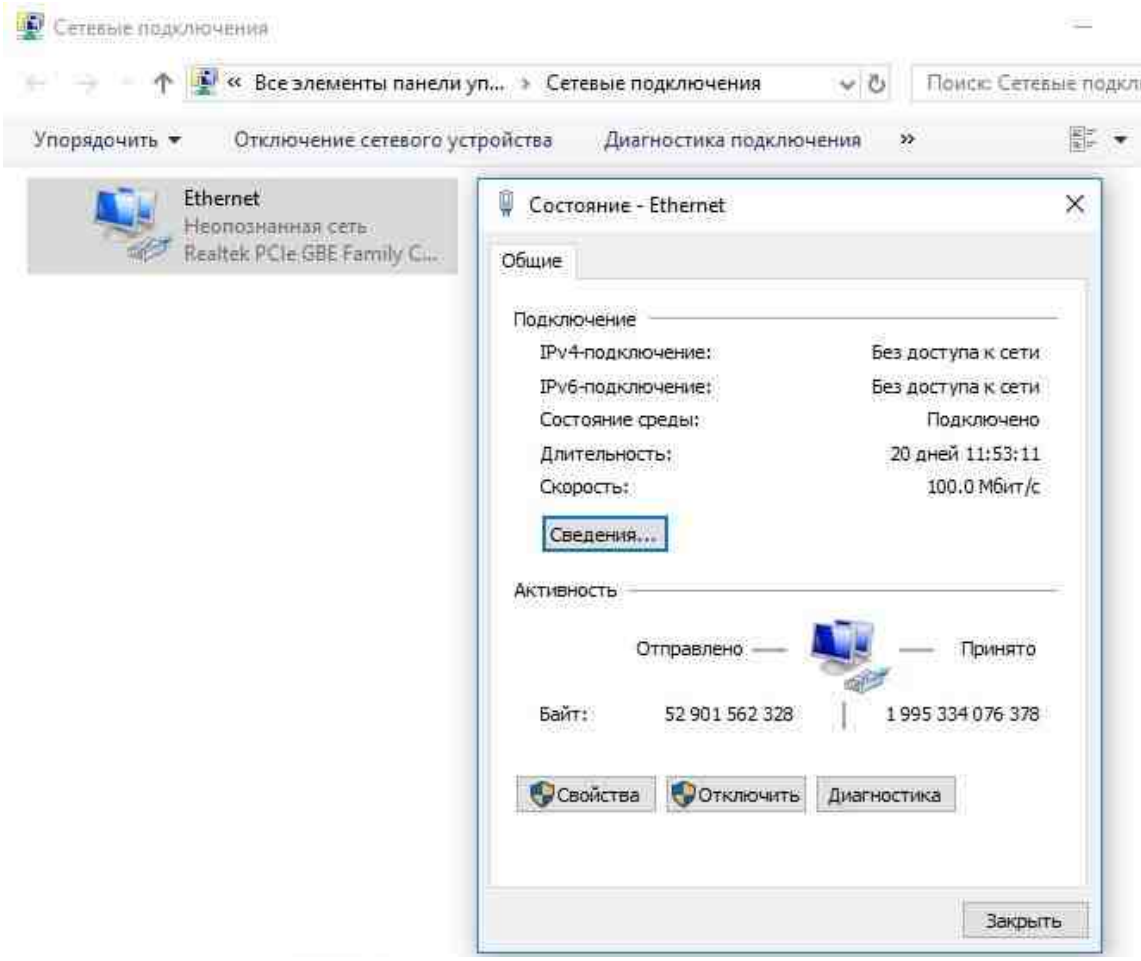


Рис. 4.12 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (Рис. *4.13*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

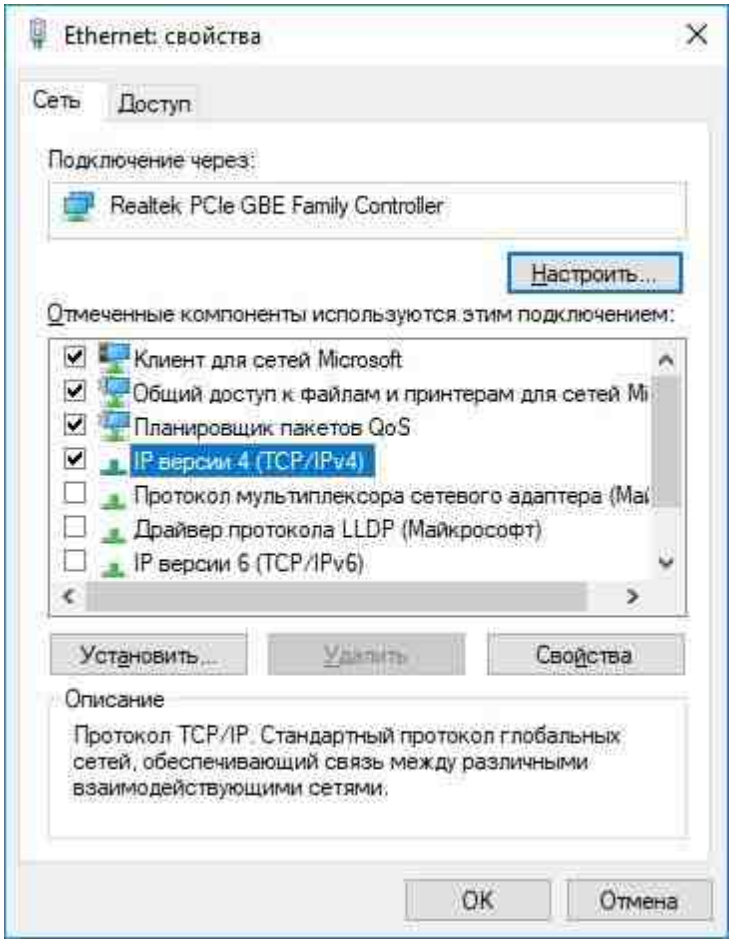


Рис. 4.13 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.14*).

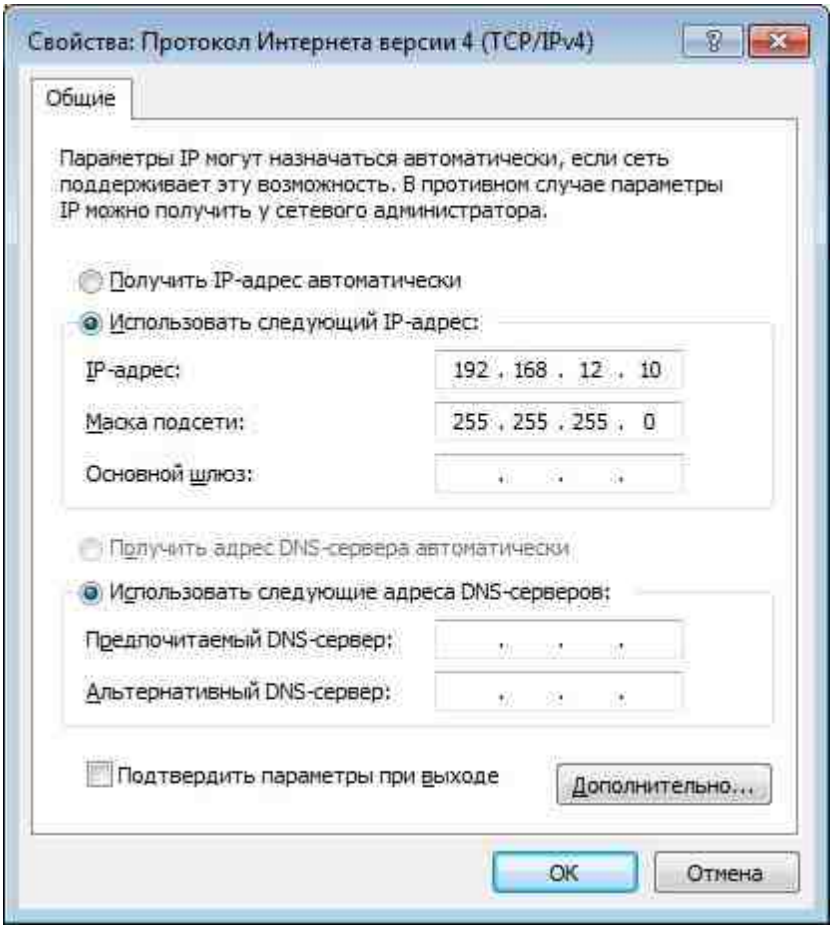


Рис. 4.14 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *в контроллерах СУВ по умолчанию используется маска «255.255.255.0» определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.12.xxx где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 102 и у порта компьютера 10).*

5. Настройка IP адреса контроллера

Для настройки IP-адреса контроллера СУВ активируйте Ethernet канал контроллера СУВ руководствуясь разделом 4.2.6.

После успешного подключения к контроллеру СУВ на панели ZETLAB в меню «Сервисные» активируйте программу «Диспетчер устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.15*)

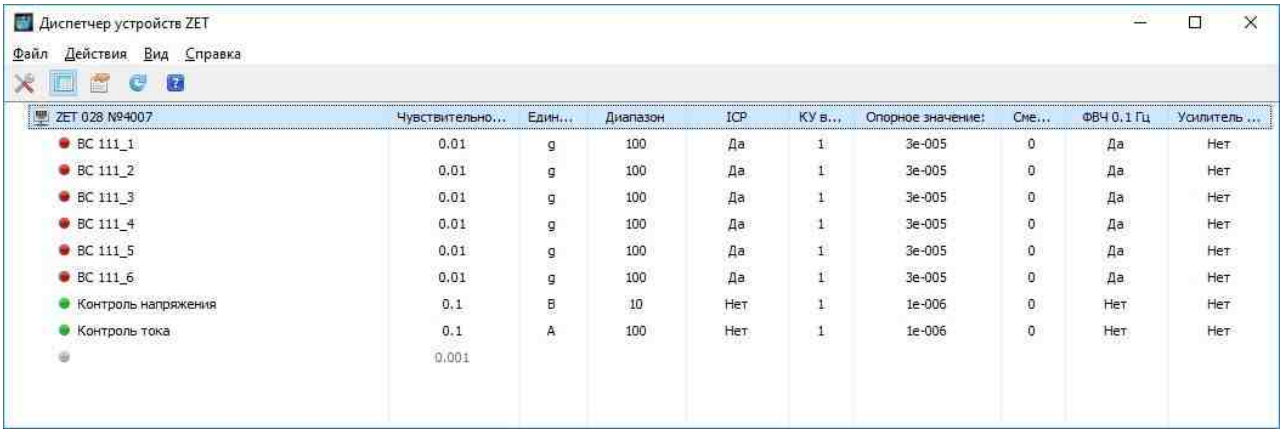


Рис. 4.15 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» активируйте двойным нажатием идентификатор контроллера СУВ и в открывшемся окне «Свойства» (*Рис. 4.16*) измените на необходимые значения IP-адреса и маски подсети контроллера СУВ (в примере IP-адрес 192.168.12.102, маска 255.255.255.0).

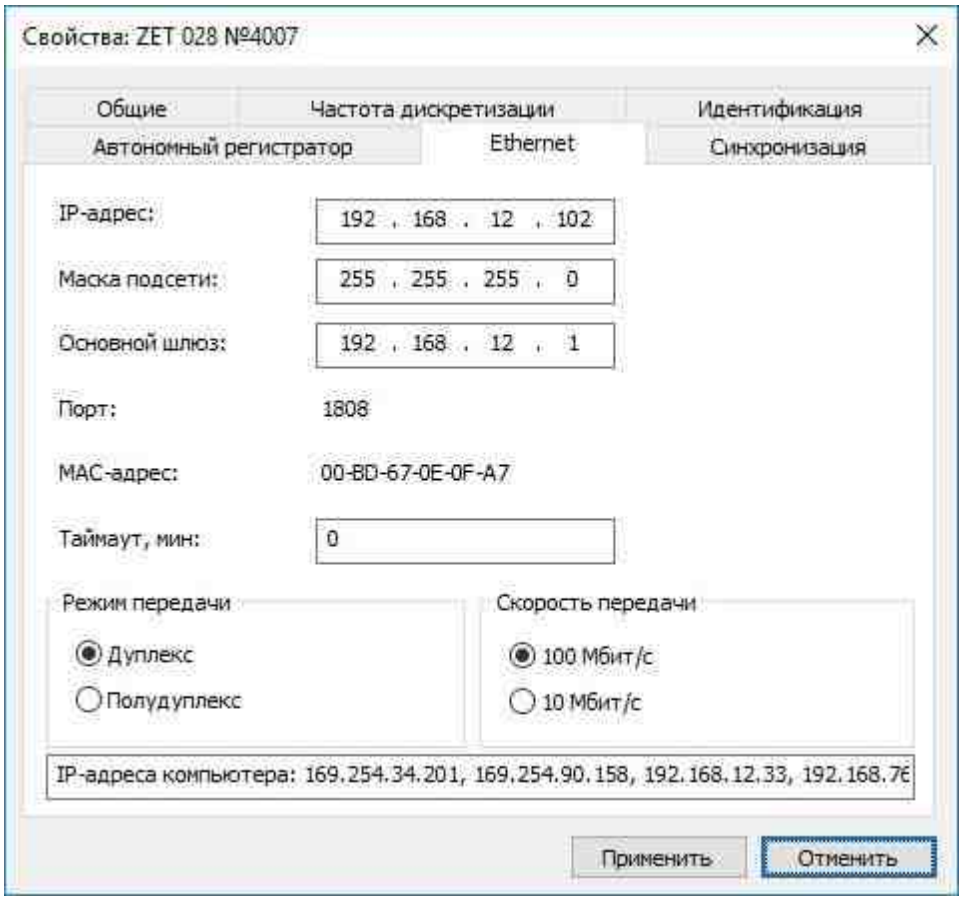


Рис. 4.16 Вкладка «Ethernet» окна «Свойства ZET»

Внимание! *После изменения IP-адреса контроллера его Ethernet канал будет деактивирован. Для последующей активации перенастройте IP-адрес компьютера*

руководствуясь разделом 4.2.4 в подсеть к которой относится установленный IP-адрес котроллера СУВ, после чего выполните активацию Ethernet канала согласно разделу 4.2.6

6. Активация Ethernet канала контроллера СУВ

Для активации Ethernet канала контроллера СУВ необходимо чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети. В случае необходимости руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте IP-адрес Ethernet порта компьютера в подсеть контроллера СУВ.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (Рис. 4.17).

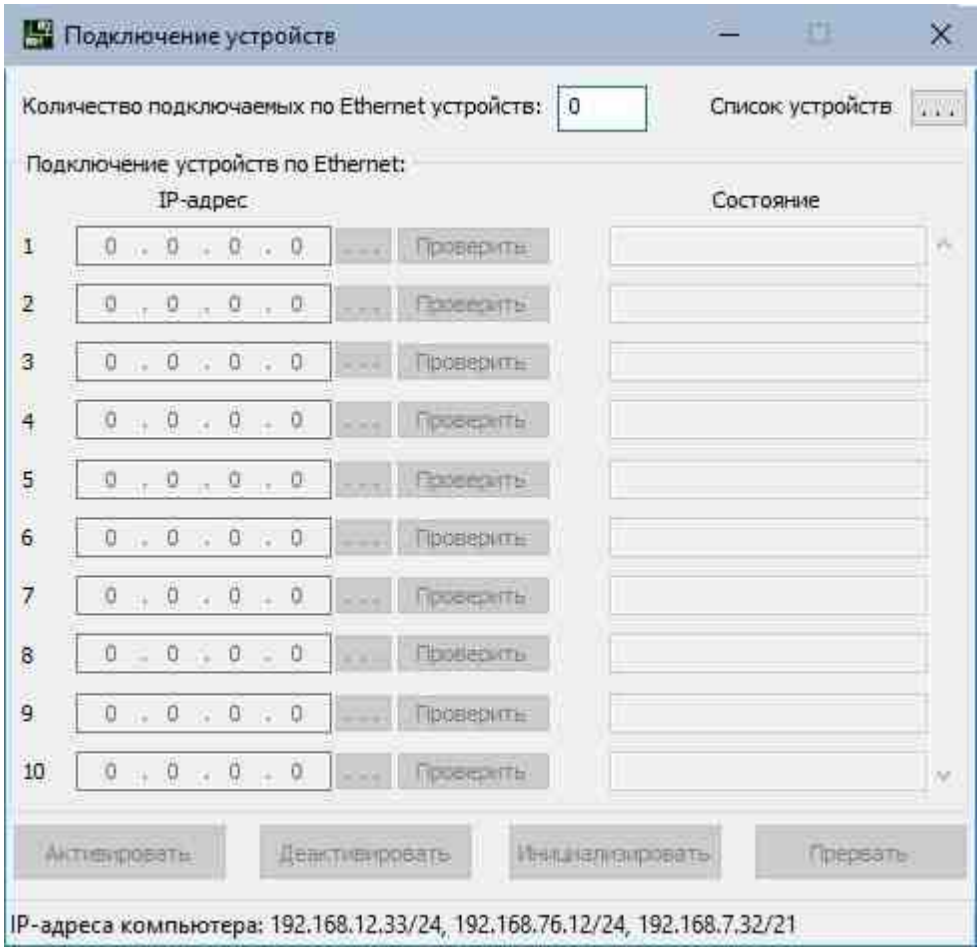


Рис. 4.17 Окно «Подключение устройств»

Установите в поле «Количество подключаемых по Ethernet устройств» значение, равное значению одновременно задействованных в виброиспытаниях контроллеров СУВ (в данном

примере - «1»). В результате изменений станет активной для редактирования первая строка в таблице IP-адресов (Рис. 4.18).

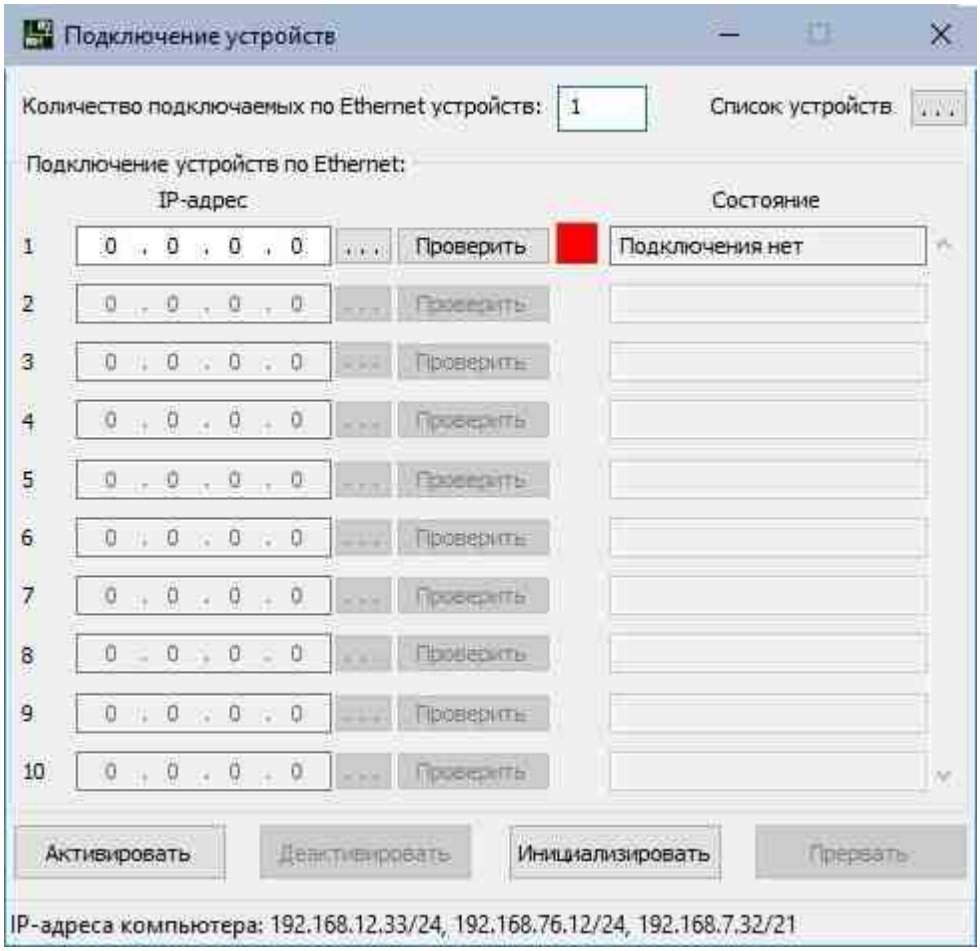


Рис. 4.18 Окно «Подключение устройств»

Введите значение IP- адреса контроллера СУВ, который необходимо активировать (в данном примере 192.168.12.102) (Рис. 4.19). При необходимости уточнить значение IP адреса контроллера СУВ можно руководствуясь разделом 4.2.3.

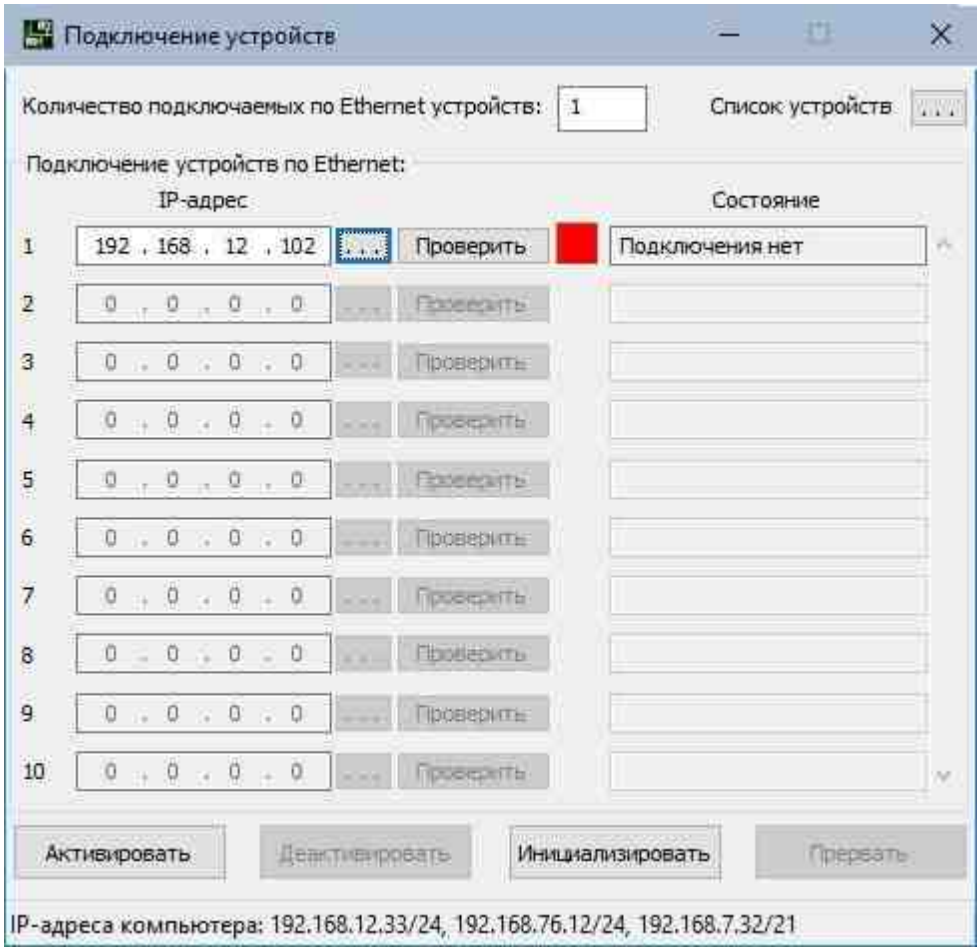


Рис. 4.19 Окно «Подключение устройств»

После чего активировать кнопку «Активировать» при успешном подключении контроллера СУВ к компьютеру статус подключения контроллера в программе «Подключение устройств» меняется на состояние «Подключен» (Рис. 4.20).

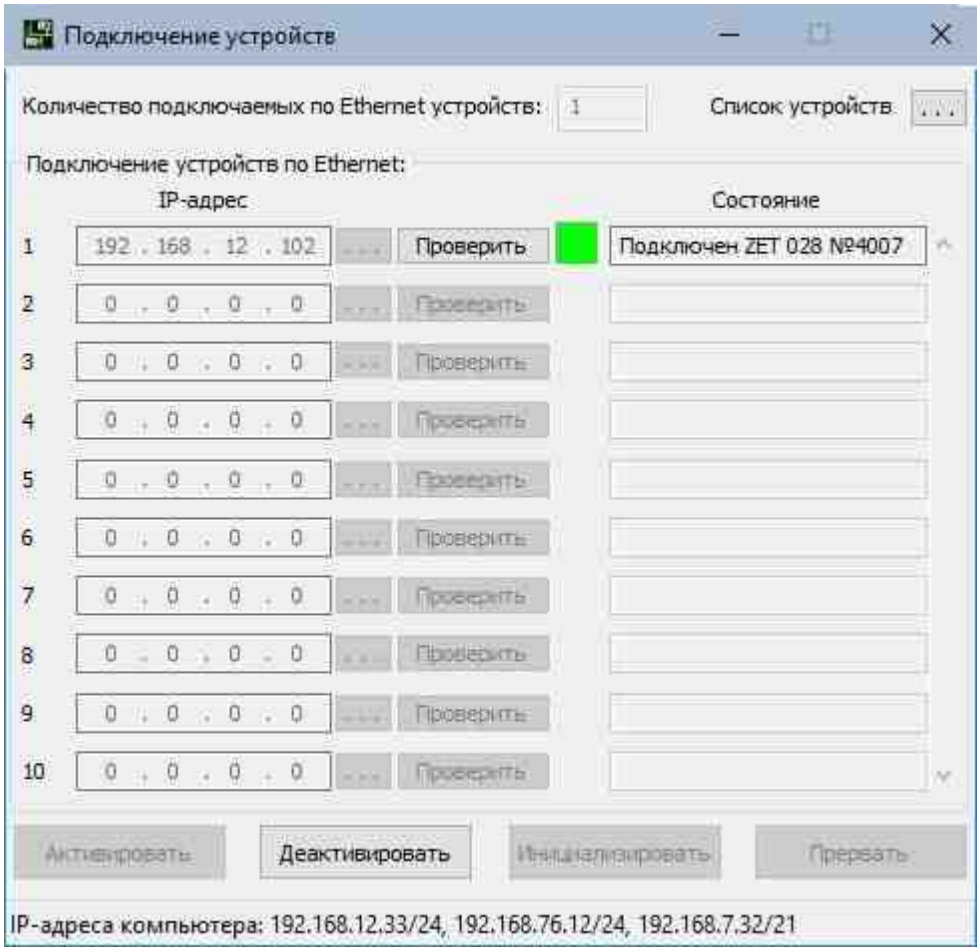


Рис. 4.20 Окно «Подключение устройств»

Возможные ошибки в приборах ZETLab

Список ошибок, которые могут возникнуть в подключаемых приборах

Предупреждение №39 Заряд аккумулятора ниже 20% .....

Заряд аккумулятора ниже 20%.

Пояснение:
Заряд аккумуляторной батареи составляет менее 20%. Подключите оборудование к зарядному устройству.

Предупреждение №210 Заряд аккумулятора ниже 50% .....

Заряд аккумулятора ниже 50%.

Пояснение:
Заряд аккумуляторной батареи составляет менее 50%.

Предупреждение №250 Программа работает в DEMO режиме .....

Программа работает в DEMO режиме. Проверьте подключение устройств к компьютеру.

Примечание: также данное предупреждение может сообщать об отсутствии соответствующей лицензии для работы с программным обеспечением ZETLAB.

Ошибка №92 Ошибка при обращении к устройству .....

Плохой кабель USB - не поддерживает HighSpeedUsb. Необходимо заменить кабель.

Пояснение:
Обнаружены проблемы при подключении оборудования по интерфейсу USB. Данный кабель USB не поддерживает режим High-Speed USB 2.0. Для исправной работы оборудования требуется замена кабеля USB.

Ошибка №93 Перезапуск АЦП из-за сдвига каналов .....

Перезапуск АЦП из-за сдвига каналов.

Обнаружен сдвиг каналов АЦП в устройстве. Основная причина связана с электростатическими помехами.

Ошибка №94 Обнаружены проблемы при подключении оборудования по интерфейсу USB .....

Проверьте соединения кабеля USB и при необходимости произведите переподключение оборудования

Ошибка №95 Отсутствует драйвер для устройства. Установите драйвер .....

Отсутствует драйвер для устройства. Установите драйвер.

Пояснение:
Обнаружена ошибка при установке драйверов устройства. Для повторной установки драйверов необходимо переподключить питание данного устройства.

Ошибка №96 Нарушена синхронизации по PTP (Master/Slave) .....

Нарушена синхронизация устройства по PTP

Примечание:
Необходимо проверить задан ли Master или Slave. Для этого необходимо нажать на ошибку правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать пункт "Исправить". В открывшемся окне проверить соответствующие поля (Master и Slave в разделе PTP).

Ошибка №97 Нарушена синхронизация по PTP (разница по времени) .....

Нарушена синхронизация устройства по PTP

Примечание:
Большая разница по времени. Если недавно производились операции по изменению параметров синхронизации по PTP, то необходимо подождать пока разница по времени нормализуется.

Ошибка №98 Нарушена синхронизация по PTP (домен) .....

Нарушена синхронизация устройства по PTP

Примечание:
Необходимо задать одинаковые домены. Для этого необходимо нажать на ошибку правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать пункт "Исправить". В открывшемся окне проверить соответствующее поле (Домен).

Ошибка №99 Нарушена синхронизация по PTP (цифровой порт) .....

Нарушена синхронизация устройства по PTP

Примечание:
Синхронизация по цифровому порту устарела, необходимо настроить синхронизацию по PTP. Для этого нажать на ошибку правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать пункт "Исправить". В открывшемся окне убрать галочки в разделе "Цифровой порт" и выставить Master/Slave в разделе "PTP".

Ошибка №100 Неравномерная передача данных от устройства .....

Диагностирована нестабильная передача данных по сети Ethernet. Убедитесь в отсутствии загрузки локальной сети трафиком не связанным с работой ПО ZETLAB (отсутствует трафик, связанный с обновлением антивирусных программ, или передача иными программами больших объемов данных по локальной).

Ошибка №101 Пропажа данных по всем каналам устройства .....

Обратитесь в службу технической поддержки ZETLAB в случае появления данной ошибки.

Ошибка №102 Избыточные данные по всем каналам устройства .....

Обратитесь в службу технической поддержки ZETLAB в случае появления данной ошибки.

Ошибка №103 Разность времен прихода PPS по устройствам больше 100 мс .....

Диагностирована нестабильная передача данных по сети Ethernet. Убедитесь в отсутствии загрузки локальной сети трафиком не связанным с работой ПО ZETLAB (отсутствует трафик, связанный с обновлением антивирусных программ, или передача иными программами больших объемов данных по локальной).

Ошибка №104 Отсутствует подключение по Ethernet .....

Нет связи с устройством по Ethernet

Примечание:

Необходимо проверить подключение указанного устройства по Ethernet. Для этого нажать на ошибку правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать пункт "Исправить". В открывшейся программе "Подключение устройств" проверить подключение. Если устройство не обнаружено или идет подключение, то необходимо проверить связь с этим устройством. Если нет необходимости работать с этим устройством, исключите его из программы "Подключение устройств", нажав правой кнопкой мыши по устройству и выбрав пункт Отключить.

Ошибка №105 Несинхронность АЦП и ЦАП устройства .....

Обратитесь в службу технической поддержки ZETLAB в случае появления данной ошибки.

Ошибка №106 Ошибка RTC. Батарейка CR2032 в устройстве неисправна .....

Необходимо заменить элемент питания модуля RTC устройства. Обратитесь в службу техподдержки ZETLAB.

Ошибка №107 Устройство не откалибровано .....

Необходимо устройство откалибровать. Обратитесь в службу техподдержки ZETLAB.

Ошибка №108 Некорректная директория .....

Для более корректной работы программного обеспечения ZETLab, мы просим придерживаться следующих правил:

- Путь не должен содержать точки
- Путь должен содержать только латинские буквы
- Путь не должен быть слишком длинным.

Ошибка №109 Отсутствует подключение по Ethernet .....

Нет связи с устройством по Ethernet

Примечание:

Необходимо проверить подключение указанного устройства по Ethernet. Для этого нажать на ошибку правой кнопкой мыши. В контекстном меню выбрать пункт "Исправить". В открывшейся программе "Подключение устройств" проверить подключение. Если устройство не обнаружено или идет подключение, то необходимо проверить связь с этим устройством. Если нет необходимости работать с этим устройством, исключите его из программы "Подключение устройств", нажав правой кнопкой мыши по устройству и выбрав пункт Отключить.

Ошибка №110 Нехватка данных для ЦАП .....

Данные для ЦАП не были своевременно получены устройством.

Возможные причины:

1. Нестабильная передача данных по Ethernet.
Попробуйте исключить возможные задержки, возникаемые из-за стороннего сетевого трафика. Рекомендуется использовать "прямое" соединение, когда ПК подключен к устройству напрямую через один патч-корд или через один коммутатор, не имеющий выхода в локальную сеть.
2. Высокая загрузка центрального процессора на ПК.
Попробуйте уменьшить нагрузку на ЦП. Рекомендуется на время работы с устройством закрывать браузеры, графические редакторы и другие ресурсоемкие приложения, а также ограничивать работу антивирусного ПО.

Если проблема повторяется, обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки, указав версию ПО ZETLAB и серийный номер устройства.

Ошибка №111 Переполнение буфера АЦП .....

Если проблема повторяется, обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки, указав версию ПО ZETLAB и серийный номер устройства.

Ошибка №112 Значительная разница потенциалов между землями АЦП и ЦАП .....

Если проблема повторяется, обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки, указав версию ПО ZETLAB и серийный номер устройства.

Ошибка №113 Один из каналов устройства находится в сервисном режиме .....

Если проблема повторяется, обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки, указав версию ПО ZETLAB и серийный номер устройства.

Ошибка №120 Потери данных .....

Обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки

Ошибка №121 Нарушена синхронизация .....

Нарушена синхронизация.

Ошибка №122 Неисправно электропитание устройства .....

Неисправно электропитание устройства.

Пояснение:
Выявлены проблемы с электропитанием оборудования. Для продолжения работы с устройством необходимо проверить исправность источника питания и целостность цепи электропитания.

Ошибка №123 Данные от устройства не достоверны .....

Данные от устройства не достоверны.

Ошибка №124 Для корректной работы программы закройте SensorWork .....

Для корректной работы программы закройте SensorWork.

Пояснение:
Обнаружены проблемы при работе с программным обеспечением ZETLAB. Для продолжения работы с программным обеспечением необходимо завершить программу "SensorWork".

Ошибка №125 Потеряна связь с устройством .....

Потеряна связь с устройством.

Ошибка №126 Возникла ошибка при обмене данными по Modbus .....

Возникла ошибка при обмене данными по Modbus

Ошибка №127 Ошибка интерфейсного модуля, необходим ремонт .....

Ошибка интерфейсного модуля, необходим ремонт.

Пояснение:
Обнаружена неисправность преобразователя интерфейса. Для продолжения работы требуется замена устройства.

Ошибка №128 Загрузка шины CAN выше 95% .....

Загрузка шины CAN выше 95%

Пояснение:
1) Если есть возможность, увеличить скорость обмена в настройках интерфейса мастера (преобразователь интерфейса). Для этого: зайти в Диспетчер устройств -> клик правой кнопкой мыши по мастеру -> выбрать свойства -> вкладка "CAN";
2) Уменьшить частоту дискретизации у датчиков, подключенных к мастеру. Если датчики поддерживают сжатие, включить. Все вышеперечисленное выполняется в программе "Диспетчер устройств", вызывая свойства соответствующих датчиков.

Ошибка №129 Проблемы в линии CAN .....

Проблемы в линии CAN

Пояснение:
Обратитесь в службу техподдержки ZETLAB в случае появления данной ошибки

Ошибка №191 Ошибка подключения ZET7x76 .....

Долгое подключение к устройству ZET7x76 по Ethernet.

Примечание:

✓Обратитесь к сетевому администратору, либо проверьте сетевые настройки на компьютере;

✓Обратитесь в службу тех. поддержки ZETLAB.

Ошибка №192 Проблема WaterMark .....

Проблема WaterMark

Ошибка №193 Ошибка проверки версии прошивки .....

Ошибка проверки версии прошивки.
Перейдите во вкладку Сервисные -> Диспетчер устройств, выберите устройство
Во вкладке Общие найдите поле Версия, если в поле пусто или ошибка, то необходимо выключить и заново включить устройство



ZET048I №428

Тип устройства:	Сейсмостанция
Версия:	ZET048I4 v6.5.4618, 19.08.2013

Если ошибка не устранена сообщите об этом нам.

Ошибка №194 Неправильные аргументы .....

Программа SilentConverter запускается в 3 случаях:

- Автоматически из ZETPanel;
- Из вкладки автономный регистратор Диспетчера устройств;
- Вручную через параметры папки ZETLab.

Данная ошибка может возникнуть только в третьем случае, когда пользователь неправильно ввел параметр командной строки

Если нужно сконвертировать файлы с SD карты или компьютера, то команда должны быть вида:

```
PS C:\ZETLab> SilentConverter.exe -flash C:\Users\User\Desktop\folder
```

Рис. 1 Путь до папки ZET_DATA

*В папке folder должна находится папка ZET_DATA с файлами для конвертации

Если нужно сконвертировать файлы с устройства напрямую, то команда должны быть вида:

SilentConverter.exe -device 00 00

Где первые две цифры — это тип устройства, последние две цифры — это тип подключения.

Ошибка №195 Ошибка SD карты .....

Данная ошибка возникнет, если пользователь неправильно создал папку для конвертации с компьютера или в подключенном устройстве нет SD карты

Примечания:

- Файлы должны находиться в папке ZET_DATA
- В самой папке не должно быть ничего кроме файлов:

1. "DEVICES.CFG" или "CALIBR.CFG",
2. x.DAT, x.ZDT или файлов сессии вида: S0001.001

Ошибка №196 Отсутствуют файлы для конвертации .....

Для решения данной проблемы проверьте SD карту на записанные файлы

Перейдите во вкладку Сервисные -> Диспетчер устройств, выберите устройство и перейдите в Автономный регистратор

Если Состояние флеш-накопителя корректно отображается, то убедитесь производили ли Вы запись
Если же Вы видите надпись Ошибка работы с картой SD-flash, то выключите/включите устройство, если ошибка не устранена сообщите об этом нам.

Ошибка №197 SD карта пуста .....

Для решения данной проблемы проверьте SD карту на записанные файлы

Перейдите во вкладку Сервисные -> Диспетчер устройств, выберите устройство и перейдите в Автономный регистратор.

Если Состояние флеш-накопителя корректно отображается, то убедитесь производили ли Вы запись.

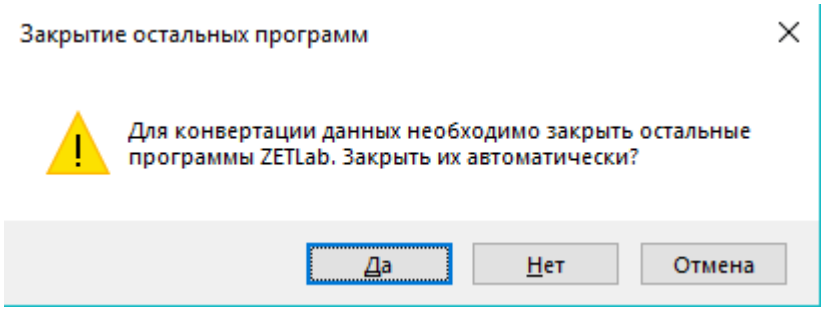
Если же Вы видите надпись Ошибка работы с картой SD-flash, то выключите/включите устройство, если ошибка не устранена сообщите об этом нам.

Ошибка №198 Неподдерживаемое устройство .....

Данное устройство не поддерживается ZETLab

Ошибка №199 Ошибка входа в эксклюзивный режим .....

Для правильной конвертации файлов, программе SilentConverter необходим вход в эксклюзивный режим, это означает, что все остальные программы не будут ему мешать Поэтому при запуске программы необходимо активировать кнопку "Да"



Другие методы решения проблемы:

- Выключить/включить устройство
- Закрыть все программы
- Закрыть панель ZETLab

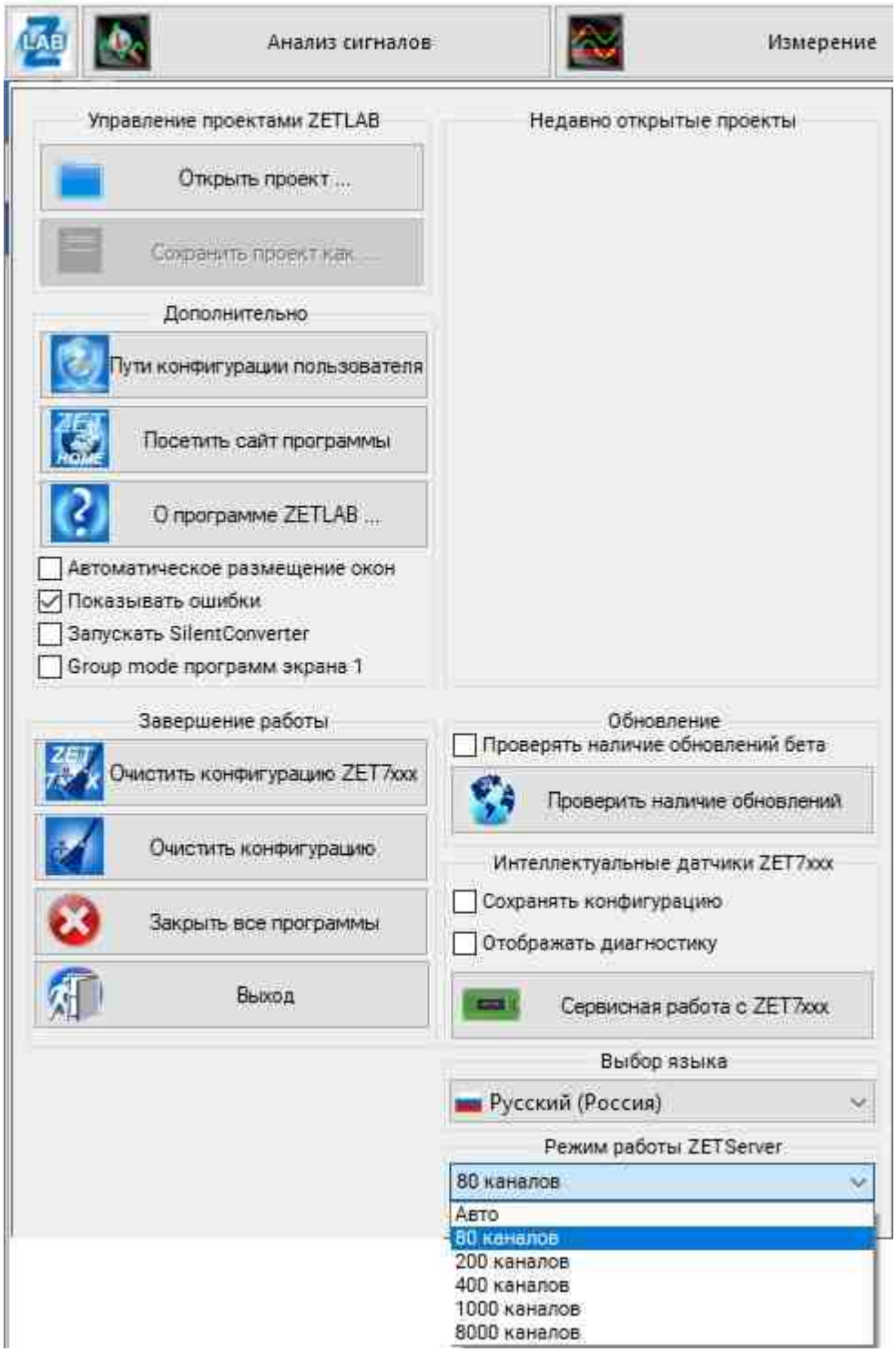
Если ошибка не устранена сообщите об этом нам.

О работе с ПО ZETLAB

В данном разделе будут рассмотрены общие вопросы работы с программным обеспечением **ZETLAB**: настройки измерительных каналов, настройки программ и т.п.

ZetLab - это не программа, а набор программ (ПО ZetLab), включающий в себя более 100 различных программ. В состав ПО ZetLab также входит SCADA-система ZetView, которая реализована в виде программы ZetView.exe, и которая предназначена для разработки проектов на основе собственных компонентов. Разработанные проекты хранятся в текстовых файлах с расширением "zvx". Проекты SCADA-системы ZetView можно компилировать в исполняемый код, т.е в exe-программы. В этом случае можно считать, это эти программы являются дополнительными программами в ПО ZetLab. Все программы ПО ZetLab (основные и дополнительные) работают с одними и теми же каналами Zet-сервера, который является служебной программой ПО ZetLab, которая запускается всегда в одном экземпляре и в скрытом режиме.

Zet-сервер работает в одном из 5 возможных режимах, которые отличаются максимальным количеством каналов (80 каналов, ...). Режим работы Zet-сервера отображается только в программе "Время ZETServer". В окне этой программы в верхней строке напротив текста "Количество каналов ZetServer" отображаются два числа через "/", например "2/80". Это значит, что в ДАННЫЙ момент у Zet-сервера имеются 2 канала из 80 возможных. Изменить режим работы Zet-сервера можно только в окне Zet-панели, которое открывается по клику на самой левой кнопке Zet-панели. Речь об элементе "Режим работы ZetServer". Изменение в этом элементе НЕ ЯВЛЯЕТСЯ КОМАНДОЙ ДЛЯ НЕМЕДЛЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ, а всего лишь командой, которая будет выполнена при следующем старте Zet-сервера. Это сделано специально, т.к. изменять режим работы Zet-сервера при работающих программах ПО ZetLab (основных и/или дополнительных) ЗАПРЕЩЕНО. Для успешной замены режима работы необходимо закрыть ВСЕ программы ПО ZetLab, работающие с Zet-сервером, включая программу ZetView.exe (Zet-сервер при этом закроется сам).



Многие ZET-приборы являются универсальными устройствами и при решении конкретной задачи возникает вопрос правильной настройки измерительных каналов. Кроме того, получаемые результаты напрямую зависят от настроек программ. Описания параметров программ приводятся в разделах, посвященных каждой конкретной программе, а в данной главе рассматриваются общие принципы, такие как время усреднения данных, частота дискретизации сигнала и т.п.

Приступая к работе

Программное обеспечение **ZETLAB** предназначено для обработки сигналов, регистрируемых измерительным оборудованием **ZET** с различных первичных преобразователей (датчиков).

Работа с программным обеспечением **ZETLAB** начинается с:

- изучения эксплуатационной документации на ПО, измерительные приборы и датчики,
- установки ПО,
- подключения датчиков к измерительному прибору и измерительного прибора к ПК,
- настройки измерительных каналов,
- настройки программы.

Описание установки ПО **ZETLAB** и требования к ПК приведены в разделе 2 настоящего руководства "Установка ПО ZETLAB".

Подключение датчиков к измерительному прибору рассматривается в описаниях программ измерения, таких как "Термометр термопары", "Термометр термосопротивления", "Тензометр", а также на нашем сайте https://zetlab.com и в руководствах по эксплуатации на измерительные приборы и датчики.

Настройка ПО при подключении измерительного прибора к ПК рассматривается в разделе "Подключение приборов" настоящего руководства. Порядок подключения измерительного прибора к ПК рассматривается в руководстве по эксплуатации на прибор.

Итак, документация изучена, датчики установлены в местах измерений, подключены к приборам, приборы подключены к компьютеру. С чего начать измерения?

Для получения результатов необходимо:

1. Настроить измерительный прибор, как минимум требуется подобрать подходящую частоту дискретизации сигнала - см. подраздел "Время усреднения данных и частота дискретизации сигналов" настоящего документа. Частота дискретизации задается в программе **Диспетчер устройств ZET**.
2. Дальше требуется настроить измерительные каналы. Настройки измерительных каналов зависят от типа подключенного датчика и типа программы, которая будет использоваться для измерений. Например, для вибродатчиков указывается коэффициент преобразования и единицы измерений - измерения программой "Виброметр" осуществляются с учетом этих данных. То же самое касается датчиков оборотов, датчиков перемещений - в настройках измерительных каналов указываются чувствительность (коэффициент преобразования) и единицы измерений согласно паспорту. А при подключении датчиков силы, термометров и т.п. все настройки задаются в программах измерения, а параметры измерительных каналов должны оставаться заданными по умолчанию. Настройки измерительных каналов задаются в программе **Диспетчер устройств ZET**.
3. Выбрать программу для анализа или измерения. При необходимости провести предварительную обработку сигналов, например, фильтрацию. Для записи результатов может использоваться самописец.

О питании датчиков

Питание некоторых датчиков обеспечивается внешним источником, например, при подключении датчиков к платам АЦП/ЦАП через усилитель ZET 410/412 используются встроенные источники тока и источники напряжения усилителя.

Датчики стандарта ICP подключаются к анализатору спектра и в настройках измерительных каналов устанавливается флаг ICP.

При запитывании датчиков также может использоваться генератор измерительного прибора (выход ЦАП). Управление этим генератором осуществляется с помощью программы "Генератор сигналов различной формы".

Примечание: не все ZET приборы имеют ЦАП.

Рекомендуем

Программы **ZETLAB** могут запускаться непосредственно из директории их установки (по умолчанию "C:\ZETLab") или из панели управления **ZETLAB**.

Панель управления **ZETLAB** позволяет не только быстро запустить нужный виртуальный прибор, но и имеет множество полезных функций, таких как сохранение проектов (особенно актуально, когда работа ведется с большим количеством программ). Поскольку панель **ZETLAB** не является измерительным прибором, пользователи обходят своим вниманием ее описание, и в результате упускают из вида некоторые удобные функции.

Пример работы с ПО ZETLAB .....

1. Подключить к компьютеру необходимые приборы и датчики к ним.

2. Включить компьютер. С помощью программы "Диспетчер устройств" на вкладке "Сервисные" настроить подключенные устройства.

3. Запустить все необходимые для работы программы. При этом каждая из них может располагать на своём экране (кнопки с номерными телевизорами) и иметь собственное расположение окна программы на этом экране. Настроить требуемые параметры для каждой программы.

4. Убедиться, что работающие программы выдают правильные результаты.

5. В главном окне Zet-панели (самая левая кнопка панели) в разделе "Управление проектами ZETLAB" кликнуть по кнопке "Сохранить проект как ...". Задать имя для нового проекта и дождаться сохранения zpy-файла.

6. После завершения работы в главном окне Zet-панели в разделе "Завершение работы" кликнуть по кнопке "Выход". Закроются все запущенные программы, и сама Zet-панель.

На следующий день.

1. Убедиться, что к компьютеру подключены все вчерашние устройства.

2. Включить компьютер. Убедиться, что настройки устройств никто не менял. ЭТО ОЧЕНЬ ВАЖНО ДЛЯ ПРАВИЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРОГРАММ!

3. Запустить Zet-панель. В главном окне Zet-панели в разделе "Недавно открытые проекты" кликнуть по имени сохранённого файла. Начнётся загрузка всех программ. Последовательность загрузки программ:

- программы генераторов;
- программы, создающие виртуальные каналы;
- программы, работающие с каналами Zet-сервера;
- остальные программы.

4. Дождаться завершения запуска программ.

5. Убедиться, что расположение окон программ и их настройки соответствуют состоянию до сохранения zpy-файла.

6. Запустить работу программ генераторов (по необходимости).

7. При использовании программы "Запись сигналов" запустить запись.

8. Можно работать.

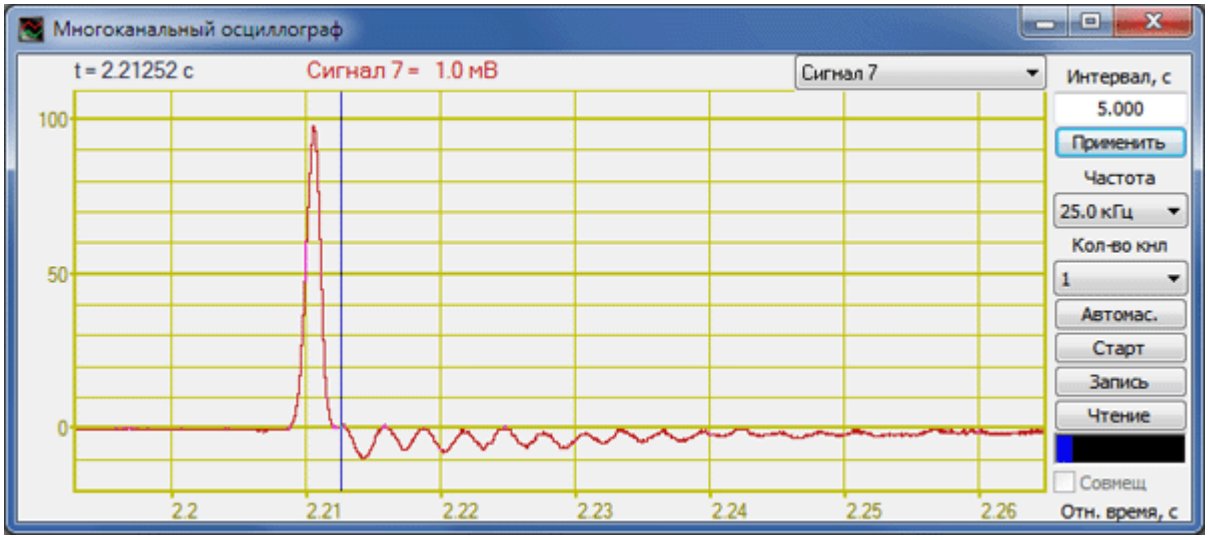
Время усреднения данных и частота дискретизации сигналов

В большинстве программ **ZETLAB** встречается такой параметр, как время усреднения данных. На что он влияет и с чем связан? Установленное время усреднения напрямую влияет на получаемый результат измерений и неразрывно связан с частотой дискретизации сигнала.

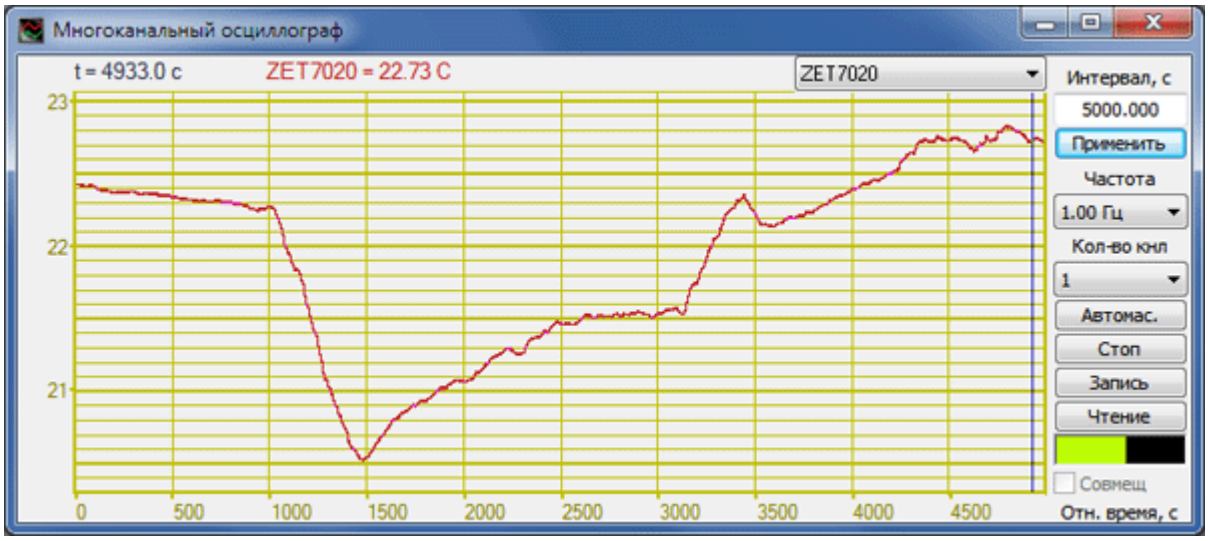
Параметры измерений напрямую связаны с изменением обрабатываемого сигнала во времени. В целом различают:

- быстро протекающие процессы (взрывы, ударные воздействия) или высокочастотные
- медленно протекающие процессы (изменение температуры на улице) или низкочастотные
- сверхмедленно протекающие процессы (сейсмические воздействия).

Сравним 2 сигнала: один получен при испытаниях изделий на ударной установке, другой при мониторинге температуры в помещении. Для анализа сигнала удара развертка по оси времени составляет 0,07 секунд. Сигнал температуры в офисном помещении за такое время едва ли заметно изменится. Из приведенных примеров очевидно, что анализ разных сигналов необходимо проводить в разные интервалы времени.



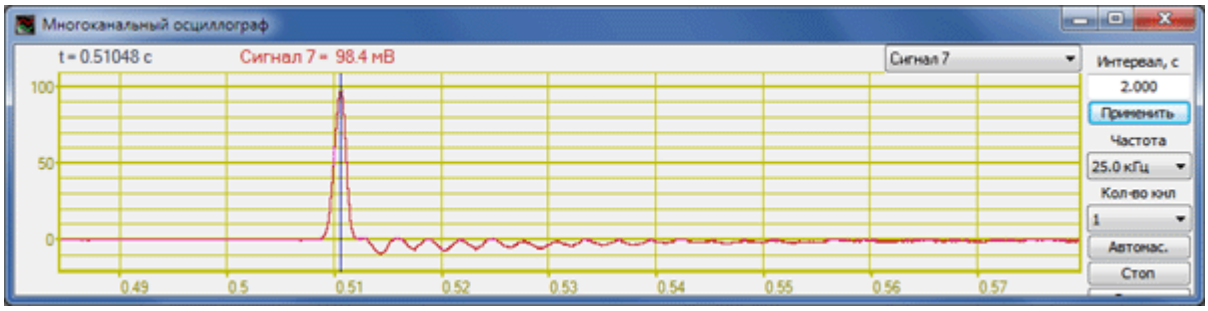
Осциллограмма сигнала удара, интервал отображения 0,07 секунд



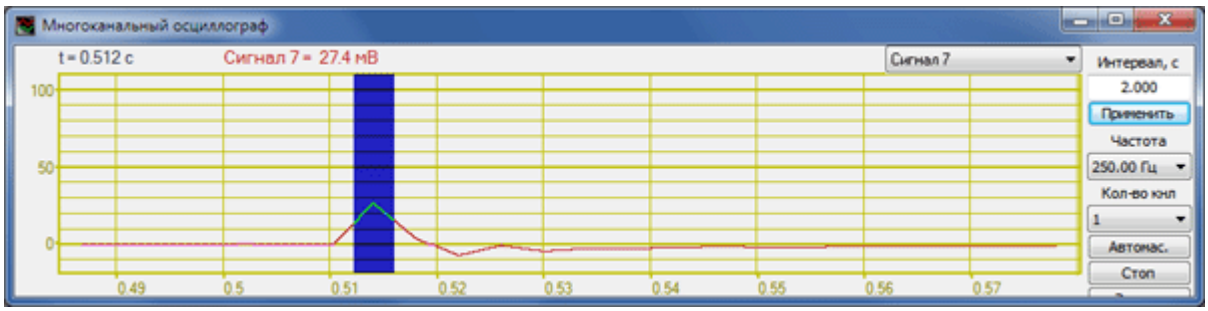
Осциллограмма сигнала температуры, интервал отображения 5000 с

Но ни одна программа не даст достоверных результатов, если исходный сигнал имеет недостаточную или, наоборот, избыточную степень детализации.

На рисунках ниже приведен пример отображения одного и того же сигнала удара с разной частотой: 25 кГц и 250 Гц. Невооруженным глазом видно, что второй вариант представления сигнала для анализа не пригоден.



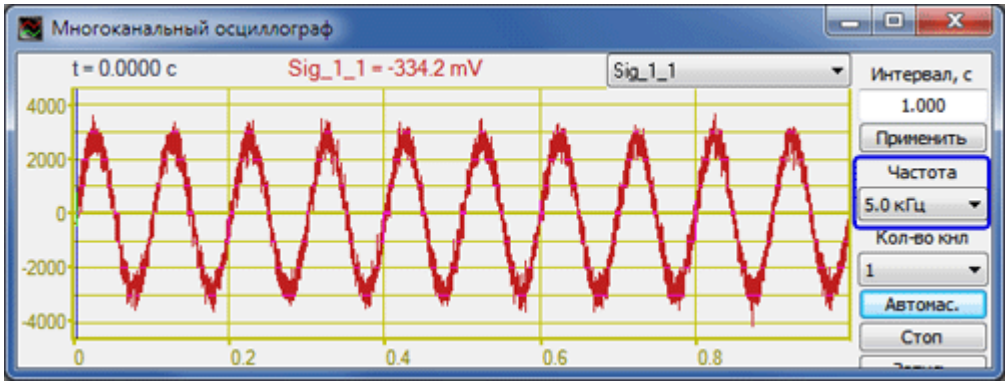
Отображение сигнала удара с частотой 25 кГц



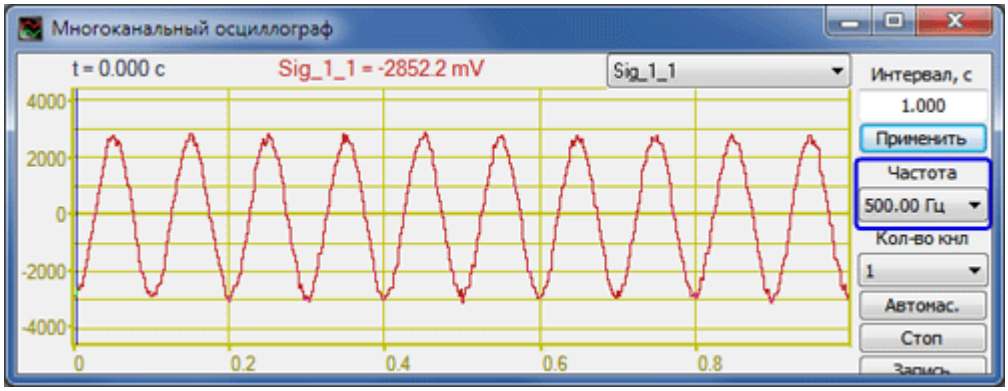
Отображение сигнала удара с частотой 250 Гц

На рисунках ниже представлен пример отображения одного и того же сигнала (синусоидальный сигнал с большим уровнем шума) с разной частотой: 5 кГц и 500 Гц. Поскольку частота самого сигнала составляет 10 Гц, частоты представления 500 Гц вполне

достаточно: на один период сигнала приходится 50 точек (500/10=50). А вот анализ сигнала с частотой представления 5 кГц является избыточным.



Отображение сигнала с частотой 5 кГц



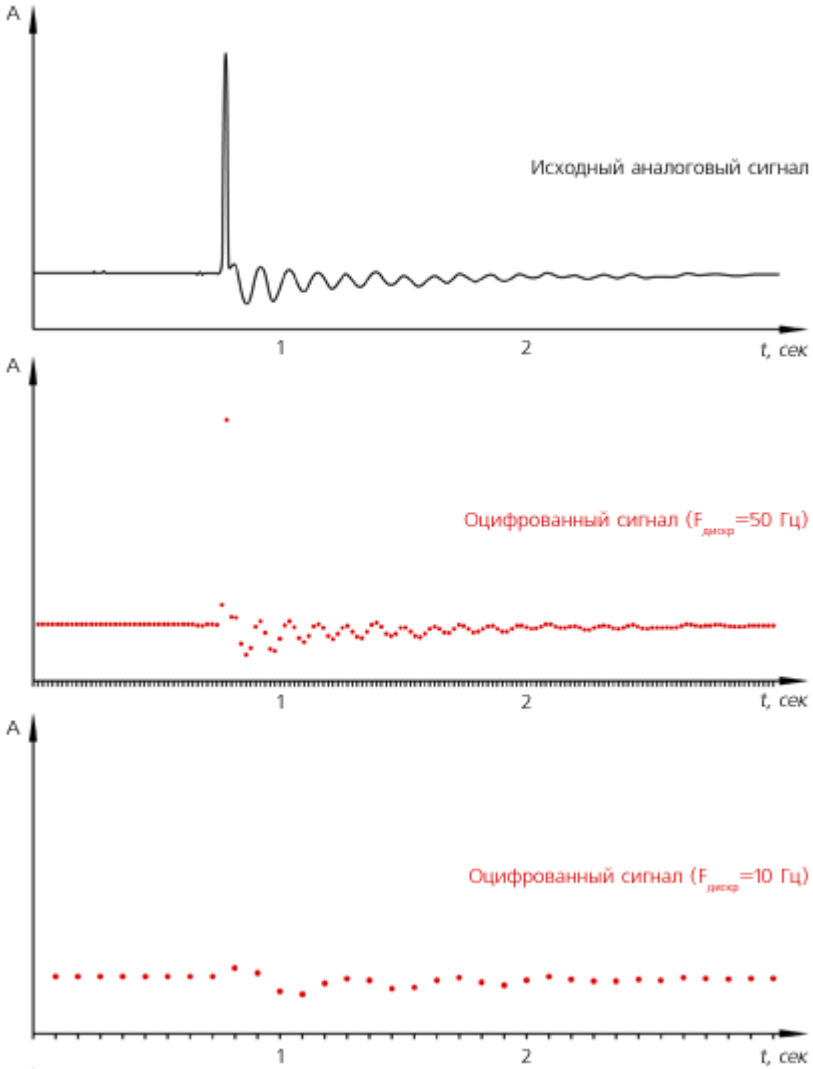
Отображение сигнала с частотой 500 Гц

Приведенные выше примеры получены с помощью программы "Многоканальный осциллограф" и являются лишь наглядной демонстрацией влияния временных и частотных параметров на результат. Изменяемая в программе "Многоканальный осциллограф" частота представления сигнала влияет лишь на отображаемые данные, и зависит от частоты дискретизации сигнала. Не все программы **ZETLAB** имеют параметр *Частота представления*, но результат работы любой программы зависит от частоты дискретизации сигнала.

Частота дискретизации сигнала

Начнем с того, что программы **ZETLAB** предназначены для обработки оцифрованных сигналов. Аналоговый сигнал с датчика оцифровывается измерительным прибором и полученный цифровой сигнал формируется в виде канала сервера данных ZETServer. Канал данных представляет собой мгновенные отсчёты сигнала - определенное количество в секунду. Количество отсчетов в секунду называется частотой дискретизации F_{ADC} и задается для измерительного прибора в программе **Диспетчер устройств ZET**.

На рисунках ниже приводится пример оцифровки одного и того же сигнала с разными частотами дискретизации. Пример наглядно демонстрирует, что частота дискретизации при оцифровке сигнала должна быть достаточной для анализа исследуемого процесса.



Оцифровка аналогового сигнала с разными частотами дискретизации

Общее правило при выборе частоты дискретизации: чем быстрее протекает процесс, чем выше должна быть частота дискретизации.

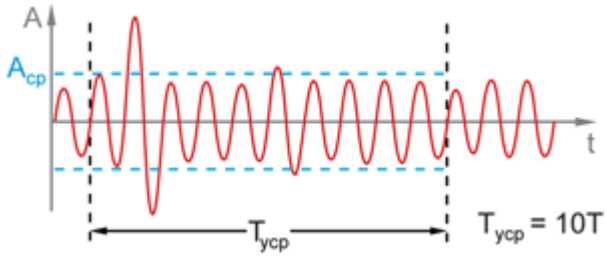
Частотный диапазон

Поскольку сигналы оцифровываются с определенной частотой дискретизации, их анализ может проводиться в ограниченном диапазоне частот. Значения параметров сигнала могут быть вычислены программами, если на период сигнала приходится не менее 2-3-х точек. Например, при частоте дискретизации сигнала 25 кГц возможен анализ в диапазоне до 10 кГц.

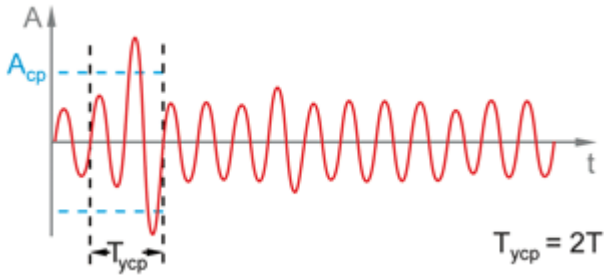
Время усреднения данных

Оцифрованный сигнал представляет собой последовательность мгновенных значений сигнала. И на данном этапе из всех временных параметров измерений имеется только один - частота дискретизации, т.е. количество точек в секунду. При вычислении какого-либо параметра сигнала появляется другой параметр - время усреднения данных. На рисунках ниже приведен пример расчета СКЗ (среднеквадратичное значение сигнала) с усреднением,

равным двум периодам сигнала T, и с усреднением, равным десяти периодам сигнала T. Необходимо подбирать время усреднения в соответствии с решаемой задачей. Если требуется сглаживание помех, то рекомендуется увеличить время усреднения данных при измерениях. При исследованиях переходных процессов, наоборот, требуется высокая степень детализации и быстрое усреднение.



Вычисление СКЗ за время, равное 10 периодам сигнала



Вычисление СКЗ за время, равное двум периодам сигнала

Элементы управления

Программы **ZETLAB** имеют интуитивно понятный интерфейс, удобную систему управления. При разработке программ **ZETLAB** учитываются общепринятые стандарты и обозначения, что делает работы с ними простой и удобной
В данном разделе будет описана работа с элементами управления программ **ZETLAB**.

Управление курсором на графиках

Масштабирование числовых осей графиков

Выбор из списков

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

Использование индикаторов уровня сигнала

Настройка внешнего вида графиков

Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы

Пользовательский функционал сетки GridGl

Управление курсором на графиках .....

Большинство окон программ *ZETLAB*, отображающих графики, снабжено курсором, позволяющим отображать в окне рассчитанные программой значения, соответствующие на графике месту расположения курсора.

Перемещение курсора в окне осуществляется любым из способов:

- подвести указатель «мыши» в интересуемое место графика, нажать и удерживать левую клавишу «мыши» до тех пор, пока курсор не переместиться в указанное место;
- при активном окне программы *ZETLAB* (окно программы активируется нажатием левой клавиши «мыши» при позиционировании ее указателя в поле окна) используя ролик «мыши», перемещать курсор графика до достижения необходимого значения частоты;
- при активном окне программы *ZETLAB* перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием на клавиатуре клавиши <*A*> (в латинской раскладке), вправо – клавиши <*D*>.

Масштабирование числовых осей графиков .....

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь».

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель

(в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей:  ;
- для вертикальных осей:  .

Символы  и  означают растяжение, а символы  и  сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы  и  означают перемещение влево и вправо для горизонтальной оси, а символы  ,  - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

Выбор из списков .....

Поля программ *ZETLAB* с вложенными списками имеют вид «  » и позволяют выбирать необходимое значения параметра из списка.

Для выбора параметра из списка переместите указатель манипулятора «мышь» на символ при этом раскроется список возможных для выбора значений, переместите указатель манипулятора «мышь» на требуемое значение и подтвердите выбор нажатием на левую клавишу «мыши». Перебор доступных значений списка можно также производить при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры с символами <↑> и <↓>.

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений .....

Окна программ *ZETLAB* отображающие информация в двухмерном либо трехмерном виде оснащены индикаторами регулировки цветовой

гаммы амплитуды регистрируемых значений (*Рис. 3.8*).

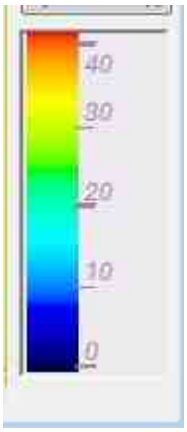


Рис. 3.8 Индикатор регулировки цветовой гаммы

Для перехода к необходимому диапазону палитры и контрастности регистрируемых в поле графика значений необходимо переместить

указатель манипулятора «мышь» в правую область индикатора (Рис. 3.8), при этом указатель (в зависимости от места его расположения) будет

изменять свой вид: , , , , .

Символ означает растяжение масштаба цветовой палитры, символ - сжатие масштаба цветовой палитры, символ - перемещение

в нижнюю область цветовой палитры, символ - перемещение в верхнюю область цветовой палитры, символ - автоматическое масштабирование.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование

путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Использование индикаторов уровня сигнала .....

Большинство окон программ *ZETLAB* использующих для обработки регистрируемые сигналы (по выбранному измерительному каналу) снабжено индикатором уровня сигнала (Рис. 3.7), который в графическом виде показывает интегральный уровень сигнала, регистрируемый в текущий момент.



Рис. 3.7 Вид индикатора интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки как при перегрузках, так и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

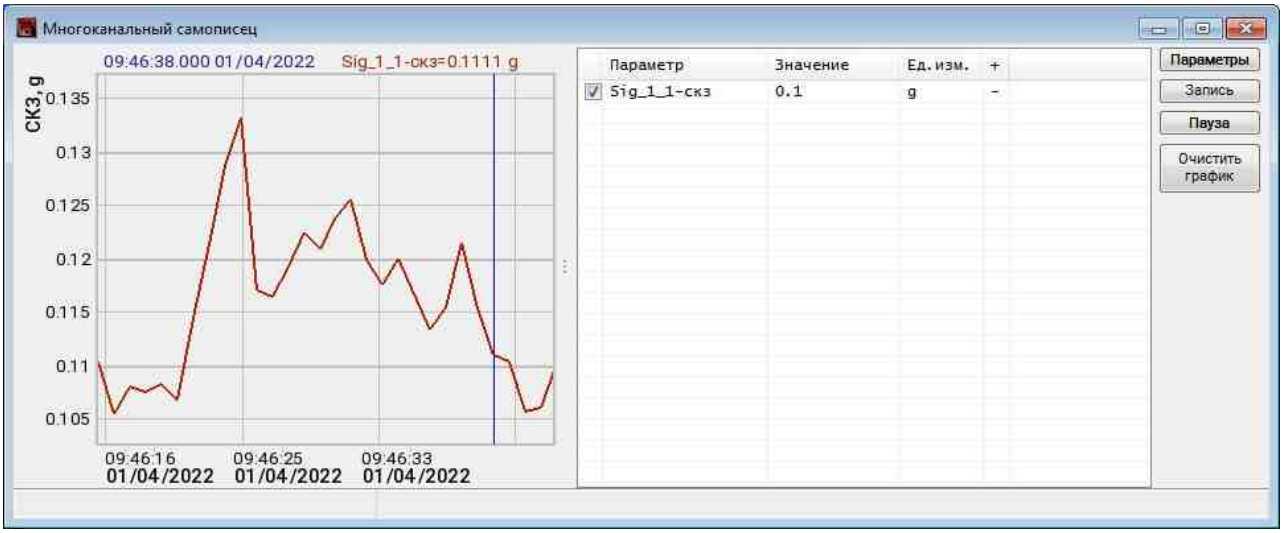
Две трети поля индикатора уровня сигнала отведены для уровня, не превышающего максимально допустимый уровень. Цветной прямоугольник, заполняющий фоновую область индикатора, показывает своим цветом и размером отношение зарегистрированного сигнала (за период времени 0.1 секунды) к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем шире цветной прямоугольник и оттенок цвета ближе к красному. При превышении максимально допустимого уровня сигнала индикатор заполняется красным цветом. Когда перегрузка по измерительному каналу перестанет регистрироваться область индикатора, расположенная справа будет оставаться красной до тех пор, пока пользователь не выполнит сброс индикации перегрузки (зафиксированной на канале) путем активации зоны перегрузки левой кнопки манипулятора «мышь».

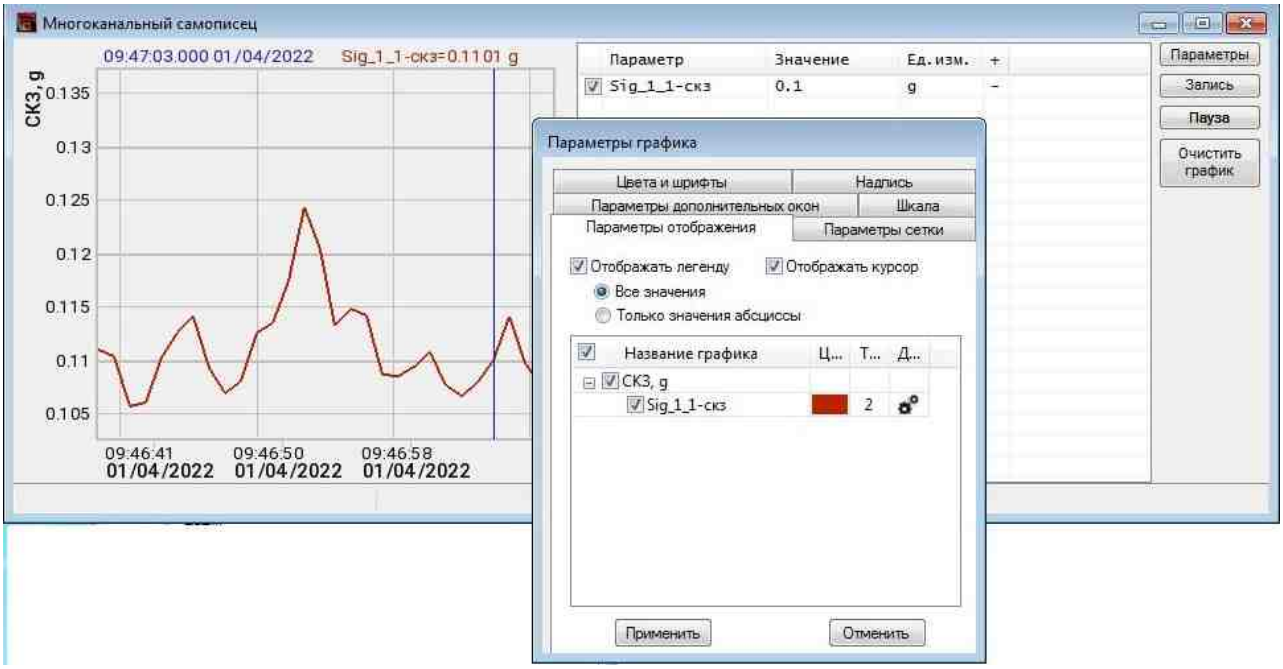
Индикаторы окна программы «Время ZET сервера» оснащены также функцией изменения цвета фоновой области индикатора. Данная функция позволяет выполнить статистическую качества регистрируемого сигнала в измерительном канале. Чем больше сигнал по своим статистическим характеристикам походит на белый шум, тем светлее область фона. Чем меньше сигнал по характеристикам походит на белый шум, тем фон темнее. В состоянии покоя сигнал исправного датчика должен показывать фоновый шум, который близок по характеристикам к белому. Наличие помех (импульсных, гармонических и прочих) или неисправность в датчике приводит к изменению характеристик сигнала и потемнению области фона индикатора.

Настройка внешнего вида графиков .....

При нажатии на правую кнопку «мыши» на поле графика в программах

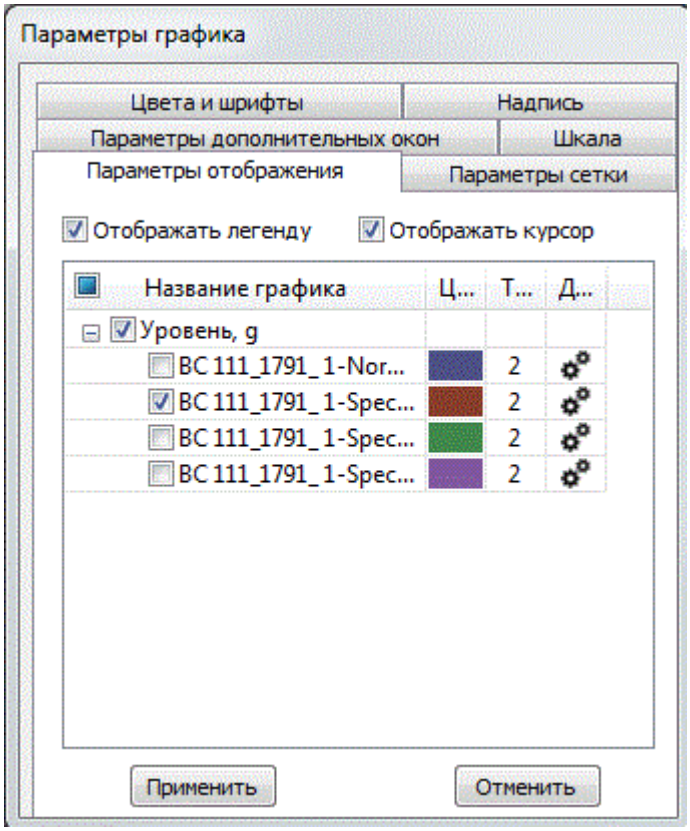
- Узкополосный спектр,
- Спектральный анализ октавной полосы,
- Взаимный узкополосный спектр,
- Взаимный долеоктавный спектр,
- Взаимный спектральный анализ октавной полосы,
- Взаимный корреляционный анализ,
- Анализ нелинейных искажений;
- Модальный анализ;
- Гистограмма;
- Детектор STA/LTA;
- Модальный анализ;
- Просмотр результатов;
- Многоканальный самописец;
- Программы СУВ.



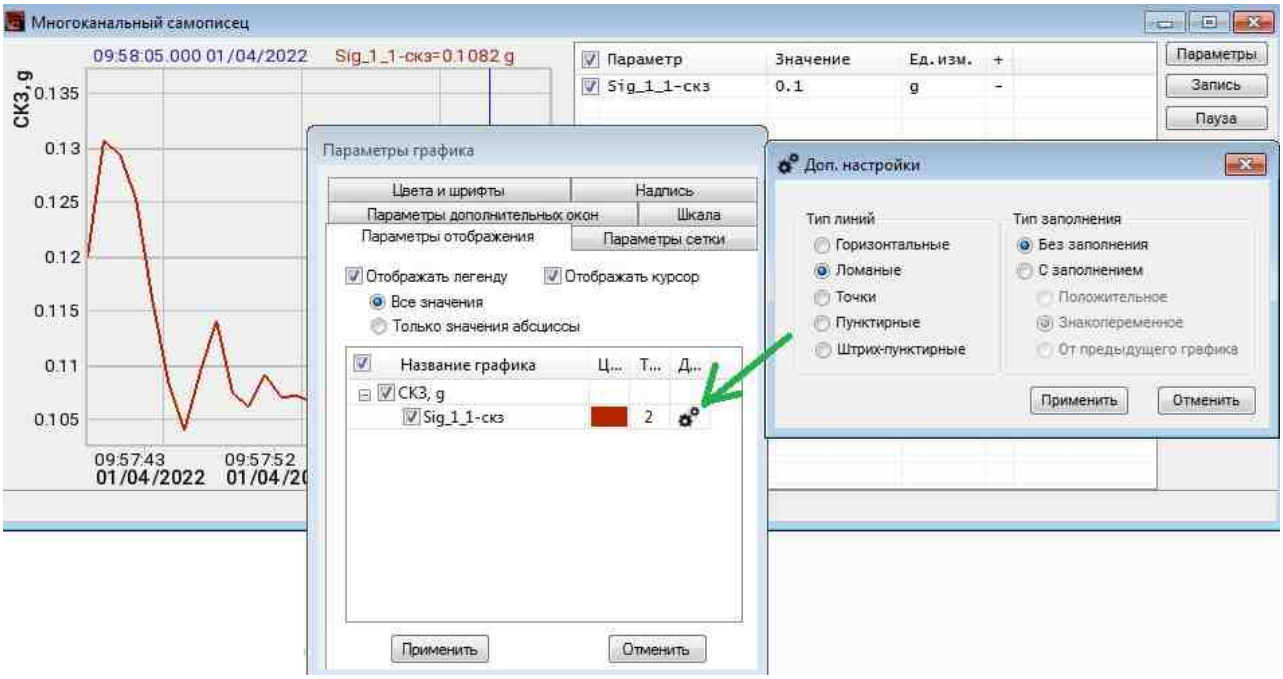


При нажатии на область отображения графика появляется дополнительное окно **Параметры графика**.

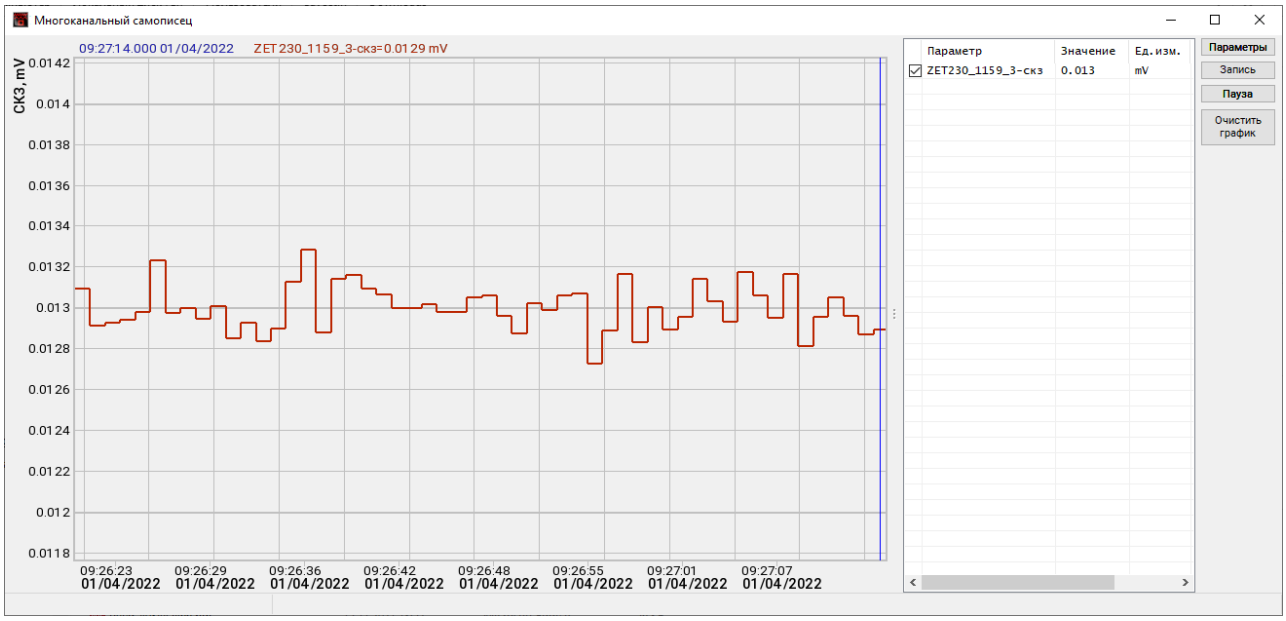
На вкладке *Параметры отображения* настраиваются тип линий и параметры графика. Типы линий графиков могут быть в виде горизонтальных (ступенек) или ломаных линий. В этой вкладке также устанавливаются параметры отображения каждого из графиков, цвет, толщина, заполнение (закрашивание) области графика.



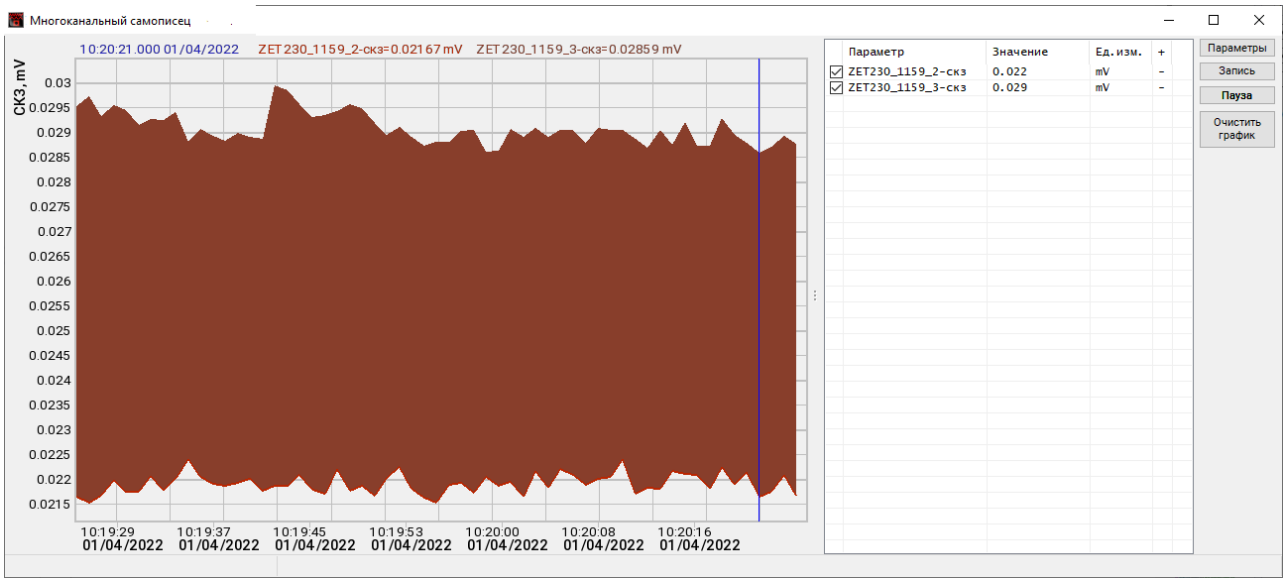
Параметры отображения



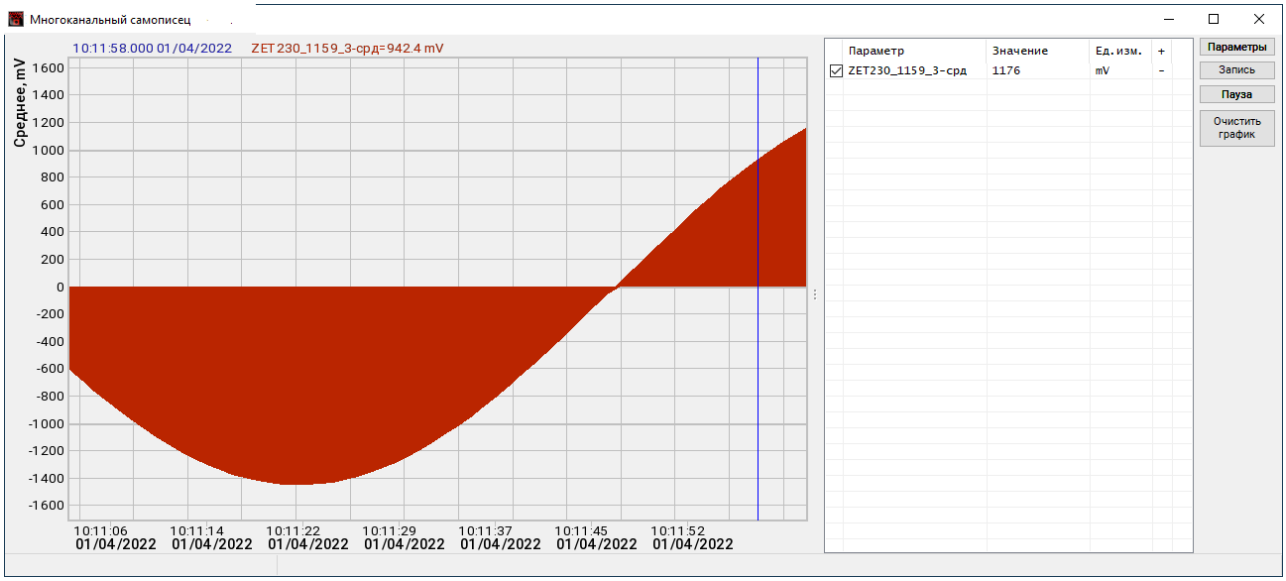
Горизонтальные линии



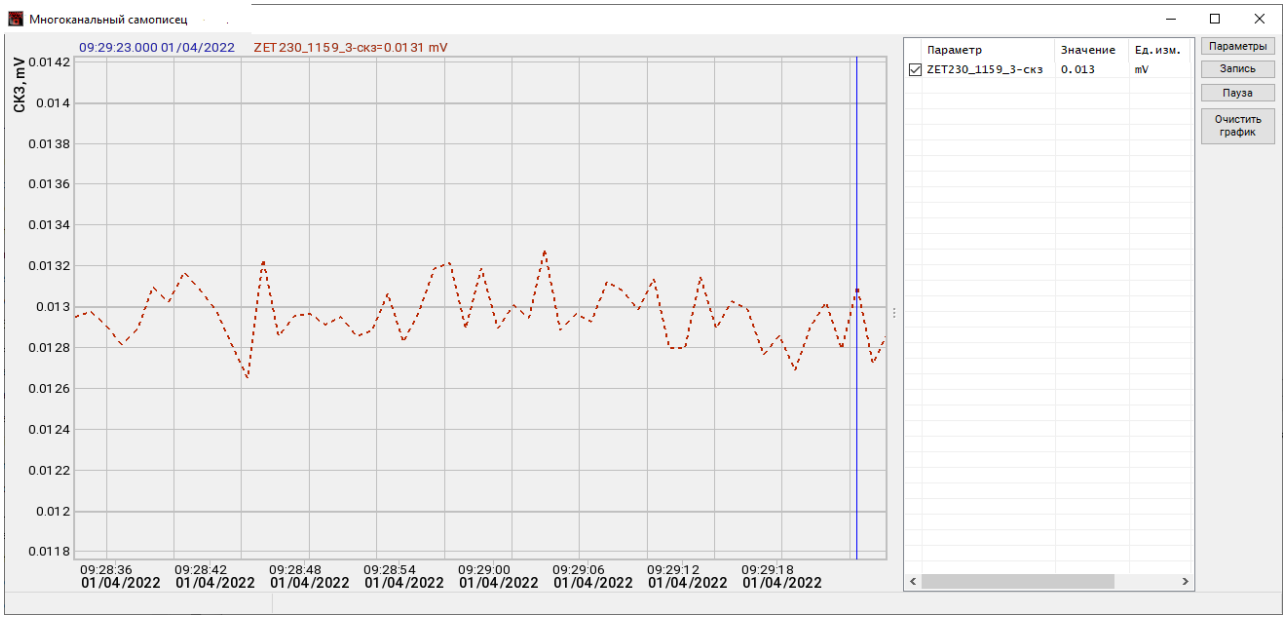
Заполнение от предыдущего графика



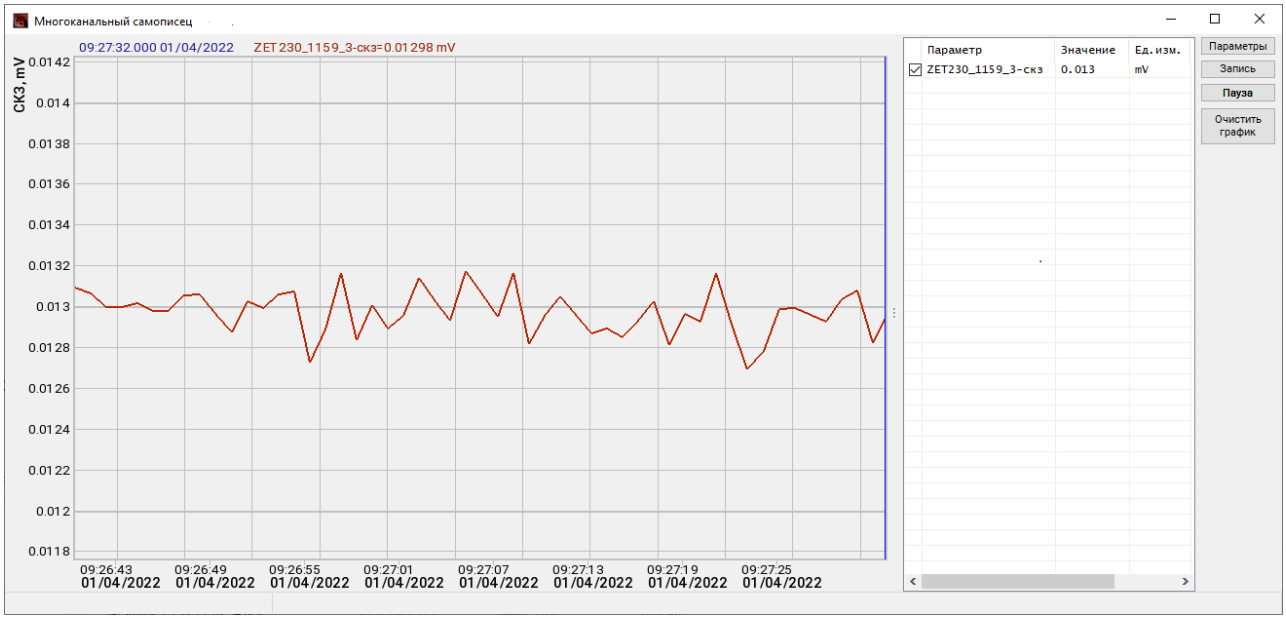
Знакопеременное заполнение



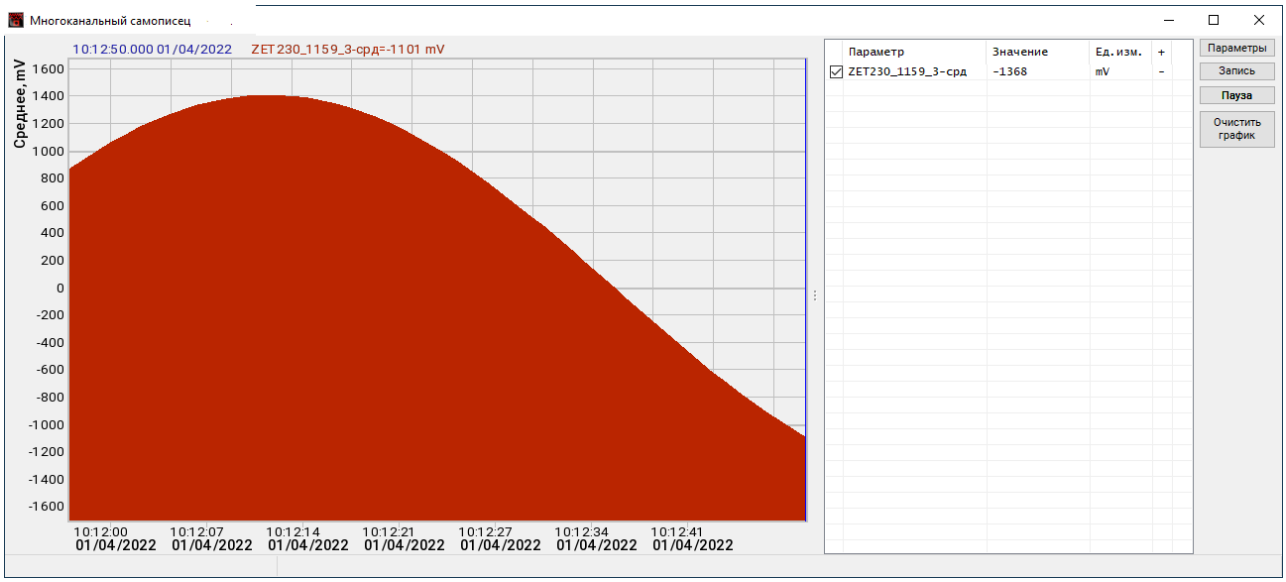
Линия из точек



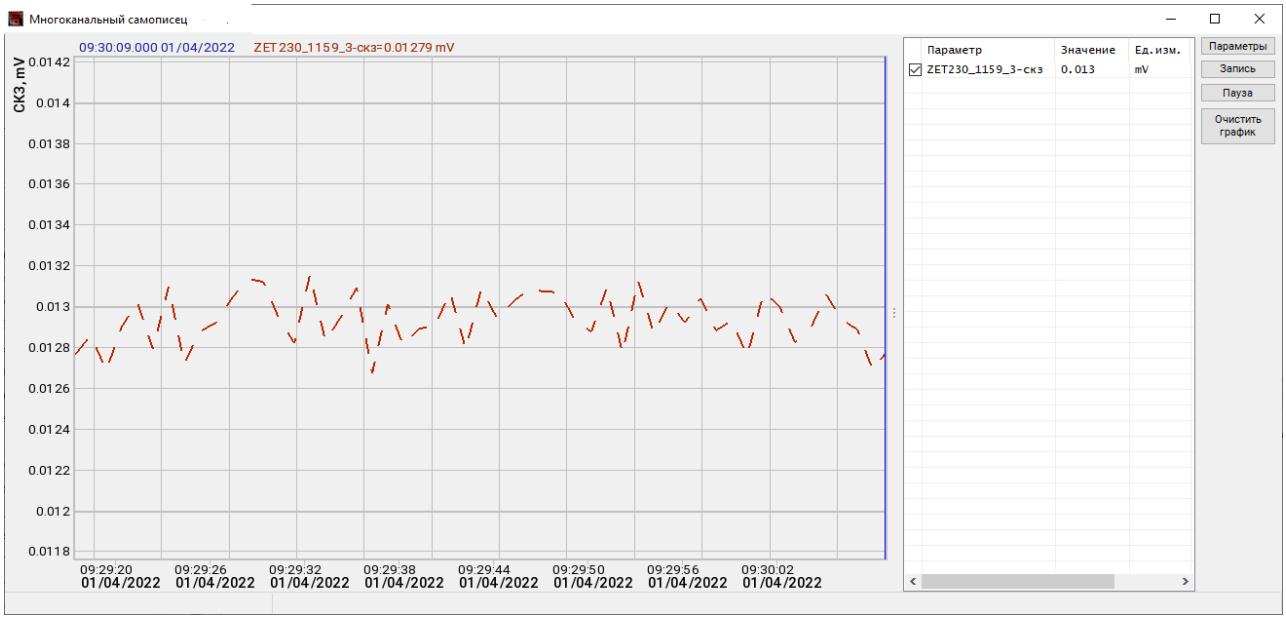
Ломаные линии



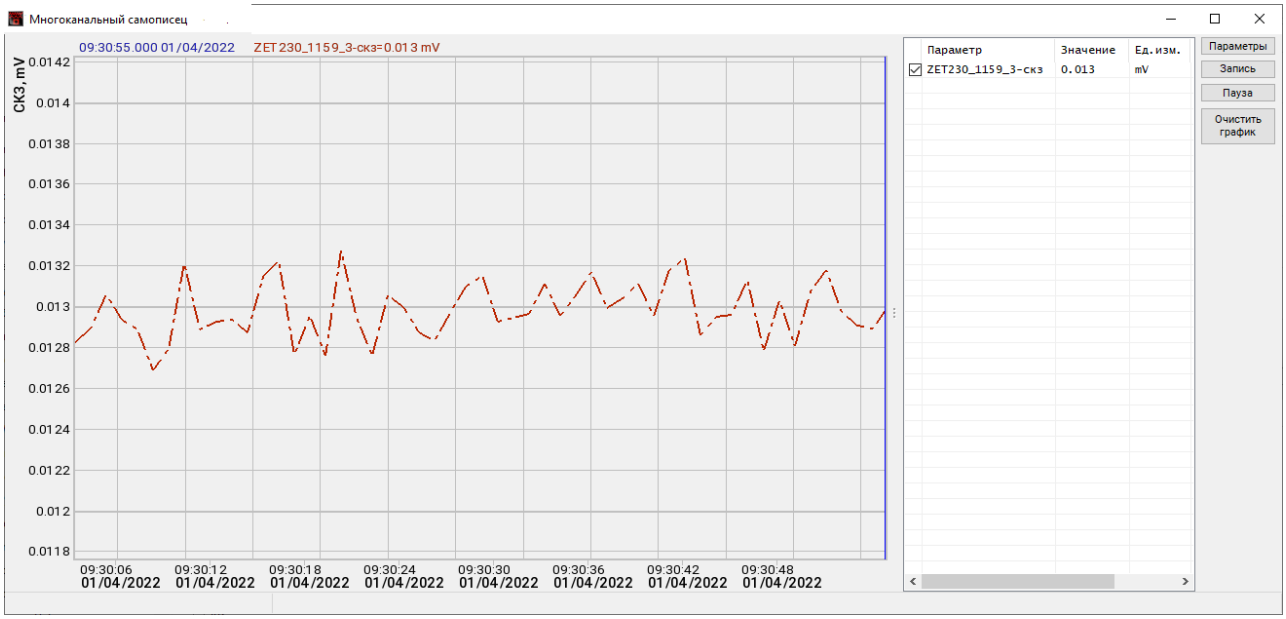
Положительное заполнение



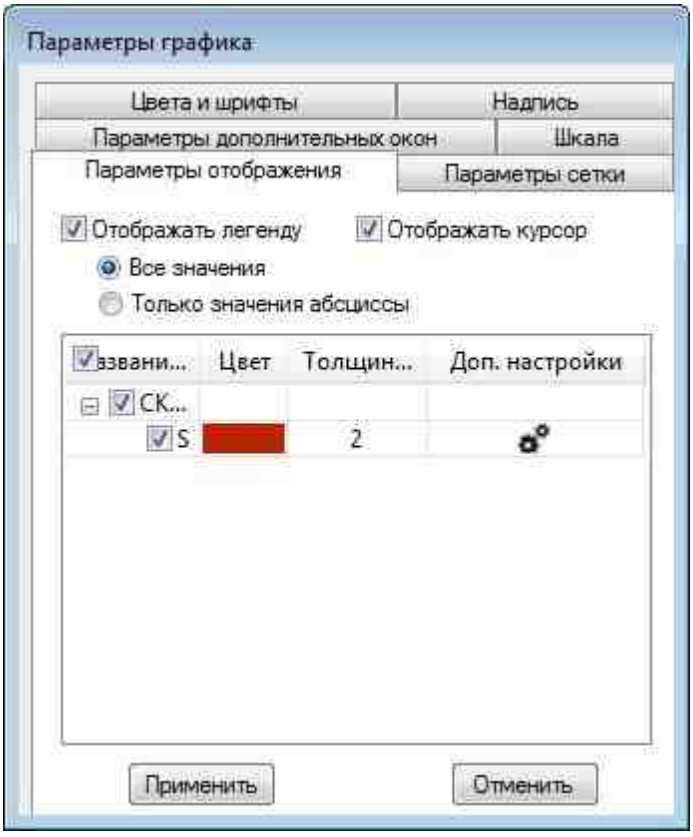
Пунктирные линии



Штрих-пунктирные линии

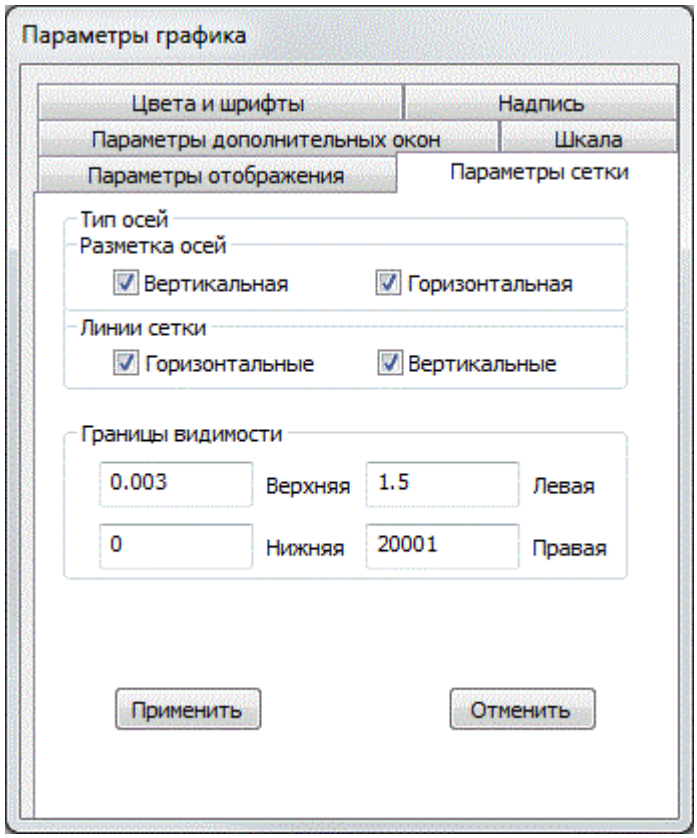


При нажатии во вкладке Параметры отображения в таблице можно менять цвета графика, Толщина линий и дополнительные настройки. Надписи можно рассмотреть если раздвинуть столбцы, подводя мышью к нужной границе.



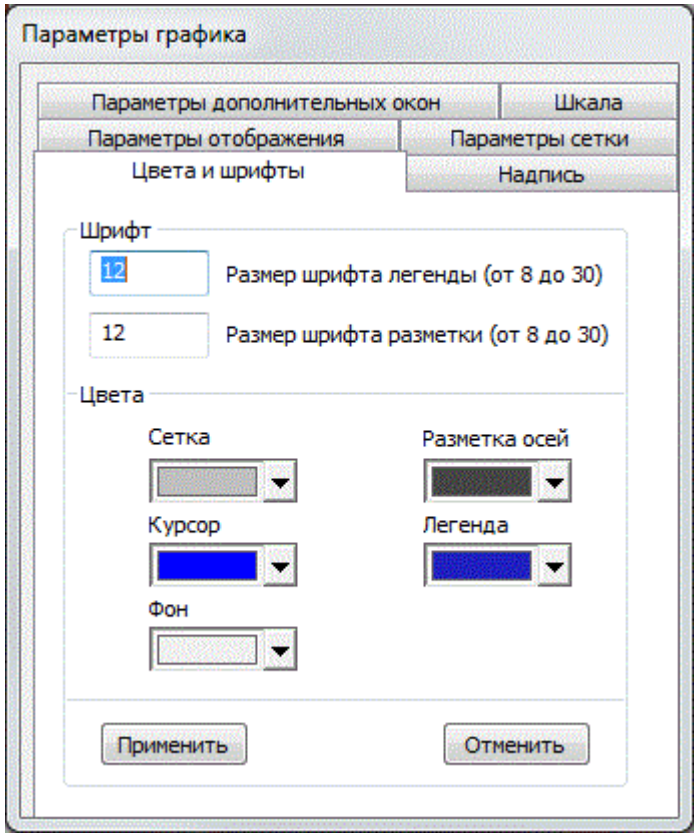
На вкладке *Параметры сетки* можно включать или отключать отображение горизонтальной и вертикальной разметки осей и линий сетки. В этой вкладке также задается область

видимости (область отображения) графиков: верхняя, нижняя, правая и левая границы графиков.



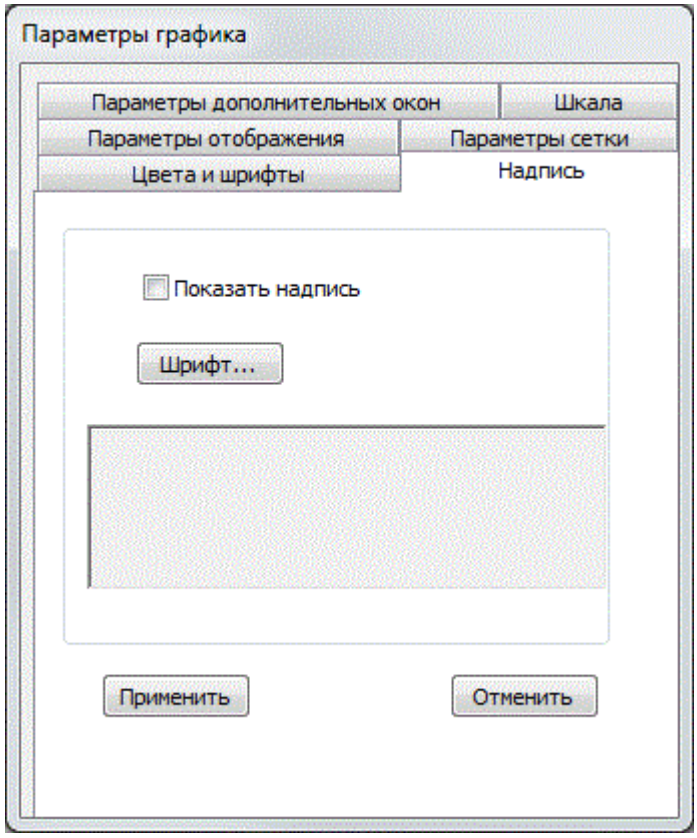
Параметры сетки

На вкладке *Цвета и шрифты* можно изменять размер шрифта числовых значений осей и измеряемых величин. В этой вкладке также задается цвет сетки, курсора, фона, разметки осей, легенды.



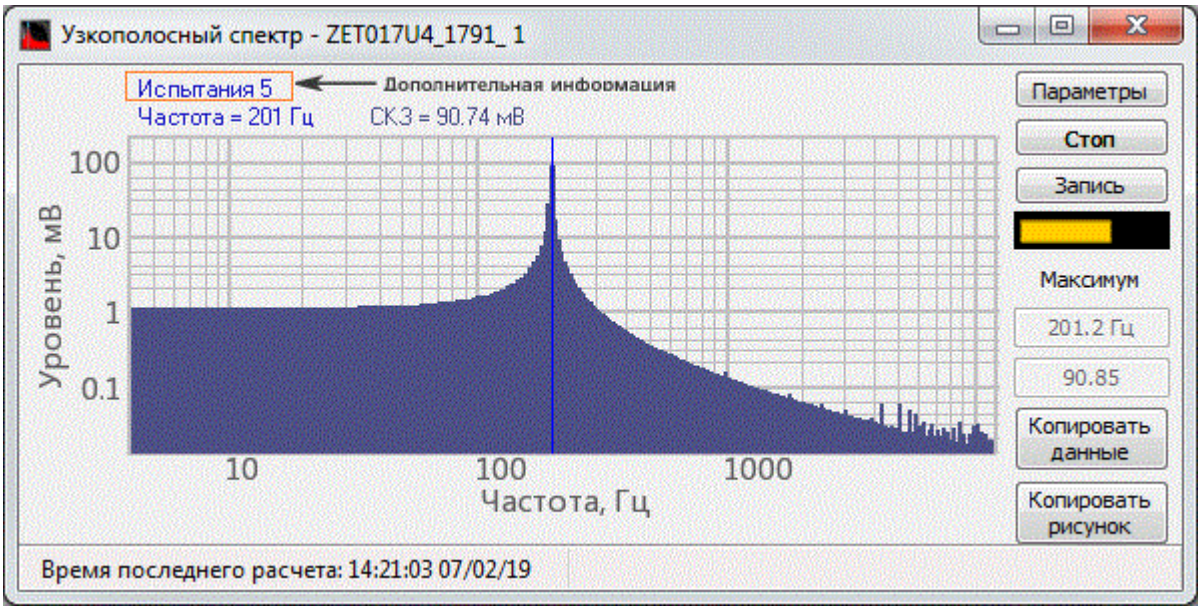
Цвета и шрифты

На вкладке *Надпись* можно записать дополнительную текстовую информацию, которая будет отображаться при копировании и вставки графика спектра в текстовый документ. Для записи этой информации необходимо поставить флажок Показать надпись, выбрать необходимый шрифт для ввода и в поле ввода надписи набрать текст.



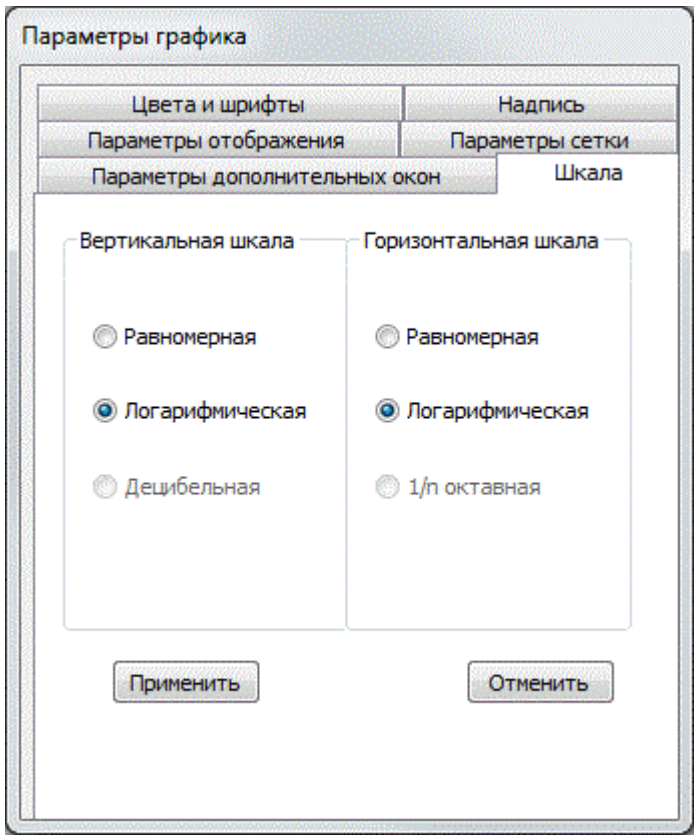
Надпись

На рисунке ниже показано окна программы **Узкополосный спектр** с дополнительной информацией.



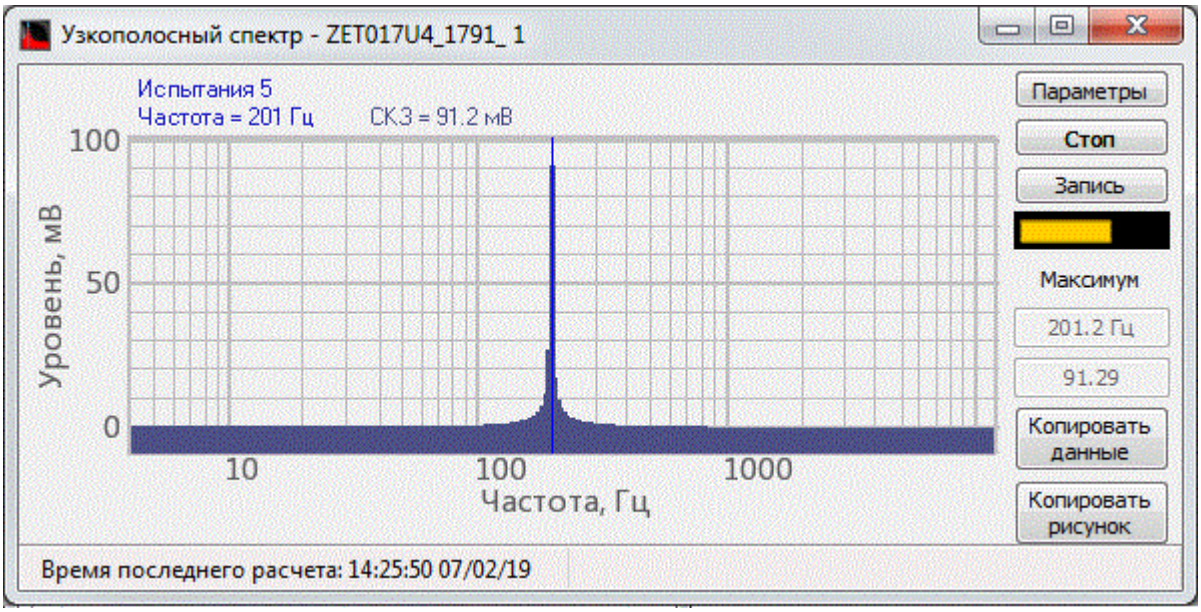
Окно "Узкополосный спектр" с дополнительной информацией

На вкладке *Шкала* можно выбрать тип представления горизонтальной и вертикальной шкал.

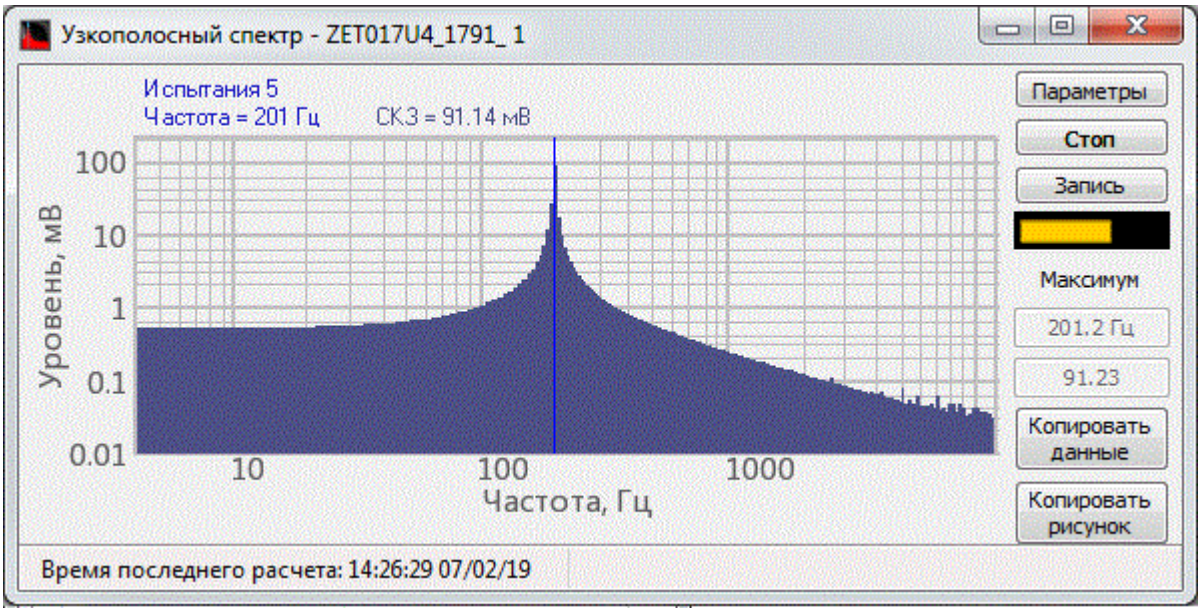


Шкала

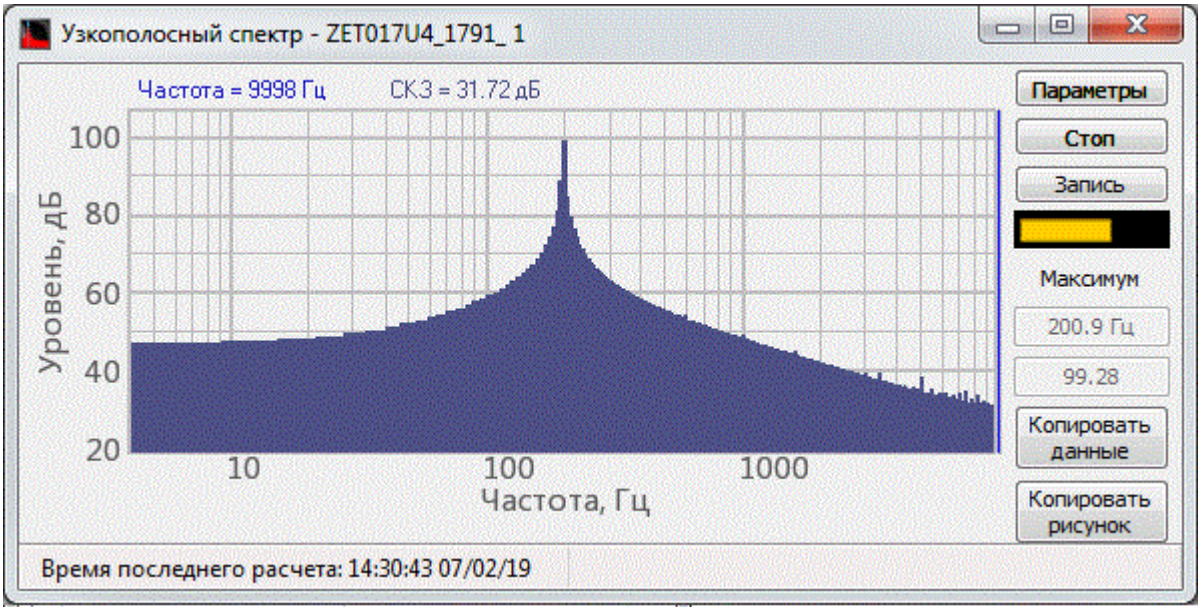
Вертикальная шкала может быть представлена в равномерном, логарифмическом или децибельном виде. При отображении шкалы в децибельном виде используется опорное значение для вычисления уровня сигнала в дБ, указанное в параметрах измерительного канала. При этом значения графика не изменяются - изменяются только подписи по оси ординат. На рисунках ниже представлен спектр одного и того же сигнала в разных развертках по оси ординат.



Вертикальная шкала: равномерная

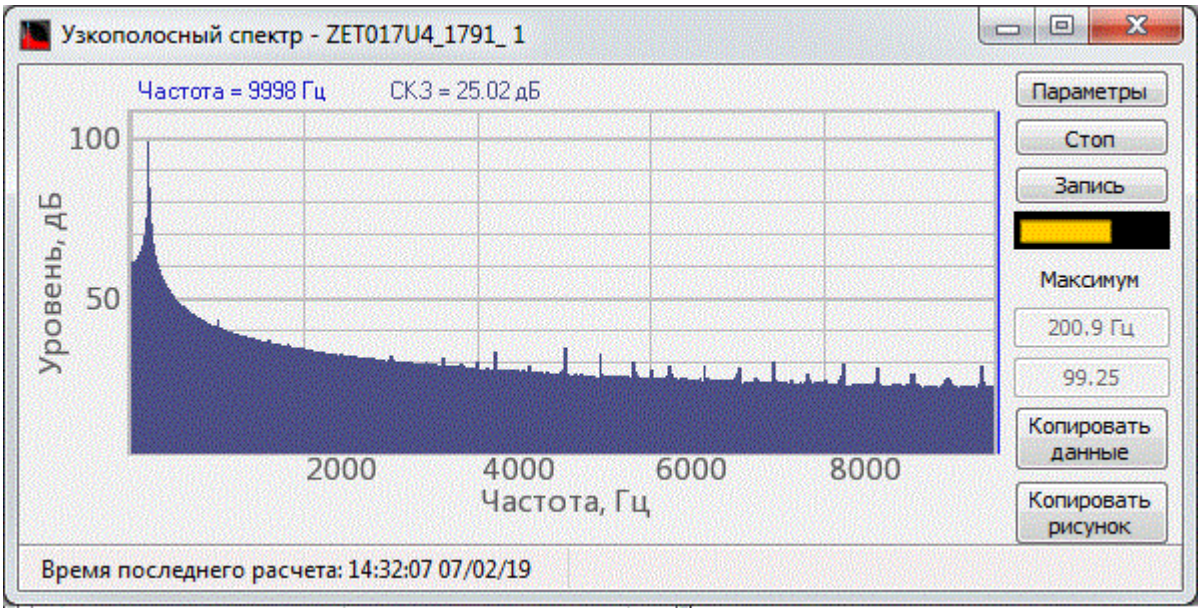


Вертикальная шкала: логарифмическая

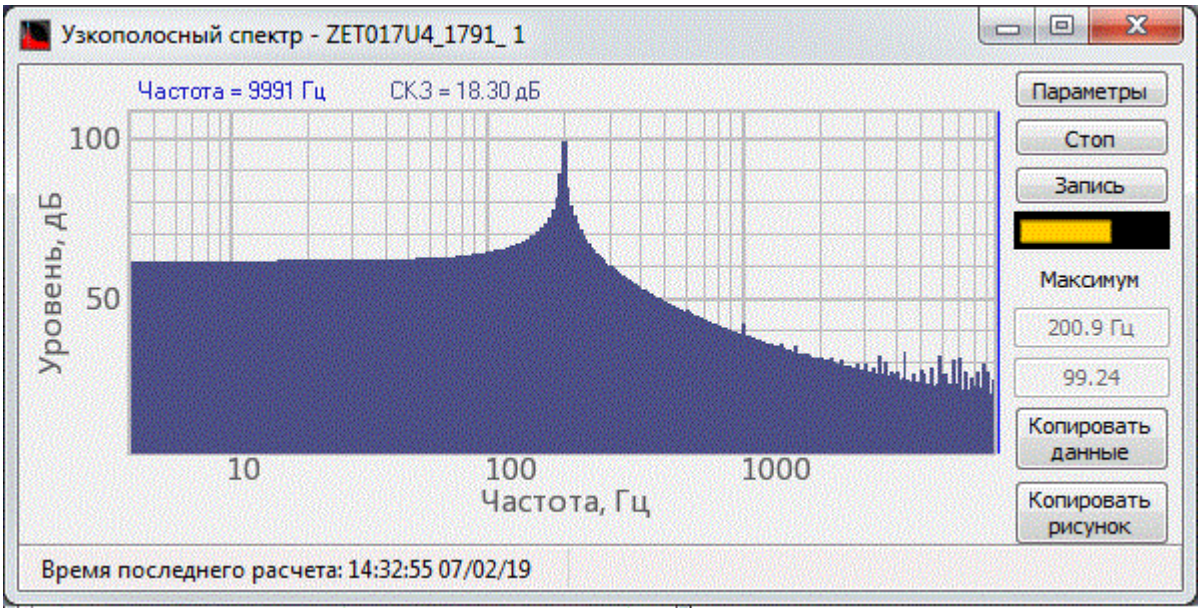


Вертикальная шкала: децибельная. Настраивается внутри программы

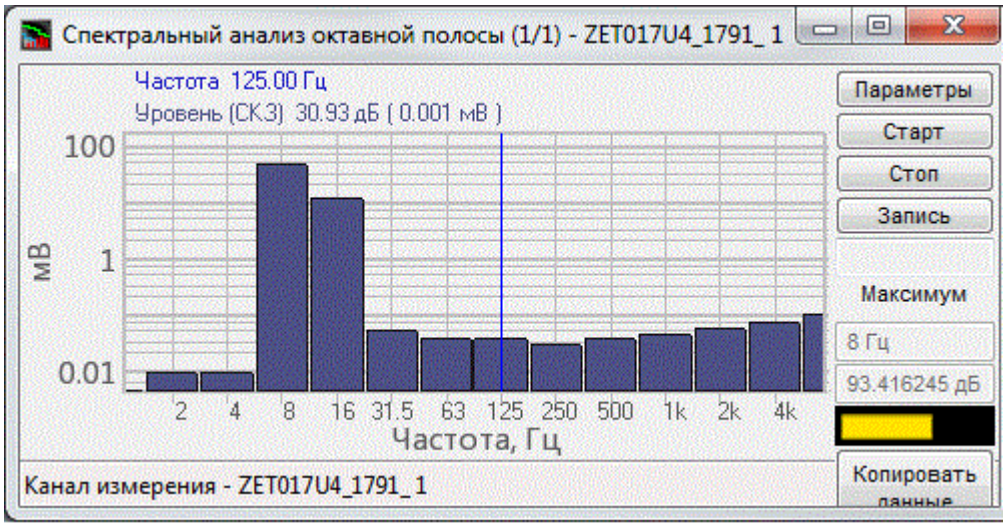
Горизонтальная шкала может быть представлена в равномерном, логарифмическом или 1/n-октавном (долеоктавном) виде. При выборе неравномерной шкалы абсцисс значения не изменяются- изменяется только масштаб представления и/или подписи по оси. На рисунках ниже представлен спектр одного и того же сигнала в разных развертках по оси абсцисс.



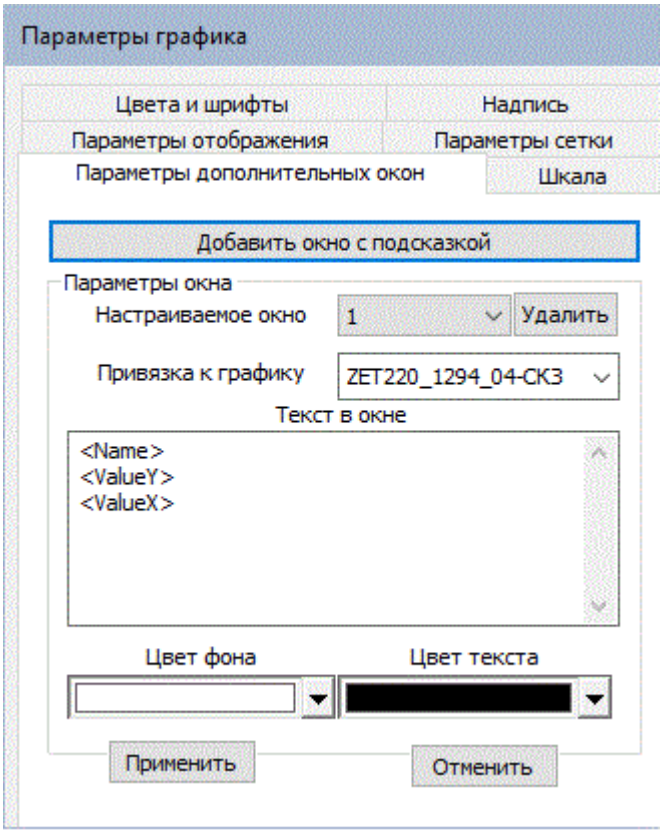
Горизонтальная шкала: равномерная



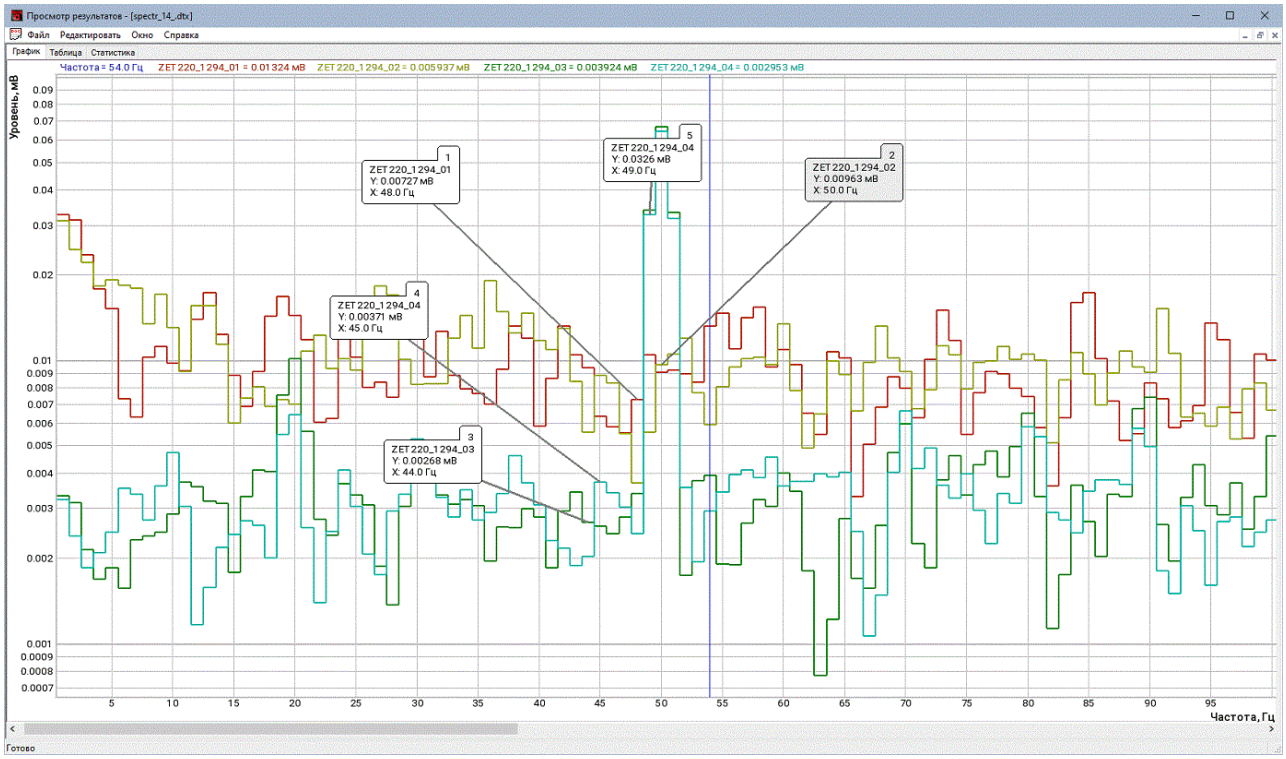
Горизонтальная шкала: логарифмическая



Горизонтальная шкала: 1/n октавная



Параметры дополнительных окон с подсказкой



Пример использования меток в Просмотре результатов.

После изменения в настройке меток и каналов, Нужно сохранить полученный *.dtx.

Сохранение измененных настроек осуществляется нажатием на кнопку *Применить*, при этом окно **Параметры** закроется, а выбранные настройки вступят в силу.

Выход из окна **Параметры** без сохранения настроек осуществляется нажатием на кнопку *Отменить*, либо на кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, либо нажатием любой кнопкой «мыши» на любое место экрана, не занимаемое окном **Параметры**.

Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы .....

Программы *ZETLAB* позволяют осуществить копирование числовых значений из окон программ, копирование графиков из окон программ, а также конвертирование графиков отображаемых в окнах программ *ZETLAB* в текстовую последовательность числовых значений, где левая колонка числовых значений соответствует значениям точек графика по горизонтальной оси, а правая – по вертикальной.

Для копирования числового значения из окна программы *ZETLAB* необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в окно программы, которая регистрирует числовые значения (например, «вольтметр постоянного тока», «энкодер» и т.п.) и нажать левую клавишу «мыши», при этом числовое значение будет перемещено в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню активируйте команду «Вставить». Зарегистрированное программой *ZETLAB* числовое значение будет скопировано в документ.

Для копирования графика из окна программы *ZETLAB* необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы (например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и нажать комбинацию клавиш на клавиатуре <*Ctrl*> + <*C*>, при этом график будет перемещен в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить» при этом график будет скопирован в документ.

Для конвертирования графика в текстовую последовательность числовых значений необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы (например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и нажать клавишу <*N*> на клавиатуре при этом последовательность числовых значений запишется в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить». Соответствующая отображаемому программой ZETLAB графику числовая последовательность значений будет скопирована в документ.

Для копирования с графика значений, соответствующих положению курсора необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы

(например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и клавишу <*T*> (в латинской раскладке клавиатуры), при этом значения, соответствующие положению курсора будут перемещены в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить» при значения будут скопированы в документ. При копировании значений, соответствующих положению курсора, копируется также сопроводительная информация, включающая информацию о названии окна программы и названия измерительного канала, по которому регистрируется информация.

альтернативным вариантом для копирования данных из буфера обмена в документ является использование комбинации клавиш <Ctrl>+<V>.

при наличии в окне программы кнопки «**Копировать график**» либо «**Копировать Рисунок**» копирование графика в буфер обмена можно выполнить путем нажатия кнопки

при наличии в окне программы кнопки «Копировать данные» копирование последовательности числовых значений графика в буфер обмена можно выполнить путем нажатия кнопки

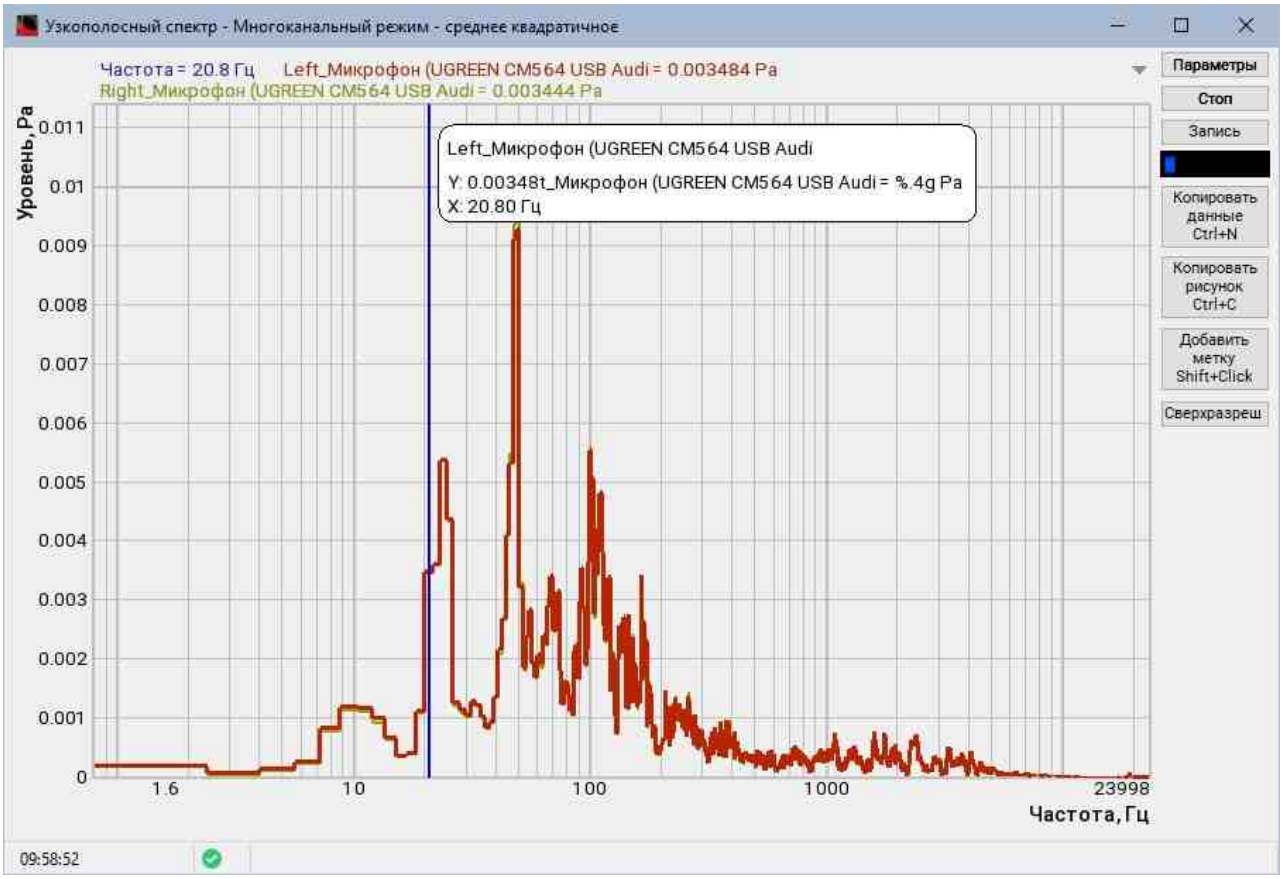
Пользовательский функционал сетки GridGl .....

При нажатии на правую кнопку «мыши» на поле графика в программах, используется ActiveX GridGl.ocx:

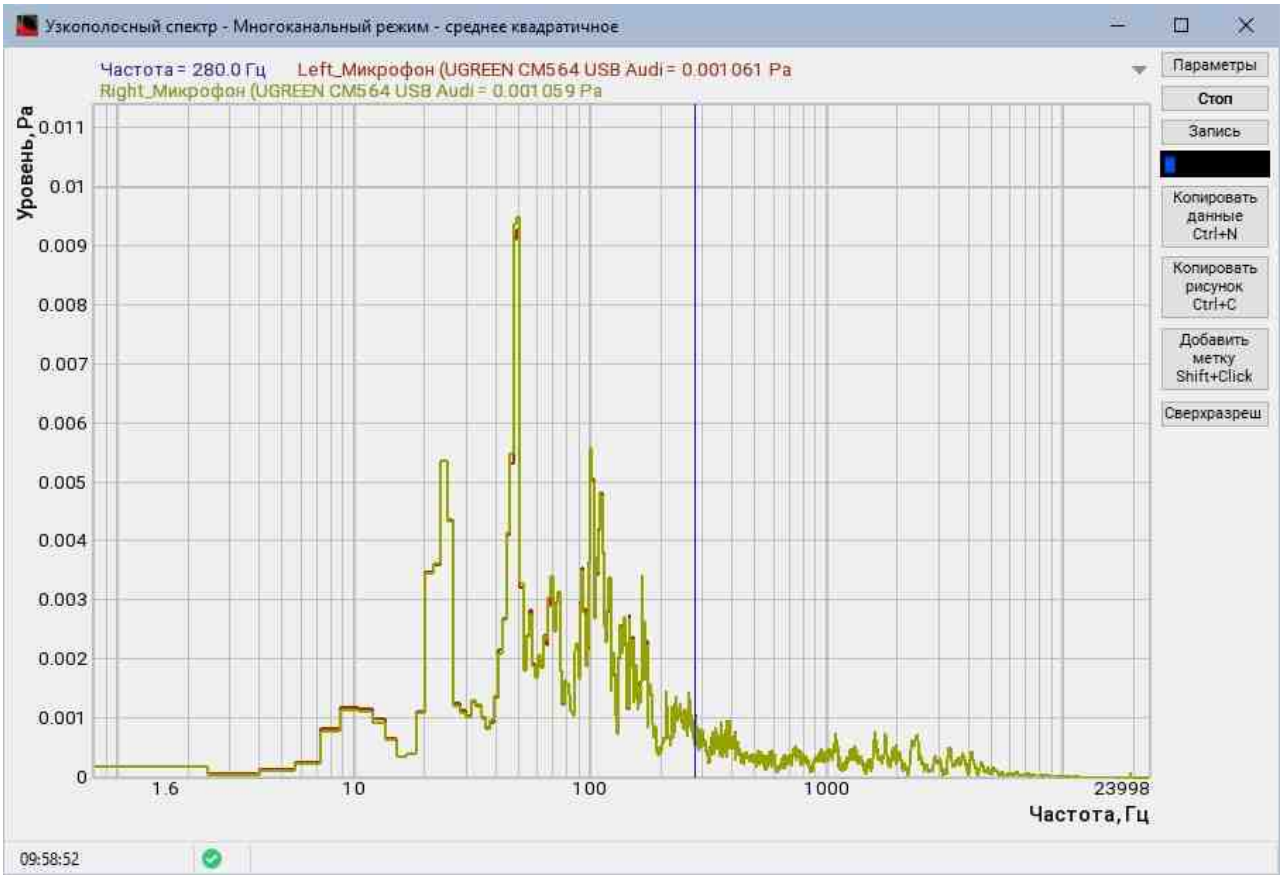
- Узкополосный спектр;
- Спектральный анализ октавной полосы;
- Взаимный узкополосный спектр;
- Взаимный долеоктавный спектр;
- Взаимный спектральный анализ октавной полосы;
- Взаимный корреляционный анализ;
- Анализ нелинейных искажений;
- Модальный анализ;
- Гистограмма;
- Детектор STA/LTA;
- Регистратор ударов;
- Анализ ударов;
- Просмотр результатов;
- Многоканальный самописец;
- Программы СУВ.

Управление курсором и масштабирование графиков

1. Назначения клавиш (их комбинаций):
    - Ctrl + “прокрутка колеса мыши” – масштабирование по двум осям относительно курсора мыши;
    - Shift + “прокрутка колеса мыши” – масштабирование по вертикали относительно курсора мыши;
    - Alt + “прокрутка колеса мыши” – масштабирование по горизонтали относительно курсора мыши;
    - “Двойной клик левой кнопкой мыши” или Ctrl + “Одиночный клик левой кнопкой мыши” – при клике по графику происходит его выделение, появляется не редактируемая метка с сопроводительной информацией (снять выделение можно, выполнив двойной клик в пустой области);

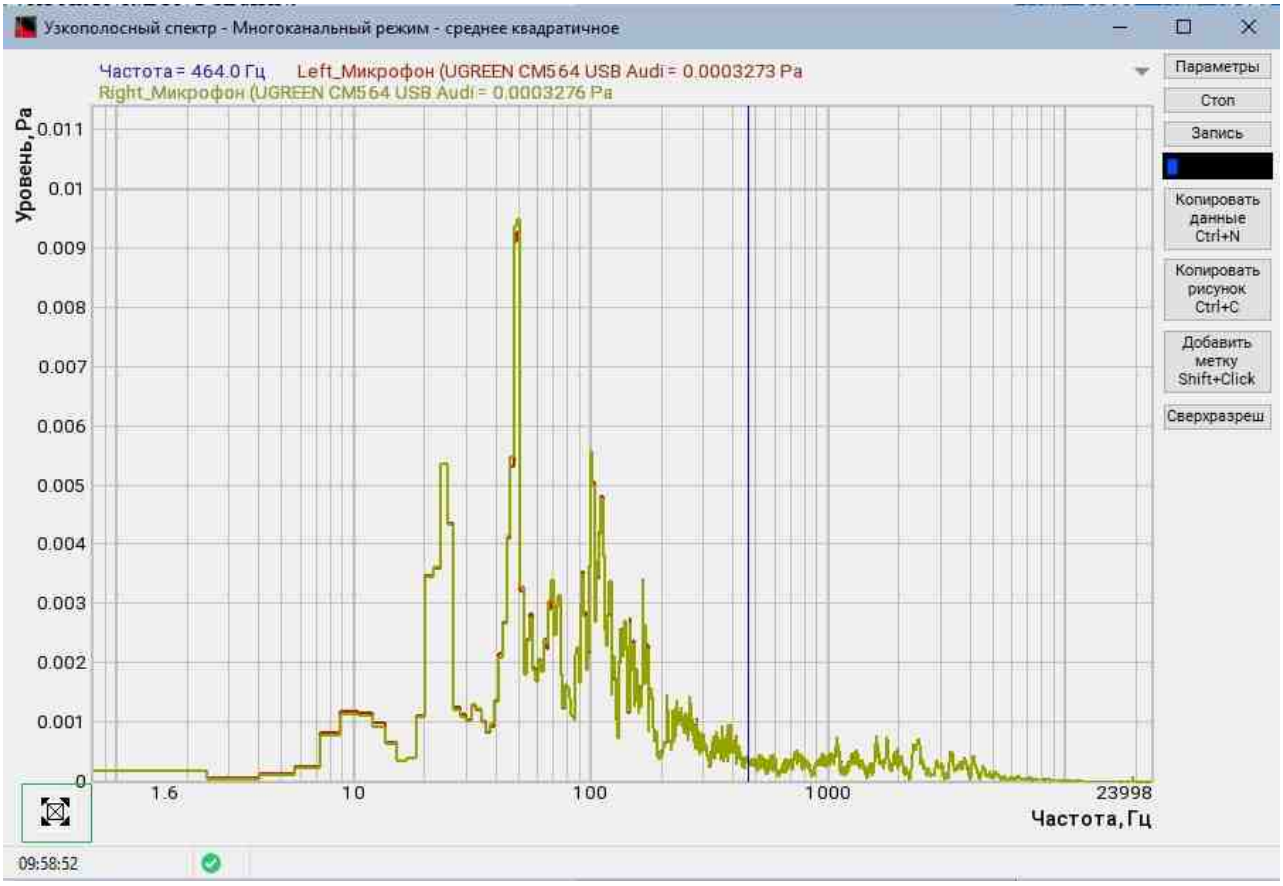


Выделенный график



Не выделенный график

- Shift + “Одиночный клик левой кнопкой мыши” – ставит редактируемую метку на выделенном графике в точке, соответствующей положению курсора мыши (если выделение отсутствует, метка не ставится. Независимо от выделения графиков метку можно поставить из контекстного меню в позицию курсора сетки);
- Alt + “Зажатие левой кнопки мыши” – перемещение сетки при перемещении курсора;
- Ctrl + “Одиночный клик левой кнопкой мыши” по  – автомасштабирование каждой из осей относительно главной.



2. **Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь».**

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель

(в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей: ↔ , ↠ , ← , → ;
- для вертикальных осей: ↕ , ↡ , ↑ , ↓ .

Символы ↔ и ↕ означают растяжение, а символы ↠ и ↡ сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы ← и → означают перемещение влево и вправо для горизонтальной оси, а символы ↑ , ↓ - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

3. **Функциональные возможности:**

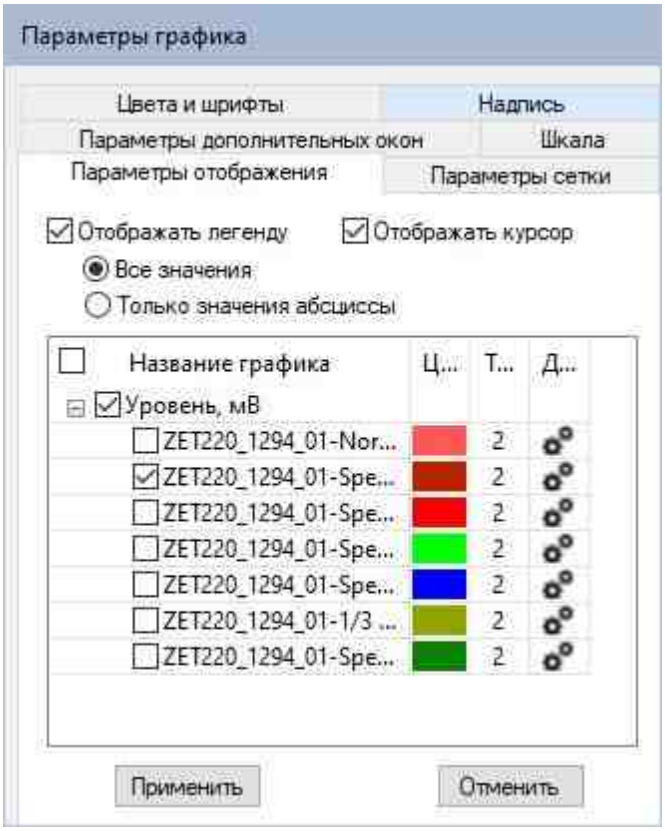
а) “Одиночный клик правой кнопкой мыши” по области сетки соответствует вызову контекстного меню. Контекстное меню открывается с активной вкладкой “Параметры отображения” (если клик произошел по области редактируемой метки, откроется вкладка “Параметры дополнительных окон”). В данной вкладке вы можете отключить отображение курсора, или легенды. Кроме того, вашему вниманию представится таблица, занимающая большую часть области вкладки. Ее функционал:

a. Первый столбец – название графика с возможностью его отображения (скрыть / показать);

b. Второй столбец – изменение цвета графика;

c. Третий столбец – изменить толщину линии графика (от 1 до 5);

d. Четвертый столбец – дополнительные настройки. Можно изменить тип линий и тип заполнения.



b) Во вкладке “Параметры дополнительных окон” появилась возможность задавать “макросы” для метки. Правый клик мыши в области редактируемого текстового поля вызывает контекстное меню:

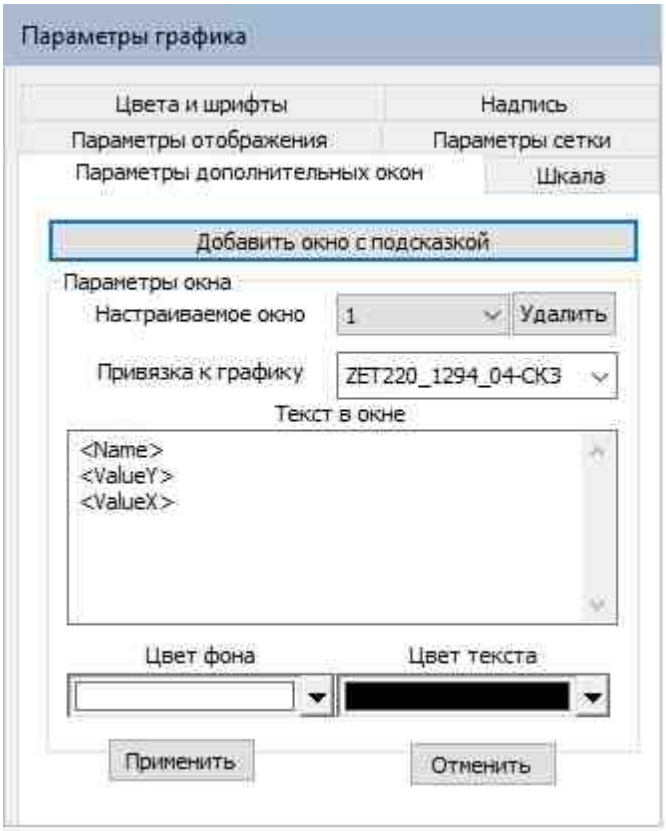
a. Название графика – отображение названия графика, к которому привязана метка;

b. Значение ординаты – значение ординаты в точке, к которой привязана метка;

c. Значение абсциссы – значение абсциссы в точке, к которой привязана метка;

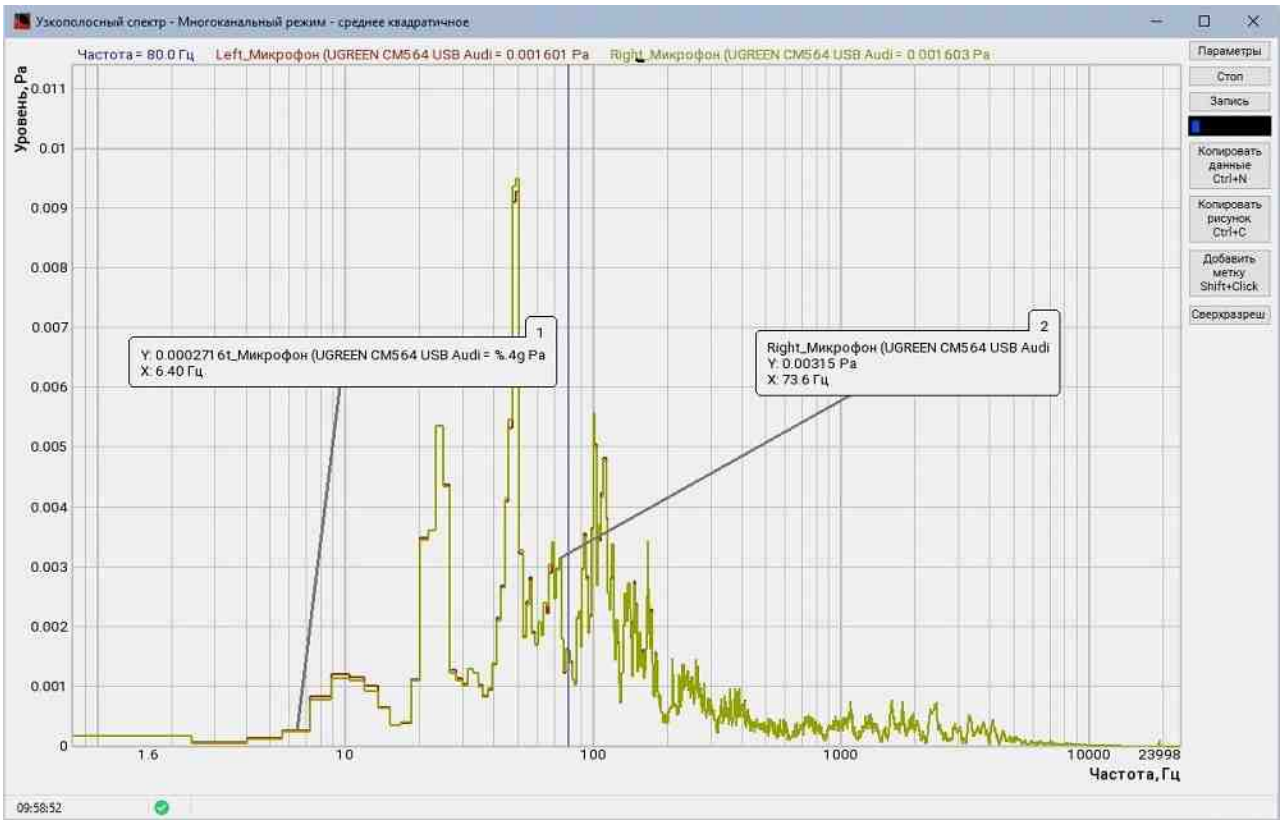
d. Дельта Y – рассчитывается дельта по ординате от текущей метки до метки, номер которой указан (Пример: <DeltaY><L2>. Дельта от текущей метки до 2-й метки);

e. Дельта X – рассчитывается дельта по абсциссе от текущей метки до метки, номер которой указан;



c) Редактируемую метку можно перемещать. Для этого необходимое ее выделить (двойной клик левой кнопкой мыши по области метки). После выделения зажать CTRL и переместить курсор мыши в интересующую вас позицию (при этом будут автоматически пересчитываться добавленные в нее значения, соответствующие определенным макросам). Двойной клик левой кнопкой вне

области метки снимает ее выделение. Кроме того, метку можно удалить, выделив ее и нажав кнопку ‘’delete” (либо из контекстного меню).



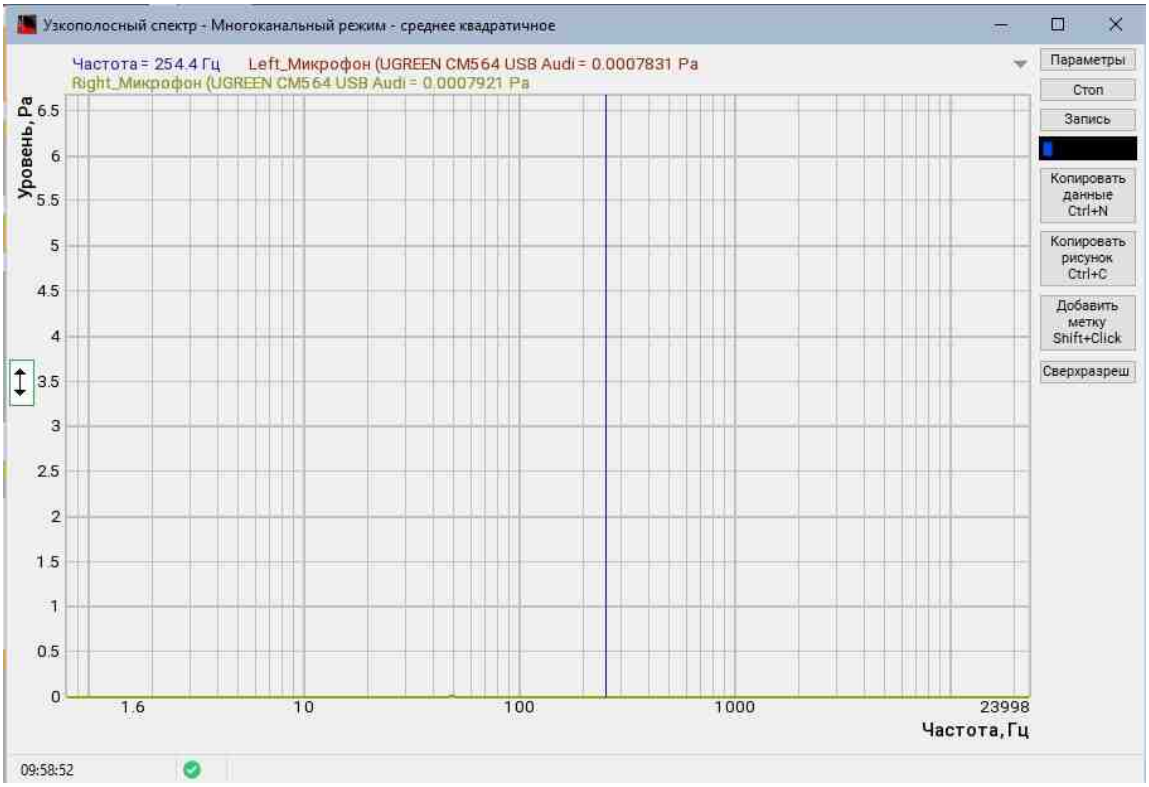
Графики с подсказками

d) В GridGl при работе с правильным отображением графиков используются пределы (упоры) по оси X и по оси Y для автомасштабирования графика. Для проверки установки правильности упоров:

- Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель

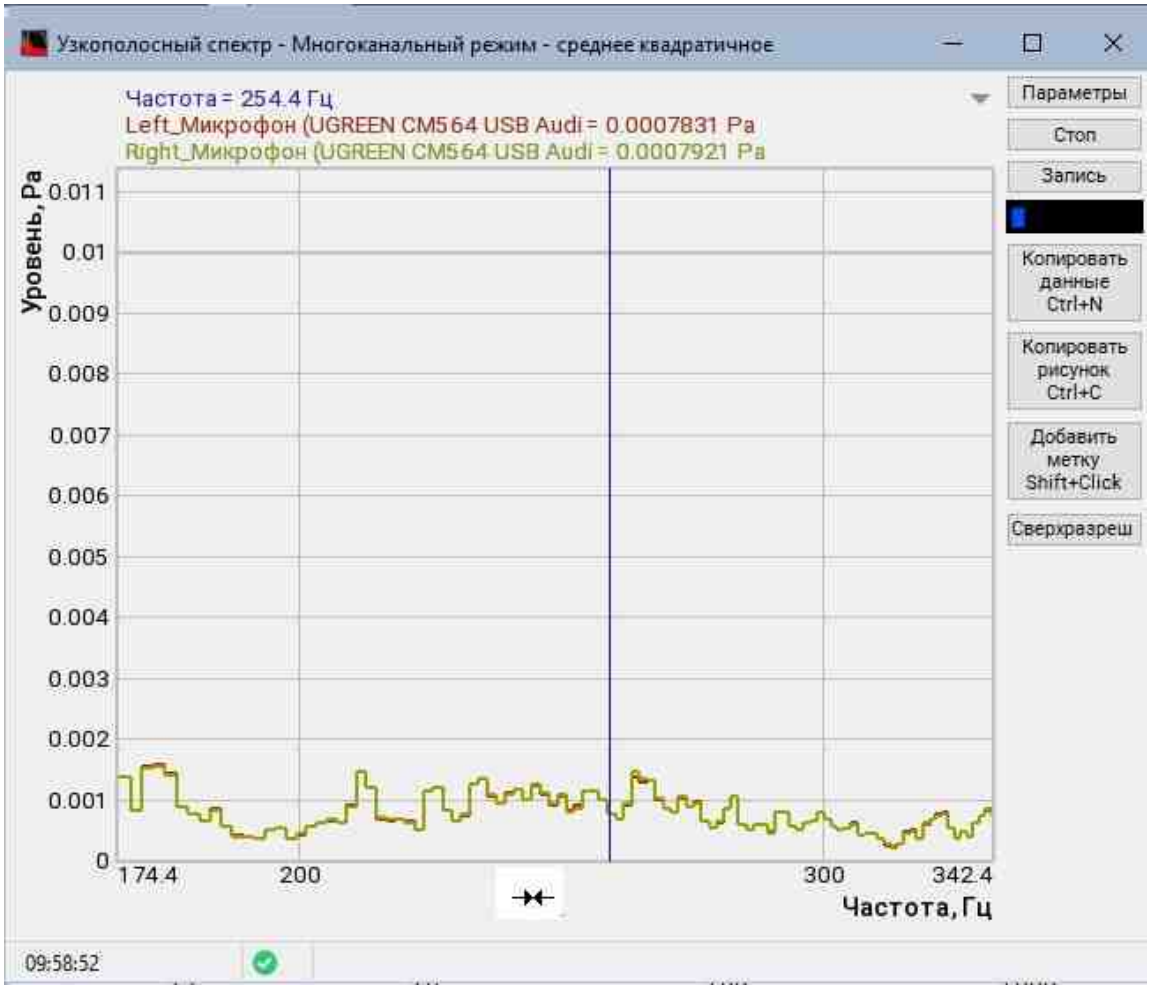
(в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид указанный на рисунке.

1) Нажимаем несколько раз и добиваемся, чтобы по оси Y установились числовые значения от минимального к максимальному.

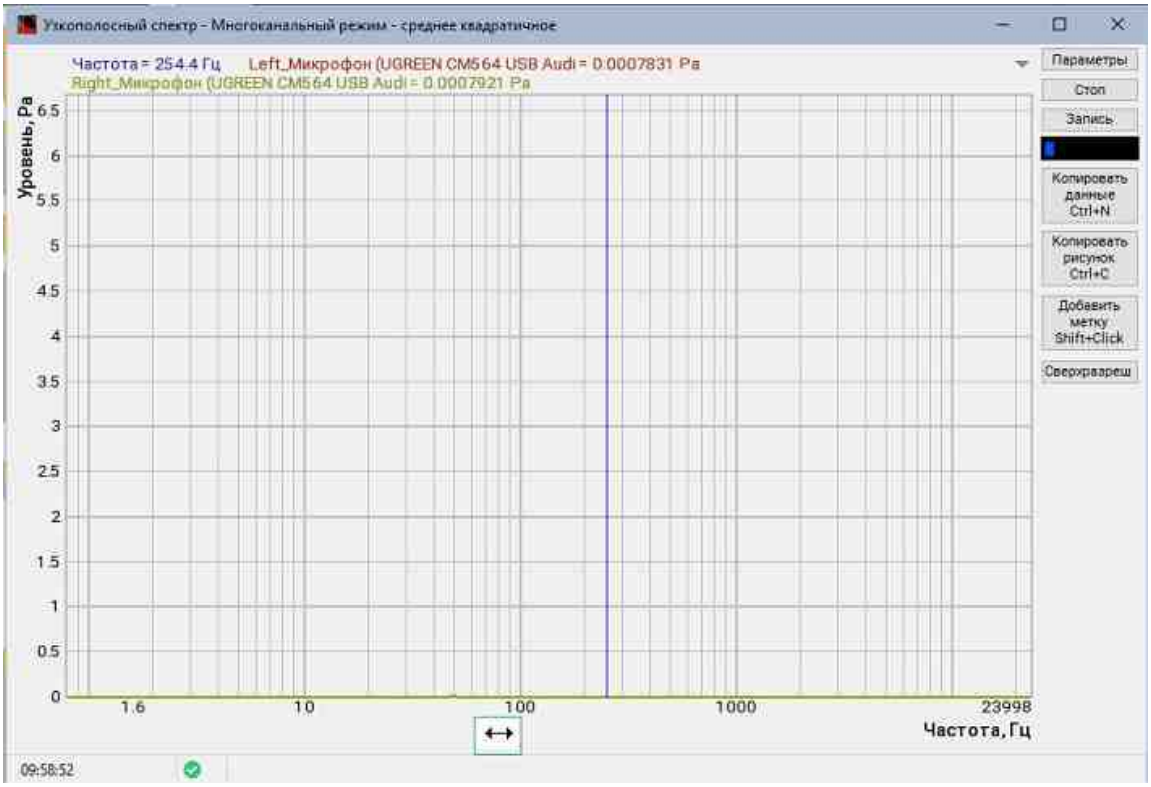


Максимально допустимое значение графиков по оси Y

2) Нажимаем несколько раз и добиваемся, чтобы по оси X установились числовые значения от минимального к максимальному.

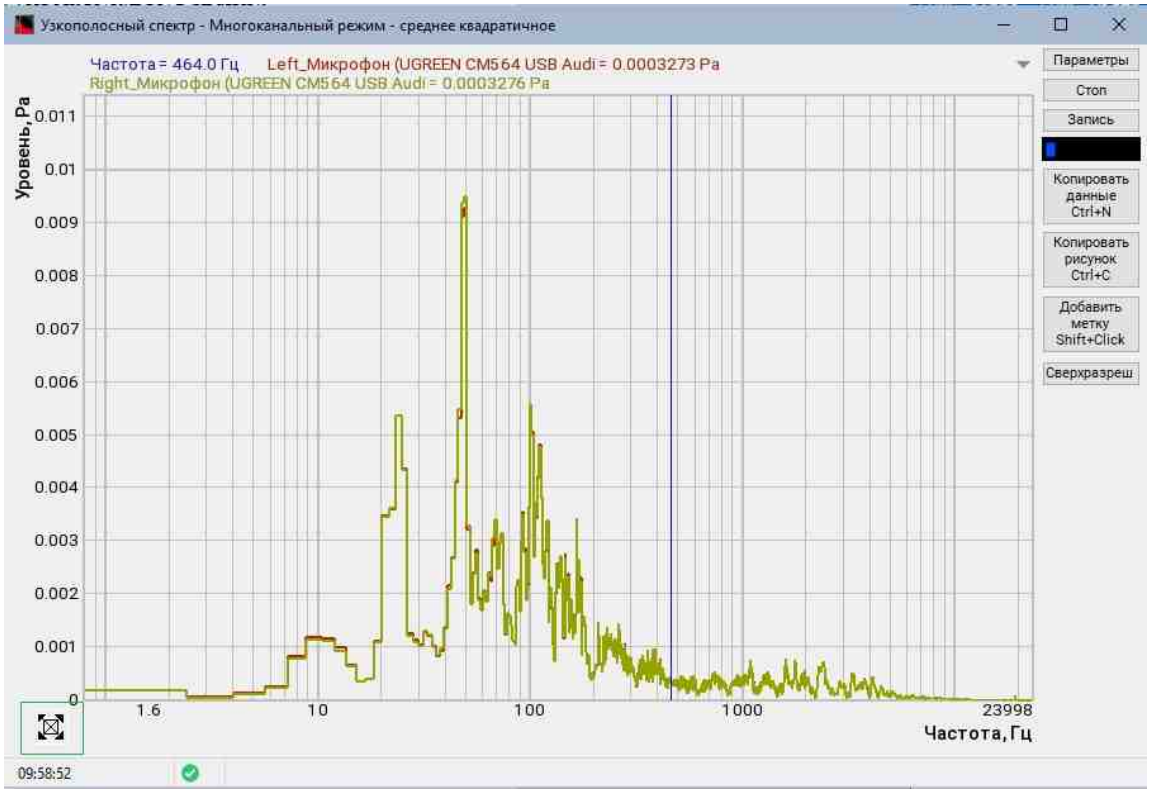


Не большие значения графиков по оси X



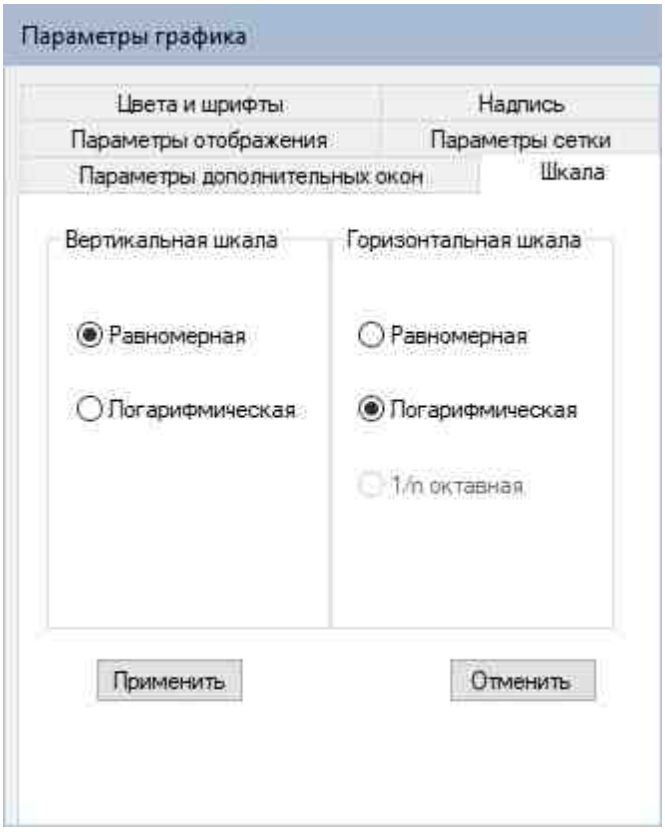
Максимально допустимое значение графиков по оси X

3) Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».



Автомасштабирование

4) Использование пределов (упоров) по оси X и по оси Y для автомасштабирования графика во всех шкалах отображения.



Допустимые шкалы отображения

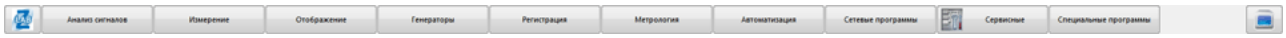
Панель управления ZETLAB

Панель управления **ZETLAB** — это программа, позволяющая быстро найти нужный инструмент в виртуальной лаборатории **ZETLAB**. Панель управления **ZETLAB** также предоставляет пользователю средства для удобной работы: прямой доступ к записанным файлам и настройкам, функции авторазмещения окон программ и сохранения рабочих проектов, возможность работать в многоэкранном интерфейсе.

В процессе установки программного обеспечения **ZETLAB** на рабочем столе и в меню Пуск ОС Windows создается ярлык для запуска панели **ZETLAB**:



При запуске панели управления **ZETLAB** она располагается в верхней части рабочего стола ОС Windows, а ее значок - в системном трее.



Панель управления ZETLAB



Значок панели ZETLAB в системном трее

Панель управления **ZETLAB** представляет собой горизонтальную панель с главным меню, меню запуска различных программ и меню работы в многоэкранном интерфейсе:



Фрагмент панели ZETLAB

Количество меню запуска программ **ZETLAB** зависит от типа используемого ZET-прибора.



ГЛАВНОЕ МЕНЮ
Позволяет сохранять/открывать проекты, вызывать диспетчер программ ZETLAB, просматривать пути конфигурации текущего пользователя.



АНАЛИЗ
Программы для проведения различного вида анализа сигналов: спектральный, порядковый, модальный, корреляционный и т.д.



ИЗМЕРЕНИЕ
Программы-приборы, предназначенные для измерения электрических параметров сигналов: вольтметры, частотомер, тахометр, энкодер, тензометр и т.д.;



ОТОБРАЖЕНИЕ
Программы для визуализации сигналов на плоскости и в объеме, а также программы для работы с записанными данными, позволяющие, например, просматривать разные записи в одном окне.



ГЕНЕРАТОРЫ
Программы генераторов сигналов, генераторов с обратной связью и утилиты к ним



РЕГИСТРАЦИЯ
Программы из состава средств регистрации и воспроизведения сигналов



МЕТРОЛОГИЯ
Программы (scada-проекты) для метрологических исследований, поставляются только с системой управления вибростендами



АВТОМАТИЗАЦИЯ
Программы для автоматизации измерений и АСУ ТП

СЕТЕВЫЕ
Программы для приёма/передачи данных по сети

СЕРВИСНЫЕ
Программы для настройки и конфигурирования измерительных трактов и т.п.



СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ ОБ ОШИБКАХ
информирует пользователей о состоянии подключенных к компьютеру устройств производства ООО «ЭТМС»

Главное меню панели ZETLAB

ZetLab - это не программа, а набор программ (ПО ZetLab), включающий в себя более 100 различных программ. В состав ПО ZetLab также входит SCADA-система ZetView, которая реализована в виде программы ZetView.exe, и которая предназначена для разработки проектов на основе собственных компонентов. Разработанные проекты хранятся в текстовых файлах с расширением "zvx". Проекты SCADA-системы ZetView можно компилировать в исполняемый код, т.е в exe-программы. В этом случае можно считать, это эти программы являются дополнительными программами в ПО ZetLab. Все программы ПО ZetLab (основные и дополнительные) работают с одними и теми же каналами Zet-сервера, который является служебной программой ПО ZetLab, которая запускается всегда в одном экземпляре и в скрытом режиме.

Главное меню панели управления **ZETLAB** позволяет:

Управление проектами ZETLAB:

- демонстрационный проект...
- открыть директорию сохранения файлов конфигурации,
- сохранять и запускать сохраненные проекты,

Дополнительно:

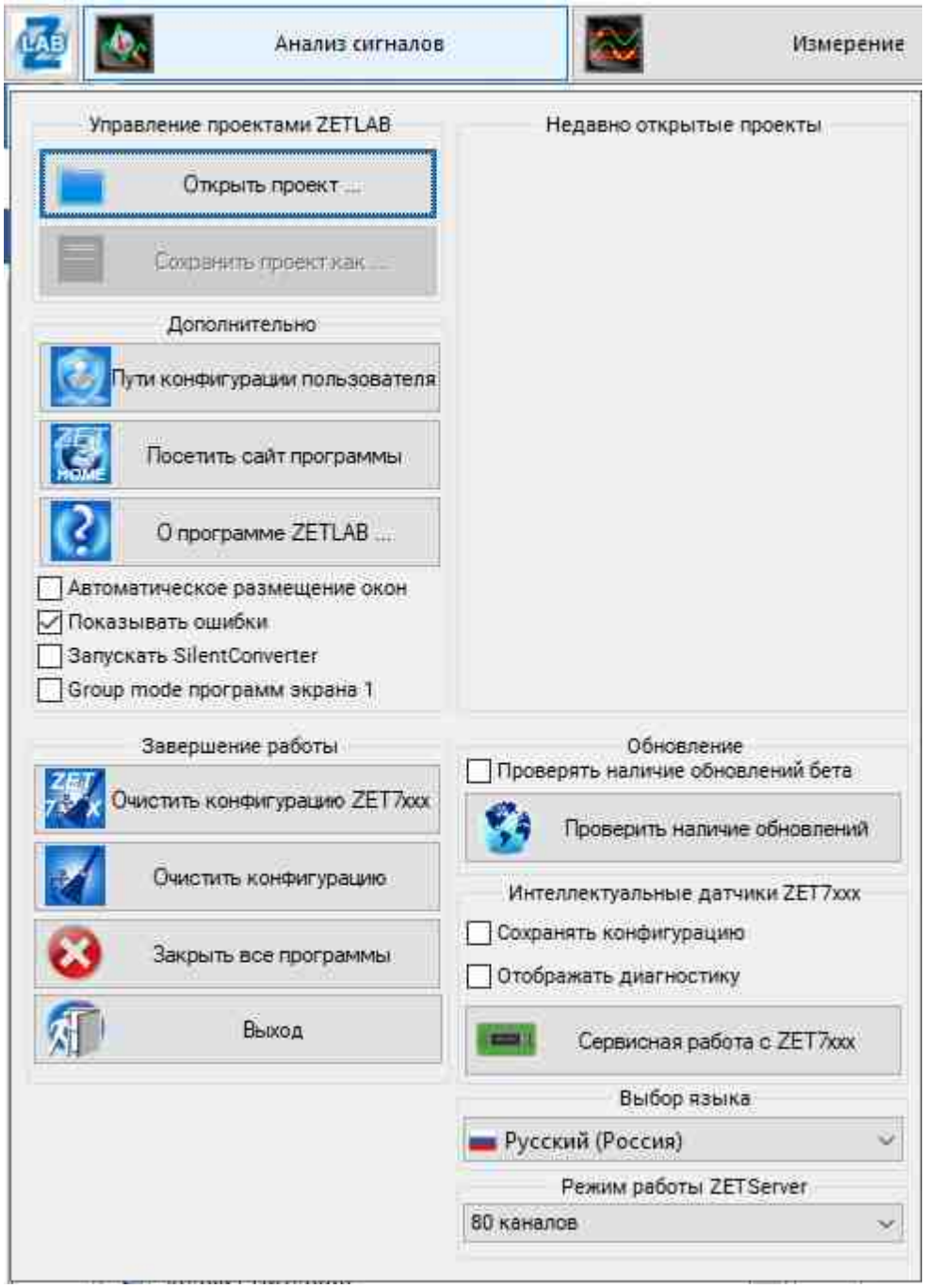
- изменять и сохранять "Пути конфигурации пользователя".
- посетить сайт программы: https://zetlab.com.
- открыть информацию о программе,

- включать/отключать функцию автоматического размещения окон программ **ZETLAB**,
- сохранять конфигурацию интеллектуальных датчиков.
- показывать ошибки.
- запускать SilentConverter.

Завершение работы:

- закрыть все запущенные программы **ZETLAB** и панель управления **ZETLAB**.
- выход из программы.

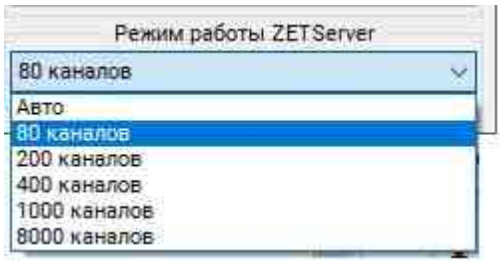
- проверять наличие обновлений beta.
- проверить наличие обновлений release.
- очистить конфигурацию.
- сервисная работа с ZET7xxx.
- язык Language Ideoma.
- режим работы ZETServer.



Панель управления ZETLAB: главное меню

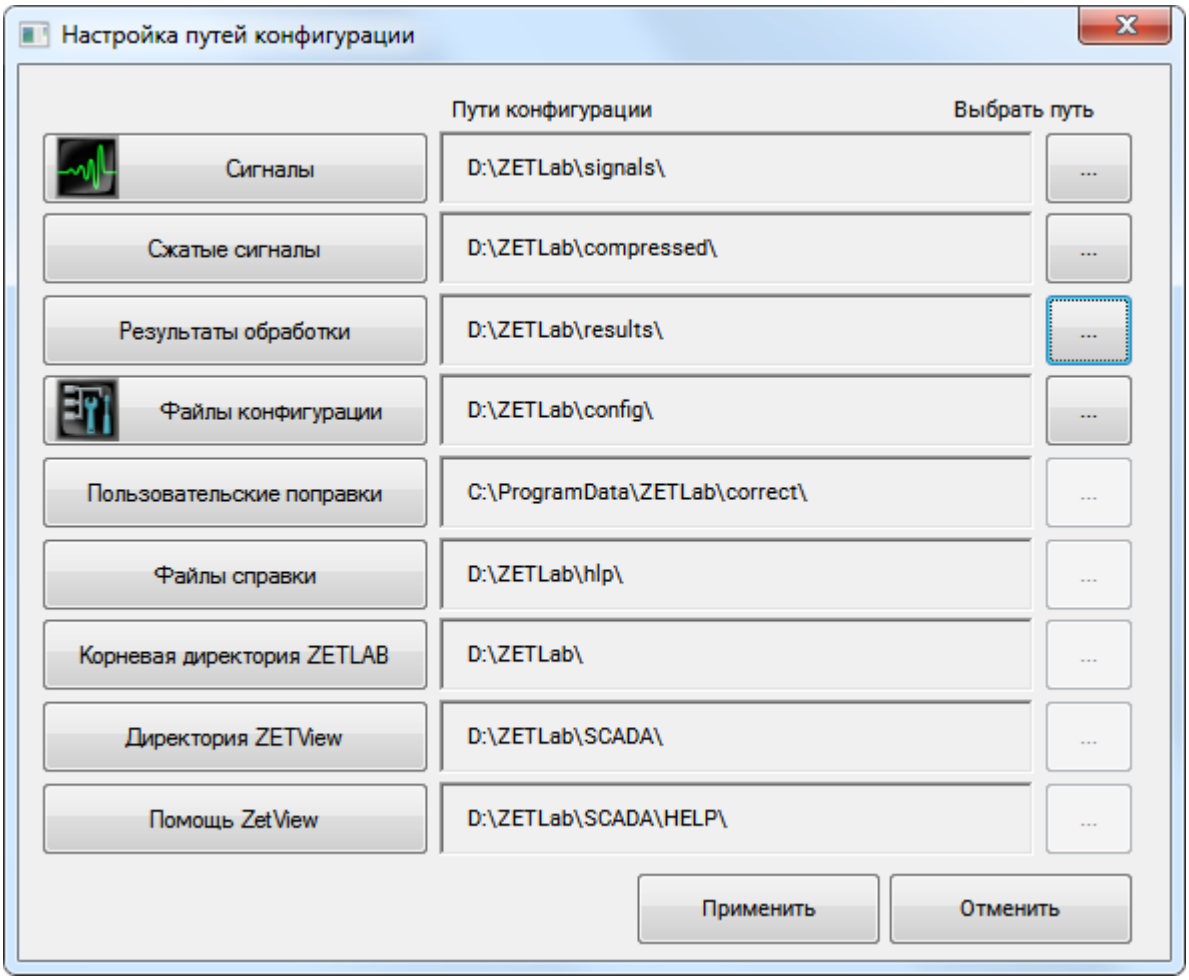
Режим работы ZETServer работает в одном из 5 возможных режимах, которые отличаются максимальным количеством каналов (80 каналов, ...). Режим работы Zet-сервера отображается только в программе "Время ZETServer". В окне этой программы в верхней строке напротив текста "Количество каналов ZetServer" отображаются два числа через "/", например "2/80". Это значит, что в ДАННЫЙ момент у Zet-сервера имеются 2 канала из 80 возможных. Изменить режим работы Zet-сервера можно только в окне Zet-панели, которое открывается по клику на самой левой кнопке Zet-панели. Речь об элементе "Режим работы ZetServer". Изменение в этом элементе НЕ ЯВЛЯЕТСЯ КОМАНДОЙ ДЛЯ НЕМЕДЛЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ, а всего лишь командой, которая будет выполнена при

следующем старте Zet-сервера. Это сделано специально, т.к. изменять режим работы Zet-сервера при работающих программах ПО ZetLab (основных и/или дополнительных) ЗАПРЕЩЕНО. Для успешной замены режима работы необходимо закрыть ВСЕ программы ПО ZetLab, работающие с Zet-сервером, включая программу ZetView.exe (Zet-сервер при этом закроется сам).



Файлы конфигурации пользователей

Файлы конфигурации пользователей отображаются в окне **Настройка путей конфигурации**, которая запускается командой *Пути конфигурации* из главного меню панели **ZETLAB**. Путь к файлам отображается в поле *Пути конфигурации*, слева от пути располагается кнопка, позволяющая открыть соответствующую директорию, справа - кнопка, позволяющая ее изменить (выбрать другую папку).



Настройка путей конфигурации пользователей

Директория *Сигналы* предназначена для сохранения файлов сигналов, записываемых программой **Запись сигналов**. Сигналы сохраняются в двоичном виде (файл в формате "ana") в паре файлом-описателем (в формате "anp").

Директория *Сжатые сигналы* предназначена для сохранения сжатый файлов Тренд для работы программ **ZETLAB**.

Директория *Результаты обработки* предназначена для сохранения файлов результатов работы программ **ZETLAB**. Файлы сохраняются в формате "dtu" и могут открываться программами **Галерея сигналов** и **Просмотр результатов**, а также любым текстовым редактором.

В директории *Файлы конфигурации* хранятся файлы с настройками программ **ZETLAB**. Это значительно упрощает работу с **ZETLAB**, поскольку не требует от пользователя ежедневной настройки программ - даже при использовании нескольких экземпляров программ, при их последующем запуске каждая программа "помнит" свои настройки.

В директории *Пользовательские поправки* хранятся файлы калибровки измерительных каналов и каналов генераторов используемого ZET-прибора.

Директория *Файлы справки* содержит файл-справку (данное руководство оператора в формате "chm") по программному обеспечение **ZETLAB** и примеры, используемые в данном руководстве оператора.

В *корневой директории* ***ZETLAB*** хранятся файлы всех программ **ZETLAB** и используемым ими компонентам.

В *директории* ***ZETView*** хранятся файлы, используемые SCADA системой **ZETView**, а также примеры программ, реализованные в **ZETView** (запускаются из меню "Специальные программы" панели управления **ZETLAB**).

В директории *Справка* ***ZETView*** содержится файл-справка по **ZETView** (руководство пользователя) с используемыми примерами.

Примечание: SCADA система ***ZETView*** *поставляется с ZET-прибора опционно.*

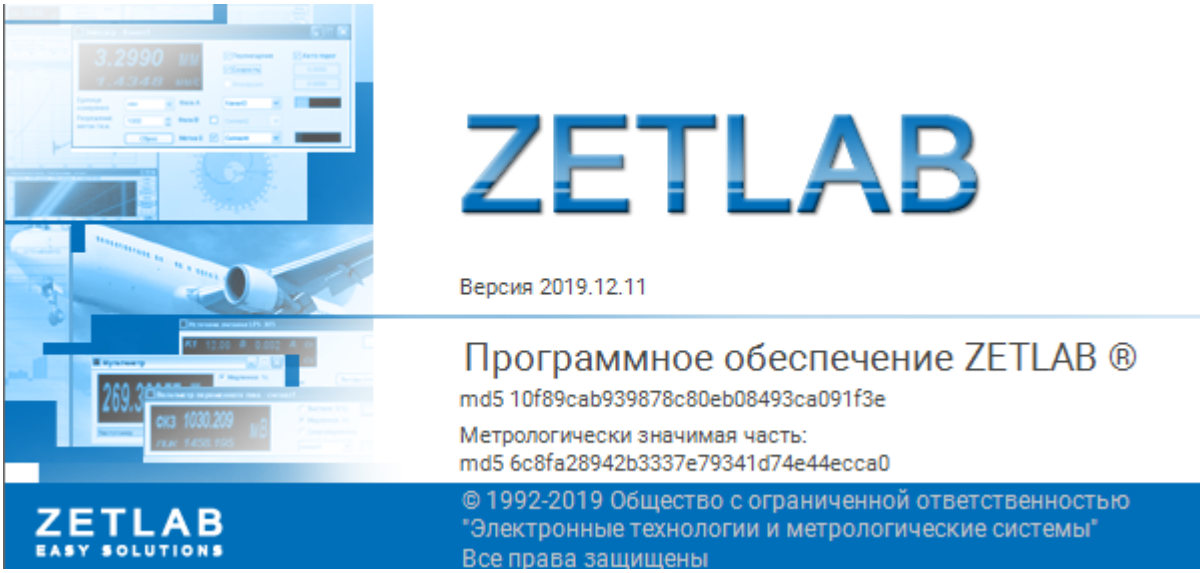
Внимание! Изменения в настройках путей конфигурации пользователей вступают в силу только после нажатия кнопки "Применить", иначе выбранные пути не вступят в силу.

Сайт программы

Команда *Посетить сайт программы* запускает браузер, используемый по умолчанию, и переходит на сайт производителя продукции **ZETLAB**: https://zetlab.com.

О программе

Функция *О программе* главного меню панели **ZETLAB** вызывает окно с информацией о программном обеспечении **ZETLAB**: обозначение, номер версии, цифровой идентификатор (контрольная сумма исполняемого кода).



Окно "О программе"

Автоматическое размещение окон

Функция автоматического размещения окон предназначена для автоматического размещения окон запускаемых пользователем программ **ZETLAB** на экране монитора, что позволяет экономить время при запуске большого числа программ **ZETLAB** и максимально эффективно использовать все рабочее пространство. В зависимости от количества и типа запускаемых программ их окна размещаются по всей полезной площади экрана монитора.

Флаг **Автоматическое размещение окон** при старте ZETLAB взведен.

Существуют 2 типа окон программ:

- автоматически масштабируемые по всей полезной площади (например, программы типа **Многоканальный осциллограф**, **Узкополосный спектральный анализ**);
- имеющие привязку к левому верхнему краю экрана монитора (например, программы типа **Вольтметр переменного тока**, **Генератор сигналов**).

При выключенной функции *Автоматическое размещение окон* окна запускаемых программ располагаются в центре экрана. Пользователь по своему усмотрению может задавать размеры и положение окон программ на рабочем столе ОС Windows.

Функция *Автоматическое размещение окон* включается/отключается в главном меню панели **ZETLAB**.

Проекты ZETLAB

Проект **ZETLAB** — это набор программ **ZETLAB**. при сохранении проектов **ZETLAB** сохраняется не только перечень программ, но также их настройки и размещение.

Сохранение проектов **ZETLAB** и последующую их загрузку удобно использовать при большом количестве запущенных программ и настройке этих программ, а также при каждодневных однотипных измерениях. Один раз, запустив все необходимые программы и настроив их должным образом, сохраняется проект **ZETLAB**. В дальнейшем просто достаточно загрузить сохраненный ранее проект и все программы, которые были запущены и настроены перед сохранением проекта **ZETLAB**, будут запущенны с такими же

настройками и расположением на экране (экранах), как и в момент сохранения этого проекта.

При сохранении проекта все запущенные программы, их настройки и параметры сохраняются в файл с расширением *.zpx. Можно записать несколько различных проектов **ZETLAB** в различные файлы. Проекты **ZETLAB** сохраняются как в одноэкранном, так и в многоэкранном режимах.

Для сохранения проекта необходимо в контекстном меню выбрать команда *Сохранить проект*, после чего откроется окно **Сохранить проект…**. В окне **Сохранить проект…** необходимо ввести имя проекта (имя файла) и нажать кнопку *Сохранить*, после чего проект будет сохранен в указанную директорию. По умолчанию имя файла проекта Project_01.zpr. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Пользователь может сам назначать директорию для сохранения проектов, но при каждом новом сохранении проекта **ZETLAB** будет предложена для сохранения директория по умолчанию.

Показывать ошибки

Выводит сообщения об ошибках в программах в трей и пишет в Журнал ошибок ZETLab.

Сохранить config интеллектуальных датчиков

Сохраняет config интеллектуальных датчиков.

Закрыть все программы. Позволяет закрыть сразу все работающие программы и службы запущенные в ZETLAB, удобно использовать, например, перед установкой нового setup.

Завершение работы

Главное меню панели **ZETLAB** также содержит команды *Закрыть все программы* и *Выход*. Функция *Закрыть все программы* закрывает все запущенные программы **ZETLAB**, кроме панели **ZETLAB**. Команда *Выход* закрывает все программы **ZETLAB**, включая панель **ZETLAB**.

Флаг Проверять наличие обновлений beta

Позволяет пользователю узнавать об обновлении версии setup beta на ftp, с полным перечнем обновлений и дополнений.

При обновлении на ftp Release setup программа сообщит о его появлении и без наличия флага ***Проверять наличие обновлений beta***, также с перечнем обновлений и дополнений.

Проверить наличие обновлений, Позволяет сразу узнать об обновлениях setup на ftp.

Очистить конфигурацию, Позволяет все очищать все конфигурации, которые расположены C:\Users\...\Documents\ZETLab\config, без перемещения в корзину.

Предупреждение. Перед нажатием данной кнопки, если имеются личные папки с конфигурацией перенести в другие папки.

Сервисная работа с ZET7xxx, Позволяет вызвать программу. SensorWork.exe.

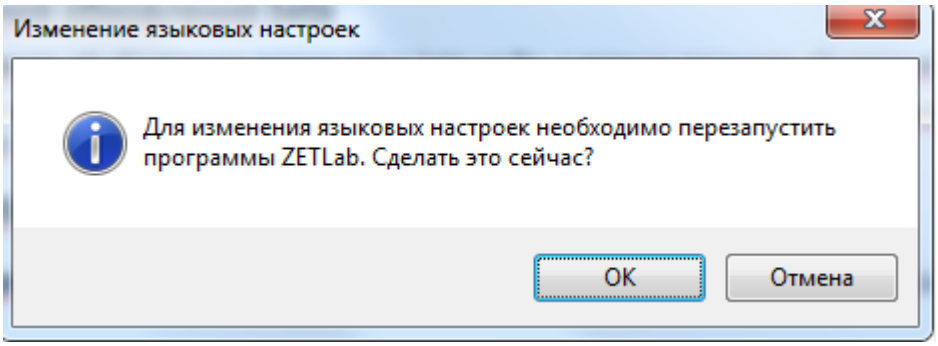
Программа предназначена для персонала, осуществляющего настройку, наладку и обслуживание измерительных систем на базе ZETSENSOR.

В программе возможны действия по:

- обновлению внутреннего программного обеспечения цифровых датчиков,
- диагностике работы автоматизированных систем сбора информации, построенных на базе модулей ZET7xxx,
- настройке OPC-сервера, содержащего регистры цифровых датчиков в виде тегов с помощью программы «Сервисная работа с ZET7xxx» как на этапе построения, так и в процессе работы.

Язык Language Ideoma: Позволяет выбрать один из поддерживаемых языков: Русский, Английский, Испанский.

После подтверждения в сообщении происходит перезапуск всех программ на другом языке.



Многоэкранный интерфейс .....

Функция *Многоэкранный интерфейс* предназначена для создания эффекта использования до 10-ти рабочих экранов.



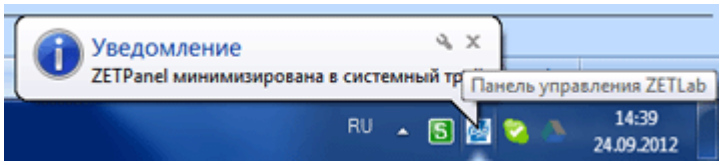
Многоэкранный интерфейс

Меню переключения экранов располагается в правой части панели **ZETLAB**. Задействованный экран отмечен флагом, все запускаемые программы отображаются в нем. При переходе на другой экран, окон программ, запущенных на других экранах, не видно, в том числе не отображаются значки программ в панели задач ОС Windows. В этом и заключается удобство работы в многоэкранном интерфейсе - программы, предназначенные для предварительной обработки сигналов (например, **Фильтрация сигналов**) или измерения параметров сигналов (например, **Виброметр**), можно запустить на одном экране, а **Многоканальный осциллограф**, в котором отображаются результаты измерений - в другом. Таким образом, программы, необходимые для обработки сигналов, но не несущие пользователю полезной информации, могут работать в "скрытом" режиме и сгруппированы по экранам в зависимости от своего назначения и функций, выполняемых в конкретном случае. А программы, с которыми оператор ведет непосредственную работу, выведены на

отдельный экран, в котором используется максимум полезной площади рабочего стола ОС Windows.

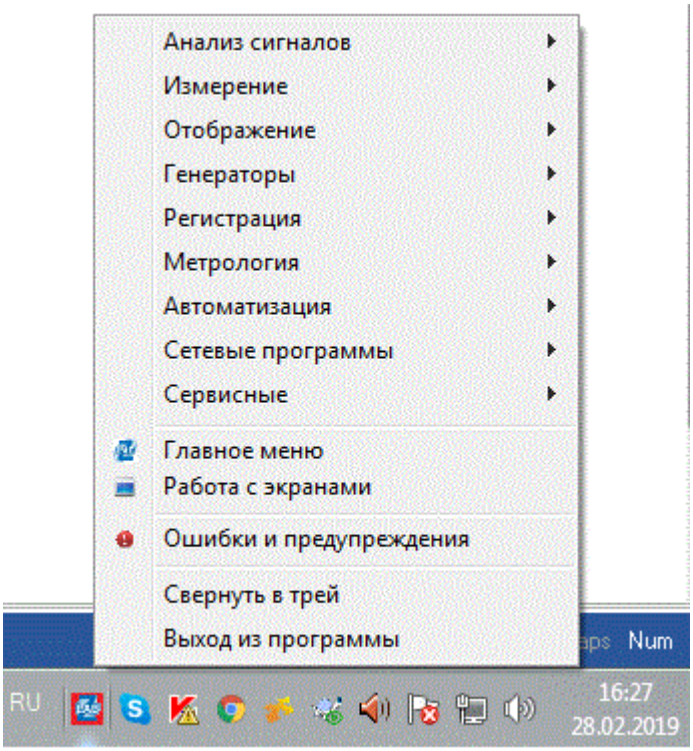
Свернуть в трей

При выборе команды *Свернуть в трей* панель **ZETLAB** сворачивается в системный трей, при этом появляется уведомление:



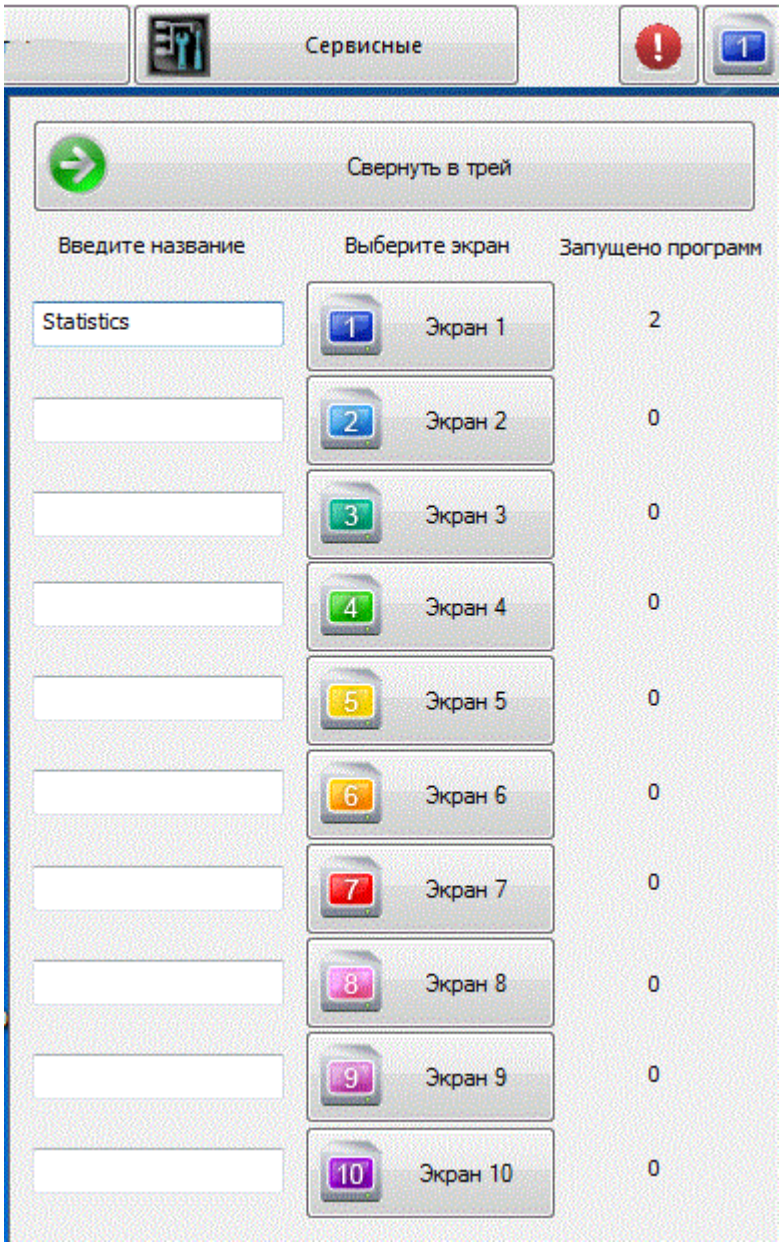
Уведомление о минимизации панели ZETLAB в системный трей

При нажатии на значок панели **ZETLAB** в системном трее открывается меню панели **ZETLAB** в компактном виде (меню вызывается вне зависимости от того, свернута панель **ZETLAB** в трей или нет):



Меню панели ZETLAB, открываемое из системного трея

Для восстановления положения панели **ZETLAB** в верхней части рабочего стола ОС Windows, необходимо в меню панели **ZETLAB**, вызываемом из системного трея, выбрать пункт *Работа с экранами*, и в открывшемся окне команду *Развернуть программу*.



Меню панели ZETLAB, выбор экрана на котором будут отображаться выбранные программы

Назначение панели управления ZETLab .....

Запуск программ ***ZETLab*** осуществляется при помощи ***панели управления ZETLab***



Рис. 3,1 Программа ZETLab осуществляется при помощи панели управления ZETLab

Панель управления ***ZETLab*** (далее – панель ***ZETLab***) представляет собой горизонтальную панель (Рис. 3.1), располагающуюся в верхней части экрана. В левой части панели ***ZETLab*** находятся кнопки меню групп программ и служебные пиктограммы.

Для запуска какой-либо программы нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего меню (группы программ), из развернувшегося списка программ этого раздела выбрать нужную и нажать на нее левой кнопкой «мыши».

Каждое меню группы программ содержит список программ, отображаемый при нажатии левой клавишей «мыши» на кнопку вызова меню группы программ на панели ***ZETLab***. В раскрывающемся меню группы программ рядом с названиями программ находятся пиктограммы, **позволяющие быстро связать команду запуска программы с ее графическим изображением**. При активной панели ***ZETLab*** (активной панель становится после нажатия левой клавишей «мыши» на свободном от кнопок месте панели ***ZETLab***), подводя курсор «мыши» к кнопкам меню групп программ появляется всплывающая подсказка с отображенным в ней полным названием группы и списком располагающихся в этой группе программ.

Запуск панели ZETLab .....

Панель ZETLab можно запустить несколькими способами:

- двойным нажатием левой кнопкой «мыши» на ярлык запуска программы  , расположенного на рабочем столе операционной системы Microsoft Windows (далее – ОС Windows)
- из меню Пуск панели задач ОС Windows выбором команды **Программы а ZETLab а ZETLab** (Рис. 3.2).
- при помощи исполняемого файла **ZETLab.exe** из директории C:\ZETLab\.

При запуске панели ***ZETLab*** ее значок появится в области уведомлений панели задач Windows (Рис. 3.3) и произойдет автоматическая загрузка сигнального процессора подключенного внешнего модуля, производимого ООО "Электронные технологии и метрологические системы". При этом в нижнем правом углу экрана появляется всплывающая подсказка (Рис. 3.4), информирующая о том, что сигнальный процессор загружен. Данная всплывающая подсказка будет появляться при установке признака автоматической загрузки сигнального процессора в файле конфигурации ***ZETPanel.cfg*** панели ***ZETLab***. Файл конфигурации ***ZETPanel.cfg*** панели ***ZETLab*** будет описан ниже.

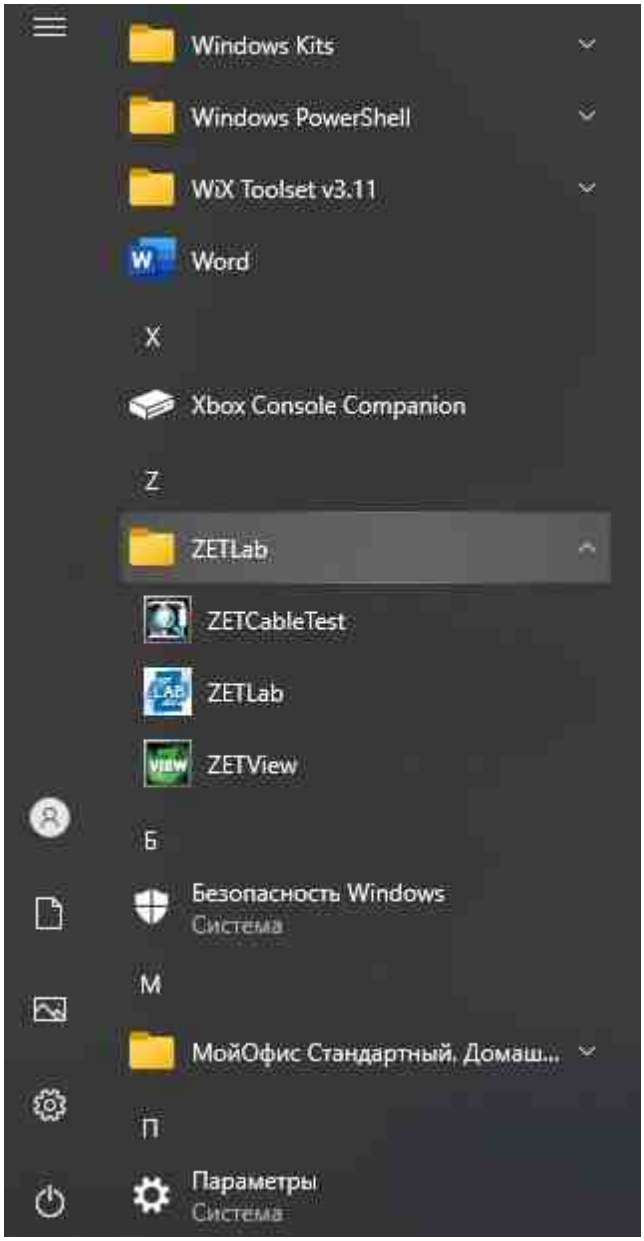


Рис. 3.2 Пуск панели задач ОС Windows выбором команды **Программы a ZETLab a ZETLab**



Рис. 3.3 Панель инструментов



Рис. 3.4 Раскрытие окна панели инструментов

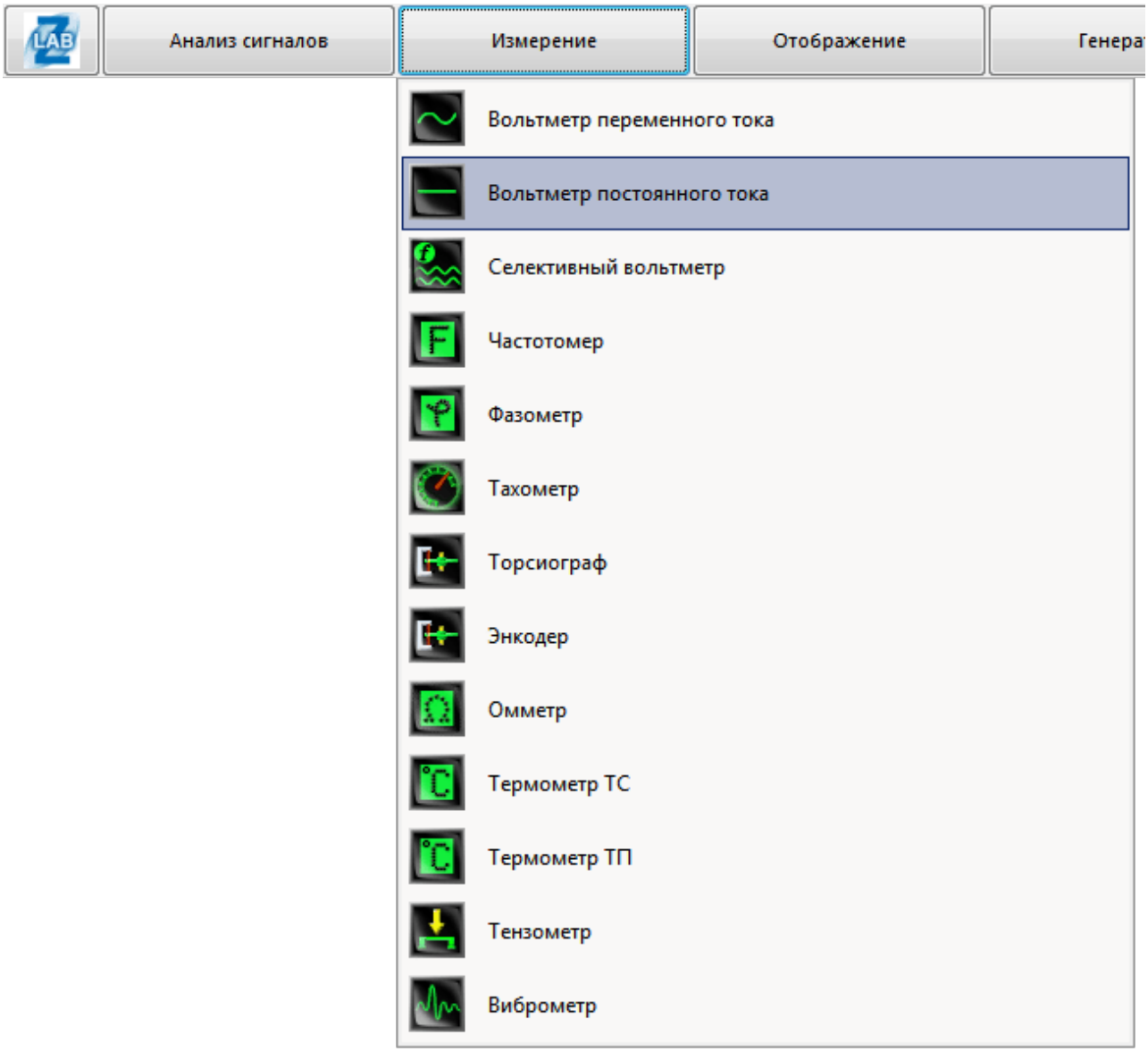
Меню запуска программ .....

Основную часть панели **ZETLAB** составляют меню запуска программ **ZETLAB**: виртуальных приборов, сервисных и сетевых программ, программ, реализованных в SCADA системе **ZETView**.

Запуск программ

Для запуска какой-либо программы нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего меню (группы программ), из развернувшегося списка программ этого раздела выбрать нужную и нажать на нее левой кнопкой «мыши».

Каждое меню группы программ содержит список программ, отображаемый при нажатии левой клавишей «мыши» на кнопку вызова меню группы программ на панели **ZETLAB**. В раскрывающемся меню группы программ рядом с названиями программ находятся пиктограммы, позволяющие быстро связать команду запуска программы с ее графическим изображением. При наведении курсора на название программы появляется подсказка с кратким описанием программы.



Панель управления ZETLAB: меню "Измерение"

Перечень меню, и перечень программ в каждом меню зависит от типа подключаемого ZET-прибора и определяется списком поставляемых с ним программ (базовых и опционных). Панель **ZETLAB** может иметь следующие меню:

- Главное - предоставляет быстрый доступ к файлам конфигурации и записанным сигналам, позволяет сохранять/загружать проекты, содержит функции автоматического размещения окон и сторожевого таймера.
- Анализ сигналов - программы анализа сигналов с применением различных алгоритмов: преобразование Фурье, Вейвлет-анализ, преобразование STA/LTA, статический анализ, корреляционный анализ и др.
- Измерение - программы измерения параметров сигналов.
- Отображение - программы визуализации сигналов, результатов измерений и работы с записанными данными.
- Генераторы - программы генерации сигналов.
- Регистрация - программы записи и воспроизведения.
- Метрология - программы снятия АЧХ и ФЧХ (в версии ZETLAB начиная с 06/11 не поддерживаются, реализованы аналогичные проекты в ZETView)
- Автоматизация - программы фильтрации, регулирования, управления.
- Сетевые программы - программы приема/передачи данных по сети.
- Сервисные - настроечные средства.
- Специальные программы - проекты, реализованные в SCADA ZETView
- Работа с экранами - меню управления функцией Многоэкранный интерфейс.

Управление окнами запущенных программ .....

Для управления окнами запущенных программ предусмотрены следующие команды контекстного меню панели ***ZETLab***:

Закрыть все открытые окна – предназначена для закрытия окон всех программ, запущенных через панель ***ZETLab***. Команда **Закрыть все открытые окна** будет недоступна, если через панель ***ZETLab*** не запущена хотя бы одна программа.

Свернуть все открытые окна – предназначена для свертывания (минимизации) всех программ, запущенных через панель ***ZETLab***. Команда **Свернуть все открытые окна** будет недоступна, если через панель ***ZETLab*** не запущена хотя бы одна программа.

Развернуть все открытые окна – предназначена для развертывания всех ранее свернутых (минимизированных) программ, запущенных через панель ***ZETLab***. При развертывании окна выводятся на передний план в порядке их запуска и в порядке принадлежности к номеру экрана (при включенном режиме **Многоэкранный интерфейс**). Также восстанавливается положение и размер окон. Команда **Развернуть все открытые окна** будет недоступна, если не запущена хотя бы одна программа через панель ***ZETLab***.

Операции с панелью ZETLab .....

Для управления окнами запущенных программ предусмотрены следующие команды контекстного меню панели ***ZETLab***:

Закрыть все открытые окна – предназначена для закрытия окон всех программ, запущенных через панель ***ZETLab***. Команда **Закрыть все открытые окна** будет недоступна, если через панель ***ZETLab*** не запущена хотя бы одна программа.

Свернуть все открытые окна – предназначена для свертывания (минимизации) всех программ, запущенных через панель ***ZETLab***. Команда **Свернуть все открытые окна** будет недоступна, если через панель ***ZETLab*** не запущена хотя бы одна программа.

Развернуть все открытые окна – предназначена для развертывания всех ранее свернутых (минимизированных) программ, запущенных через панель ***ZETLab***. При развертывании окна выводятся на передний план в порядке их запуска и в порядке принадлежности к номеру экрана (при включенном режиме **Многоэкранный интерфейс**). Также восстанавливается положение и размер окон. Команда **Развернуть все открытые окна** будет недоступна, если не запущена хотя бы одна программа через панель ***ZETLab***.

Для управления работой и положением самой панели ***ZETLab*** предусмотрены следующие команды контекстного меню:

Спрятать панель – предназначена для скрытия окна панели ***ZETLab*** с экрана монитора. При скрытой панели её значок в области уведомлений панели задач ОС Windows имеет вид как показано на Рис. 3.8.

Примечания:

1. Команда меню **Спрятать панель** недоступна, если панель уже спрятана с экрана монитора;
2. При скрытии панели с экрана монитора область экрана, занимаемая панелью, становится доступной для размещения в ней окон запущенных программ (происходит переразмещение окон при включенной функции Автоматическое размещение окон).

Также можно спрятать (убрать с рабочего стола) панель ***ZETLab*** нажатием левой клавишей «мыши» по её значку (Рис. 3.8) в области уведомлений панели задач ОС Windows.

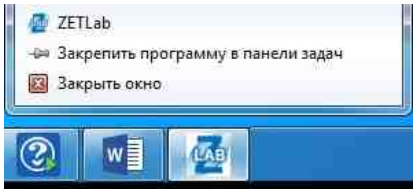


Рис.3.8

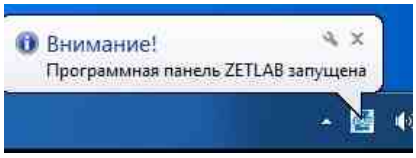


Рис.3.9

Отобразить панель – При отображенной панели ***ZETLab*** на мониторе ее значок в области уведомлений панели задач ОС Windows имеет вид как показано на Рис. 3.8.

Также можно отобразить панель ***ZETLab*** на рабочем столе нажатием левой клавишей «мыши» по её значку (Рис. 3.8) в области уведомлений панели задач ОС Windows.

Примечания:

3. Команда меню **Отобразить панель** недоступна, если панель уже отображена на экране монитора;
4. При отображении панели с экрана монитора область экрана, занимаемая панелью, становится недоступной для размещения в ней окон запущенных программ (происходит переразмещение окон при включенной функции **Автоматическое размещение окон**).
5. Команда меню Закрепить программу в панели задач позволяет запускать ее для удобства пользования с панели управления, а не Рабочего стола.
6. Команда меню Закрыть окно закрывает запущенную ZETLab
7. При нажатии двойным щелчком на ярлык ZETLab внизу панели задач появиться сообщение Рис. 3.9. Дальше щелкаю на значок ZETLab появляется возможность управления ZETLab



Рис.3.9

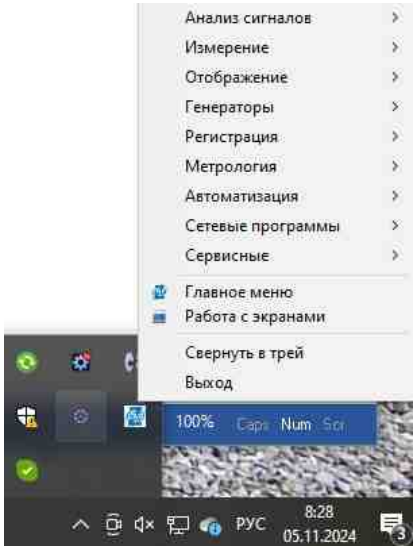


Рис.3.10

Сохранение и загрузка проектов .....

Сохранение проектов ***ZETLab*** и последующую их загрузку удобно использовать при большом количестве запущенных программ и настройке этих программ, а также при каждодневных однотипных измерениях. Один раз, запустив все необходимые программы и настроив их должным образом, сохраняется проект ***ZETLab***. В дальнейшем просто достаточно загрузить сохраненный ранее проект и все программы, которые были запущены и настроены перед сохранением проекта ***ZETLab***, будут запущенны с такими же настройками и расположением на экране (экранах), (Рис. 3.11) как и в момент сохранения этого проекта.

При сохранении проекта все запущенные программы, их настройки и параметры сохраняются в файл с расширением *.zpv. Можно записать несколько различных проектов ***ZETLab*** в различные файлы. Проекты ***ZETLab*** сохраняются как в одноэкранном, так и в многоэкранном режимах.

Для сохранения проекта необходимо в контекстном меню (Рис. 3.12) выбрать команда Сохранить проект, после чего откроется окно **Сохранить проект…** (Рис. 3.13). Вызвать диалоговое окно **Сохранить проект…**, при активной панели ***ZETLab*** также можно по сочетанию клавиш – <Ctrl> + <S>. В окне **Сохранить проект…** необходимо ввести имя проекта (имя файла) и нажать кнопку **Сохранить**, после чего проект будет сохранен в указанную директорию. По умолчанию имя файла проекта Project_01.zpv. Директория по умолчанию – C:\ZetLab\config\. Пользователь может сам назначать директорию для сохранения проектов, но при каждом новом сохранении проекта ***ZETLab*** будет предложена для сохранения директория по умолчанию.

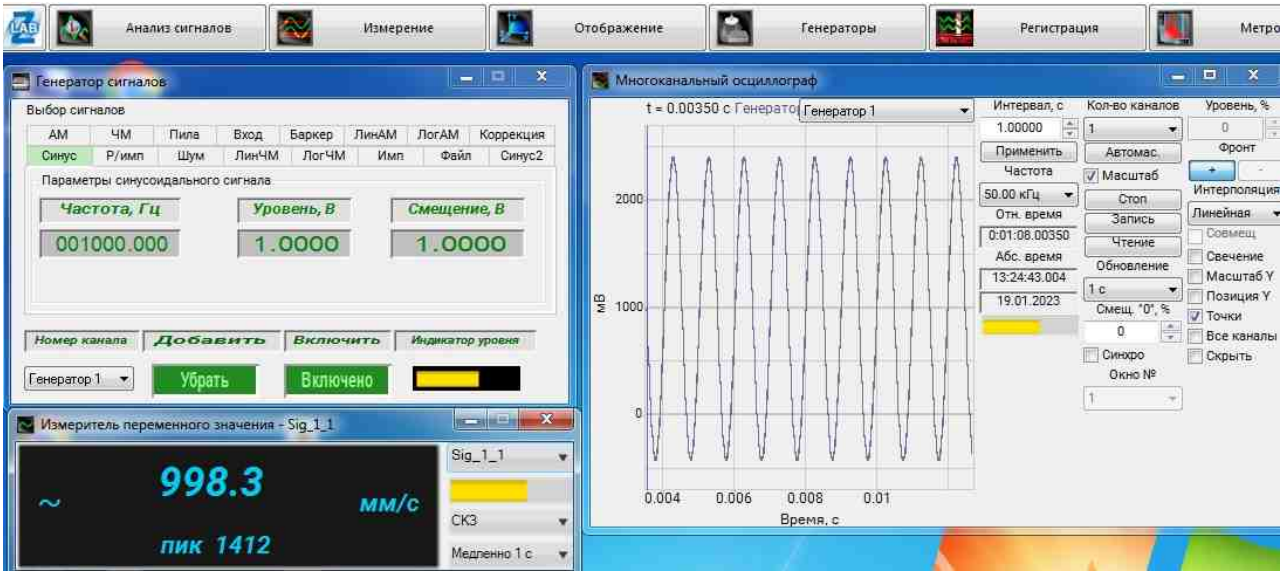


Рис 3.11 Настроенный проект ZETLab

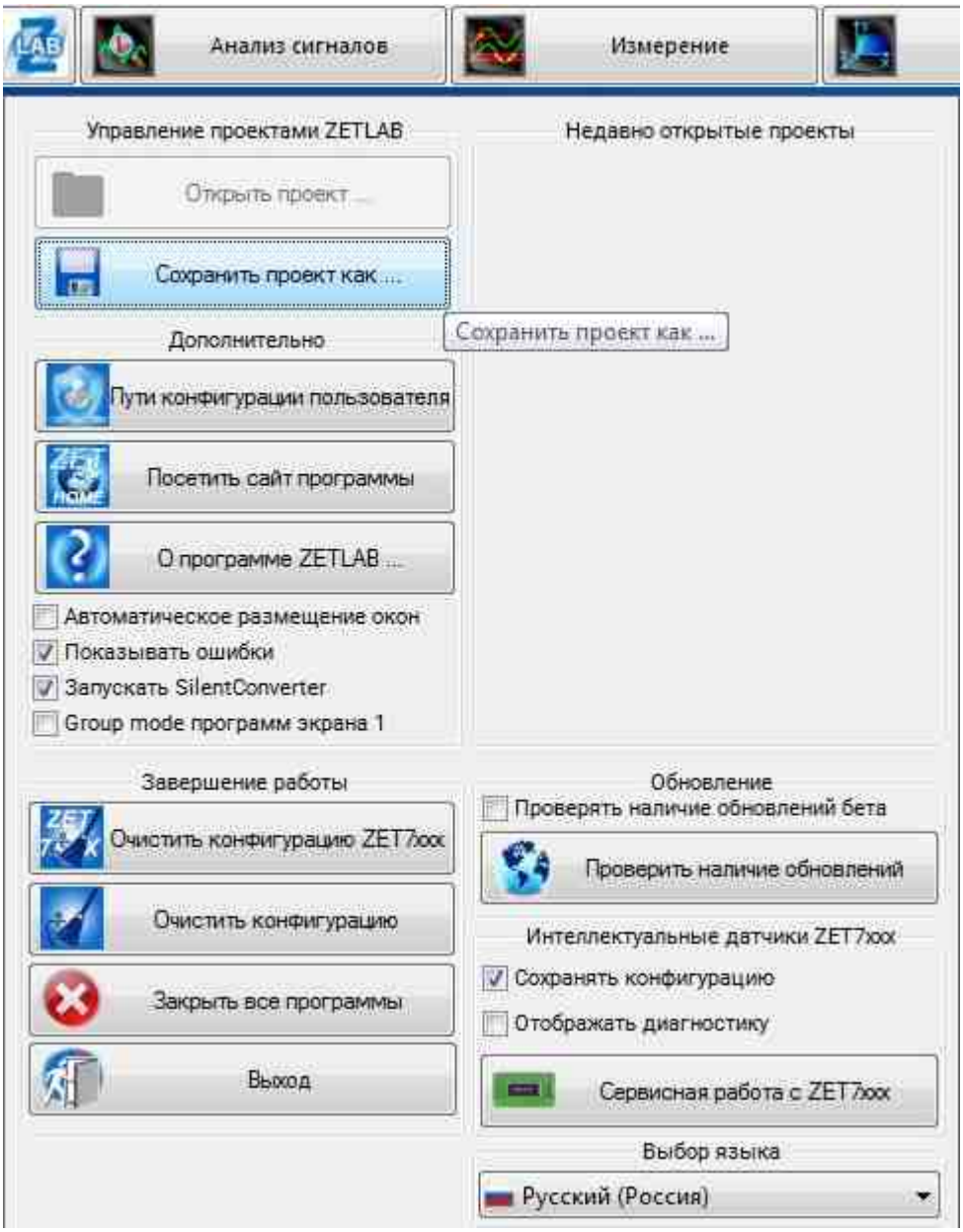


Рис 3.12 Настроенный проект ZETLab, а потом выбирается меню Сохранить проект как

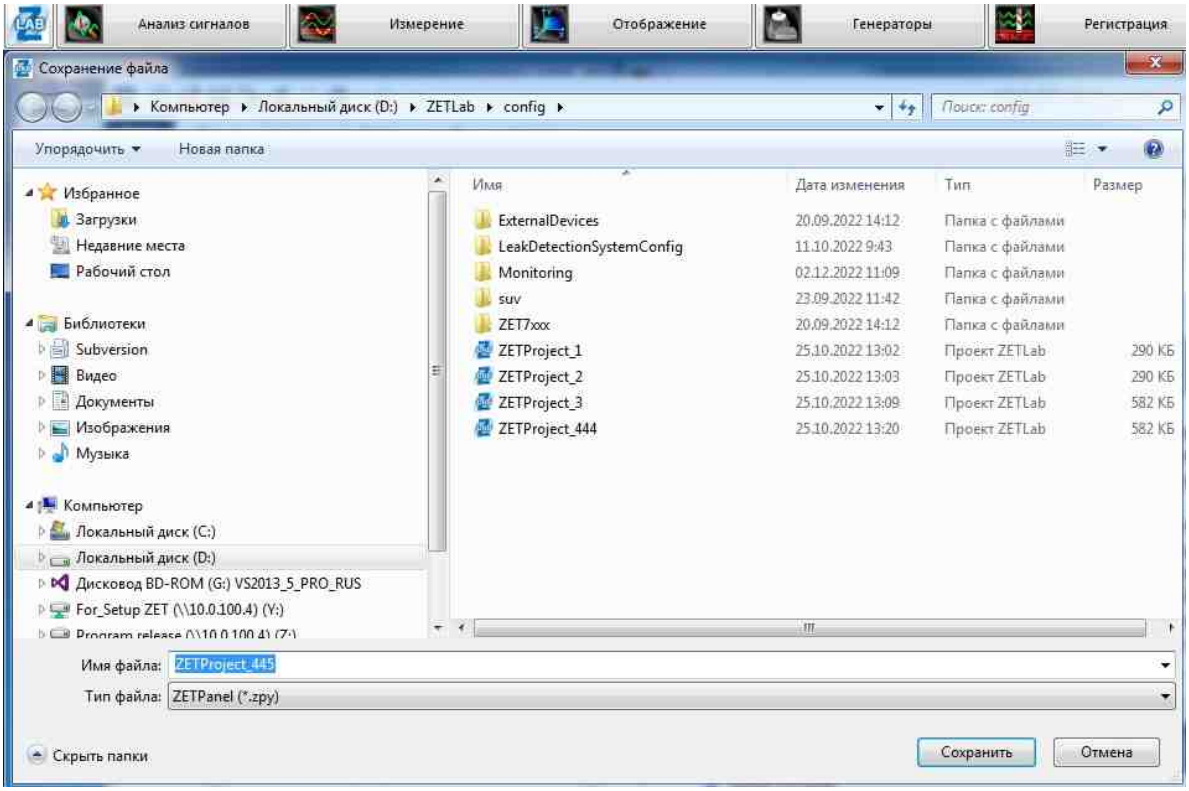
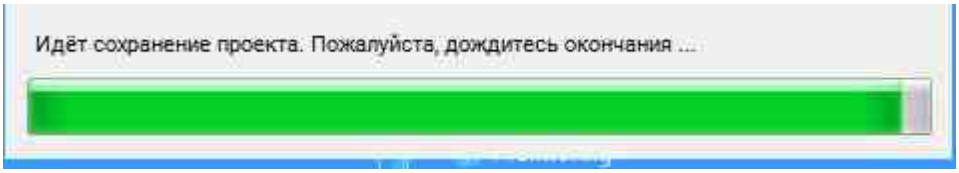


Рис 3.13 После выбора названия проекта нажимаем Сохранить



3,14 Ждем окончания сохранения проекта

Примечания:

Если в меню нет возможности выбрать Открыть проект, то это означает, что какие-то программы запущены из ZETLab которые могут быть и не видны пользователю. Необходимо нажать в меню Закрыть все программы (Рис. 3.15). После этого при запуске Управление проектами ZETLAB появиться Открыть проект.

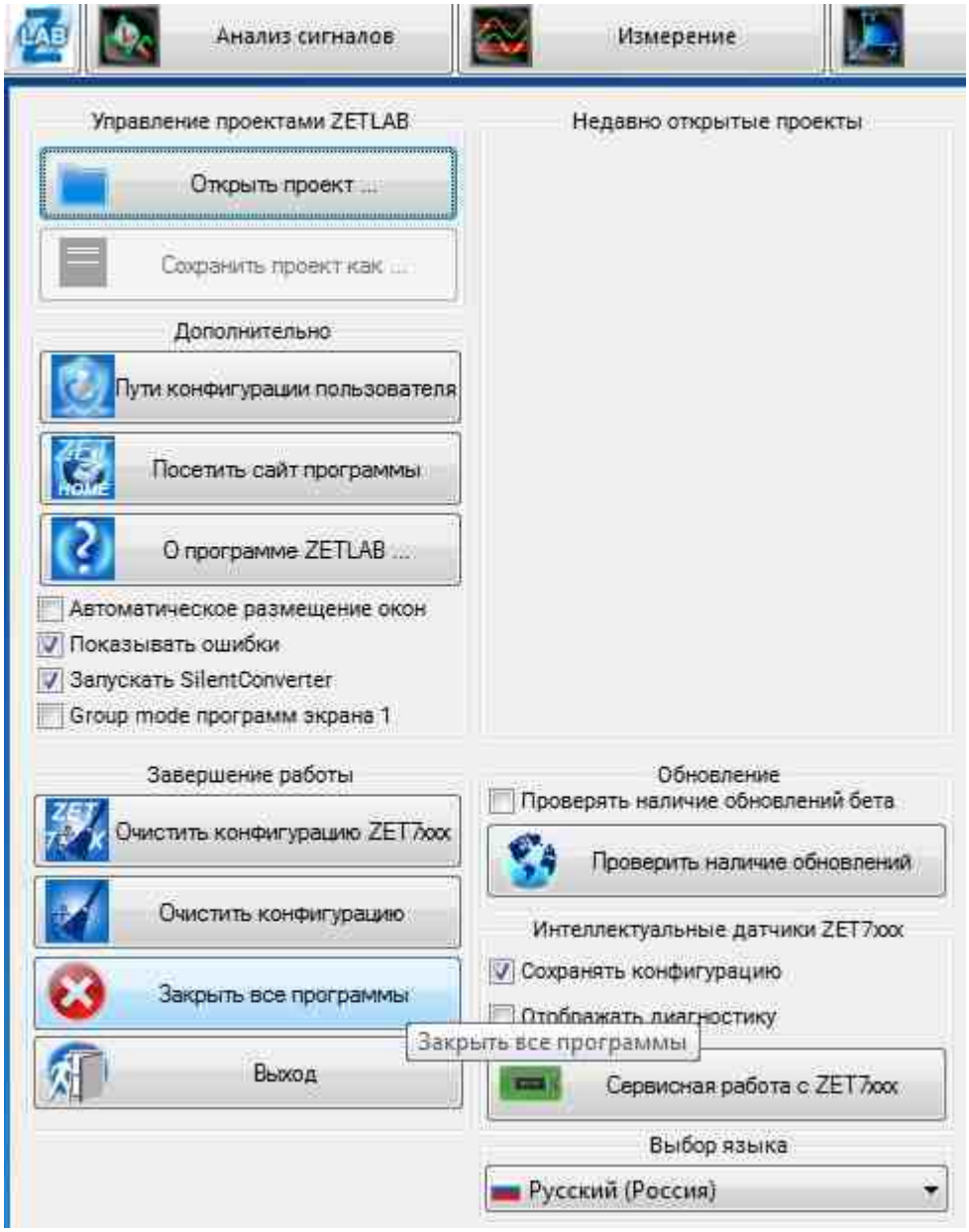


Рис 3.15 Выбор открыть проект

При выборе в контекстном меню (Рис. 3.16) команды **Открыть проект** открывается диалоговое окно **Открыть проект…** (Рис. 3.16).

Вызвать диалоговое окно **Загрузить проект…**, при активной панели ***ZETLab***, . В этом окне необходимо выбрать имя файла, сохраненного ранее проект ***ZETLab*** и нажать кнопку **Открыть**. После нажатия на кнопку **Открыть** будет загружен проект и все программы, которые были запущены и настроены перед сохранением проекта, будут запущены, размещены и настроены, так как это было сделано при сохранении проекта.

Если до загрузки проекта ***ZETLab*** были запущены какие-либо программы, то они завершат свою работу и загрузятся программы из проекта.

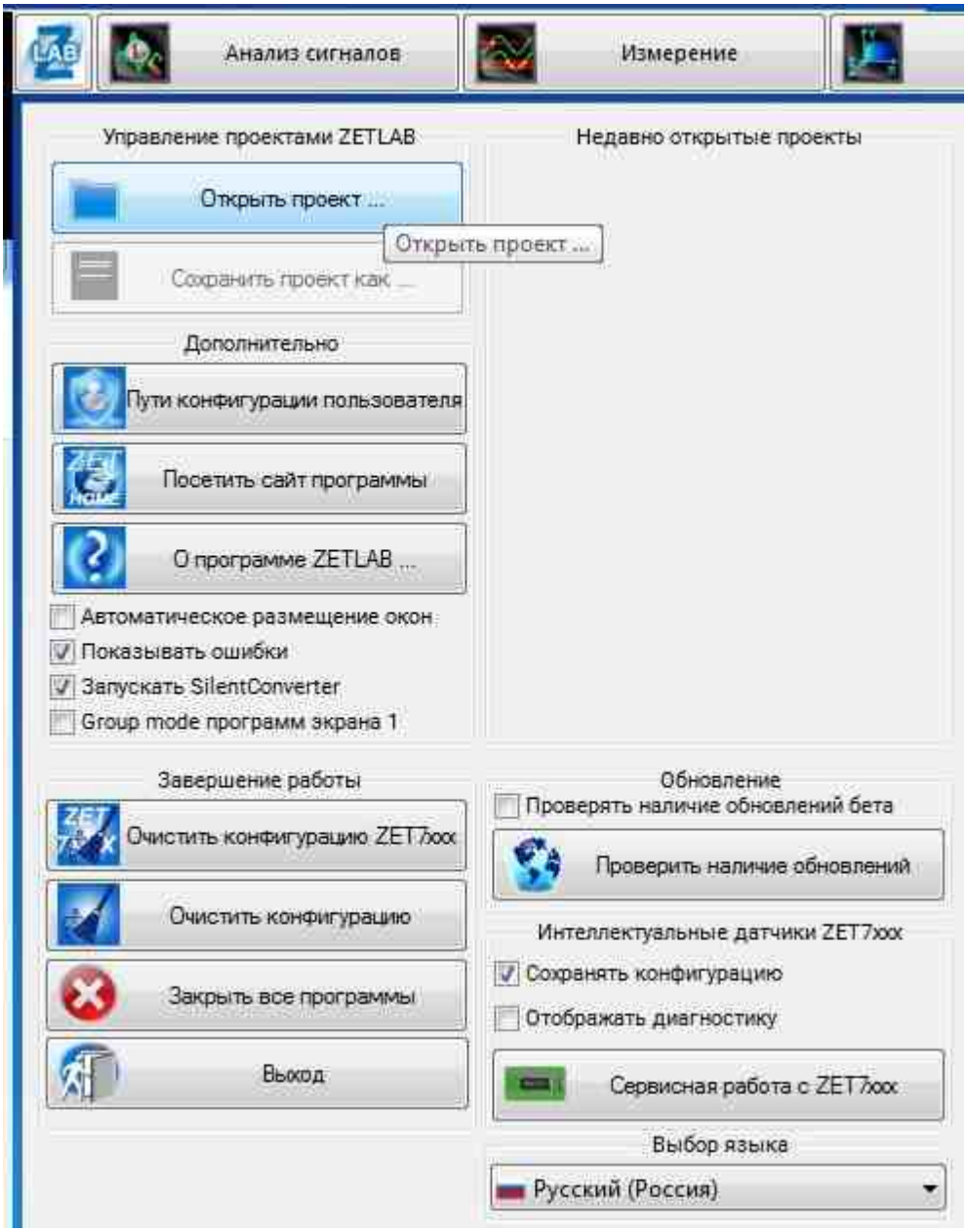


Рис 3.16 Выбор открыть проект

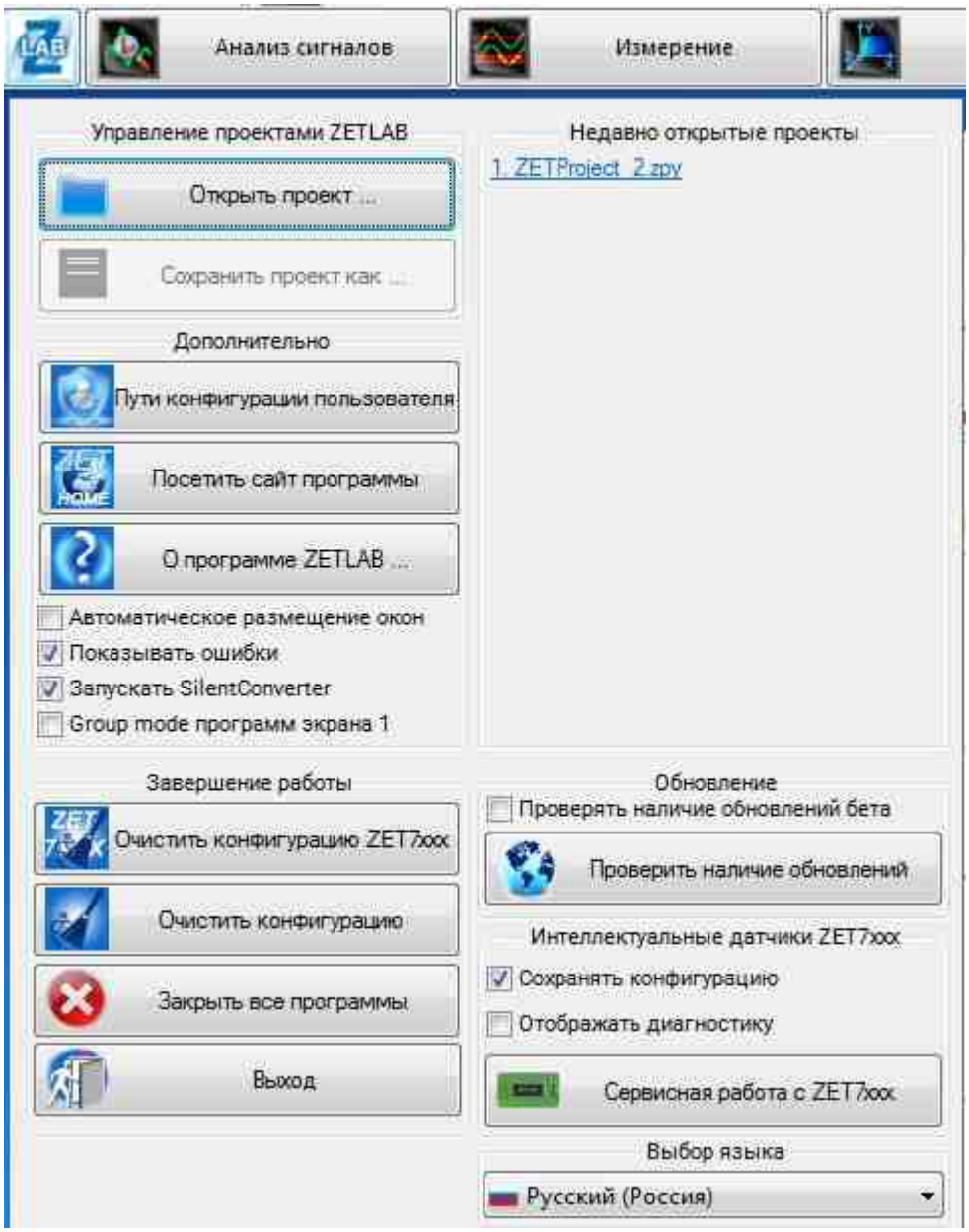


Рис 3.17 Недавно открытые проекты позволяют запускать нужные проекты сразу из меню.

Получение справочной информации о панели ZETLab .....

В любой момент работы с панелью ***ZETLab*** можно воспользоваться справочной информацией о панели. Для этого необходимо в контекстном меню выбрать команду **Помощь**. При этом на экране монитора появится новое окно (Рис. 3.18), содержащее справочную информацию о пользовательском интерфейсе, управлению и настройках панели ***ZETLab***. Для получения справочной информации можно также воспользоваться нажатием клавиши <F1> клавиатуры при активной панели ***ZETLab***.

Для получения информации о производителе, версии и дате создания панели ***ZETLab***, необходимо в контекстном меню выбрать команду **О программе…**. При этом появится соответствующее окно (Рис. 3.19).

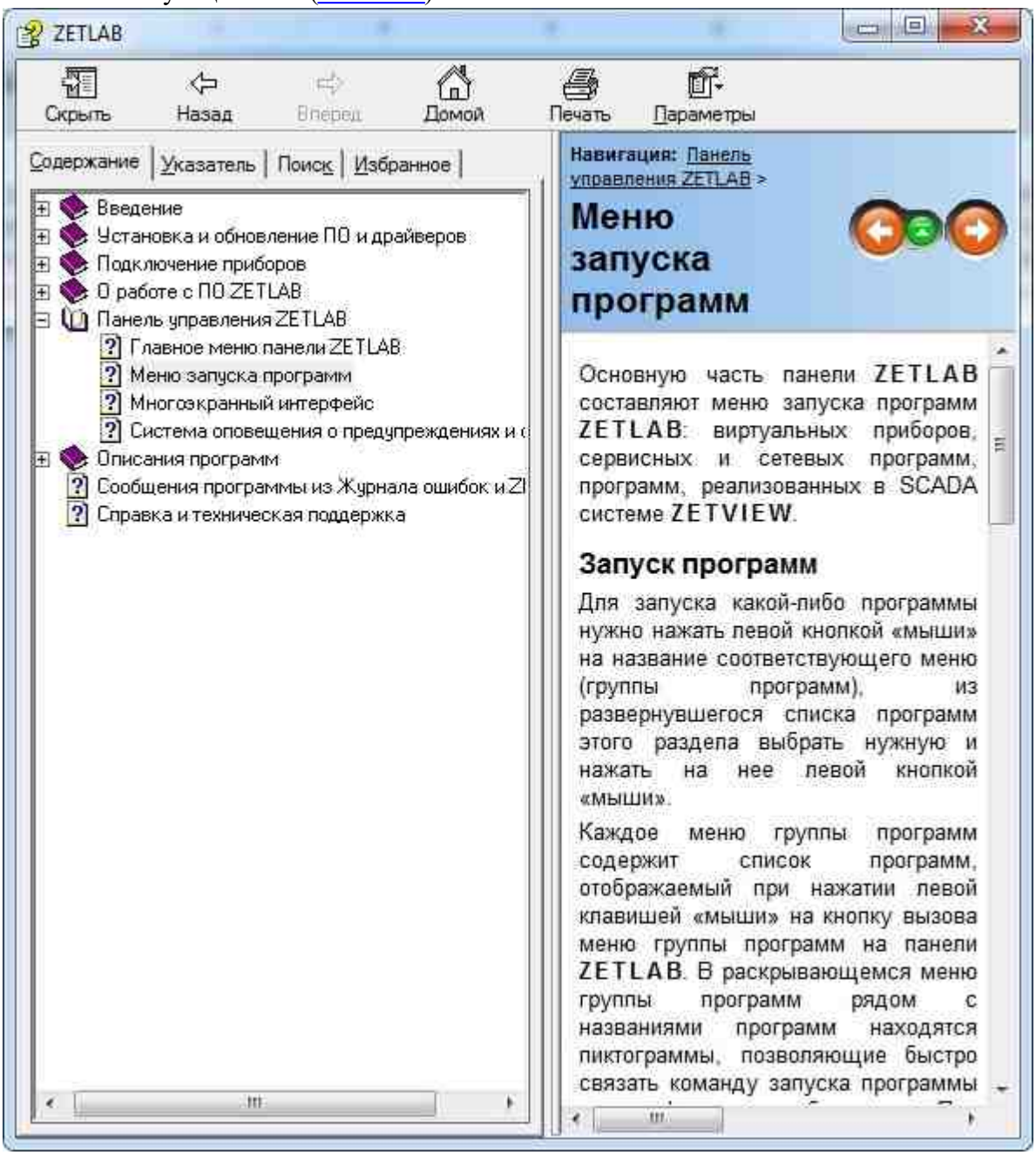


Рис 3.18

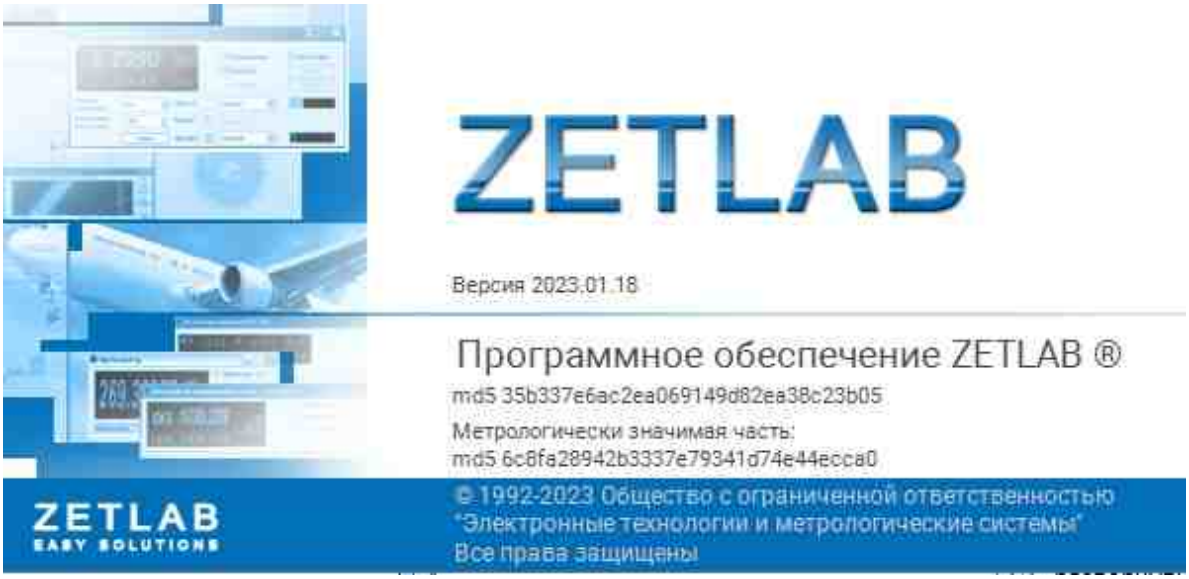

ZETLAB
Версия 2023.01.18
Программное обеспечение ZETLAB ®
md5 35b337e6ac2ea069149d82ea38c23b05
Метрологически значимая часть:
md5 6c8fa28942b3337e79341d74e44ecca0
ZETLAB
EASY SOLUTIONS
© 1992-2023 Общество с ограниченной ответственностью
"Электронные технологии и метрологические системы"
Все права защищены

Рис 3.19

Система оповещения о предупреждениях и ошибках .....

Изменилось окно “Состояние подключенных устройств”, которое вызывается при нажатии на кнопку в правом верхнем углу ZETPanel. Данная кнопка имеет несколько визуальных представлений: ошибок нет (Рис. 1), имеется ошибка (Рис. 2), имеется предупреждение (Рис. 3). Кроме того, если ошибка или предупреждение приходит повторно (т.е. проблема не исправлена), кнопка будет мигать

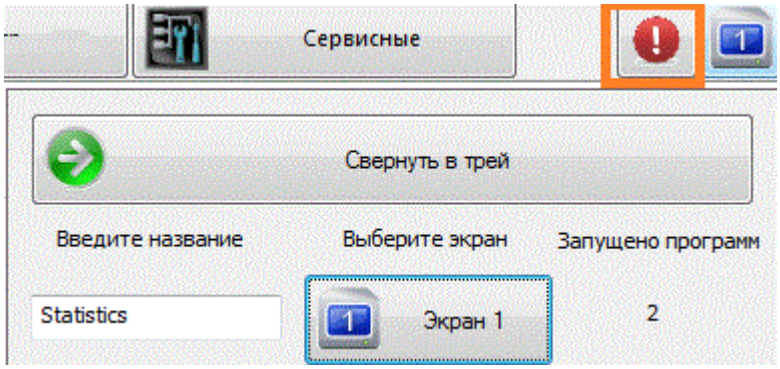




Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

- При наличии ошибки или предупреждения окно имеет вид таблицы (если проблема не исправлена, то иконка соответствующей ошибки (предупреждения) будет мигать). При клике правой кнопкой на элемент таблицы вызывается контекстное меню. Контекстное меню имеет следующие пункты (количество варьируется в зависимости от типа ошибки):

  a. “Помощь” – вызов описания ошибки;
  b. “Копировать” – копировать элемент таблицы;
  c. “Пропустить” – удалить ошибку (ошибка появится снова, если она не исправлена);
  d. “Исправить” – данный пункт присутствует не у всех ошибок. При нажатии на него, откроется программа, в которой необходимо провести настройки для исключения данной ошибки;
  e. “Информационный ресурс поддержки на сайте zetlab.com” – переводит нас на сайт zetlab в раздел, соответствующий устройству, при работе с которым возникла ошибка.

- Внизу окна расположены три кнопки (при наличии ошибок (предупреждений)):

  a. “Отправить в журнал ошибок” – отправляет все ошибки в “Журнал ошибок ZETLAB”;
  b. “Очистить все” – позволяет исключить ошибки. Если ошибок больше нет, то окно с таблицей заменится на окошко, содержащее информацию о том, что устройства работают в штатном режиме. Если окно не изменилось, то в таблице будут содержаться ошибки, имеющие повторяющийся характер.
  c. “OK” – закрывает окно “Состояние подключенных устройств”. При этом, если ошибки(предупреждения) больше не возникают, кнопка “Индикация о состоянии подключенных устройств” изменяется (Рис. 1).

- Изменения коснулись и иконки ZETLab в трее (Рис. 4).



Рис. 4 Иконка ZETLab в трее

Ее поведение схоже с поведением кнопки “Индикация о состоянии подключенных устройств”. При появлении ошибок(предупреждений) она меняет свой цвет. При повторном возникновении ошибки начинает моргать. При наличии ошибки(предупреждения) из контекстного меню (клик правой кнопкой мыши по иконке в трее) можно вызвать окно “Состояние подключенных устройств”, выбрав соответствующий пункт (Рис. 5).

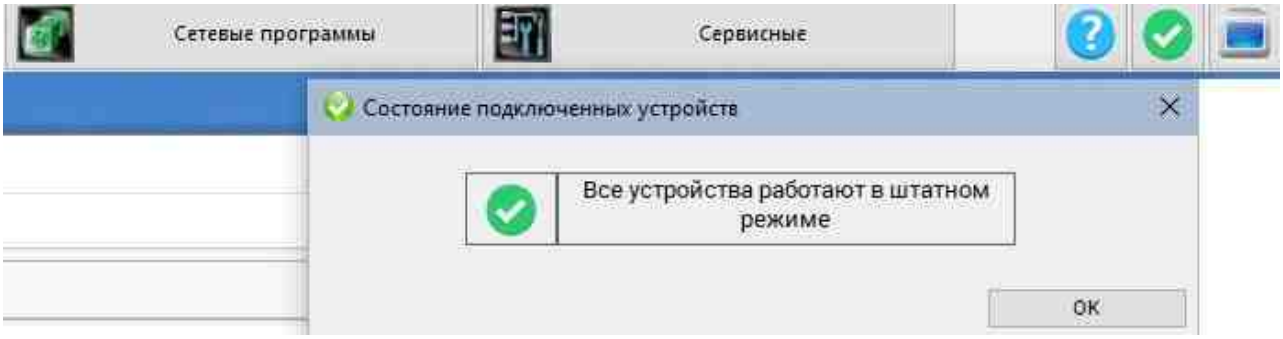


Рис. 5 Окно “Состояние подключенных устройств”

- При открытии программ “Запись сигналов” и “Воспроизведение сигналов” рядом с кнопкой “Индикация состояния подключенных устройств” появляется кнопка с уникальной иконкой, соответствующей открытой программе (Рис. 6). При запуске программы иконка начинает мигать. При нажатии на данную кнопку программа возникнет на переднем плане “рабочего стола” (удобно при работе с несколькими экранами).

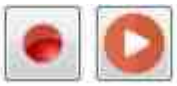


Рис. 6 (“запись сигналов” / “воспроизведение сигналов”)

Выход из панели ZETLab .....

Выход из панели ***ZETLab*** осуществляется нажатием кнопки **Выход** в правой части панели ***ZETLab***. При этом происходит закрытие всех программ, запущенных через панель ***ZETLab***. Также можно выйти из панели ***ZETLab*** и закрыть все запущенные программы, вызвав контекстное меню нажатием правой клавишей «мыши» на свободное от кнопок место панели ***ZETLab*** или нажатием правой клавишей «мыши» на значок панели ***ZETLab*** в области уведомлений панели задач ОС Windows и выбрать команду **Выход**.

Описания программ

Данный раздел посвящен описанию виртуальных приборов **ZETLAB**.

СУВ

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ ZET-02X

ЗТМС.441151.095 34

Руководство оператора

Спасибо за выбор оборудования компании ООО «ЭТМС»!

Система управления вибростендами ZET 02X разработана и произведена компанией ООО «Электронные технологии и метрологические системы», г. Москва, г. Зеленоград.

Система управления вибростендами ZET 02X предназначена для управления различными типами электродинамических вибростендов.

В руководстве оператора содержатся сведения о составе и порядке работы с системой управления вибростендами ZET 02X. Из-за регулярного обновления программного обеспечения данное руководство пользователя может частично не соответствовать используемой вами версии. ООО «ЭТМС» сохраняет за собой право вносить изменения в данное руководство оператора или отозвать его в любое время без предварительного уведомления.


- символ «Внимание», встречающийся в руководстве оператора, указывает на информацию, которая имеет наиболее важное значение для проведения испытаний.


-символ «Примечание», встречающийся в руководстве оператора, указывает на информацию, которая носит рекомендательный характер


-символ соответствует термину «Активировать» и означает нажатие, либо двойное нажатие левой клавиши манипулятора «мышь» при позиционировании на указанном в тексте элементе экранной формы  ..


-символ соответствует термину «Вызвать список» и означает нажатие правой клавиши манипулятора «мышь» при позиционировании ее указателя на элемент экранной формы, указанный в тексте  .

В руководстве оператора используются ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 28203-89 «Испытания. Испытание Fc и руководство: вибрация (синусоидальная);
- ГОСТ Р 51502-99 «Испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации с использованием цифровой системы управления испытаниями»;
- ГОСТ 28213-89 «Испытания. Испытание Ea и руководство: одиночный удар»;
- ГОСТ 28215-89 «Испытание Eb и руководство: многократные удары»;
- ГОСТ РВ 20.39.304-98 «Требования стойкости к внешним воздействующим факторам»;
- ГОСТ 25051.3-83 «Установки испытательные вибрационные. Методика аттестации»;
- ГОСТ 25051.4-83 «Установки испытательные вибрационные электродинамические. Общие технические условия»;
- ГОСТ РВ 2840-001-2008 «Надежность и безотказность авиационных двигателей. Лопатки газотурбинных двигателей. Методы испытаний на усталость».

В соответствии с ГОСТ 28203-89 «Необходимо обратить внимание на то, что испытание на воздействие вибрации всегда требует определённого опыта в его подготовке и проведении, что следует иметь в виду как заказчику, так и изготовителю».

С дополнительной информацией по составу и применению оборудования производства ООО «ЭТМС», в части управления вибростендами, вы можете ознакомиться на нашем сайте в разделе «Системы управления виброиспытаниями».

Гарантийное соглашение

Компания ООО «ЭТМС» гарантирует отсутствие дефектов аппаратной части системы управления вибростендами на период десять (10) лет, с момента приобретения, при условии прохождения ежегодной периодической поверки на производственной базе компании ООО «ЭТМС».

Компания ООО «ЭТМС» не гарантирует бесперебойную работу системы управления вибростендами и не несет ответственность за повреждения, возникшие в результате

несоблюдения требований инструкций, представленных в данном руководстве оператора, в том числе по причине неправильной коммутации оборудования.

Введение

Система управления вибростендами ZET 02X (далее по тексту **СУВ ZET 02X**) является аппаратно-программным комплексом, обеспечивающим генерирование сигналов управления на вход усилителя вибростенда в соответствии с заданными профилями испытания, а также регистрацию сигналов отклика с датчиков, устанавливаемых как на подвижной платформе вибростенда, так и объекте испытаний.

В зависимости от комплектации **СУВ ZET 02X** (см. таблицу А.1) способен обеспечивать управление от одного до четырех вибростендов.

В состав **СУВ ZET 02X** входят:

- Многоканальная система сбора данных ZET 024, либо ZET 028 (далее по тексту **контроллер СУВ**), в зависимости от комплектации от одного до четырех контроллеров (см. таблицу В.1);
- Программное обеспечение (ПО) **ZETLAB VIBRO** (устанавливается на компьютер с операционной системой Windows);
- Первичные преобразователи (акселерометры ВС 110, ВС 111 и т.п.).

Таблица А.1

.

Количество каналов измерения СУВ	*Количество контроллеров СУВ*		*Количество каналов управления (генераторов)*
	ZET 024	*ZET 028*	
4	*1*	*-*	*1*
8	*-*	*1*	*1*
16	*-*	*2*	*2*
24	*-*	*3*	*3*
32		*4*	*4*
максимальное количество каналов измерения может быть увеличено до 160, при дооснащении СУВ анализаторами спектра моделей ZET 034, ZET 038.			

Программное обеспечение **ZETLAB VIBRO** является специализированным комплектом программного обеспечения **ZETLAB**. Список программ, входящих в состав **ZETLAB VIBRO**, приведен в таблице А.2.

Внимание! *Предприятие-разработчик оставляет за собой право вносить изменения и усовершенствования, не ухудшающие характеристики СУВ ZET 02X, без отражения их в данном руководстве оператора. Пожалуйста, сообщайте нам любым удобным для Вас способом обо всех проблемах и неполадках, которые возникли при эксплуатации СУВ ZET 02X.*

Адрес предприятия ООО «ЭТМС»: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, ул. Конструктора Лукина, д. 14, стр. 12, этаж 4, комната 423 **Телефон/факс**: (495) 739-39-19.
Сайт в Интернет: www.zetlab.com **Техническая поддержка:** info@zetlab.com

.

Таблица А.2

	Название программы	Состав комплектов программного обеспечение ZETLAB							
		DEMO	ANALI	VIBR	NOIZ	TENZ	SEISM	BASE	SENSO
Анализ сигналов	Узкополосный спектр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Долеоктавный спектр	✓	✓	✓	✓		✓		
	Взаимный узкополосный спектр	✓	✓	✓			✓		
	Взаимный долеоктавный спектр	✓	✓	✓	*		✓		
	Взаимный корреляционный анализ	✓	✓	✓			✓		
	Анализ нелинейных искажений	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Синхронное накопление	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Модальный анализ	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Гистограмма		✓	✓		✓	✓		✓
	Спектр со сверхразрешением		✓	✓		✓	✓		✓
	Детектор STA\LTA		✓	✓		✓	✓		✓
	Вейвлет-анализ		✓	✓		✓	✓		✓
	Вольтметр переменного тока	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Вольтметр постоянного тока	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Селективный вольтметр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

	Частотомер	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Фазометр	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Измеритель мощности	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Тахометр		✓	✓	✓	✓	✓		
	Торсиограф		✓	✓	✓	✓	✓		
	Энкодер		✓	✓	✓	✓	✓		
	Термометр ТС					✓			
	Термометр ТП					✓			
	Тензометр					✓			
	Виброметр	✓	✓	✓	✓		✓		
	Регистрация от сторонних приборов Agilent и др.		опция	опция	опци	опция	опция	опция	
Отображение	Многоканальный осциллограф	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	XYZ-осциллограф	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
	XYZ-плоттер	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Просмотр результатов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Галерея сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Генераторы	Генератор сигналов		✓	✓		✓	✓	✓	опция
	Синхронный генератор		✓	✓		✓	✓	✓	опция
	Редактор параметров вибростендов	✓		✓					
	Генератор с ОС (Классический удар)	✓		✓					
	Генератор с ОС (Виброудар)	✓		✓					
	Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)	✓		✓					
	Генератор с ОС (ШСВ)	✓		✓					

Таблица А.2 (продолжение)

		DEMO	ANALI	VIBRO	NOIZE	TENZ	SEISM	BASE	SENS
Регистра	Запись сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Конвертер архива сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Просмотр трендов сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Сканер трендов сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

	Просмотр трендов событий	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Воспроизведение сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Многоканальный самописец		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
Метрология	Снятие АЧХ лог. (AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (с выбором внешнего генератора AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (AC/DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лин. (AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лин. (DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (Selective)		✓	✓			✓		
	Снятие ФЧХ лог.		✓	✓			✓		
	Снятие ФЧХ лин.		✓	✓			✓		
	Снятие КНИ лог.		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. по фиксир. част. Ряду (AC)		✓	✓			✓		
	Метрологический самоконтроль ZET7xxx		✓	✓			✓		
Автоматизация	ZETView		опция	✓	опция	опция	✓	опция	опция
	ZETView (exe)		✓	✓	опция	опция	✓	опция	опция
	Регулятор	✓	✓	✓		✓	✓	опция	
	Арифмометр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Адаптивный фильтр 50 Гц	✓	✓	✓	✓	✓	✓	опция	✓
	Фильтрация сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	опция	✓
	Синхронизация устройств		*	*	*	*	✓	✓	
	Формула	✓	✓	✓		✓	✓	опция	
	Управление коммутационным блоком	✓	*	*	*	*	✓	✓	*
	Контроль параметров электрических цепей								
	Включить передатчик сигналов	✓	✓	✓	опция	✓	✓	опция	✓

	Приёмник сигналов (клиент данных)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Подключение устройств		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*
	Подключение устройств по Bluetoth	✓	*	*	*	*	*	✓	*
Сервисные	Время ZETServer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Диспетчер устройств	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Прослушивание каналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Журнал ошибок ZETLab	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Требования к ПК для СУВ .....

**ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ НА ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМПЬЮТЕРУ ПРИ РАБОТЕ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ZETLAB VIBRO.
ПРИВЕДЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ РЕКОМЕНДОВАНЫ ДЛЯ РАБОТЫ С КОЛИЧЕСТВОМ ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ КАНАЛОВ КОНТРОЛЛЕРА НЕ БОЛЕЕ 2.**

МИНИМАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПК	
Процессор	двухъядерный или более
Тактовая частота процессора	не менее 1,6 ГГц
Оперативная память	не менее 4 Гб
Свободное место на жестком диске	не менее 20 Гб
Видеокарта	с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 128 Мб памяти
Разрешение экрана	не менее 1600×900
Сетевой интерфейс	10/100 Мбит/с (порт RJ-45)
• наличие интерфейса HighSpeed USB 2.0* для установки программ; • наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет); • наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).	

Примечание

ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ КАНАЛОВ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БОЛЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПК	
Процессор	четырехъядерный или более
Тактовая частота процессора	не менее 2,5 ГГц
Оперативная память	не менее 8 Гб
Свободное место на жестком диске или SSD накопитель	не менее 512 Гб
Видеокарта	с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 4 Гб памяти
Разрешение экрана	не менее 1920×1080
Сетевой интерфейс	10/100 Мбит/с (порт RJ-45)
Количество мониторов	2
• наличие интерфейса HighSpeed USB 2.0* для установки программ; • наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет); • наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).	

Общие сведения о СУВ ZET 02X .....

1 Общие сведения о СУВ ZET 02X

Перед началом работы с СУВ ZET 02X необходимо:

- Изучить эксплуатационную документацию на контроллер СУВ;
- Изучить эксплуатационную документацию на вибростенд, с которым будет использоваться СУВ ZET 02X;
- Изучить принципы работы с программным обеспечением ZETLAB и установить его на компьютер (раздел 2.1).

Для проведения виброиспытаний с использованием *СУВ ZET 02X* необходимо собрать оборудование согласно схеме (*Рис. 1.1*):

- Подключить контроллер(ы) СУВ к компьютеру по интерфейсу Ethernet (см. раздел 3);
- Установить на вибростенде оснастку и закрепить с ее помощью испытываемое изделие;
- Установить первичные преобразователи (акселерометры) на изделии в местах контроля вибрации, руководствуясь требованиями «ГОСТ ИСО 5348-2002. Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров»;
- Подключить первичные преобразователи (акселерометры) ко входам контроллера СУВ, а выход контроллера СУВ ко входу усилителя мощности вибростенда;
- Настроить параметры ПО ZETLAB для обеспечения проведения виброиспытаний в соответствие с установленными требованиями.
- Выполнить серию испытаний с сохранением результатов испытаний в протоколе.

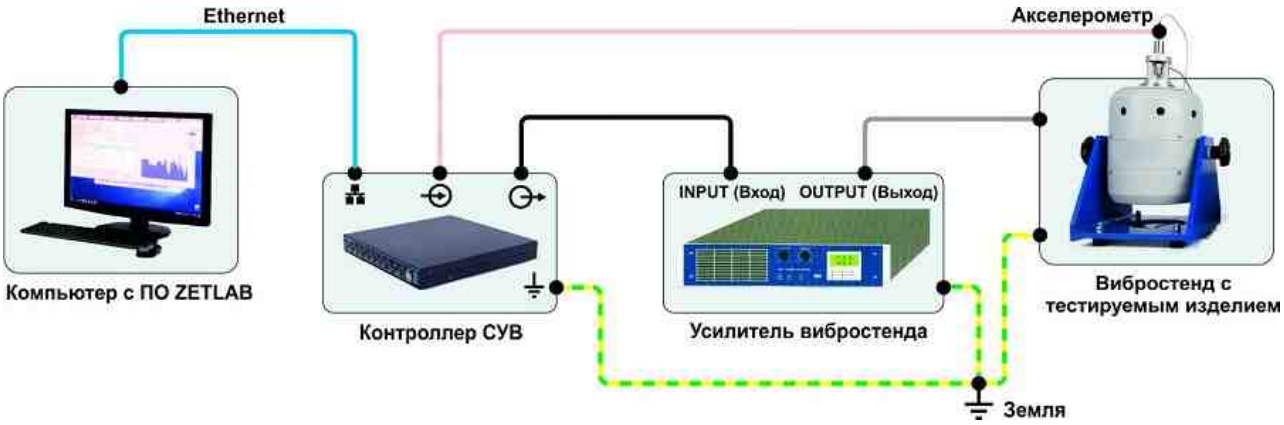


Рис. 1.1 Структурная схема СУВ ZET 02X

В связи с использованием в схеме усилителя мощности вибростенда необходимо заземлять все элементы в схеме. Вибростенд и усилитель мощности заземляются согласно соответствующим эксплуатационным документам. Клемма заземления контроллера СУВ расположена на задней панели. Все провода заземления необходимо соединить в одной физической точке (в качестве общей точки можно использовать клемму заземления усилителя) и соединить общую точку с шиной заземления.

Примечание: *Подключение заземляющих проводов к клеммам заземления контроллера СУВ производите с использованием разъемов «штекер 4мм», которыми комплектуется контроллер СУВ.*

Заземление элементов системы необходимо для защиты контроллера СУВ от наводок на усилителе или вибростенде, кроме того, заземление во многих случаях позволяет уменьшить уровень наводок от сети питания (гармонический сигнал на частоте 50 Гц).

Примечание: *В целях уменьшения электрических наводок рекомендуется обеспечивать надежную электрическую изоляцию между первичными преобразователями (акселерометрами) и столом вибростенда.*

Для аварийной остановки виброиспытаний используется кнопка «STOP», расположенная на передней панели контроллера СУВ. При нажатии на кнопку «STOP» происходит размыкание цепи выхода контроллера СУВ и вибростенд останавливается.

Правила подключения датчиков (первичных преобразователей) к контроллеру СУВ приведены в руководствах по эксплуатации на датчики и аппаратуру.

Примечание: *подключение наиболее часто применяемых в СУВ датчиков приведены в разделе 7.7.*

Внимание! *В составе СУВ могут быть задействованы контроллеры серии ZET02x, ZET03x, а также ZET058 (тензостанция), однако следует учитывать то, что каналы генераторов для формирования сигналов возбуждения вибростендов могут быть использованы только у контроллеров серии ZET02x.*

Внешний вид контроллера СУВ .....

На *Рис. 1.2* представлены лицевые панели контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028, а в ***Табл. 1.1*** приведено назначение элементов панели.



Рис. 1.2 Лицевые панели контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028

Табл. 1.1 Назначение элементов передней панели

Маркировка	Назначение
(1…8)	Входы измерительных каналов со встроенными индикаторами. Зеленый цвет индикатора – включен режим работы «Вход по напряжению». Синий цвет индикатора – включен режим работы «Вход ICP».
(1, 2)	Выходы генератора со встроенными индикаторами работы. Зеленый цвет индикатора – режим управления генератором с компьютера. Синий цвет генератора – автономный режим управления генератором.
	Кнопка аварийной остановки виброиспытаний.
	Индикатор состояния работы контроллера (включен/отключен). При включении контроллера индикатор загорается зеленым цветом.
	Индикатор режима работы контроллера. При работе контроллера с подключением к компьютеру (стационарный режим) индикатор горит зеленым цветом. При работе контроллера (записи регистрируемых сигналов на SD-карту) без подключения к компьютеру (автономный режим) индикатор мигает синим цветом.
	Индикатор синхронизации контроллера. При режиме синхронизации «Ведущий» индикатор горит зеленым цветом. При режиме синхронизации «Ведомый» индикатор горит синим цветом.
	Индикатор ошибки.

	Загорается красным цветом при диагностировании ошибки или превышения допустимого уровня входного напряжения на измерительном канале.

На *Рис. 1.3* представлена задняя панель контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028, а в *Табл. 1.2* приведено назначение элементов панели.



Рис. 1.3 Задняя панель контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028

Табл. 1.2 Назначение элементов задней панели

Маркировка	Назначение
Digital I/O	Цифровой вход/выход.
Secure Digital	Слот SD-карты для записи сигналов и файлов с расширением «*.log» в автономном режиме. Поддерживается SD-карта формата SD/SDHC до 32 Гб.
	Разъем для подключения контроллера к компьютеру по интерфейсу Ethernet 10/100.
Reset	Кнопка «Сброса» адреса порта Ethernet к заводским настройкам.
DC 12 V	Разъем для подключения блока питания 12 В. Кнопка «Включения/Отключения контроллера».
	Клемма заземления контроллера.
	Клемма заземления генератора контроллера.

Условия эксплуатации контроллера СУВ .....

Контроллер СУВ может размещаться на столе, либо устанавливаться в стандартную 19” стойку с использованием кронштейна 19” (опция).

Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от 5 до 40°С;
- относительная влажность воздуха до 90 % при 25 °С;
- атмосферное давление (630– 800) мм.рт.ст.;
- частота питающей сети (50 ± 0.5) Гц;
- напряжение питающей сети переменного тока (220 ± 22) В.

Сведения о программном обеспечении ZETLAB VIBRO .....

Программное обеспечение ***ZETLAB VIBRO*** включает в себя список программ из состава программного обеспечения ZETLAB, объединенных общей лицензией. Лицензия, обеспечивающая работу с программным обеспечением ***ZETLAB VIBRO***, находится в прошивке контроллера СУВ, поэтому достаточно произвести подключение контроллера к компьютеру, чтобы функционал программного обеспечения ***ZETLAB VIBRO*** стал доступен в полном объеме.

Описание установки программного обеспечения ZETLAB и правила работы с панелью ZETLAB приведены в разделе 1 настоящего руководства.

Требования к компьютеру .....

Для работы с программным обеспечением *ZETLAB VIBRO* рекомендованы следующие минимальные требования к конфигурации компьютера[2]:

- Двухъядерный процессор с тактовой частотой процессора – не менее 1,6 ГГц;
- Оперативная память – не менее 8 Гб;
- Свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- Видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 128 Мб памяти;
- Два монитора с разрешением экрана не менее 1600×900;
- Сетевой интерфейс 10/100 Мбит/с (порт RJ-45);
- Интерфейс USB 2.0 для установки программ;
- Наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет);
- Наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).

Программное обеспечение *ZETLAB VIBRO* предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной), либо корректно русифицированной версии операционных систем:

- Microsoft® Windows® 7 32 разрядная с пакетом обновления SP1;
- Microsoft® Windows® 7 64 разрядная с пакетом обновления SP1;
- Microsoft® Windows® 8 32 разрядная;

- Microsoft® Windows® 8 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® 8.1 32 разрядная;
- Microsoft® Windows® 8.1 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® 10 32 разрядная;
- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная.

[2] Минимальные требования к конфигурации компьютера рекомендованы для работы с количеством задействованных каналов контроллера не более 2. Для работы с большим количеством задействованных каналов следует использовать более производительный компьютер.
Допускается использование одного монитора, однако удобство мониторинга результатов регистрируемых при проведении испытаний будет ограничено

Получение справочной информации .....

В любой момент работы с программным обеспечением *ZETLAB* можно воспользоваться справочной информацией по работе с ним. Доступ к справочной информации организован по типу древовидной структуры (*Рис. 3.4.1*).

Для доступа к справочной информации (находясь в окне той из программ, по которой необходимо получить справочную информацию) следует активировать на клавиатуре клавишу <F1>.

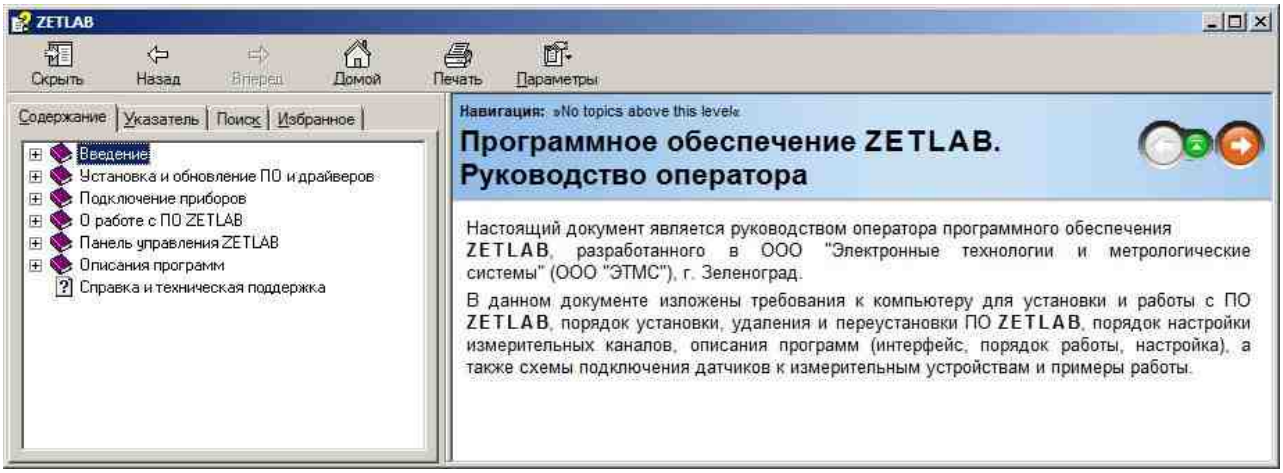


Рис. 3.4.1 Окно справочной информации

Быстрый старт СУВ

Поздравляем! Вы стали обладателем системы управления виброиспытаниями ZET 02X, которая предназначена для управления различными типами электродинамических вибростендов.

Данная инструкция ознакомит Вас с основной информацией, необходимой для начала работы с системой управления виброиспытаниями.



Подробная информация о функциональных возможностях системы управления виброиспытаниями приведена в руководстве оператора ЗТМС.441151.095 34.



Электропитание устройств, входящих в состав СУВ, осуществляется от сети переменного тока 220В 50Гц.

Шаг 1. Установка ПО ZETLAB

1. Включите питание компьютера и дождитесь окончания загрузки операционной системы Windows.

2. Вставьте в свободный слот USB компьютера флеш-карту из комплекта поставки (с ПО ZETLAB).

3. Запустите файл-установщик zetlab.msi.

4. Следуя инструкциям мастера-установки, установите ПО ZETLAB в директорию C:\ZETLab.

5. Запустите на компьютере ПО ZETLAB.



Обратите внимание на требования к конфигурации компьютера и операционной системе. Разрешение

экрана должно быть не менее 1600×900.

Шаг 2. Проведение испытаний

1. На панели «СУВ» активируйте кнопку одной из программ, соответствующей требуемому виду проведения испытаний: «Гармоническая вибрация», «Широкополосная случайная вибрация», «Классический удар» или «Виброудар».

2. В открывшемся окне программы активируйте кнопку «Редактирование профиля». Во вкладках программы «Редактирование профиля» задайте требуемый профиль и установите параметры проведения испытаний.



Во вкладке «Статистика» убедитесь в возможности проведения испытаний по заданному профилю. Значения индикаторов загрузки не должны превышать 100%.

Для начала проведения виброиспытаний нажмите кнопку «Старт».



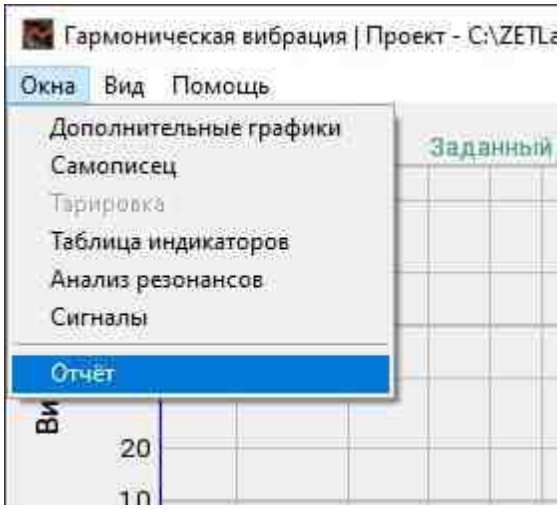
Для прерывания виброиспытаний нажмите кнопку «Стоп».



Во время проведения виброиспытаний при необходимости экстренной остановки испытаний нажмите кнопку «STOP», расположенную на передней панели контроллера СУВ.



По завершению испытаний сохраните результаты работы в протоколе испытаний активировав поле «Отчет» в меню «Окна» окна программы испытаний.



Шаг 5. Проведение предтеста

Активируйте на панели СУВ кнопку «Предтест и поиск резонансов»

1. В окне программы «Предтест и поиск резонансов» активируйте кнопку «Настройки» и в соответствующем окне произведите настройку параметров предтеста установив частотный диапазон, частотное разрешение, время и амплитуду предтеста, а также режим проведения: «Шум» или «Синус».
2. В окне программы «Предтест и поиск резонансов» в поле «Генераторы» переведите (отметив чек бокс) в состояние «Включен» генератор того контроллера СУВ, который используется для подачи сигнал возбуждения на усилитесь вибростенда.

3. Активируйте кнопку «Предтест и анализ» и дождавшись завершения предтеста в окне «Предтест» активируйте кнопку «Применить» для регистрации его результатов.

Убедитесь, что в разделе «Рекомендации» программы «Предтест и поиск резонансов» по результатам предтеста не выявлено критических замечаний к компонентам и конфигурации СУВ.

4. Назначьте статус измерительным каналам (контроль, слежение, обзор), учитывая рекомендации программы «Предтест и поиск резонансов».

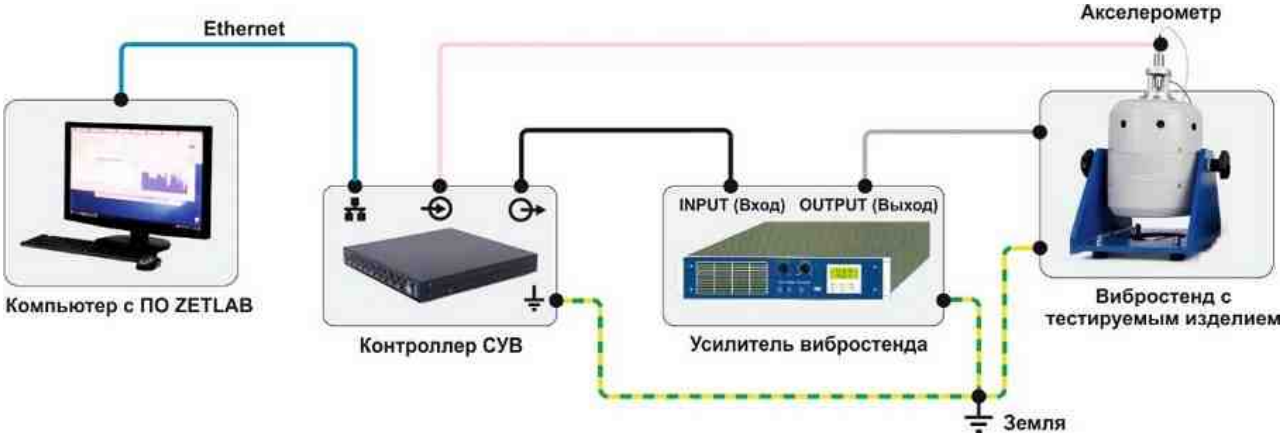
Если производится управление одновременно более чем одним вибростендом то для каждого из

участвующих в формировании сигналов возбуждения контроллеров СУВ должен быть проведен индивидуально предтест и должны быть индивидуально назначены измерительные каналы со статусом «Контроль».

5. В окне программы «Предтест и поиск резонансов» активируйте кнопку «Применить» для сохранения результатов предтеста и статусов измерительных каналов.

Шаг 3. Подключение оборудования

1. Соедините оборудование согласно схеме:



2. Подсоедините сетевой адаптер питания в разъем «DC 12 V» контроллера СУВ и подключите вилку адаптера к сети переменного тока 220 В 50 Гц.

3. Подсоедините патч-корд (кабель Ethernet) к разъему контроллера СУВ и к аналогичному порту компьютера.

4. Установите на вибростенд необходимую оснастку и закрепите с ее помощью испытываемое изделие. Установите на вибростенд необходимую оснастку и закрепите с ее помощью испытываемое изделие.

5. Установите первичные преобразователи (акселерометры) на изделие в местах контроля вибрации (проверочных точках).
6. Подключите первичные преобразователи (акселерометры) ко входам контроллера, а выход контроллера ко входу усилителя мощности вибростенда.

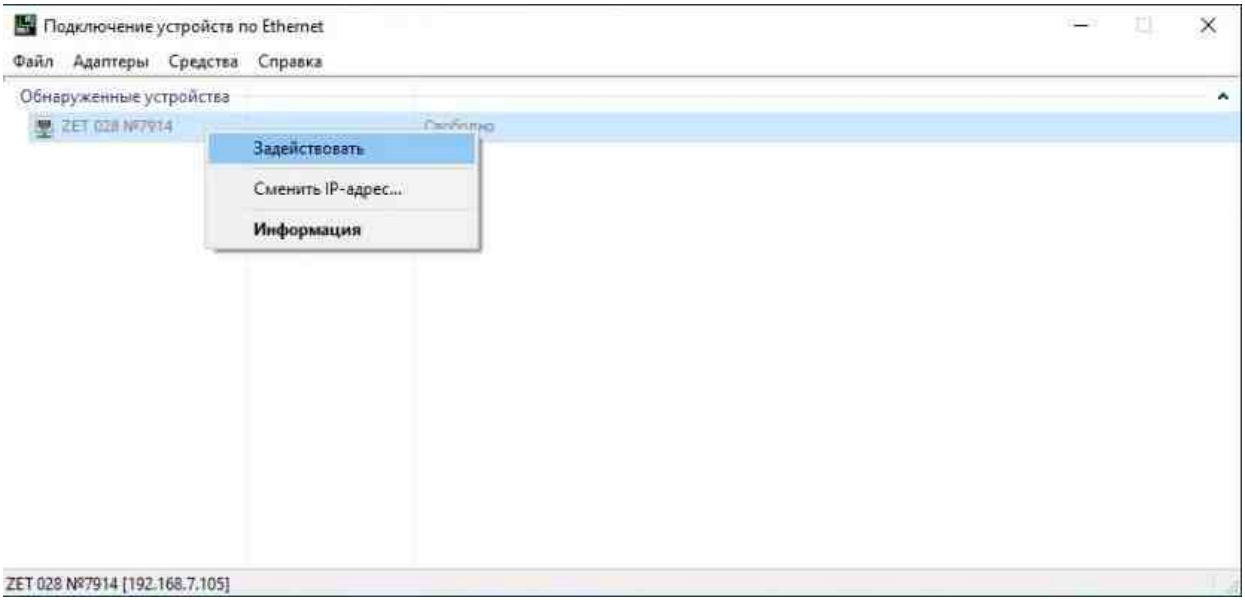
7. Включите контроллер СУВ с помощью кнопки «DC 12 V» расположенной на задней панели контроллера СУВ

Обращайте внимание на заземление устройств, особенно при наличии высокого уровня помех.

Шаг 4. Подключение сетевого интерфейса

1. Настройте сетевой порт компьютера таким образом, чтобы сетевые настройки компьютера и контроллера относились к единой подсети. Заводские настройки IP адреса для интерфейса LAN контроллера СУВ: IP-адрес – 192.168.0.100, маска 255.255.255.0.

2. Произведите программное подключение сетевого порта компьютера к контроллеру, используя программу «Подключение устройств», расположенную в разделе «Сетевые программы» панели ZETLAB. Для подключения в окне программы «Подключение устройств» необходимо активировать поле «Задействовать».



1. При необходимости перенастроить IP контроллера СУВ в окне программы «Подключение устройств» необходимо активировать поле «Сменить IP-адрес».

При использовании одновременно нескольких контроллеров следует использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet

портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты контроллеров и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом пересекающихся (одинаковых) IP-адресов.

Шаг 5. Настройка параметров СУВ

1. Откройте панель СУВ, активировав на панели ZETLAB раздел «СУВ».



Отсутствие раздела СУВ в панели управления ZETLAB означает, что программа не обнаружила подключения контроллера СУВ к компьютеру. Убедитесь в подключение по сетевому интерфейсу контроллера СУВ к компьютеру

2. Активируйте на панели СУВ кнопку «Параметры вибростенда» и установите в соответствующем окне программы технические характеристики вибростенда в соответствии с паспортными данными на вибростенд.



3. Активируйте на панели СУВ кнопку «Параметры изделия» и укажите в соответствующем окне программы вес изделия и оснастки (при ее наличии).



4 Активируйте на панели СУВ кнопку «Диспетчер устройств и каналов» и в соответствующем окне программы произведите настройку измерительных каналов контроллера. Параметры измерительных каналов следует устанавливать в соответствии с техническими характеристиками на подключаемый первичные преобразователи.





При конфигурировании следует обращать внимание на корректную установку чувствительности измерительных каналов, особенно для каналов обратной связи (статус «Контроль»). Ошибка при

задании чувствительности приведет к соответствующей ошибке в величине формируемого на вибростенде ускорения что может в свою очередь явиться причиной повреждения оборудования

Настройка пользовательских директорий .....

Настройка пользовательских директорий



Программному обеспечению *ZETLAB* требуется для работы несколько директорий на диске компьютера, при этом часть из директорий определяются программным обеспечением и не могут быть изменены пользователем, а часть из директорий доступны для изменения.

Для изменения доступны директории, в которых будут располагаться сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки и файлы конфигурации.

Для определения пользовательских директорий на диске компьютера следует создать (в случае отсутствия необходимых) пользовательские директории, после чего в программном обеспечении настроить пути конфигурации к ним.

Для настройки путей конфигурации, в «Панели управления *ZETLAB*» (*Рис. 2.3*) необходимо активировать иконку *ZETLAB* и в открывшемся окне «Главное меню панели управления» (*Рис. 2.5*) активировать панель «Пути конфигурации пользователя».

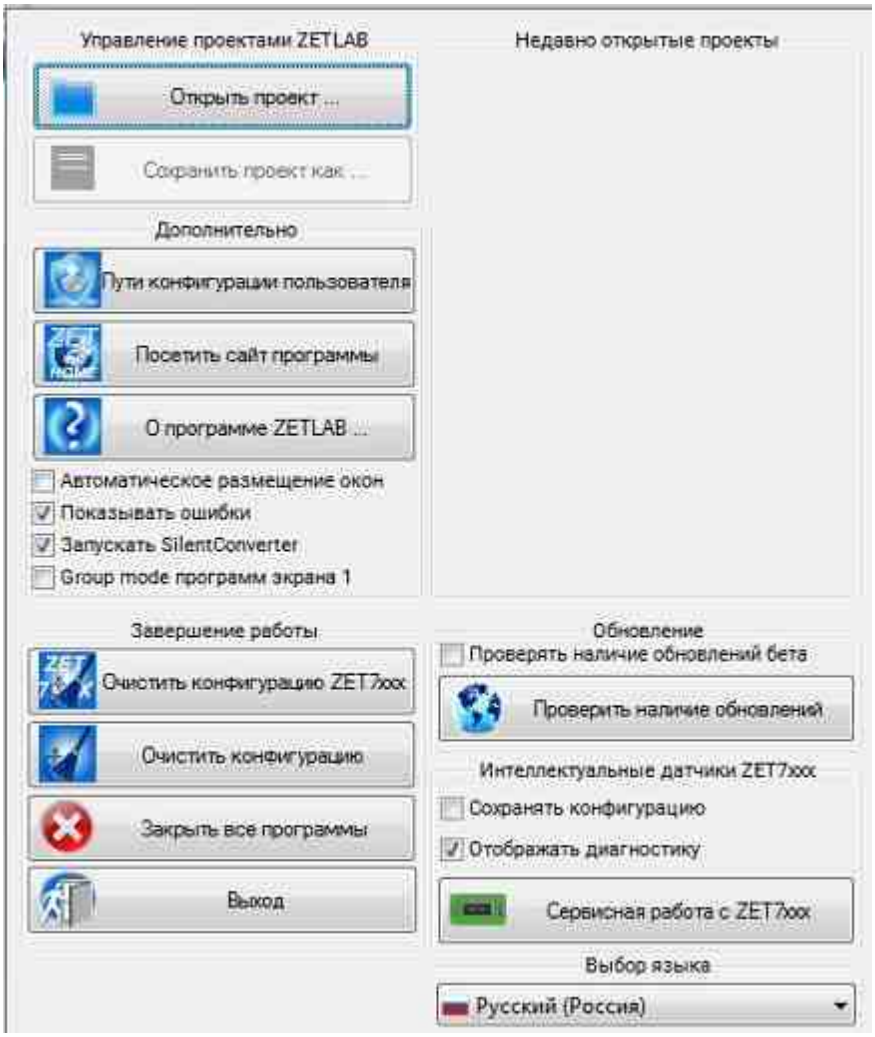


Рис. 2.5 Главное меню панели управления ZETLAB

В открывшемся окне «Настройка путей конфигурации» (*Рис. 2.6*) для каждой определяемой пользователем директории последовательно активировать панель «...», соответствующую виду сохраняемых данных (сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки, файлы конфигурации) и в открывшемся окне «Выбор директории» назначить требуемый путь конфигурации, после чего активировать «Применить».

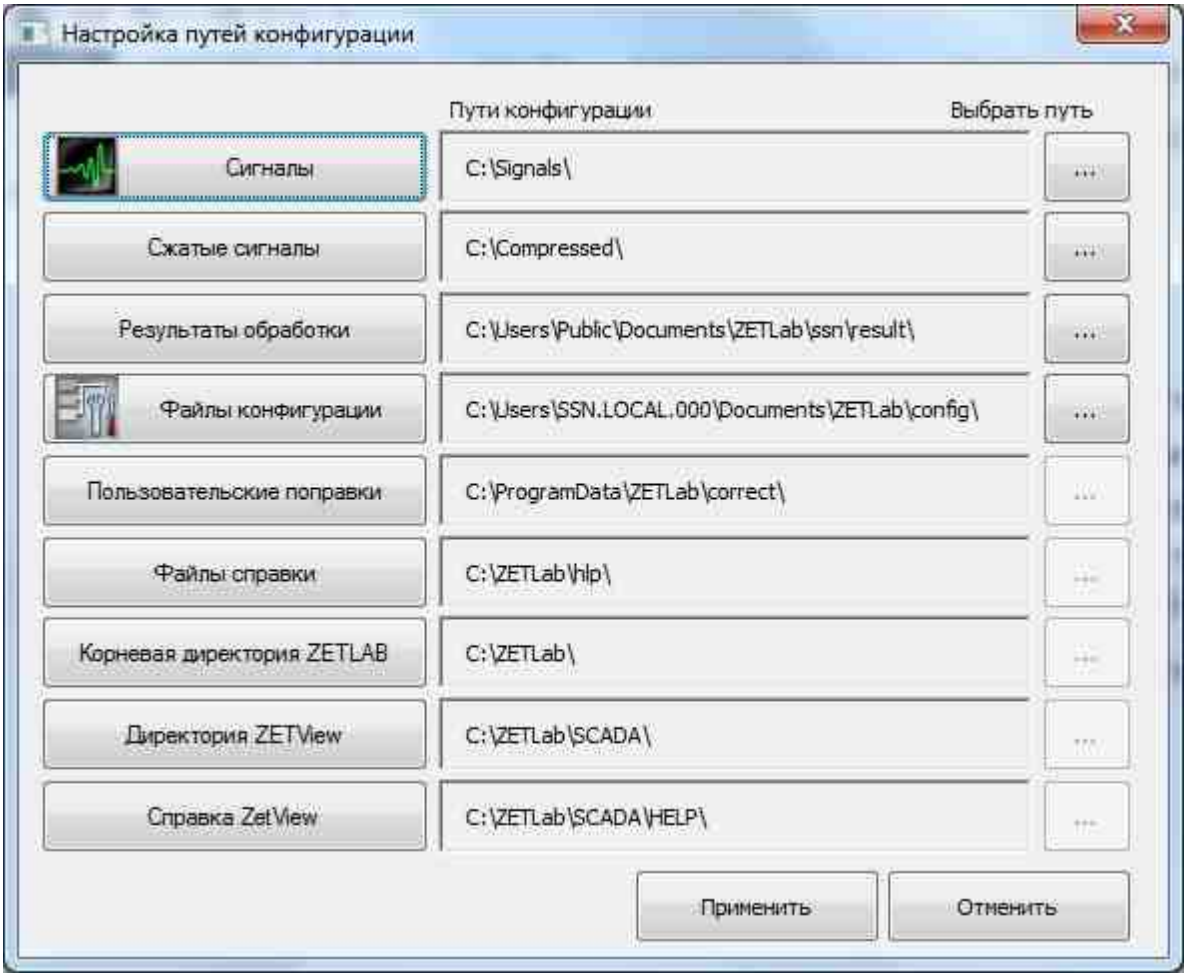


Рис.2.6 Окно «Настройка путей конфигурации»

Индикатор состояния подключенных устройств .....

Индикатор состояния подключенных устройств



Индикатор состояния подключенных устройств расположен справа на панели *ZETLAB*.

В зависимости от результатов непрерывной диагностики состояния подключенных аппаратных средств производства ООО «ЭТМС»

индикатор может находиться в одном из трех состояний индикации:

-  штатный режим;

-  предупреждение;
-  ошибка.

Индикатор находится в состоянии *Штатный режим* в случае если программное обеспечение не диагностирует каких-либо нарушений в работе аппаратных средств и конфигурирования настроек программного обеспечения.

В случаях, когда программное обеспечение диагностирует некритичные нарушения в работе одного или несколько устройств либо конфигурации настроек, индикатор переводится в состояние «*Предупреждение*», а в случаях критичных нарушений – в состояние «*Ошибка*».

Для перехода к информации о причинах диагностируемых нарушений необходимо  активировать панель с символом индикатора состояние подключенных устройств, при этом откроется соответствующее окно с описанием вида зарегистрированной ошибки (*Рис. 2.7*).



Внимание! *Прежде чем продолжить работу с программным обеспечением ZETLAB следует принять меры по устранению причин, приводящих к диагностируемой ошибке.*

Для получения дополнительной вызовите правой кнопкой манипулятора «мышь» панель меню (*Рис. 2.8*) и активируйте строку «Помощь».

В открывшемся справочном окне (*Рис. 2.9*) воспользуйтесь информацией о необходимых мерах по устранению диагностируемой ошибки.

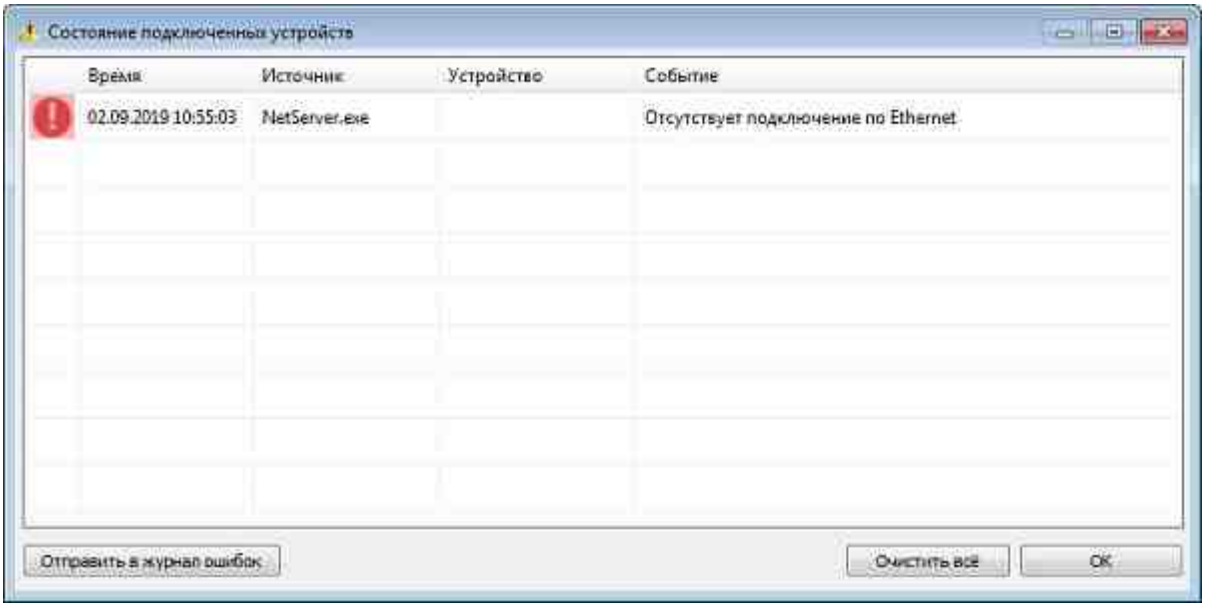


Рис. 2.7 Окно «Состояние подключенных устройств»

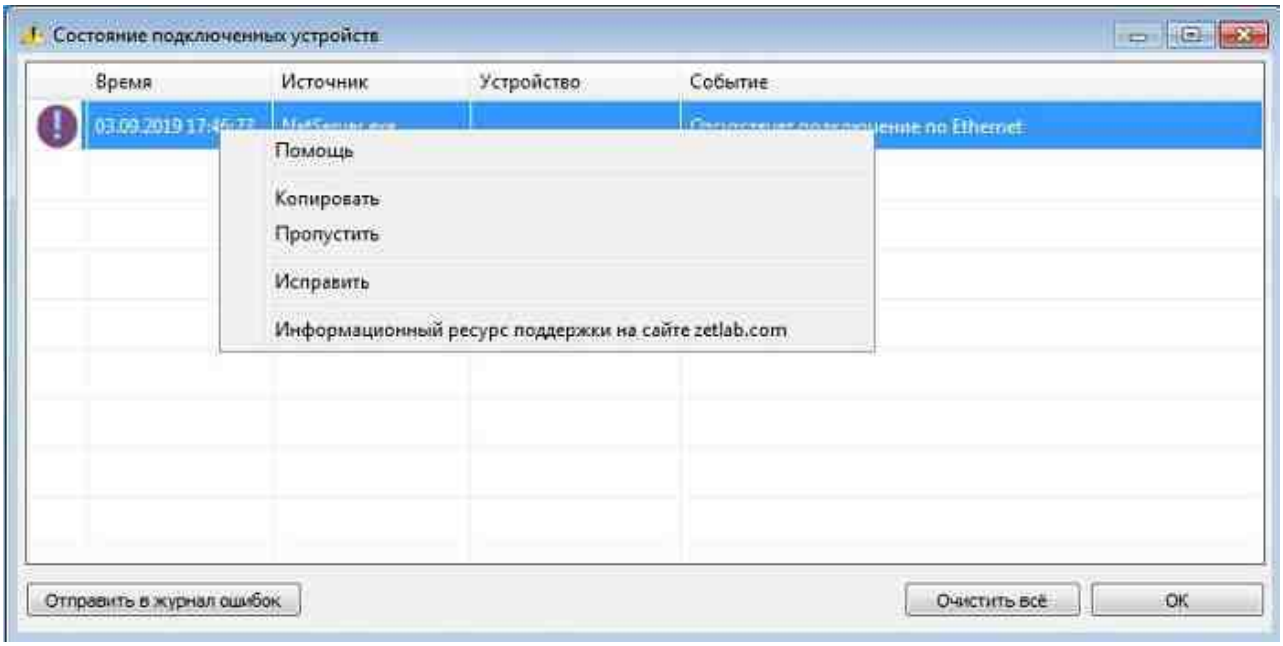


Рис. 2.8 Окно «Состояние подключенных устройств» с панелью меню

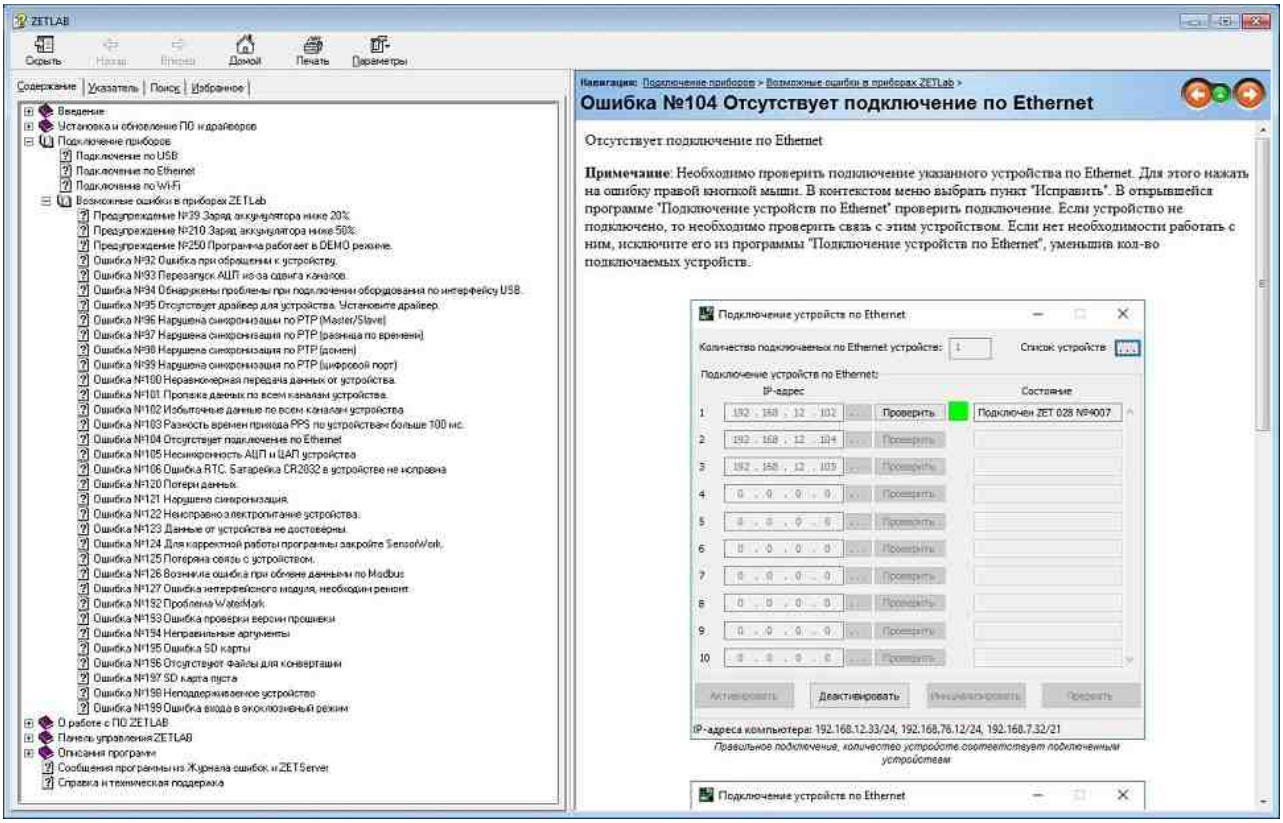


Рис.2.9 Окно справочной информации

Если причина диагностированного нарушения была связана с периодом настройки или с этапом подключения аппаратуры и в настоящий момент уже устранена, то после активации кнопки «Очистить все» в окне «Состояние подключенных устройств» (*Рис. 2.7*) индикатор состояния подключенных устройств перейдет в состояние «*Штатный режим» (*отсутствие ошибок). Если причина возникновения ошибки не была устранена индикатор состояния подключенных устройств вновь начнет индицировать состояние *«Ошибка».*

Закрытие панели управления ZETLAB .....

Закрытие панели управления ZETLAB



Для закрытия панели управления *ZETLAB* необходимо в окне «Главное меню панели управления» (*Рис. 2.4*) активировать кнопку *«Выход из программы»* при этом происходит закрытие как самой панели управления *ZETLAB,* так и всех запущенных программ ZETLAB.

Закрытие программ ZETLAB .....

Закрытие программ ZETLAB



Для закрытия сразу всех программ, запущенных с помощью панели *ZETLAB* необходимо в окне «Главное меню панели управления» (*Рис. 2.5*) активировать кнопку *«Закрыть все программы»* при этом сама панель *ZETLAB* остается активной.

Включение анализатора и подготовка к работе .....

Установка программного обеспечения ZETLAB на компьютер

Включение анализатора

Схема соединения и заземления элементов

Запуск панели управления ZETLAB

Настройка параметров входов (АЦП) и выходов (ЦАП) анализатора

Опробование

Измерение шума на столе вибростенда

Определение амплитудно-частотных характеристик, рабочего частотного диапазона и резонансных частот вибростенда

Определение коэффициента передачи

Установка программного обеспечения ZETLAB на компьютер .....

Для установки программного обеспечения ZETLAB на компьютер необходимо:

1. Вставить в свободный USB порт компьютера, на котором будут производиться измерения, флеш-накопитель из комплекта поставки (с ПО ZETLAB).
2. Запустить файл-установщик zetlab.msi.
3. Следуя инструкциям мастера-установки, установить ПО ZETLAB в директорию C:\ZETLab.
4. Для активации лицензии работы ПО ZETLAB с цифровыми датчиками серии ZET7xxx вставить в USB порт компьютера электронный ключ ZETKEY (*Рис. 3.1*).



Рис. 3.1 Электронный ключ ZETKEY

Включение анализатора .....

Для подключения анализатора спектра к компьютеру необходимо подсоединить входящий в комплект кабель HighSpeed USB 2.0 к порту HighSpeed USB 2.0 ПЭВМ, при этом питание компьютера может быть, как включенным, так и выключенным. Если в комплекте анализатора спектра есть блок питания, то необходимо произвести следующие действия:

- вставить штекер блока питания в соответствующий разъем питания, расположенный на задней панели анализатора;
- вилку блока питания вставить в розетку сети переменного тока 220 В;
- на задней панели анализатора перевести переключатель питания в положение включено. При этом должен загореться красный светодиод, расположенный рядом с переключателем питания, означающий, что анализатор включен.

После подсоединения анализатора необходимо включить питание компьютера и дождаться загрузки операционной системы, установленной на ПЭВМ.

После подсоединения анализатора к компьютеру, включения питания и загрузки операционной системы, либо после подсоединения анализатора к компьютеру с уже включенным питанием и загруженной операционной системой в панели задач операционной системы (внизу экрана) появится значок подключенного USB-устройства (*Рис. 3.2*).



Рис. 3.2 Значок подключенного USB-устройства

Схема соединения и заземления элементов .....



Рис. 3.2.1 Анализатор спектра ZET 017. Передняя панель

1) Разъемы для подключения датчиков (с встроенными индикаторами работы каналов);
2) Кнопка аварийной остановки виброиспытаний.



Рис. 3.2.2 Анализатор спектра ZET 017. Задняя панель

1) Тумблер включения Устройства;
2) Индикатор наличия питания;
3) Разъем для подключения блока питания;
4) Клемма заземления;
5) Разъем для подключения Flash накопителя формата Secure Digital (SD);
6) Интерфейс USB 2.0;
7) Промышленный интерфейс Ethernet;
8) Выходы генераторов (ЦАП).

Для правильного соединения элементов измерительной и вибрационной аппаратуры необходимо пользоваться схемой, показанной на *Рис. 3.2.3*.

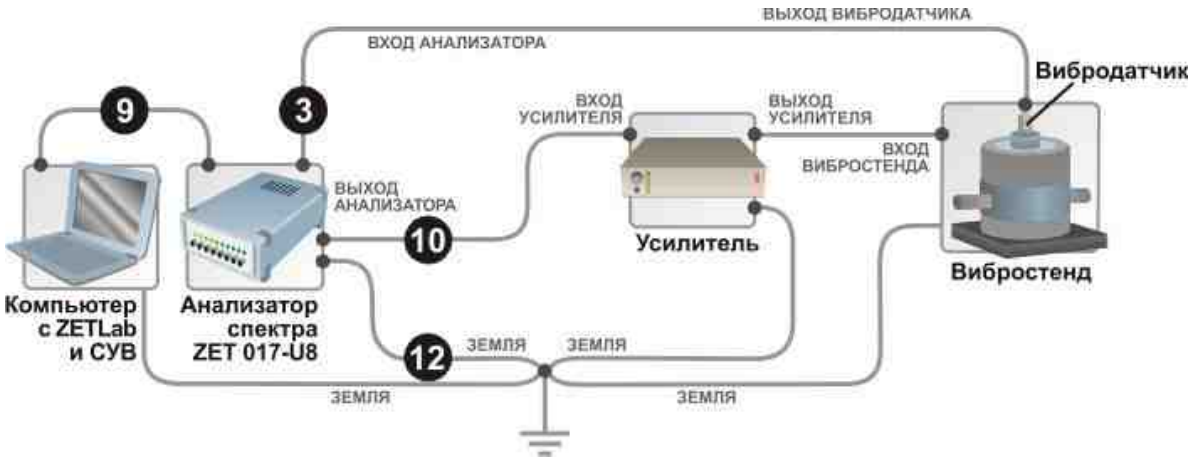


Рис. 3.2.3 Схема соединения элементов измерительной и вибрационной аппаратуры

В связи с использованием в схеме усилителей мощности необходимо заземлять все элементы в схеме. Вибростенд и усилитель заземляются согласно соответствующим эксплуатационным документам. Системный блок компьютера заземляется за один из винтов, которым крепится блок питания к корпусу. Анализатор ZET 017 заземляется за специальное гнездо. Все провода заземления необходимо соединить в одной физической точке (в качестве общей точки можно использовать клемму заземления усилителя) и соединить общую точку с шиной заземления.

Заземление элементов системы необходимо для защиты анализатора спектра ZET 017 от наводок на усилителе или вибростенде, кроме того, заземление во многих случаях позволяет уменьшить уровень наводок от сети питания (гармонический сигнал на частоте 50 Гц).

Для аварийной остановки виброиспытаний используется элемент «красная кнопка, расположенная на передней панели анализатора спектра. При нажатии на кнопку происходит размыкание выхода анализатора и входа генератора и вибростенд останавливается. Если программы СУВ не остановились автоматически их необходимо остановить вручную.

Примечание: анализатор спектра имеет возможность соединения с компьютером по сети Ethernet и по Wi-Fi, но для СУВ стабильная и надёжная работа обеспечивается только соединением по USB 2.0.

Запуск панели управления ZETLAB .....

Для запуска панели управления **ZETLab** необходимо два раза щелкнуть левой кнопкой «мыши» на иконку панели управления, расположенную на рабочем столе ОС Windows (*Рис. 3.3.1*).



Рис. 3.3.1 Значок ZETLab на рабочем столе.

Загрузка программы сопровождается окном ожидания (*Рис. 3.3.2*).

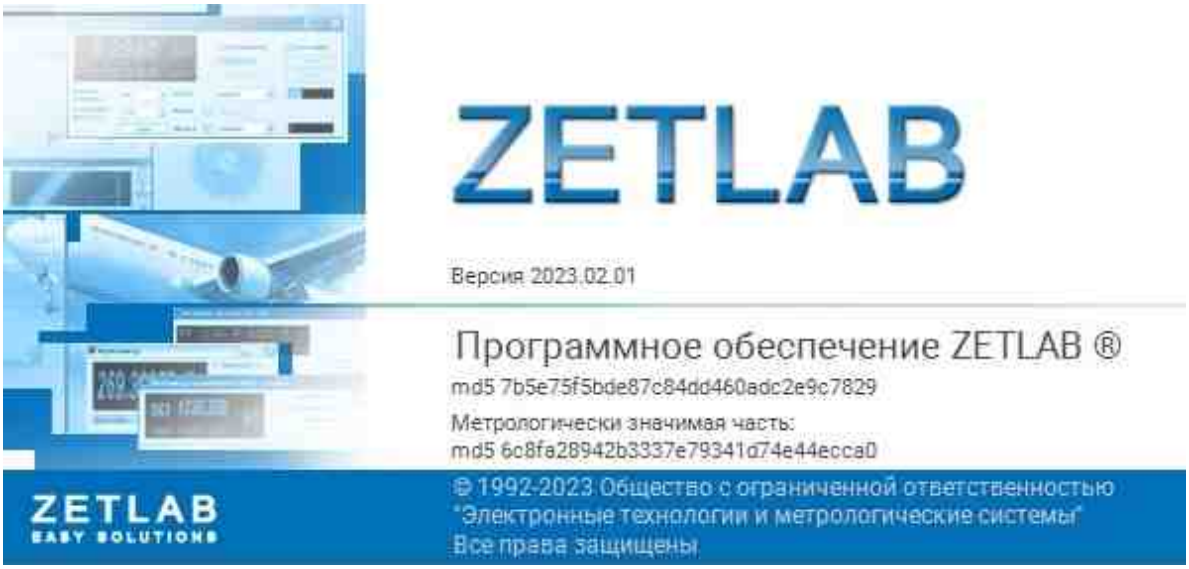


Рис. 3.3.2 Окно ожидания

Сверху экрана появится панель управления (*Рис. 3.3.3*).



Рис. 3.3.3 Панель управления ZETLAB

Внимание! Система чувствительная к статическим разрядам, которые могут накапливаться на человеке. Признаком сбоя системы является остановка значения времени по измерительным каналам. Для проверки необходимо запустить программу **«Время ZETServer»** и периодически наблюдать за состоянием времени. Если время остановилось, то необходимо закрыть все программы, выключить анализатор, отсоединить кабель питания, подождать несколько секунд, после чего проделать обратные действия и продолжать испытания. Если возобновить работу не удалось, то необходимо связаться с разработчиком.

Настройка параметров входов (АЦП) и выходов (ЦАП) анализатора .....

При первом включении анализатора (первоначальное использование) необходимо проверить параметры АЦП/ЦАП. Для настройки параметров АЦП/ЦАП необходимо войти в меню **«Сервисные»** (*Рис. 3.4.1*) и нажать на кнопку **«Диспетчер устройств»**. На экране появится окно программы настройки (*Рис. 3.4.2*).

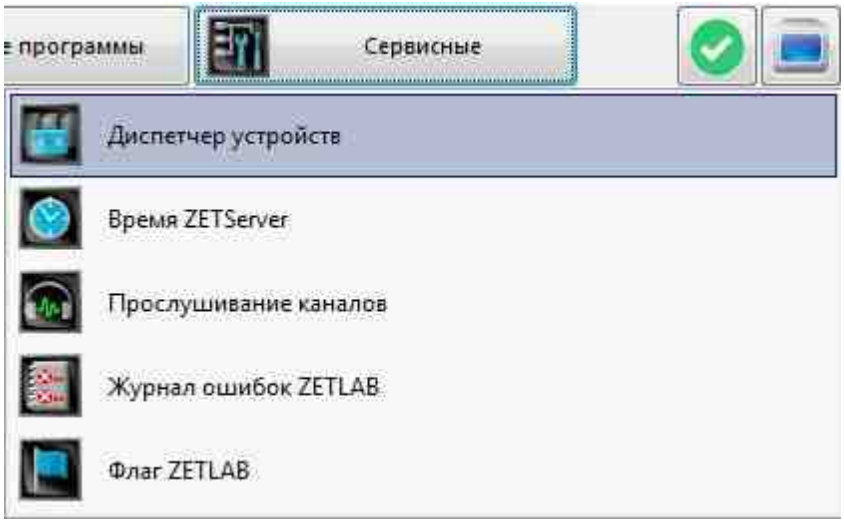


Рис. 3.4.1 Список программ меню «Сервисные»

Далее необходимо проверить частоту дискретизации каналов АЦП и количество активированных каналов. Необходимо кликнуть правой кнопкой мыши на строку с названием устройства и в выпадающем меню выбрать пункт **«Свойства»**. Далее, в окне свойств (*Рис. 3.4.3*) необходимо выбрать вкладку **«Частота дискретизации»**. Для работы программ СУВ необходимо установить частоту АЦП 25 кГц, частоту ЦАП 100 кГц. Для запоминания текущих настроек каналов АЦП/ЦАП нажать кнопку **«ОК»**. При последующем использовании анализатора все параметры будут установлены в соответствии с сохраненными настройками и нет необходимости запускать программу настройки параметров АЦП и ЦАП снова.

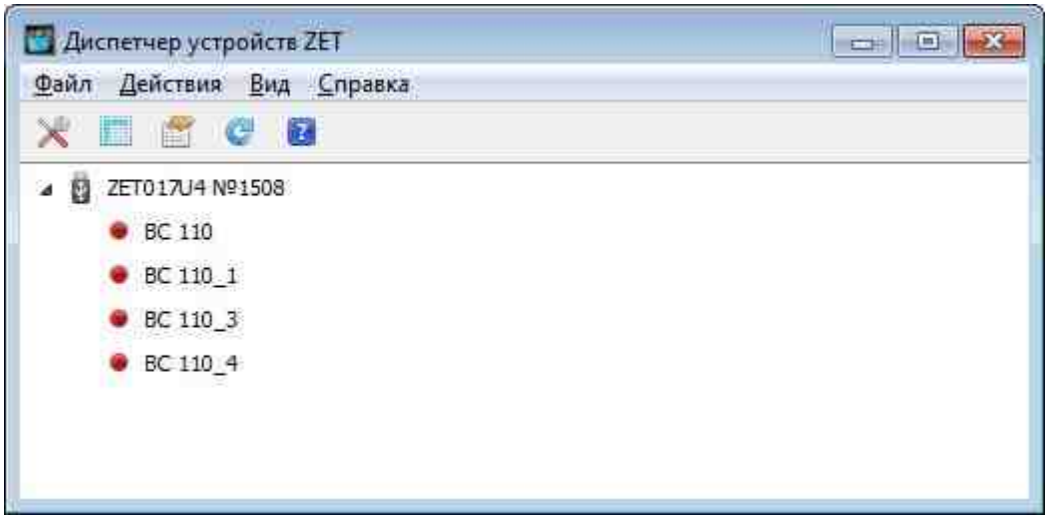


Рис. 3.4.2 Окно настройки параметров АЦП и ЦАП

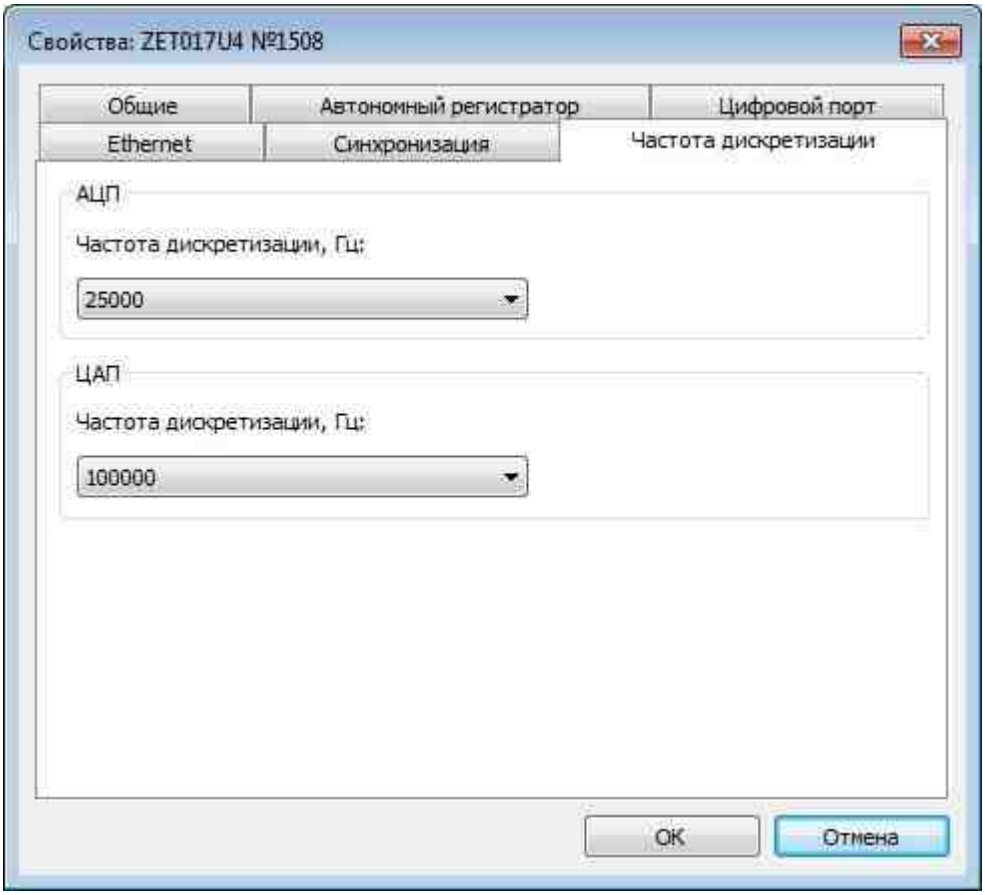


Рис. 3.4.3 Окно свойств устройства

Настройка конфигурации измерительных трактов .....

Для настройки измерительных каналов в соответствии с подключенными к ним вибропреобразователями в меню **«Сервисные»** (*Рис. 3.4.1*) необходимо нажать на кнопку **«Диспетчер устройств»**. Рабочее окно программы для настройки параметров измерительных каналов показано на *Рис. 3.5.1*.

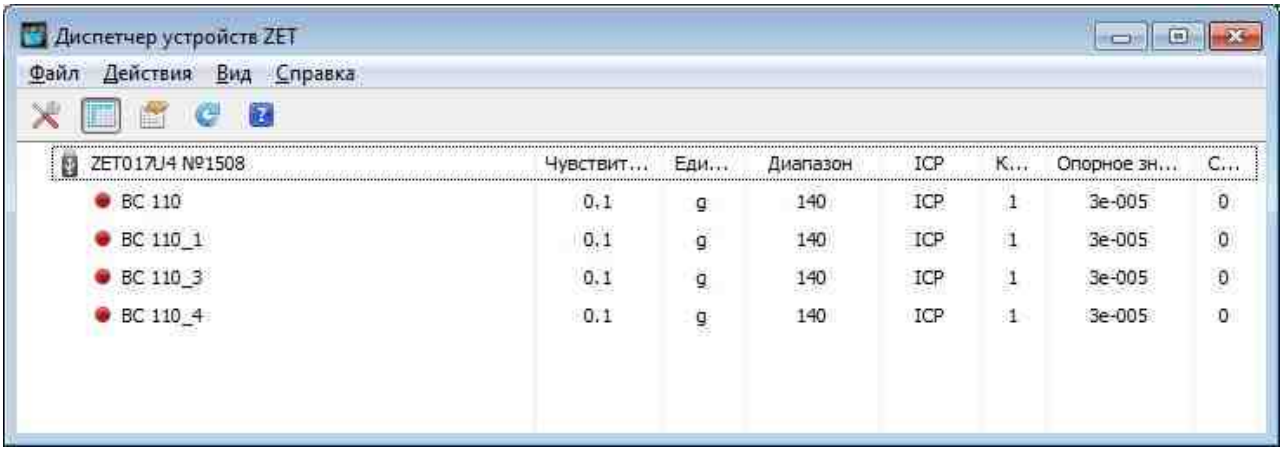


Рис. 3.5.1 Окно настроек измерительных каналов

В окне в виде дерева представлены все подключенные к компьютеру устройства и измерительные канала этих устройств. Для задания параметров необходимо раскрыть список каналов, нажав на треугольник слева от названия устройства, и сделать двойной клик на нужном канале. В открывшемся окне (*Рис. 3.5.2*) необходимо ввести параметры измерительного канала.

В строке **«Название»** необходимо ввести название подключенного датчика или выбрать его из выпадающего списка, если его параметры были введены заранее в базу датчиков.

В строке **«Единица измерения»** необходимо ввести единицы измерения датчика или выбрать их из выпадающего списка (часто используемые единицы измерения занесены в список).

Каналы, к которым подключены датчики, должны быть включены, у них должна быть установлена галочка **«Включено»** (каналы, к которым датчики не подключены можно отключить).

В строке **«Чувствительность»** необходимо ввести чувствительность датчика из паспорта.

В строке **«Опорное значение»** необходимо ввести значение, соответствующее уровню 0 дБ. Для единиц измерения, перечисленных в списке, опорное значение выставляется автоматически в соответствии с ГОСТом.

В строке **«Смещение пост. сост.»** необходимо ввести постоянное значение по каналу. Вводить смещение необходимо только после того, как была задана и сохранена чувствительность.

Для датчиков, требующих внешнего питания стандарта ICP необходимо установить галочку **«Использовать ICP»**.

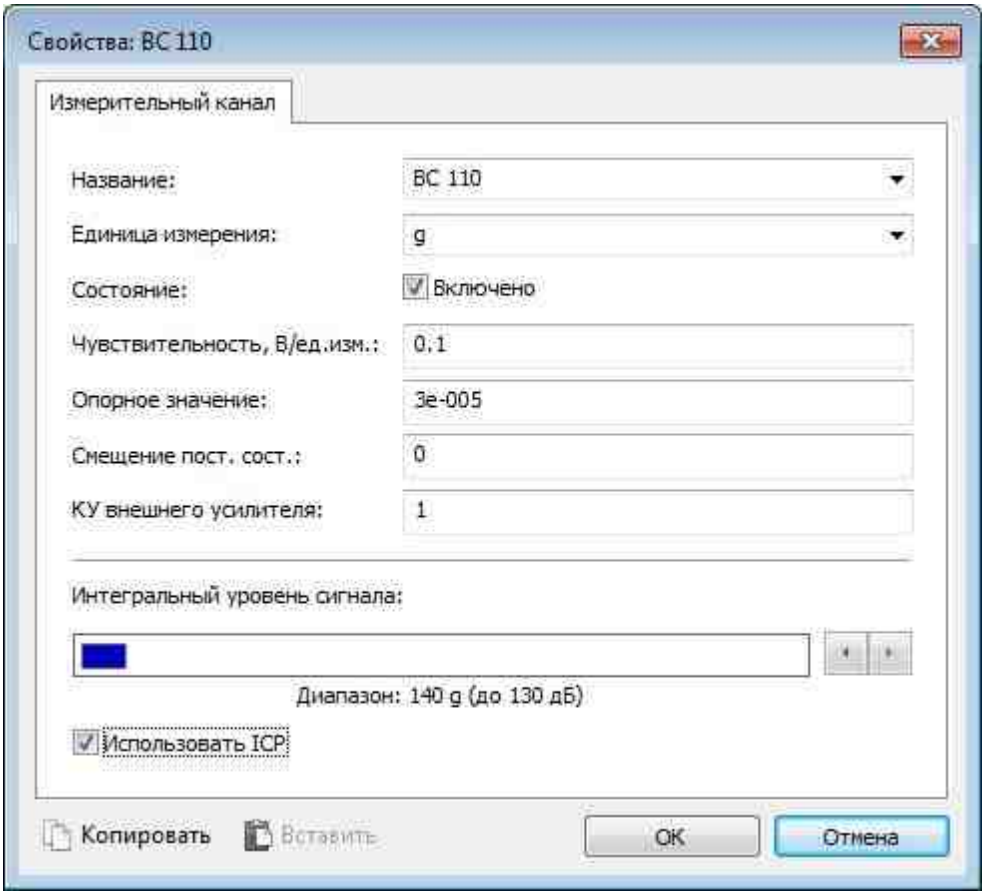


Рис. 3.5.2 Окно ввода параметров выделенного измерительного канала.

Шкала **«Интегральный уровень сигнала»** показывает отношение текущего уровня сигнала, к максимально возможному значению, указанного ниже в строке «**Диапазон**». Значение диапазона вычисляется как отношение максимального измеряемого напряжения на входе анализатора к чувствительности датчика. Максимальное измеряемое напряжение на входе анализатора составляет 10 вольт. Для уменьшения погрешности измерений малых величин, максимальное измеряемое напряжение на входе можно уменьшить в 10, 100 или 1000 раз (соответственно до 1 В, до 0.1 В или до 0.01 В). Аналогичным образом будет уменьшаться диапазон: в 10, 100 и 1000 раз. На рисунке 3.5.2 диапазон был уменьшен в 10 раз (10 В / 0.13 В/g = 80 g), так как максимальная амплитуда виброускорения на вибростенде не превышает 5 g.

После задания параметров необходимо закрыть окно свойств измерительного канала и в основном окне программы выбрать пункт меню «Файл» - «Сохранить» для сохранения введенных параметров.

Примечание: для проведения любых виброиспытаний необходимо наличие измерительных каналов, измеряющих ускорение в единицах «g» или «м/с^2».

Опробование .....

Для определения правильности подключения вибродатчиков и настройки измерительных каналов перед началом испытаний необходимо опробовать систему. В меню **Анализ сигналов** (*Рис. 3.6.1*) необходимо выбрать команду **Узкополосный спектр**.



Рис 3.6.1 Список программ меню «Анализ сигналов»

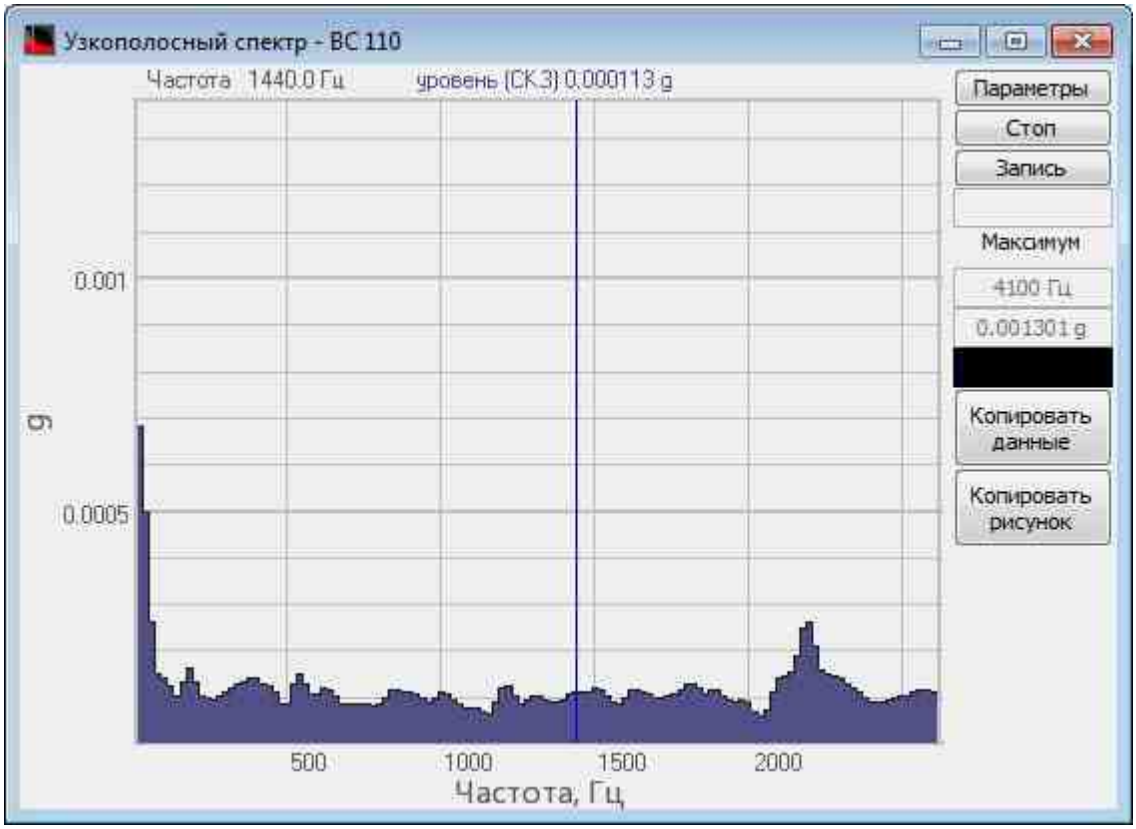


Рис 3.6.2 Окно программы «Узкополосный спектр»

В появившемся окне программы **Узкополосный спектр** (*Рис. 3.6.2*) нажать кнопку **«Параметры»** и в дополнительном окне (*Рис. 3.6.3*) в списке **«Канал измерений»** выбрать канал, к которому подключен контрольный вибродатчик.

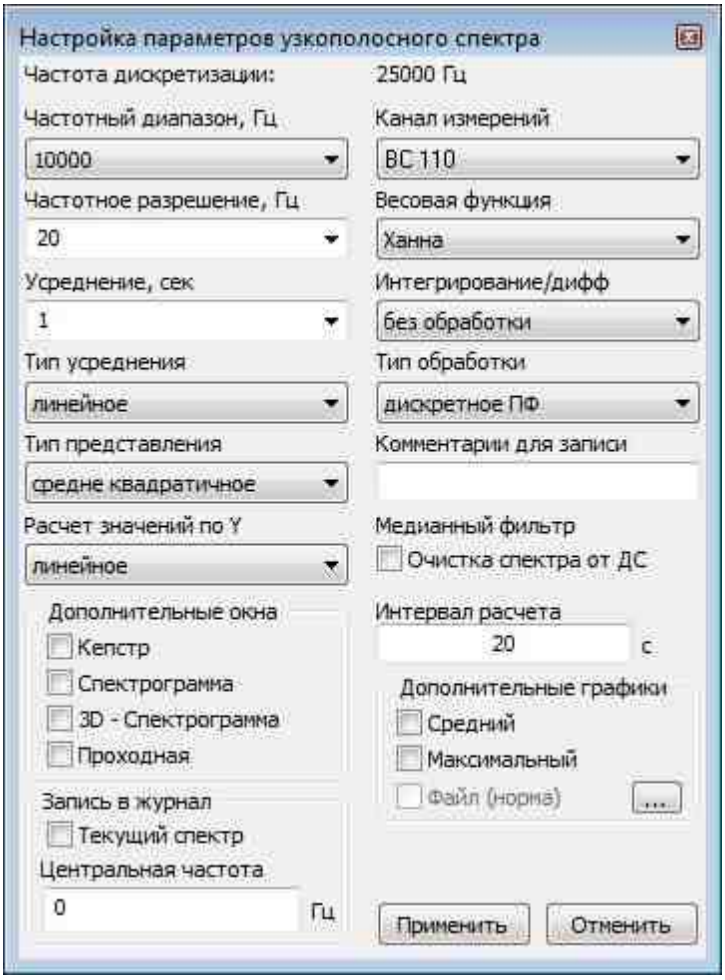


Рис 3.6.3 Окно параметров узкополосного спектра

Далее в главном окне программы **Узкополосный спектр** необходимо убедиться в отсутствии характерного пика на частоте 50 Гц (сетевая помеха) и ее гармоник. В случае присутствия сетевой помехи необходимо убедиться в правильности заземления всех элементов измерительной системы (анализатора) и виброаппаратуры (усилитель, вибростенд). При отсутствии сетевой помехи или после ее устранения необходимо приступить к следующему этапу опробования – подаче тестового сигнала с выхода генератора анализатора на вход усилителя мощности виброустановки. Для этого в меню **Измерение** панели управления **ZETLab** (*Рис. 3.6.4*) выбрать команду **Вольтметр переменного тока**. В меню **СУВ** (*Рис. 3.5.1*) выбрать команду **Генератор сигналов**. В появившемся окне программы **Вольтметр переменного тока** выбрать канал измерений, к которому подключен контрольный вибродатчик (*Рис. 3.6.5*).

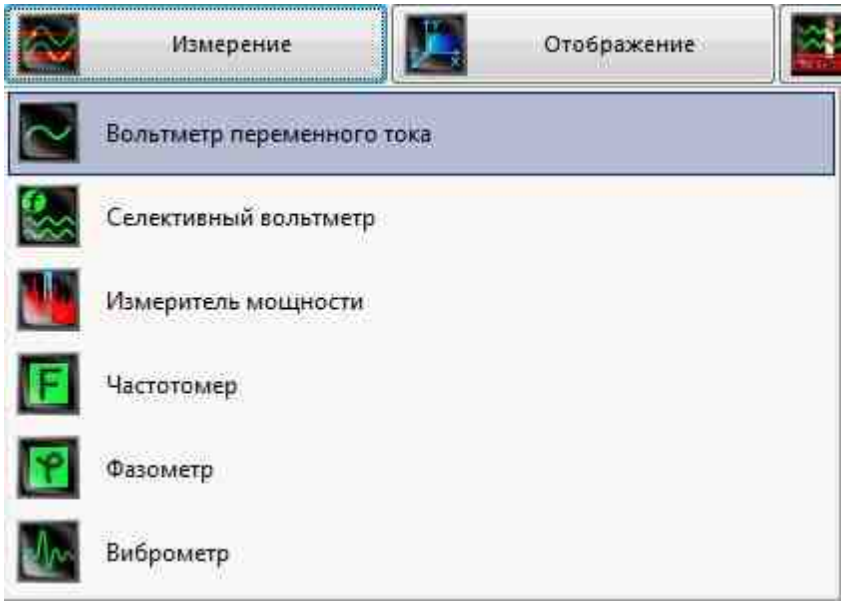


Рис 3.6.4 Список программ меню «Измерение»



Рис 3.6.5 Окно вольтметра переменного тока

В окне программы **Генератор сигналов** (*Рис. 3.6.6*) выбрать закладку **«Синус»**, установить частоту сигнала 1000 Гц, уровень сигнала 0,05 В, нулевое смещение постоянной составляющей и нажать на кнопки **«Включить»** и **«Добавить»**. Проконтролировать, что значение ускорения, измеряемое программой **Вольтметр переменного тока** (*Рис. 3.6.7*) увеличилось по отношению с наблюдаемым ранее значением вибрационного шума. Также в окне программы **Узкополосный спектр** должен появиться пик на заданной в генераторе частоте – 1000 Гц (*Рис. 3.6.8*).

После решения, что система правильно реагирует на подаваемый тестовый сигнал, необходимо выключить **Генератор сигналов** и закрыть все программы.

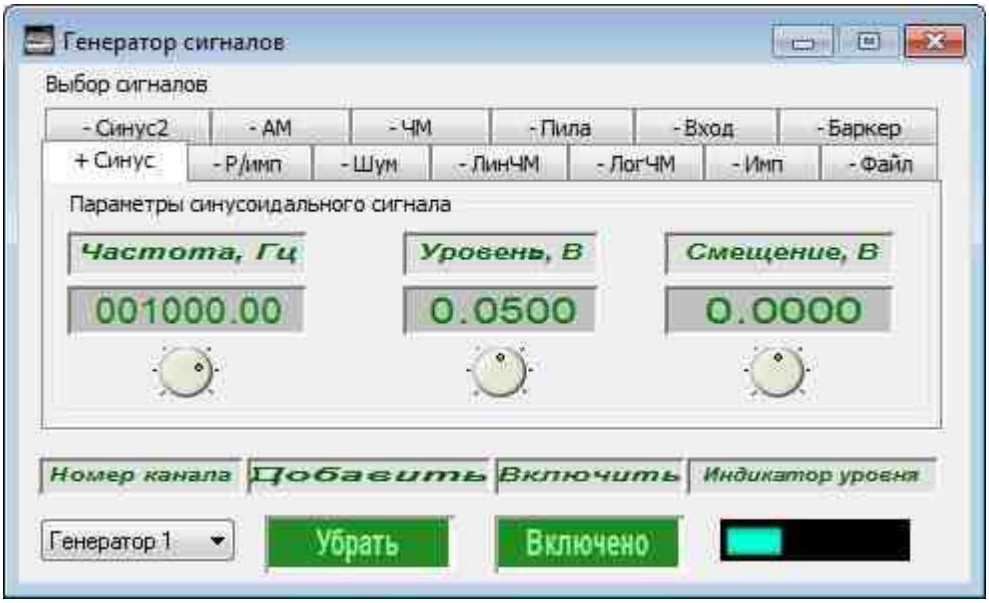


Рис 3.6.6 Окно генератора сигналов



Рис 3.6.7 Измерение ускорения по выбранному каналу

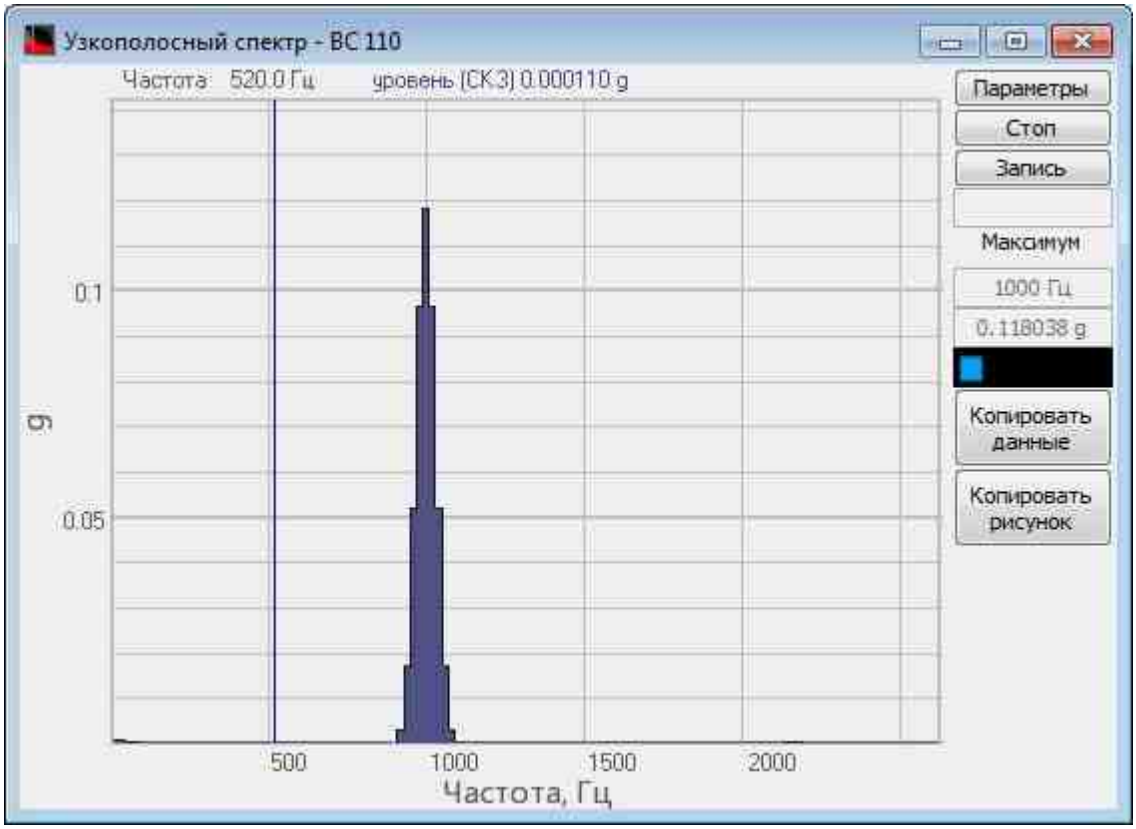
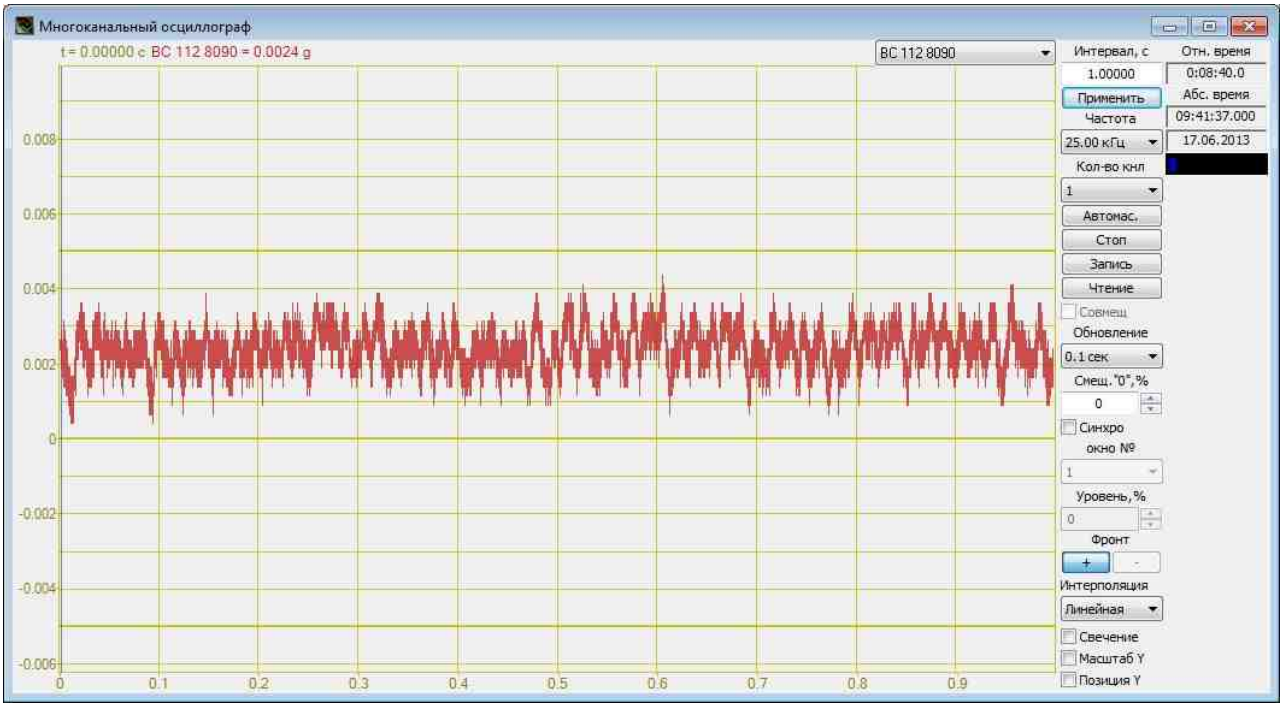


Рис 3.6.8 Спектр сигнала

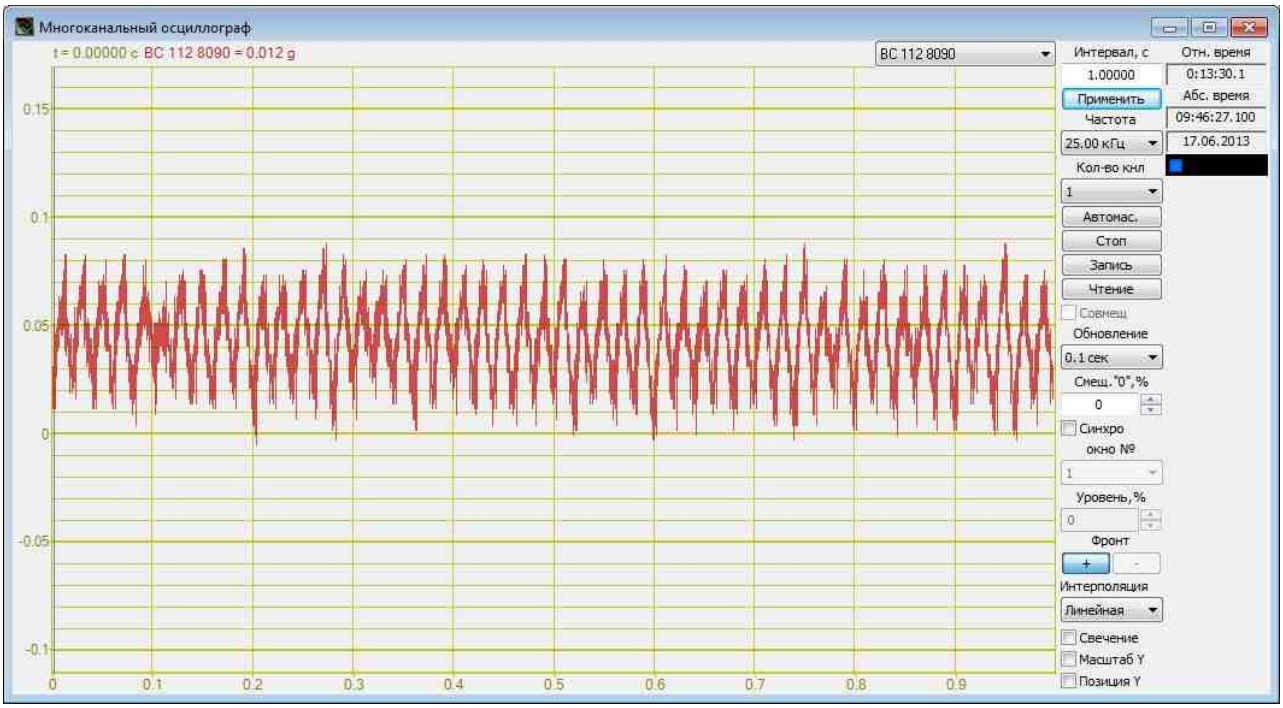
Примечание: перед проведением виброиспытаний необходимо проверить соответствует ли настроенный диапазон измерений (смотри п. *3.5*) максимальным значениям ускорения, достигаемым при виброиспытаниях. Причём, сравнивать необходимо не с тем числом, которое указано в строке «**Диапазон**», а половиной этого значения, поскольку при высоком напряжении у датчика сильнее проявляется эффект насыщения и показания, превышающие половину максимального значения, будут иметь большую погрешность, чем указано в паспорте.

Измерение шума на столе вибростенда .....

На проведение испытаний сильно влияют внешние помехи. Основной источник помех – усилитель мощности, к которому подключен вибростенд. Помеху от усилителя мощности распознать легко по наличию гармоник кратных 50 Гц.



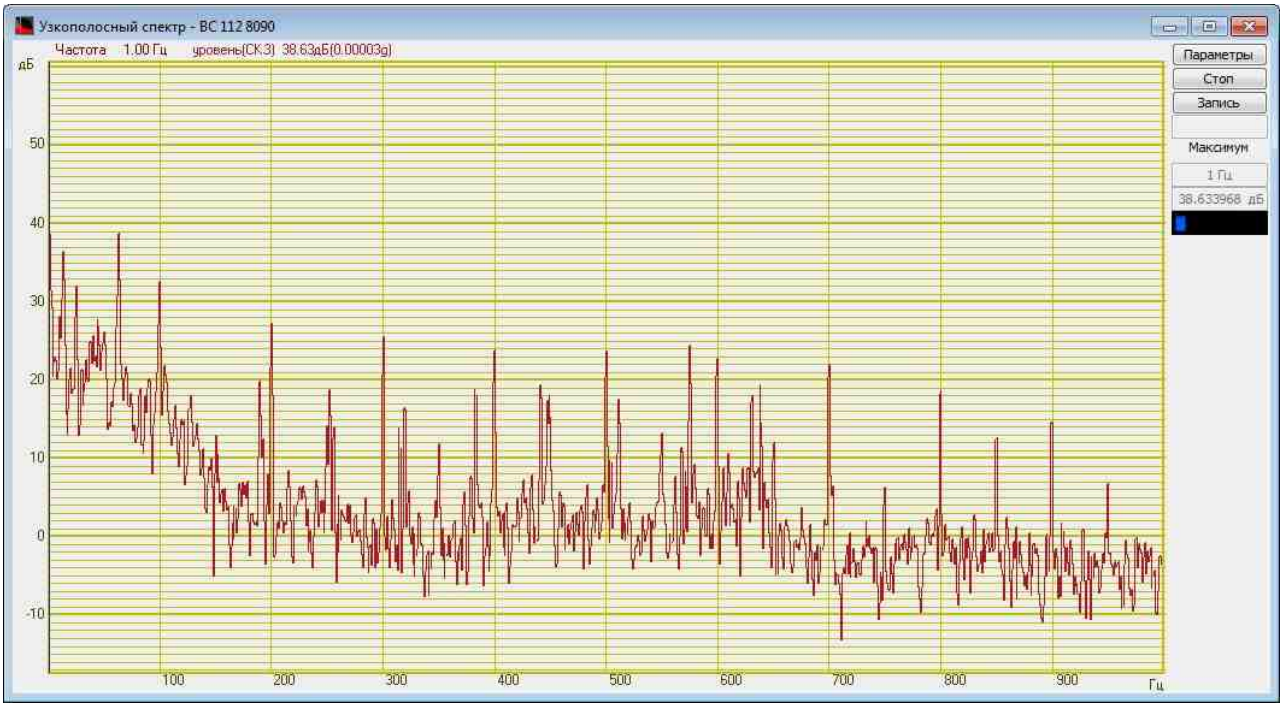
а)



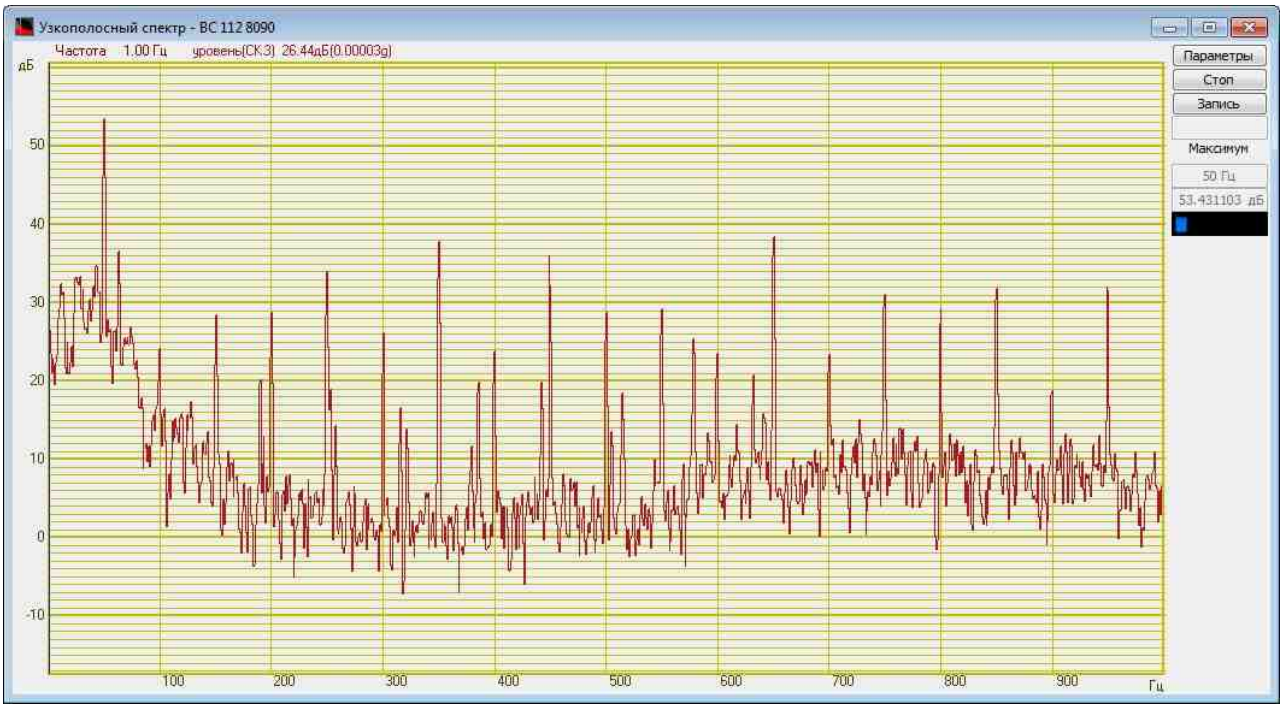
б)

Рис. 3.7.1 Осциллограммы сигналов акселерометров на столе вибростенда: а) усилитель мощности включен, но коэффициент усиления 0%, б) коэффициент усиления 100%

При наличии сильной помехи от усилителя мощности на осциллографе будет отчётливо виден периодический сигнал с частотой 50 Гц. (*Рис. 3.7.2*) В спектре сигнала будут присутствовать пики, соответствующие частотам гармоник кратных 50 Гц: 100 Гц, 150 Гц, 200 Гц, 250 Гц и т.д.



а)



б)

Рис. 3.7.2 Спектр сигнала с акселерометра на столе вибростенда: а) коэффициент усиления 0%, б) коэффициент усиления 100%.

От помехи, связанной с усилителем мощности, избавиться полностью невозможно, но можно её существенно ослабить при правильном заземлении (смотри п. *3.2.* «Схема соединения и заземления элементов»). Наличие сильной помехи от усилителя говорит о неправильном заземлении усилителя мощности и всей виброиспытательной системы в целом.

При наличии помехи от усилителя мощности, в первую очередь необходимо проверить схему заземления. Если схема заземления собрана правильно необходимо проверить с помощью омметра сопротивление всех цепей заземления – чем меньше их сопротивление, тем лучше.

От уровня шума на столе вибростенда зависят режимы испытаний изделий. Согласно ГОСТ 25051.3-83 «Установки испытательные вибрационные электродинамические. Методы и средства аттестации.» п. 4.6. гласит: «За нижние пределы номинальных диапазонов воспроизводимого ускорения и перемещения следует принимать значения ускорения и перемещения, превышающие значения вибрационного шума на столе вибростенда не менее чем в 4 раза.» Таким образом, при аттестации вибростенда будет определено минимальное значение ускорения, меньше которого значения ускорения будут считаться недостоверными.

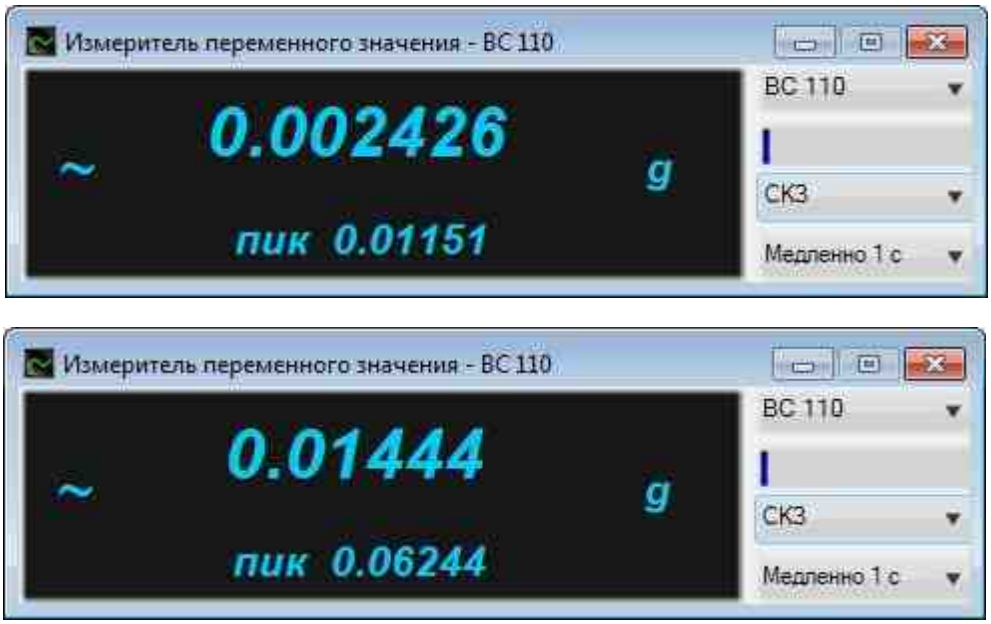


Рис. 3.7.3 СКЗ шума на столе вибростенда с включенным усилителем мощности: а) при коэффициенте усиления 0%, б) при коэффициенте усиления 100%.

Обычно при испытаниях на синусоидальную вибрацию начальная частота вибрации 5-10 Гц. На этих частотах амплитуда виброускорения невелика, и если она хотя бы в 2 раза не превышает уровень шума, то испытания не начнутся, программа не обнаружит в сигнале акселерометра отклик на подаваемый с генератора сигнал (смотри «Описание применения СУВ»).

При испытаниях на широкополосную случайную вибрацию общий уровень шума должен быть не менее чем в два раза выше, чем шум на столе вибростенда, иначе высока вероятность, что на некоторых частотах испытуемый объект будет недогружен. Частоты на гармониках кратных 50 Гц могут выбиваться за верхний предел испытательного профиля.

При испытаниях на виброудар и на классический удар необходимо задавать такое напряжения для измерения АЧХ, чтобы сигнал был более чем в 10 раз сильнее шума, иначе АФЧХ измерительного канала будет измерена с большой погрешностью, и форма удара может существенно отличаться от заданной.

Помехи от остальных источников (компрессор, соседние установки, транспорт и прочее) оказывают на вибростенд меньшее влияние, чем помеха по напряжению от усилителя мощности. Методы уменьшения влияния этих помех могут быть указаны в сопутствующей им документации или разработаны собственными силами.

Определение амплитудно-частотных характеристик, рабочего частотного диапазона и резонансных частот вибростенда .....

Для запуска программы по снятию АЧХ ускорения необходимо из меню **Метрология** (*Рис. 3.8.1*) панели управления **ZETLab** нажать кнопку **Снятие АЧХ лин. (АС)**.



Рис. 3.8.1 Список программ меню «Метрология»

В открывшемся окне программы **Снятие АЧХ лин. (АС)** (*Рис. 3.8.2*) необходимо задать:

- в выпадающем списке **«Канал генератора»** - канал генератора, который будет использован при измерении АЧХ (по-умолчанию это генератор, запущенный программой измерения АЧХ);
- в селекторе **«Начальная частота, Гц»** – начальную частоту частотного диапазона, в котором будет производиться снятие АЧХ;
- в селекторе **«Конечная частота, Гц»** – конечную частоту частотного диапазона, в котором будет производиться снятие АЧХ;

- в окошке **«Уровень сигнала, В»** – напряжение выходного сигнала в вольтах с генератора анализатора, который будет подаваться на вибростенд (выходной уровень остаётся постоянным и устанавливается на такую величину, чтобы ускорение и перемещение не превышали предельно допустимых значений.);
- в окошке **«Длительность, с»** – длительность развертки в секундах;
- в выпадающем списке **«Усреднение»** - временной интервал, за который будет считаться одна точка на графике;
- в выпадающем списке **«Расчёт значений»** - выбрать метод измерения: «СКЗ» для измерения среднеквадратичных значений, «Амплитуда» для измерения амплитудных значений или «Пиковое» для измерения пиковых значений;
- в выпадающем списке **«Развёртка по оси Y»** - представление результатов измерений в линейном или логарифмическом масштабе, или линейно в децибелах.

Для выбора каналов, по которым будет проводится измерение АЧХ, необходимо установить галочки напротив элементов для выбора каналов и выбрать канал. После выбора элемент изменит свой цвет на зелёный.

После настройки программы необходимо нажать кнопку **«Пуск»**, расположенную в нижнем левом углу программы. По окончании измерения программа остановиться, а в поле графика будет отображена кривая АЧХ ускорения.

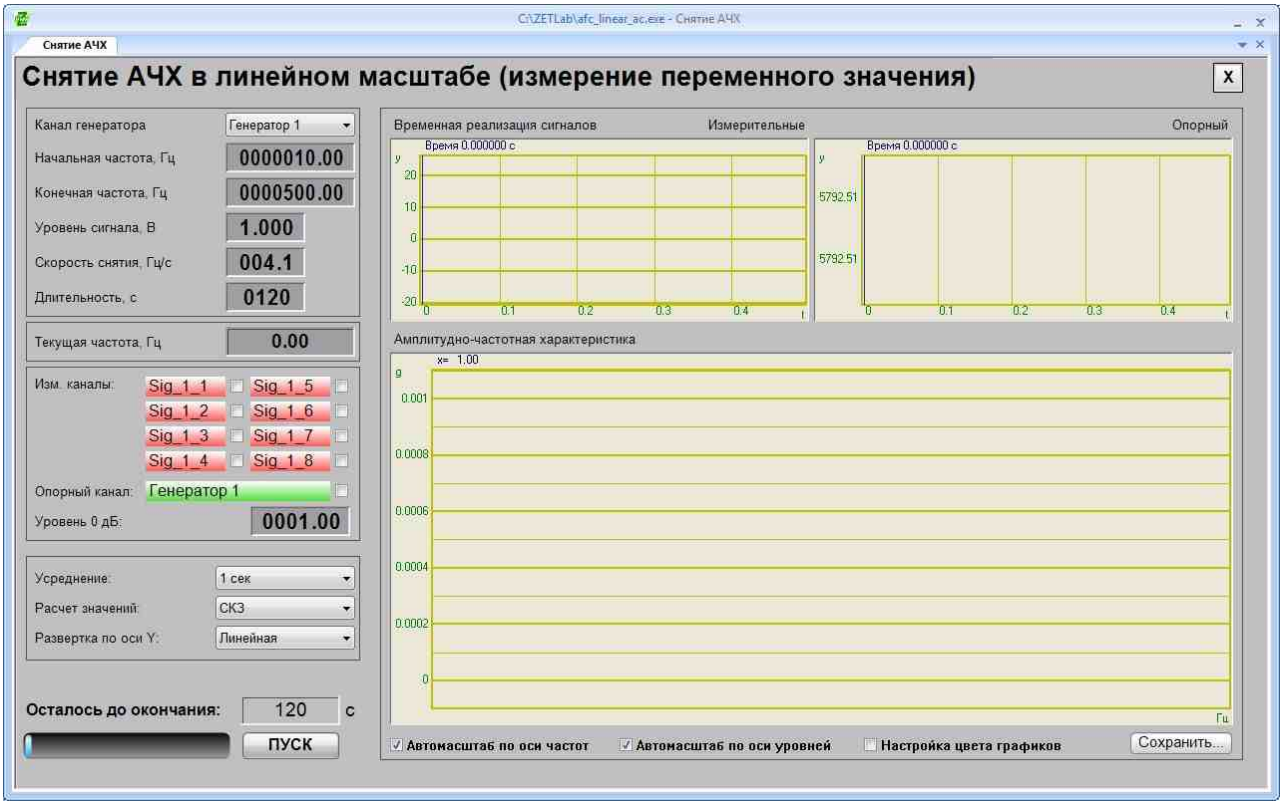


Рис. 3.8.2 Окно программы «Измерение АЧХ (8 каналов)»

Внешний вид программы после снятия АЧХ показан на *Рис. 3.8.3*. Установив курсор (вертикальная синяя линия) на частоту 400 Гц, фиксируем показания ускорения на этой

частоте. При установке курсора на конкретную частоту значение этой частоты и ускорение на ней будут отображены над полем графика. Далее, устанавливая курсор на первый по частоте пик ускорения, определяем резонансную частоту подвески, при этом пик ускорения должен не менее чем в 1,5 раза превышать ускорение на частоте 400 Гц. Устанавливая курсор на первый после резонансной частоты подвески пик ускорения, определяем резонансную частоту подвижной системы, при этом пик ускорения должен не менее чем в 5 раз превышать ускорение на частоте 400 Гц. По графику, отображаемому в программе, можно сделать выводы о значениях резонансных частот, а также определить рабочий частотный диапазон вибростенда.

Для определения амплитудно-частотной характеристики необходимо определить контрольную точку стола и выбрать массу нагрузки на столе вибростенда равной нулю и массу нагрузки на столе вибростенда равной 0,25 от номинальной массы нагрузки. Резонансная частота подвески соответствует первому по частоте пику ускорения не менее чем в 1,5 раза превышающему ускорение на частоте 400 Гц. Резонансная частота подвижной системы соответствует первому после резонансной частоты подвески пику ускорения не менее чем в 5 раз превышающему ускорение на частоте 400 Гц.

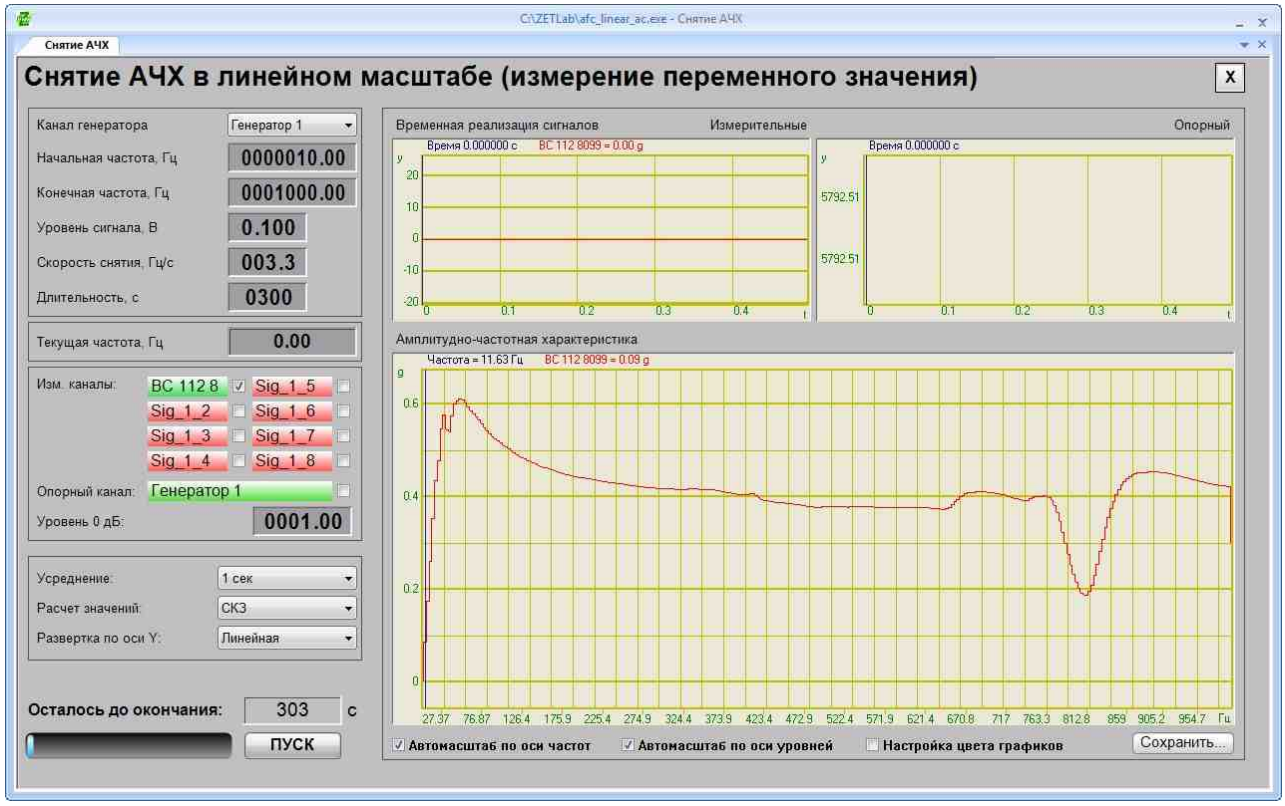


Рис. 3.8.3 Измеренная АЧХ

В меню Метрология находится несколько программ для измерения АЧХ. Друг от друга они различаются по развёртке частоты: линейная или логарифмическая, по типу измеряемого значения: постоянное или переменное, по измеряемой величине: значение сигнала, фаза сигнала, коэффициент нелинейных искажений.

Определение коэффициента передачи .....

Для определения коэффициента (КП) передачи необходимо использовать программу **Снятие АЧХ лин. (АС)** и проводить относительные измерения АЧХ. Для этого необходимо установить галочку рядом с элементом выбора **«Опорный канал»** и выбрать канал одного из датчиков (обычно того, который стоит на столе вибростенда, либо на переходном столе). Измерения проводятся аналогичным образом, что и в п. 3.9.

На рисунке *Рис. 3.9* представлен результат измерения коэффициента передачи относительно датчика, который закреплён на столе вибростенда. Другой датчик ВС 112 установлен на переходном столе. График коэффициента передачи первого датчика (красный) представляет собой ровную горизонтальную линию на уровне 1.0, что вполне закономерно. График коэффициента передачи второго датчика (зелёный) показывает относительное расхождение показаний на датчиках. Кроме того, по графику КП датчика можно оценить переходной стол или оснастку изделия.

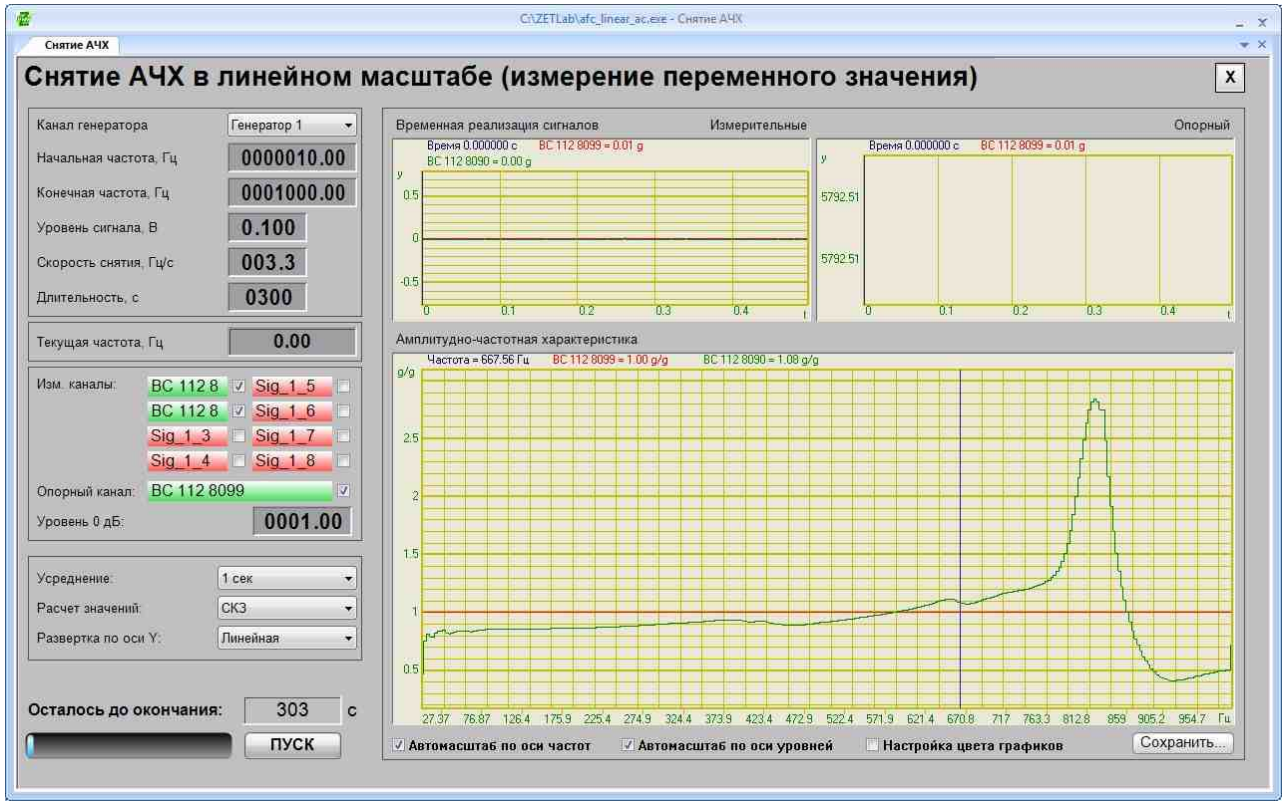


Рис. 3.9 Передаточная характеристика

Элементы управления и индикации .....

Оглавление

Управление курсором на графиках

Масштабирование числовых осей графиков

Выбор из списков

Настройка внешнего вида окон программ

Использование кнопок «Старт», «Стоп» и «Запись»

Использование индикаторов уровня сигнала

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы

Управление курсором на графиках .....

Большинство окон программ *ZETLAB*, отображающих графики, снабжено курсором, позволяющим отображать в окне рассчитанные программой значения, соответствующие на графике месту расположения курсора.

Перемещение курсора в окне осуществляется любым из способов:

- подвести указатель «мыши» в интересуемое место графика, нажать и удерживать левую клавишу «мыши» до тех пор, пока курсор не переместиться в указанное место;
- при активном окне программы *ZETLAB* (окно программы активируется нажатием левой клавиши «мыши» при позиционировании ее указателя в поле окна) используя ролик «мыши», перемещать курсор графика до достижения необходимого значения частоты;
- при активном окне программы *ZETLAB* перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием на клавиатуре клавиши <*A*> (в латинской раскладке), вправо – клавиши <*D*>.

Масштабирование числовых осей графиков .....

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь».

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель

(в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей:  ,  ,  ,  ;
- для вертикальных осей:  ,  ,  ,  .

Символы  и  означают растяжение, а символы  и  сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы  и  означают перемещение влево и вправо для горизонтальной оси, а символы  ,  - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

Выбор из списков .....

Поля программ *ZETLAB* с вложенными списками имеют вид «  » и позволяют выбирать необходимое значения параметра из списка.

Для выбора параметра из списка переместите указатель манипулятора «мышь» на символ при этом раскроется список возможных для выбора значений, переместите указатель манипулятора «мышь» на требуемое значение и подтвердите выбор нажатием на левую

клавишу «мыши». Перебор доступных значений списка можно также производить при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры с символами <↑> и <↓>.

Настройка внешнего вида окон программ .....

Большинство окон программ *ZETLAB*, отображающих графики, позволяют индивидуально настроить их внешний вид. Для перехода к настройке внешнего вида окна необходимо поместите указатель манипулятора «мышь» на поле графика окна программы подлежащего настройке и нажать правую клавишу «мыши» при этом откроется окно Параметры графика (Рис. 3.1).

На вкладке «Параметры отображения» (*Рис. 3.1*) настраиваются тип линий и параметры графика. Типы линий графиков могут быть в виде горизонтальных (ступенек) или ломаных линий. В этой вкладке также устанавливаются параметры отображения каждого из графиков, цвет, толщина, заполнение (закрашивание) области графика. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

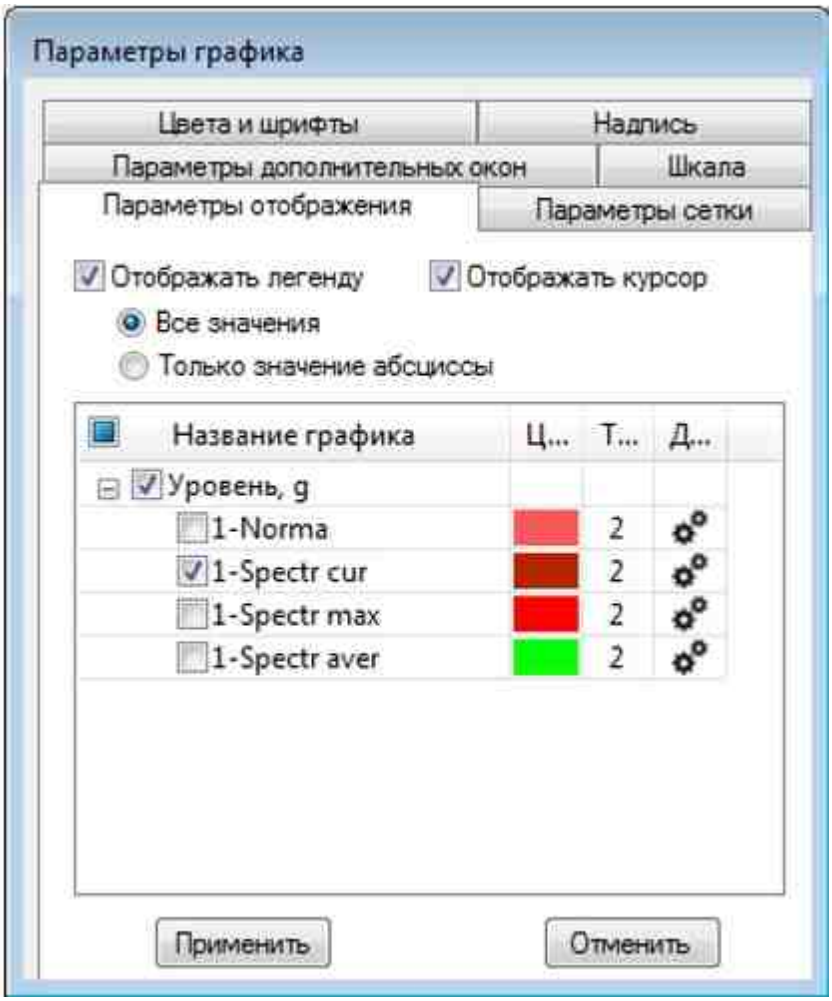


Рис. 3.1 Вкладка настройки параметров отображения графика

На вкладке «Параметры сетки» (*Рис. 3.2*) можно включать или отключать отображение горизонтальной и вертикальной разметки осей и линий сетки. В этой вкладке также задается область видимости (область отображения) графиков: верхняя, нижняя, правая и левая границы графиков. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

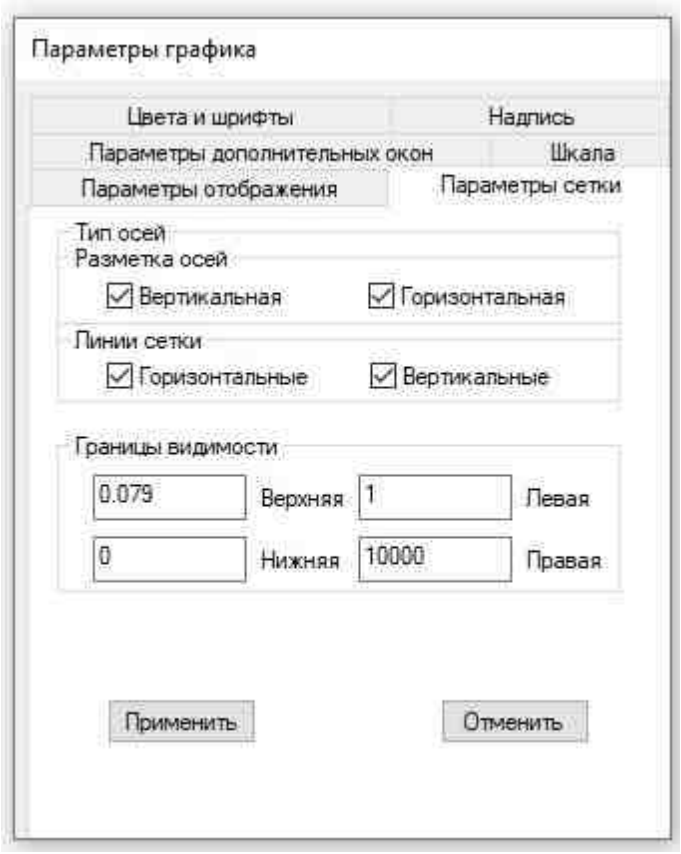


Рис. 3.2 Вкладка настройки параметров сетки графика

На вкладке «Цвета и шрифты» (*Рис.3.3*) можно изменять размер шрифта числовых значений осей и измеряемых величин. В этой вкладке также задается цвет сетки, курсора, фона, разметки осей, легенды. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

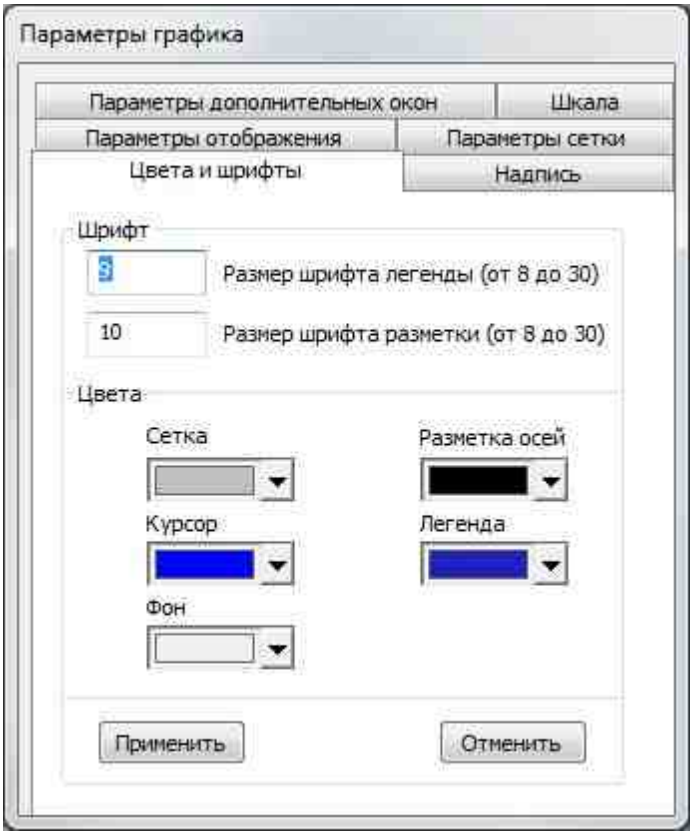


Рис. 3.3 Вкладка настройки цвета и шрифта графиков

Используя вкладку «Надпись» (*Рис. 3.4*) на график можно добавить дополнительную надпись (поясняющую текстовую информацию), которая будет отображаться при дальнейшем копировании графика в текстовые документы и отчеты. Для добавления надписи необходимо поставить флажок «Показать надпись», выбрать необходимый шрифт для ввода и в поле ввода надписи набрать необходимый текст (в примере введен текст «Датчик в точке 2»), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

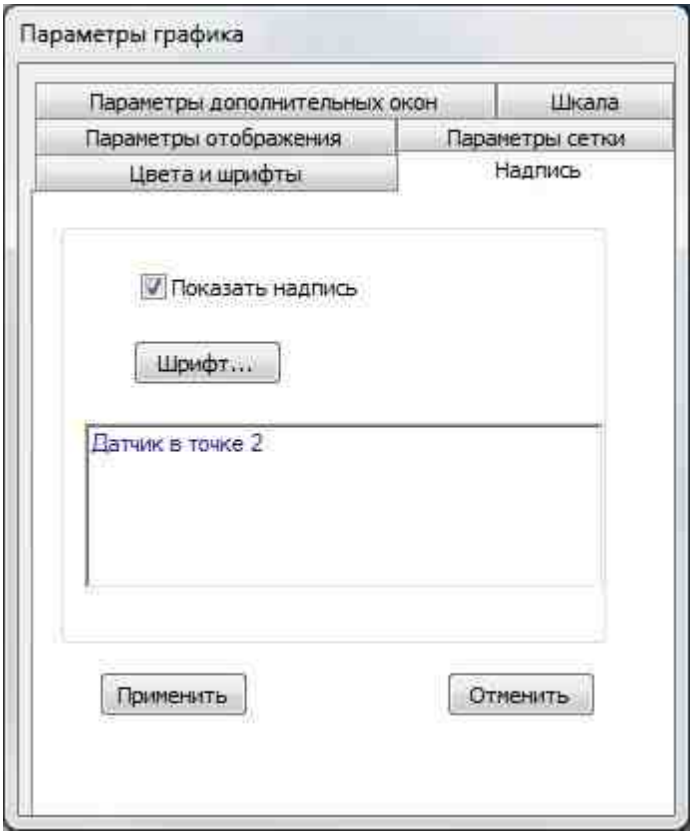


Рис. 3.4 Вкладка настройки надписи графиков

На рисунке (*Рис. 3.5*) показан фрагмент окна программы «Узкополосный спектр» с дополнительной информацией - «Датчик в точке 2».

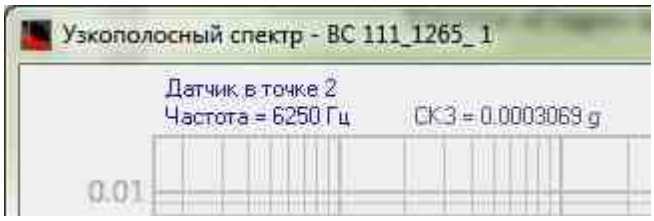


Рис. 3.5 Фрагмент окна с дополнительной информацией

На вкладке «Шкала» (*Рис. 3.6*) можно выбрать тип представления горизонтальной и вертикальной шкал. Для сохранения настроек активируйте кнопки «Применить».

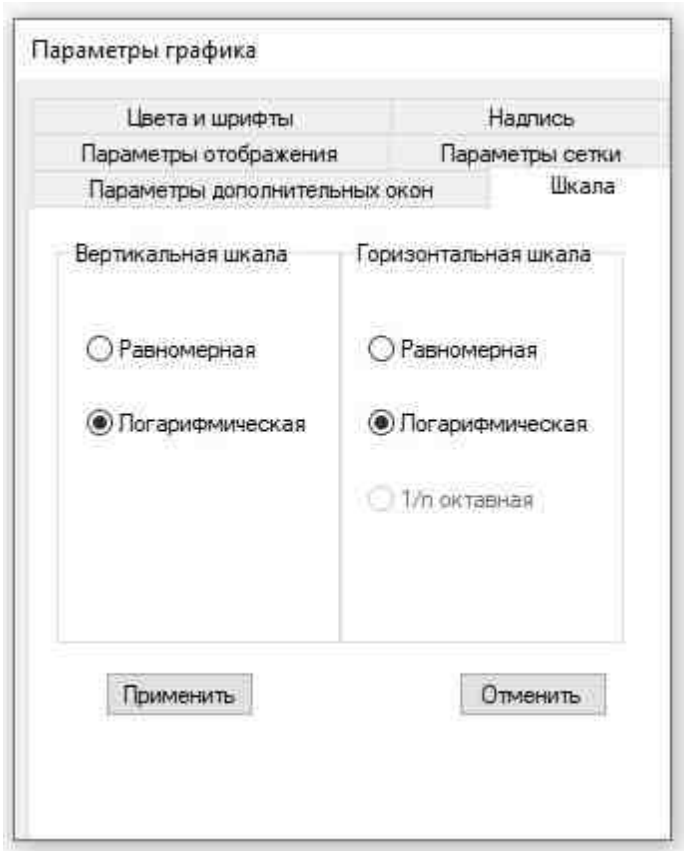


Рис. 3.6 Вкладка настройки шкалы графика

Выход из окна Параметры графика без сохранения настроек осуществляется активацией кнопки «Отменить», либо нажатием клавиши «мыши» установив указатель «мыши» в любое место экрана, за пределами окна «Параметры графика».

Примечание: *выбор типа представления зависит от вида, отображаемого окном программы графика, и может ограничиваться как для горизонтальной, так и для вертикальной шкалы*

Использование кнопок «Старт», «Стоп» и «Запись» .....

Кнопка «Старт» запускает процесс отображения графической информации в окне программы, по установленным параметрам расчета и для случаев, когда программа имеет включенные дополнительные окна графиков, в которых уже производилось накопление данных то нажатие кнопки «Старт» обнуляет накопленные в данных в дополнительных окнах и накопление начинается заново.

Кнопка «Стоп» (пауза) останавливает процесс отображения графической информации в окне программы в том числе накопление данных во включенных дополнительных окнах графиков, которые связанны с данной программой. Дальнейшее процесса отображения осуществляется нажатием кнопки «Старт».

Кнопка «Запись» позволяет записать в текстовый файл с расширением **.dtx* текущие регистрируемые в окне программы значения графической информации. После чего активировать кнопку «Запись» откроется стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLAB\result\. Структура текстового файла представлена в таблице Таблица 3.1.

Таблица 3.1

Номер строки текстового файла	Располагаемая информация
1	Название окна программы
2	Название измерительного канала
3	Дополнительная надпись (при наличии поясняющей текстовой информации внесенной пользователем в окно программы см. раздел 3.4)
4	Параметры настройки программы
5	Дата записи файла
6	Время записи файла
7	Заголовки столбцов, сохраняемых данных
8	Единицы измерения столбцов, сохраняемых данных
9 и т.д.	Распределенные по столбцам численные значения сохраняемых данных, представленные в формате с плавающей запятой, где символ «.» используется в качестве разделителя целой и дробной части

Использование индикаторов уровня сигнала .....

Большинство окон программ *ZETLAB* использующих для обработки регистрируемые сигналы (по выбранному измерительному каналу) снабжено индикатором уровня сигнала (Рис. 3.7), который в графическом виде показывает интегральный уровень сигнала, регистрируемый в текущий момент.



Рис. 3.7 Вид индикатора интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки как при перегрузках, так и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

Две трети поля индикатора уровня сигнала отведены для уровня, не превышающего максимально допустимый уровень. Цветной прямоугольник, заполняющий фоновую область индикатора, показывает своим цветом и размером отношение зарегистрированного сигнала (за период времени 0.1 секунды) к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем шире цветной прямоугольник и оттенок цвета ближе к красному. При превышении максимально допустимого уровня сигнала индикатор заполняется красным цветом. Когда перегрузка по измерительному каналу перестанет регистрироваться область индикатора, расположенная справа будет оставаться красной до тех пор, пока пользователь не выполнит сброс индикации перегрузки (зафиксированной на канале) путем активации зоны перегрузки левой кнопки манипулятора «мышь».

Индикаторы окна программы «Время ZET сервера» оснащены также функцией изменения цвета фоновой области индикатора. Данная функция позволяет выполнить статистическую качества регистрируемого сигнала в измерительном канале. Чем больше сигнал по своим статистическим характеристикам походит на белый шум, тем светлее область фона. Чем меньше сигнал по характеристикам походит на белый шум, тем фон темнее. В состоянии покоя сигнал исправного датчика должен показывать фоновый шум, который близок по характеристикам к белому. Наличие помех (импульсных, гармонических и прочих) или неисправность в датчике приводит к изменению характеристик сигнала и потемнению области фона индикатора.

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений .....

Окна программ *ZETLAB* отображающие информация в двухмерном либо трехмерном виде оснащены индикаторами регулировки цветовой

гаммы амплитуды регистрируемых значений (*Рис. 3.8*).

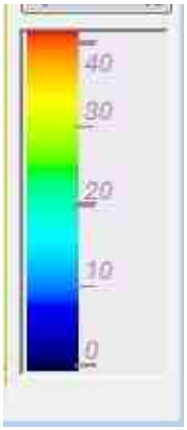


Рис. 3.8 Индикатор регулировки цветовой гаммы

Для перехода к необходимому диапазону палитры и контрастности регистрируемых в поле графика значений необходимо переместить

указатель манипулятора «мышь» в правую область индикатора (Рис. 3.8), при этом указатель (в зависимости от места его расположения) будет

изменять свой вид: , , , , .

Символ означает растяжение масштаба цветовой палитры, символ - сжатие масштаба цветовой палитры, символ - перемещение

в нижнюю область цветовой палитры, символ - перемещение в верхнюю область цветовой палитры, символ - автоматическое масштабирование.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование

путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы .....

Программы *ZETLAB* позволяют осуществить копирование числовых значений из окон программ, копирование графиков из окон программ, а также конвертирование графиков отображаемых в окнах программ *ZETLAB* в текстовую последовательность числовых

значений, где левая колонка числовых значений соответствует значениям точек графика по горизонтальной оси, а правая – по вертикальной.

Для копирования числового значения из окна программы *ZETLAB* необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в окно программы, которая регистрирует числовые значения (например, «вольтметр постоянного тока», «энкодер» и т.п.) и нажать левую клавишу «мыши», при этом числовое значение будет перемещено в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню активируйте команду «Вставить». Зарегистрированное программой *ZETLAB* числовое значение будет скопировано в документ.

Для копирования графика из окна программы *ZETLAB* необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы (например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и нажать комбинацию клавиш на клавиатуре <*Ctrl*> + <*C*>, при этом график будет перемещен в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить» при этом график будет скопирован в документ.

Для конвертирования графика в текстовую последовательность числовых значений необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы (например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и нажать клавишу <*N*> на клавиатуре при этом последовательность числовых значений запишется в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить». Соответствующая отображаемому программой ZETLAB графику числовая последовательность значений будет скопирована в документ.

Для копирования с графика значений, соответствующих положению курсора необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» на поле графика в окне программы (например, «узкополосный анализ», «многоканальный осциллограф» и т.п.) и клавишу <*T*> (в латинской раскладке клавиатуры), при этом значения, соответствующие положению курсора будут перемещены в буфер обмена (Clipboard). Переместите указатель мыши в открытый одним из текстовых редакторов (Microsoft Word, Excel и т.п.) документ и нажав

правую клавишу «мыши» в открывшемся меню выберите команду «Вставить» при значения будут скопированы в документ. При копировании значений, соответствующих положению курсора, копируется также сопроводительная информация, включающая информацию о названии окна программы и названия измерительного канала, по которому регистрируется информация.

альтернативным вариантом для копирования данных из буфера обмена в документ является использование комбинации клавиш <Ctrl>+<V>.

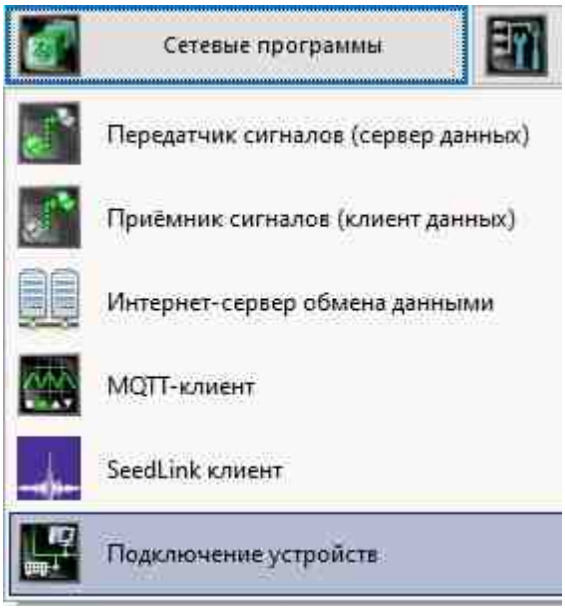
при наличии в окне программы кнопки «**Копировать график»** либо «**Копировать Рисунок»** копирование графика в буфер обмена можно выполнить путем нажатия кнопки

при наличии в окне программы кнопки «Копировать данные» копирование последовательности числовых значений графика в буфер обмена можно выполнить путем нажатия кнопки

Подключение контроллеров СУВ к компьютеру .....

Программа *Подключение устройств* запускается из меню *Сетевые программы* панели ZETLAB. Переход между программами осуществляется по необходимости

Примечание: программу Подключение устройств можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: NetWizardNew или NetWizard.exe



Запуск программы "Подключение устройств"

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Подключение к компьютеру контроллеров серии ZET 02x, ZET 03x и ZET05x .....

1. Порядок подключения

При первом подключении контроллера необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для этого перенастраивают, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера на подсеть порта компьютера, либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера.

Примечание: *Проверка IP-адреса контроллера выполняется согласно разделу 4.1.3.*

Внимание! *Подключение компьютера к контроллерам задействованных в работе СУВ, должно быть организовано в изолированной локальной сети по физическим проводным кабельным соединениям (витая пара UTP). Использование беспроводных соединений (по технологиям WiFi, WiMAX и др.) не допускается.*

Настройку IP-адреса Ethernet порта контроллера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.4.

Настройку IP-адреса Ethernet порта компьютера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.5.

После того, как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера расположены в единой подсети, необходимо, руководствуясь разделом 4.1.6, выполнить активацию Ethernet канала контроллера, после чего контроллер будет полностью готов к работе.

Примечание: *При задействовании в составе СУВ нескольких контроллеров необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для их подключения. Ethernet порты контроллеров и компьютера должны относиться к единой подсети и при этом их IP-адреса должны быть различными.*

2. Заводская настройка IP-адреса

Заводской настройкой для контроллера является IP-адрес – 192.168.0.100 с маской подсети 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводской настройке.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки IP-адреса контроллера на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.1*).



Рис. 4.1 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Если в компьютере, к которому подключается контроллер, несколько сетевых адаптеров, то через меню «Адаптеры» можно выбрать конкретный сетевой адаптер, к которому подключен контроллер (Рис. 4.2).



Рис. 4.2 Просмотр IP-адреса контроллера

Для просмотра, текущего IP-адреса контроллера следует навести курсор мышки на наименование контроллера и считать значение IP-адреса контроллера (*Рис. 4.3*).

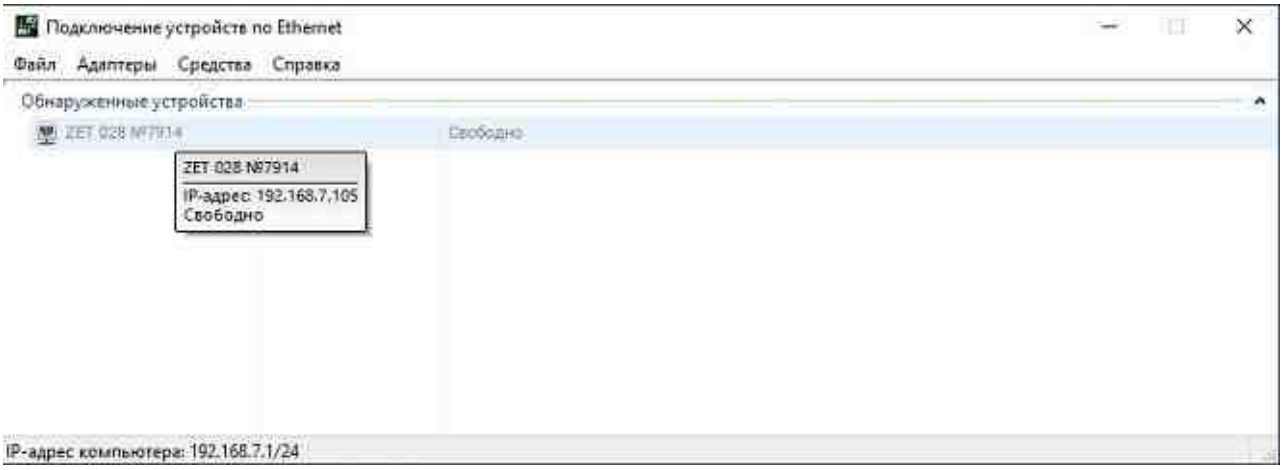


Рис. 4.3 Просмотр IP-адреса контроллера

4. Настройка IP адреса контроллера

Для смены IP-адреса контроллера следует щелчком правой клавишей мыши по наименованию контроллера вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Сменить IP-адрес» (*Рис. 4.4*).

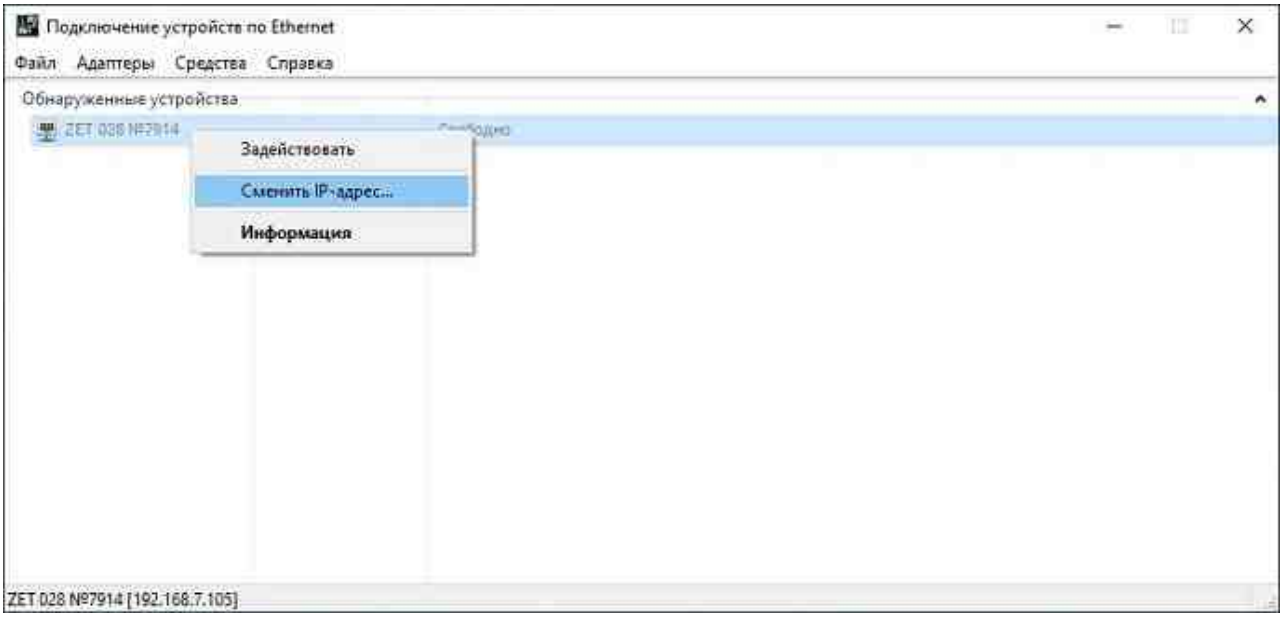


Рис. 4.4 Вызов функции смены IP-адреса контроллера

В открывшемся окне «Сменить IP-адрес» в строке «Новый IP-адрес» установить новый сетевой адрес и маску подсети контроллера, после чего активировать кнопку «Ок» (*Рис. 4.5*).

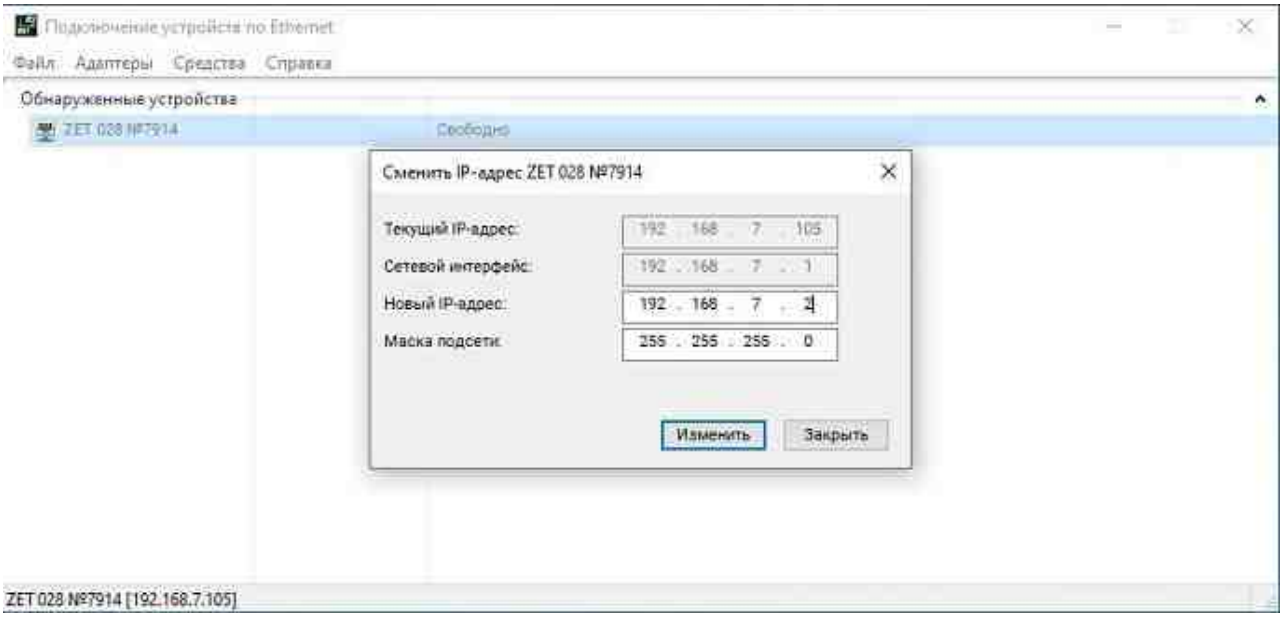


Рис. 4.5 Смена IP-адреса контроллера

5. Настройка IP адреса контроллера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (*Рис. 4.6*) выбранного порта.

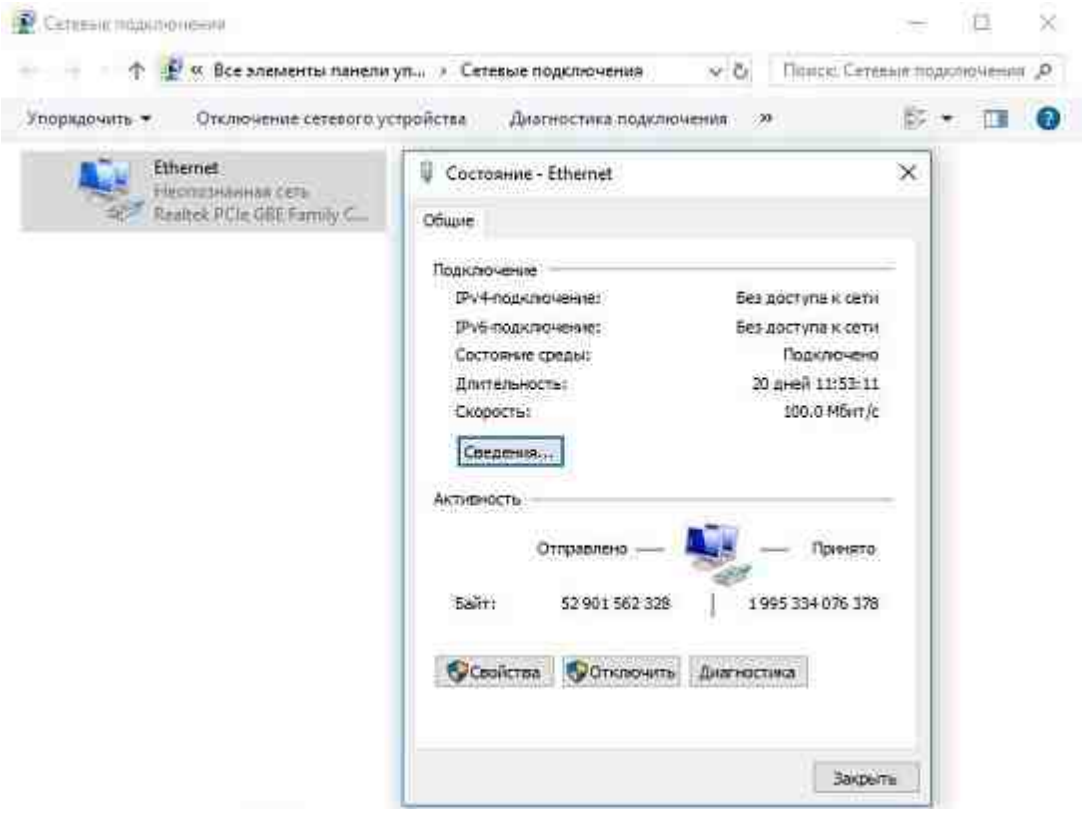


Рис. 4.6 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (*Рис. 4.7*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

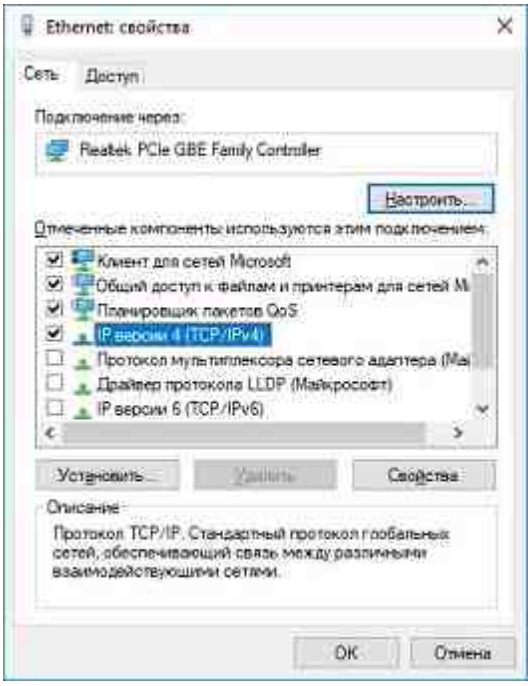


Рис. 4.7 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.8*).

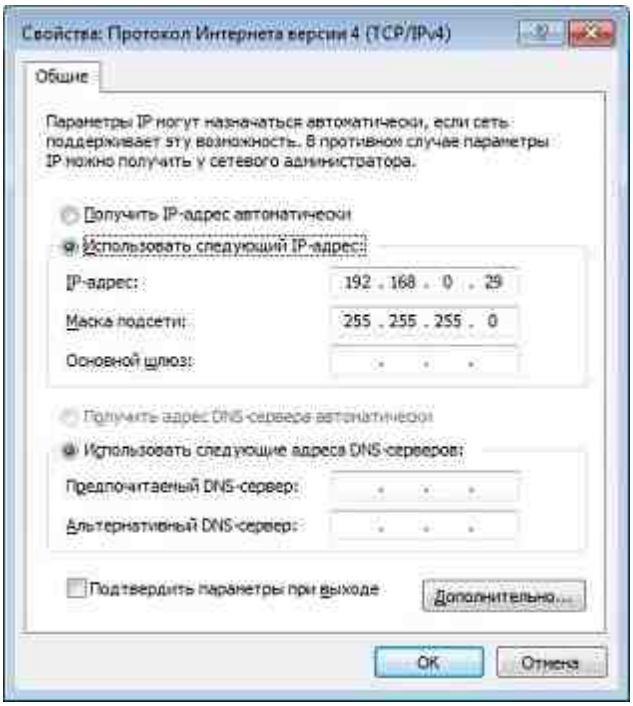


Рис. 4.8 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *В контроллерах по умолчанию используется маска «255.255.255.0», определяющая подсеть класса C (в примере адрес сети 192.168.0.xxx, где xxx IP-адреса*

узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 100 и у порта компьютера 29).

6. Активация подключения по Ethernet

Для активации подключения по Ethernet каналу необходимо, чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера и компьютера относились к единой подсети. При необходимости перенастройте IP-адрес порта контроллера или компьютера, согласно разделам 4.1.4 или 4.1.5.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» щелчком правой клавишей мыши по наименованию контроллера вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 4.9*).

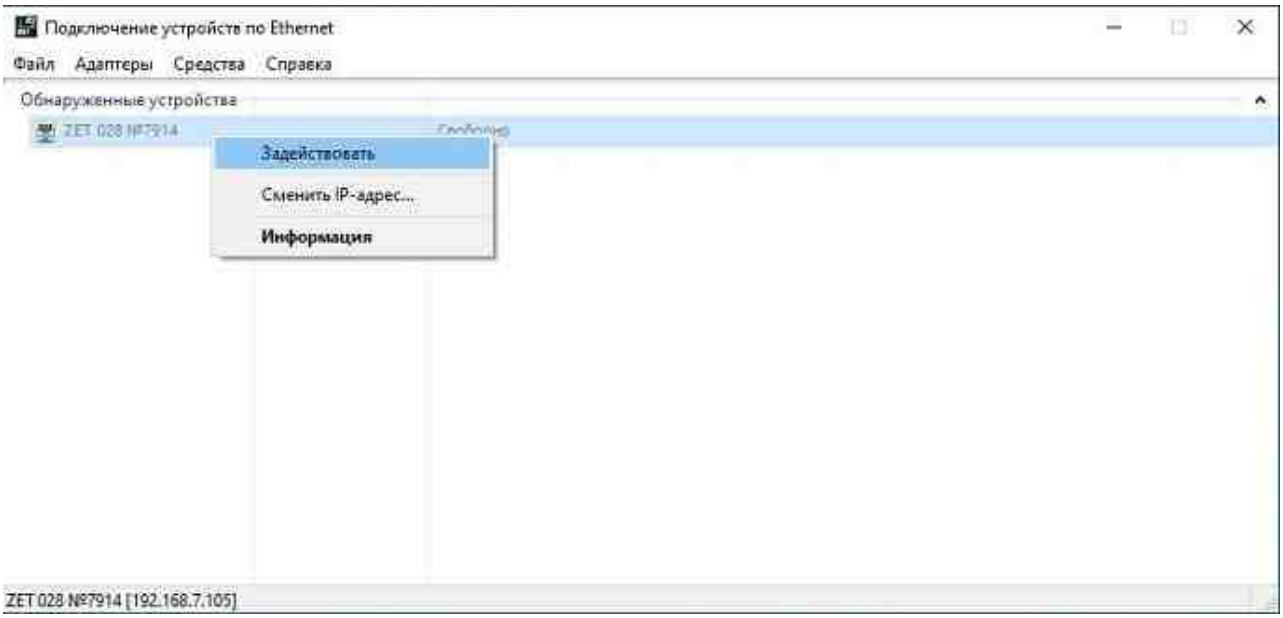


Рис. 4.9 Задействование контроллера

В окне «Подключение устройств» убедиться, что состояние задействованного контроллера изменилось на «Устройство подключено» (*Рис. 4.10*).

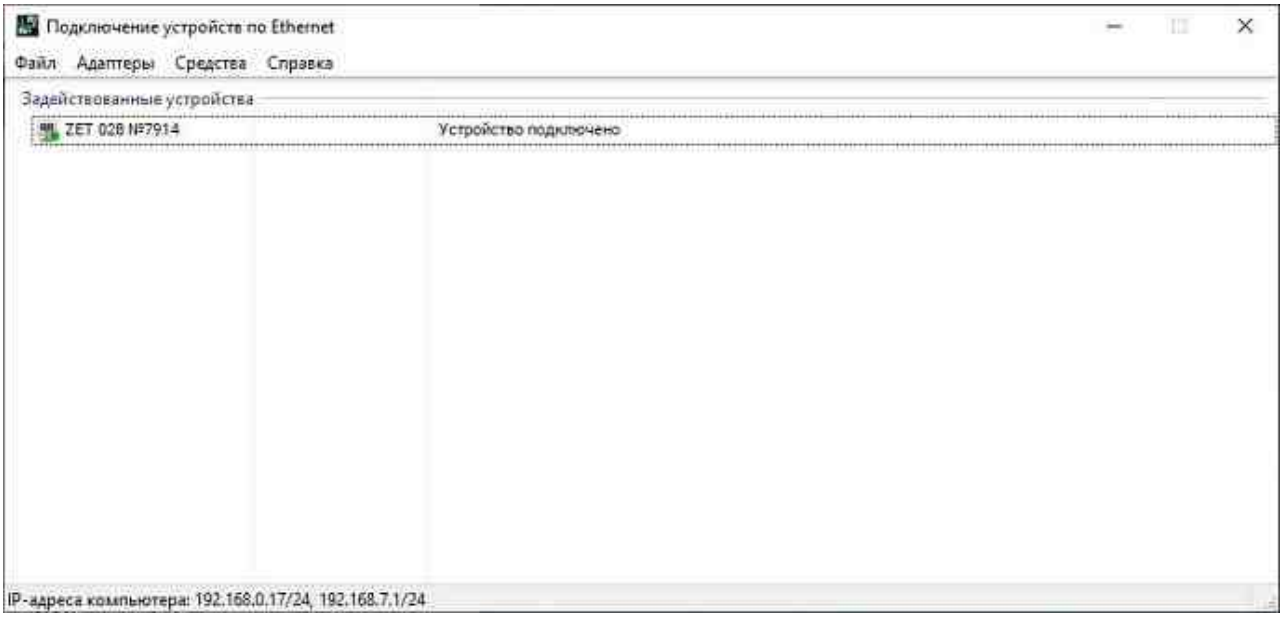


Рис. 4.10 Состояние «Устройство подключено»

Подключение контроллеров серии ZET 017 .....

1 Порядок подключения

При первом подключении контроллера СУВ, необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере СУВ таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для достижения этой цели перенастраивают либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера.

Примечание: *При необходимости проверка IP-адреса контроллера СУВ выполняется согласно разделу 4.2.3*

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ руководствуйтесь разделом 4.2.4.

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера сначала руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте изначальный IP-адрес компьютера в подсеть контроллера СУВ, после чего руководствуясь разделом 4.2.5 перенастройте IP-адрес контроллера СУВ в подсеть на которую изначально был настроен порт компьютера, после чего верните значение IP-адреса порта компьютера к изначальному.

После того как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера СУВ расположены в единой подсети необходимо руководствуясь разделом выполнить активацию Ethernet канал контроллера СУВ, после чего контроллер СУВ будет полностью готов к работе.

Примечание: *При использовании одновременно нескольких контроллеров СУВ необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты контроллеров СУВ и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.*

2. Заводские настройки контроллера СУВ

Заводскими настройки для контроллера СУВ назначен IP-адрес – 192.168.0.100 и маска 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера СУВ приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводским настройкам.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки (уточнения) установленного в контроллере СУВ IP-адреса не требуется чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети.

Для проверки IP-адреса контроллера СУВ на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.11*).

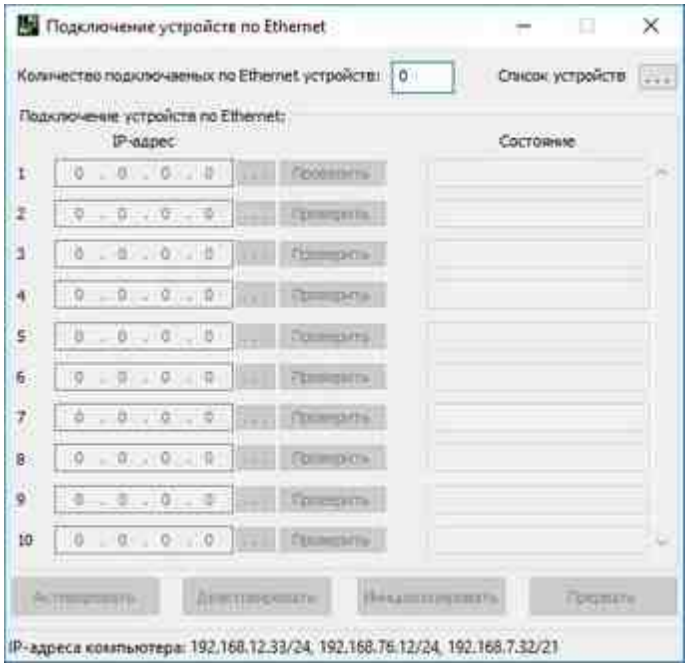


Рис. 4.11 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

После чего активировать кнопку «...» (Список устройств) и в открывшемся окне «Список доступных устройств» (*Рис. 4.12*) считайте значение IP-адреса контроллера СУВ.

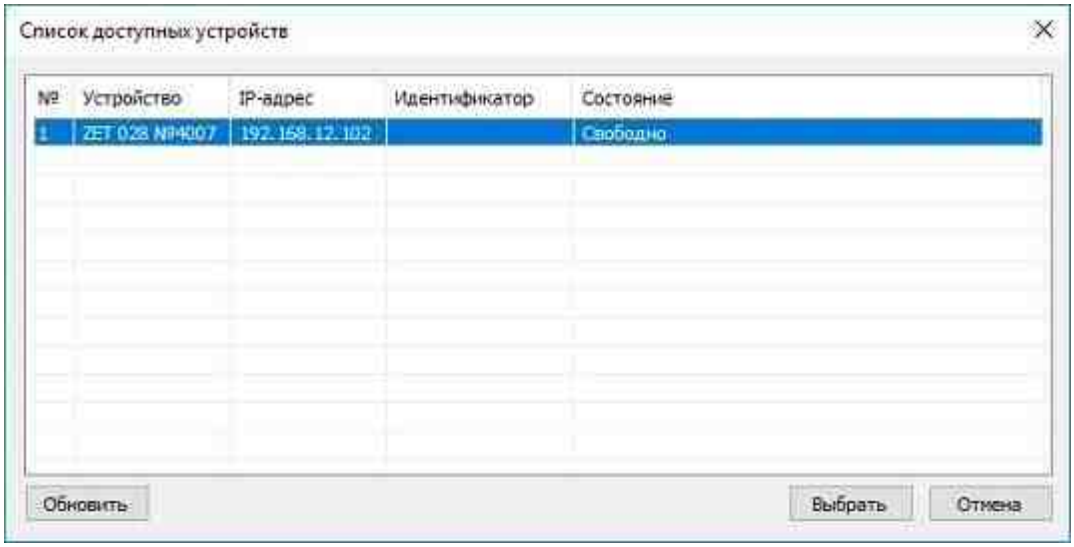


Рис. 4.12 Окно «Список доступных устройств»

4. Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* (Рис. *4.13*) и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (Рис. *4.13*) выбранного порта.

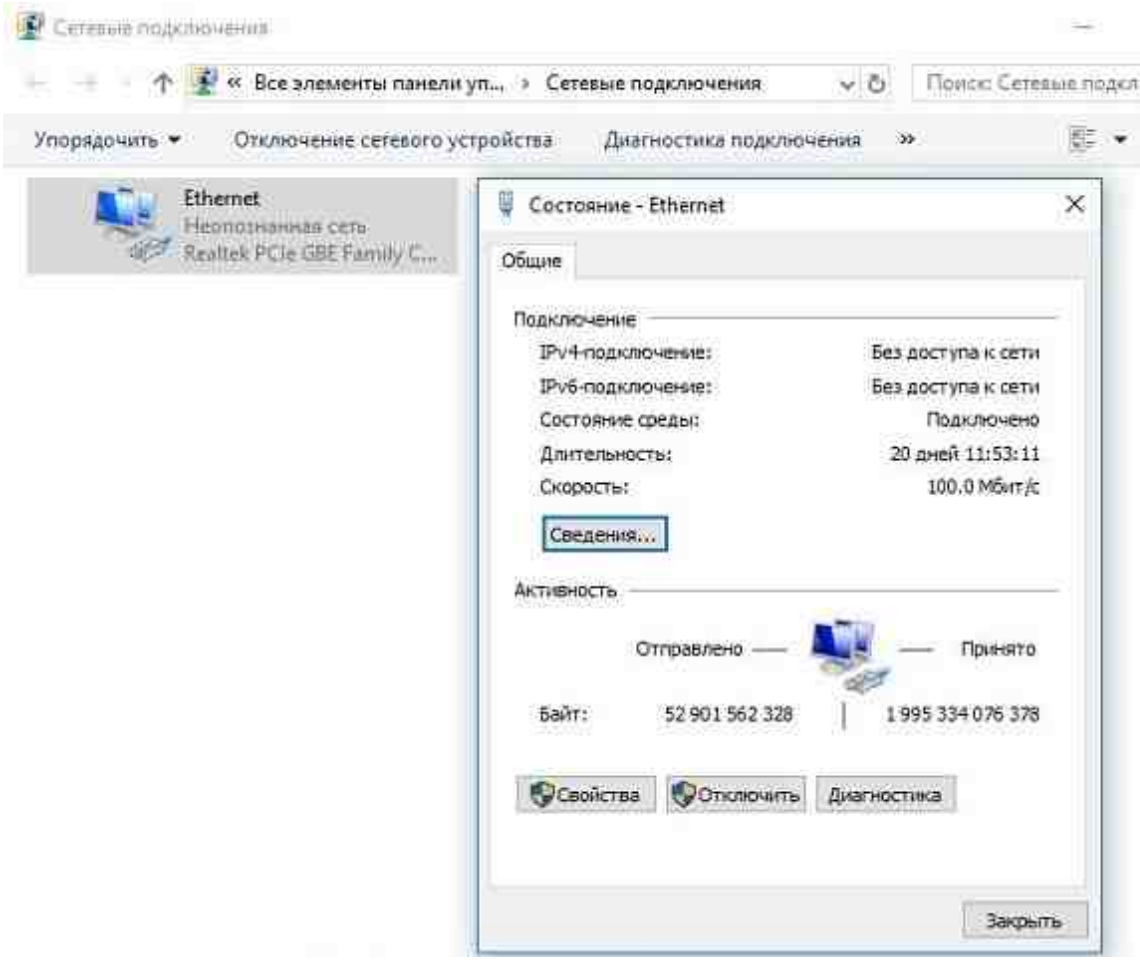


Рис. 4.13 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (Рис. *4.14*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

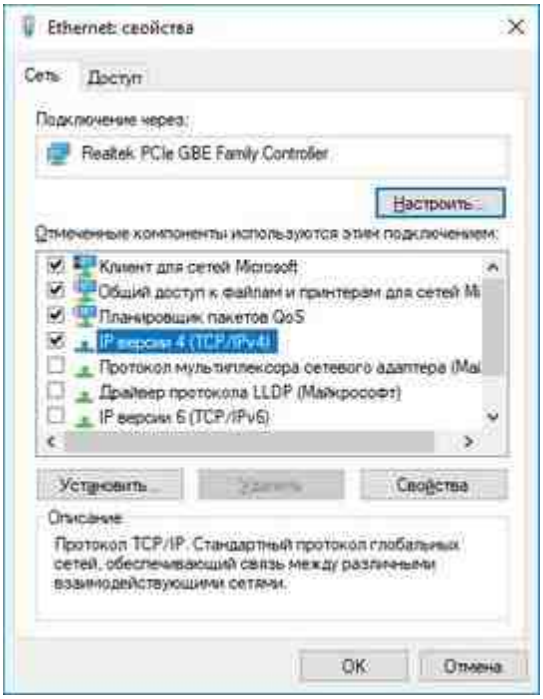


Рис. 4.14 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.15*).

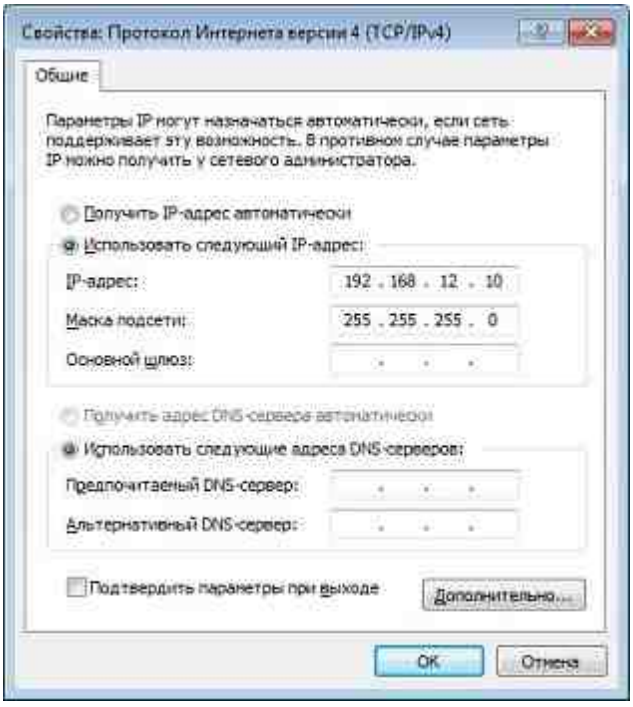


Рис. 4.15 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *в контроллерах СУВ по умолчанию используется маска «255.255.255.0» определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.12.xxx где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 102 и у порта компьютера 10).*

5. Настройка IP адреса контроллера

Для настройки IP-адреса контроллера СУВ активируйте Ethernet канал контроллера СУВ руководствуясь разделом 4.2.6.

После успешного подключения к контроллеру СУВ на панели ZETLAB в меню «Сервисные» активируйте программу «Диспетчер устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.16*)

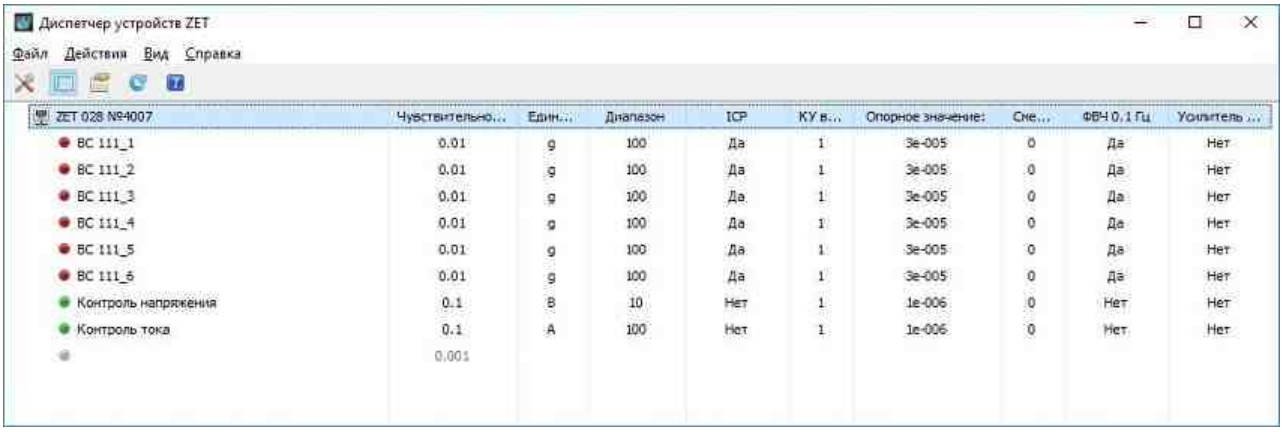


Рис. 4.16 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» активируйте двойным нажатием идентификатор контроллера СУВ и в открывшемся окне «Свойства» (*Рис. 4.17*) измените на необходимые значения IP-адреса и маски подсети контроллера СУВ (в примере IP-адрес 192.168.12.102, маска 255.255.255.0).

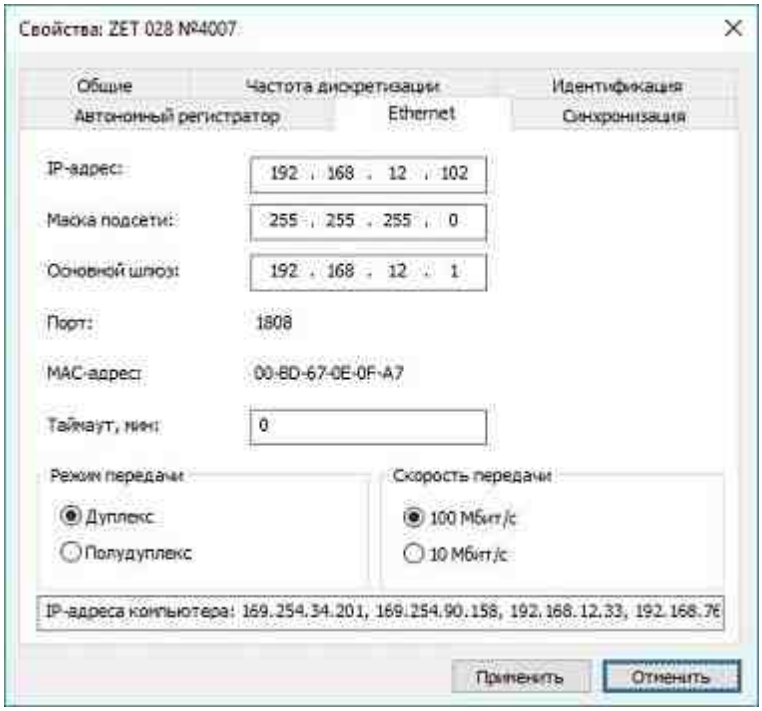


Рис. 4.17 Вкладка «Ethernet» окна «Свойства ZET»

Внимание! *После изменения IP-адреса контроллера его Ethernet канал будет деактивирован. Для последующей активации перенастройте IP-адрес компьютера руководствуясь разделом 4.2.4 в подсеть к которой относится установленный IP-адрес котроллера СУВ, после чего выполните активацию Ethernet канала согласно разделу 4.2.6*

6. Активация Ethernet канала контроллера СУВ

Для активации Ethernet канала контроллера СУВ необходимо чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети. В случае необходимости руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте IP-адрес Ethernet порта компьютера в подсеть контроллера СУВ.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 4.18*).

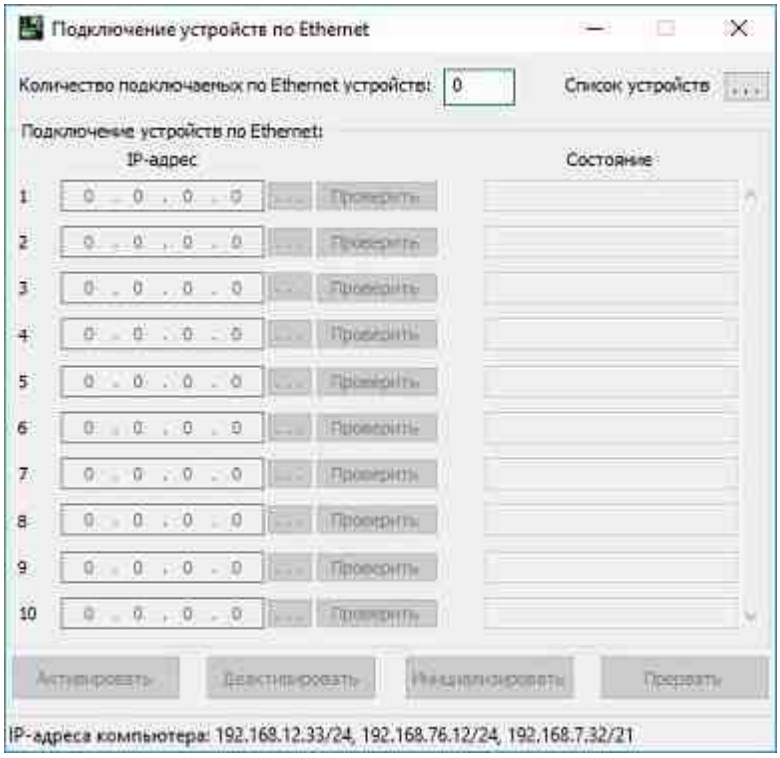


Рис. 4.18 Окно «Подключение устройств»

Установите в поле «Количество подключаемых по Ethernet устройств» значение, равное значению одновременно задействованных в виброиспытаниях контроллеров СУВ (в данном примере - «1»). В результате изменений станет активной для редактирования первая строка в таблице IP-адресов (*Рис. 4.19*).



Рис. 4.19 Окно «Подключение устройств»

Введите значение IP- адреса контроллера СУВ, который необходимо активировать (в данном примере 192.168.12.102) (*Рис. 4.20*). При необходимости уточнить значение IP адреса контроллера СУВ можно руководствуясь разделом 4.2.3.

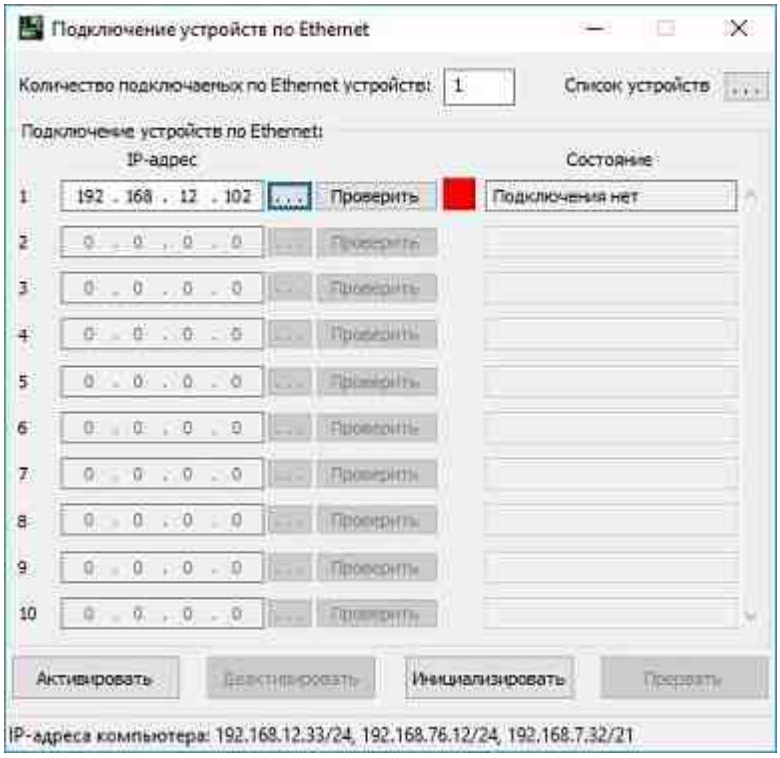


Рис. 4.20 Окно «Подключение устройств»

После чего активировать кнопку «Активировать» при успешном подключении контроллера СУВ к компьютеру статус подключения контроллера в программе «Подключение устройств» меняется на состояние «Подключен» (*Рис. 4.21*).

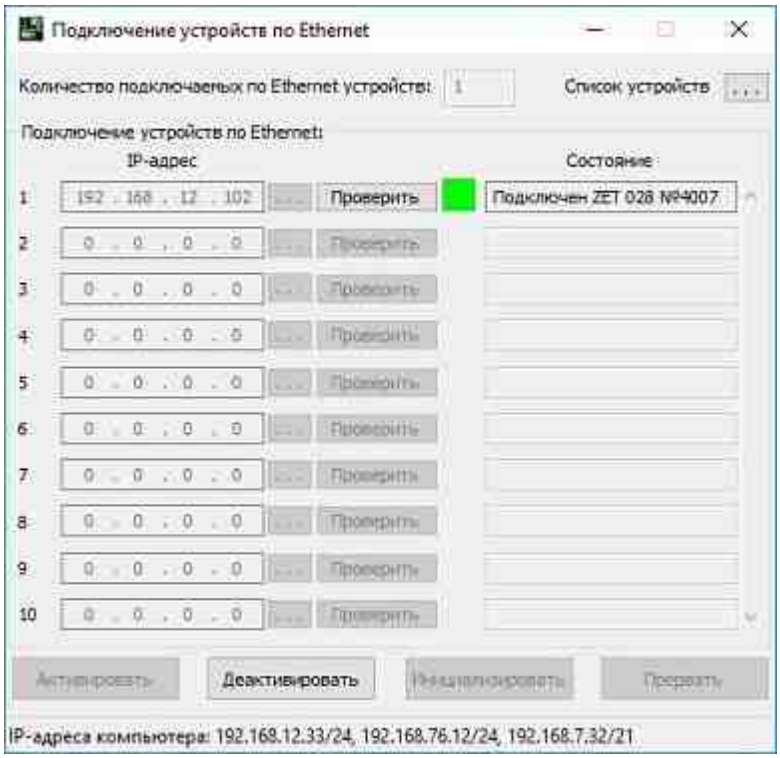


Рис. 4.21 Окно «Подключение устройств»

Возможные неисправности и способы их устранения .....

При работе с операционной системой или программным обеспечением ZETLAB могут возникнуть сбои, информацию о которых операционная

система или ZETLAB выдает на экран монитора. Такие сбои устраняются самим пользователем в соответствии с инструкциями, которые

выдаются на экран монитора (см. раздел 2.9).

Если при правильном выполнении всех действий пользователем сообщение о сбоях продолжает появляться, следует переустановить
операционную систему или программное обеспечение ZETLAB, воспользовавшись лицензионными копиями, и снова повторить все предыдущие операции.

В случае отказа устройства, в период гарантийного срока, следует предъявить рекламацию поставщику.

Порядок предъявления рекламации поставщику осуществляется в следующих случаях:

- Прекращение выполнения программ, указанных в бланке заказа или программ пользователя, оговоренных в договоре на поставку контроллера;
- Некорректное завершение программ, повлекшее потерю или искажение данных, не связанных с неправильными действиями оператора;
- Наличие систематических сбоев.

Примечание: *Критерием сбоя контроллера является проявление признаков отказа, при которых для дальнейшего использования по назначению требуется проведение повторных действий по решению теста или задачи.*

Техническое обслуживание .....

Контроллер не требует специального технического обслуживания.

Проверка функционирования осуществляется автоматически при каждом включении контроллера.

Перед выполнением работ по поддержанию нормального технического состояния контроллера необходимо:

Выключить электропитание контроллера и составных устройств;

Отключить от электросети все кабели электропитания контроллера.

Рекомендуются следующие ежедневные мероприятия по поддержанию нормального технического состояния контроллера:

- Визуальный осмотр контроллера с целью обнаружения механических повреждений корпусов или кожухов;
- Проверка состояния соединителей и кабелей;
- Удаление пыли с поверхностей контроллера производить мягкой влажной тряпкой.

Панель СУВ .....

Панель СУВ



Для работы с программами СУВ на панели управления *ZETLAB* (*Рис. 2.3*) активируйте раздел СУВ при этом откроется окно панели СУВ (*Рис.4.1*).

Внимание! *Отсутствие раздела СУВ в панели управления ZETLAB означает, что программа не обнаружила соответствующей лицензии. Убедитесь в подключении контроллера СУВ к компьютеру согласно правилам, приведенным в разделе 3*



(Стандартный вид)



(В «Демо режиме»)

Рис. 4.1а Панель СУВ

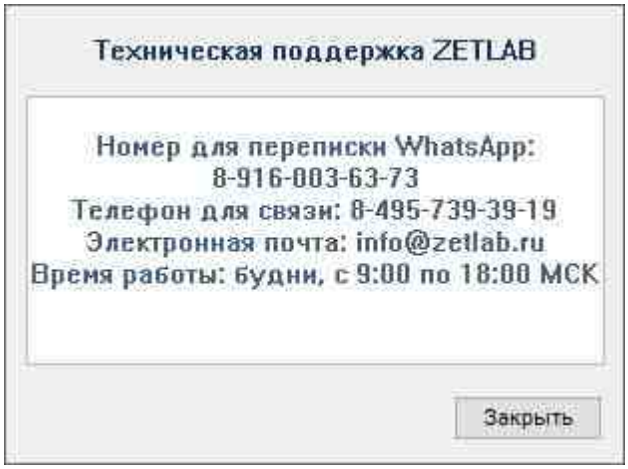


Рис. 4.1б Техническая поддержка ZETLAB

Инструкция по передаче информации в техподдержку СУВ

Примечание: *при открытии панели СУВ панель управления ZETLAB сворачивается.*

При необходимости возврата к главной панели ZETLAB активируйте кнопку «Вернуться в панель ZETLAB» на панели СУВ.

Слева на панели СУВ сгруппированы программы необходимые для настройки параметров системы, а справа – программы испытаний.

Активация кнопок панели определяет вызов соответствующего окна программы.

Области «Подробнее» служат для вызова окон с информацией об установленных параметрах, а области «Профиль» служат для перехода к соответствующим окнам «Редактирование профиля».

Отсутствие контроллера СУВ исключает возможность проведения испытаний, но не ограничивает возможности создания и редактирования профилей.

При отсутствии контроллера СУВ на панели управления *ZETLAB* раздел СУВ будет отсутствовать, поэтому запуск панели СУВ производится из раздела «Генераторы» (*Рис. 4.2*).

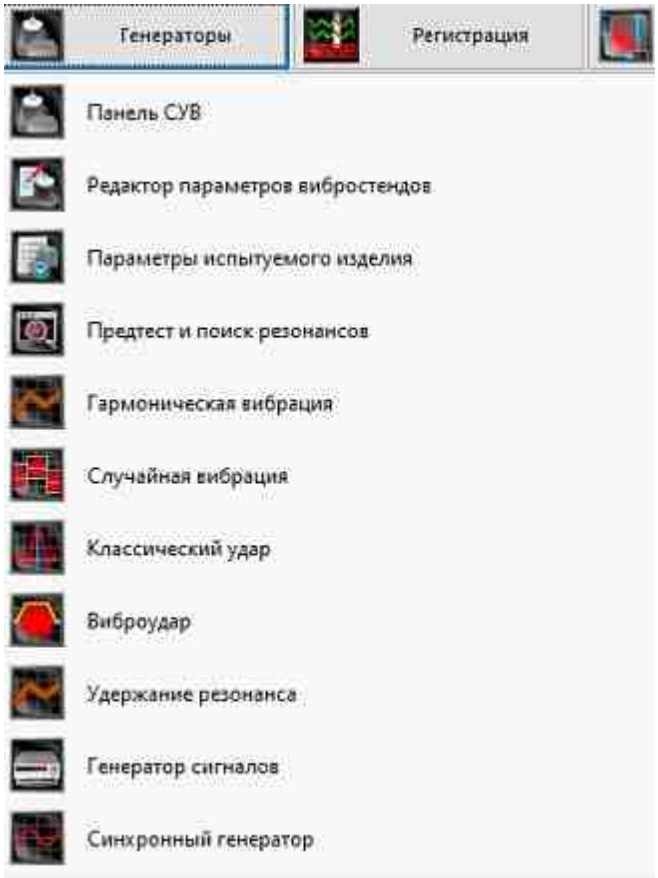


Рис. 4.2 Раздел «Генераторы» панели управления ZETLAB

Панель СУВ (*Рис. 4.1*) открытая в условиях отсутствии контроллера СУВ информирует пользователя об работе программы в «демо режиме».

Для перехода к окну редактирования профиля испытаний следует активировать надпись «Профиль» в области того вида испытаний, по которому необходимо провести редактирование.

Рамки желтого цвета вокруг областей параметров указывают на незавершенное конфигурирования в соответствующем разделе, а рамки красного цвета вокруг областей программ испытаний указывают на запрет запуска программы испытаний.

Запрет запуска программ испытаний может быть связан с одной из следующих причин:

- отсутствие актуального результата предтеста;
- отсутствие контроллера СУВ (работа в Демо режиме);
- отсутствие измерительного канала с единицами измерений, обеспечивающими канал обратной связи.

Параметры вибростенда .....

Параметры вибростенда



Назначение программы

Программа «Параметры вибростенда» предназначена для указания программному обеспечению *СУВ* значений параметров, соответствующих параметрам используемого вибростенда.

Указанные в программе «Параметры вибростенда» значения будут потом использоваться во всех программах СУВ для расчёта допустимых значений профилей испытаний. Необходимо отметить, что поля “Название виброустановки” и “Серийный номер установки” заносятся в отчёты, поэтому их необходимо заполнять. По названию вибростенда и его серийному номеру будет создана папка на компьютере, в которую будут сохраняться все результаты испытаний, проведённые на этом вибростенде. Если вы перенесёте

компьютер (или ноутбук) с контроллером СУВ ZETLAB на другой вибростенд, то обязательно обновите параметры вибростенда.

Задание параметров необходимо выполнять в следующих случаях:

- После установки программного обеспечения *ZETLAB* на компьютер, либо после установки обновлений;
- При переходе на другую модель вибростенда;
- При необходимости изменений параметров используемого вибростенда.

Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Параметры вибростенда» необходимо на панели СУВ (Рис. 4.1) активировать кнопку «Вибростенд». На экране монитора отобразится окно программы «Параметры вибростенда» (Рис. 5.2).

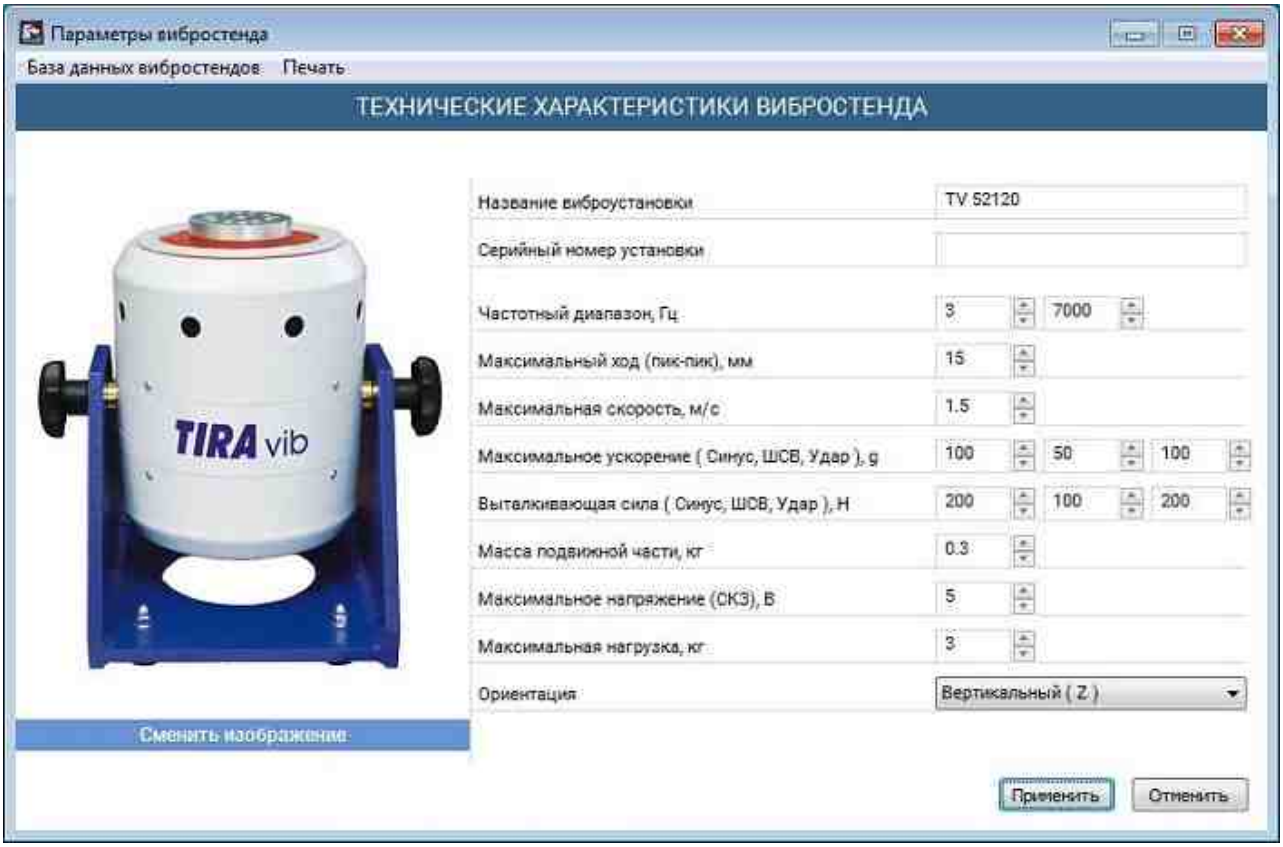


Рис. 5.2 Окно «Параметры вибростенда»

В случае если программное обеспечение было установлено впервые, то в окне программы будут отображаться параметры вибростенда по умолчанию.

Для того чтобы перейти к базе данных вибростендов и проверить наличие в базе данных модели, соответствующей модели используемого вибростенда, следует активировать кнопку «База данных вибростендов» при этом откроется соответствующее окно (Рис. 5.3).

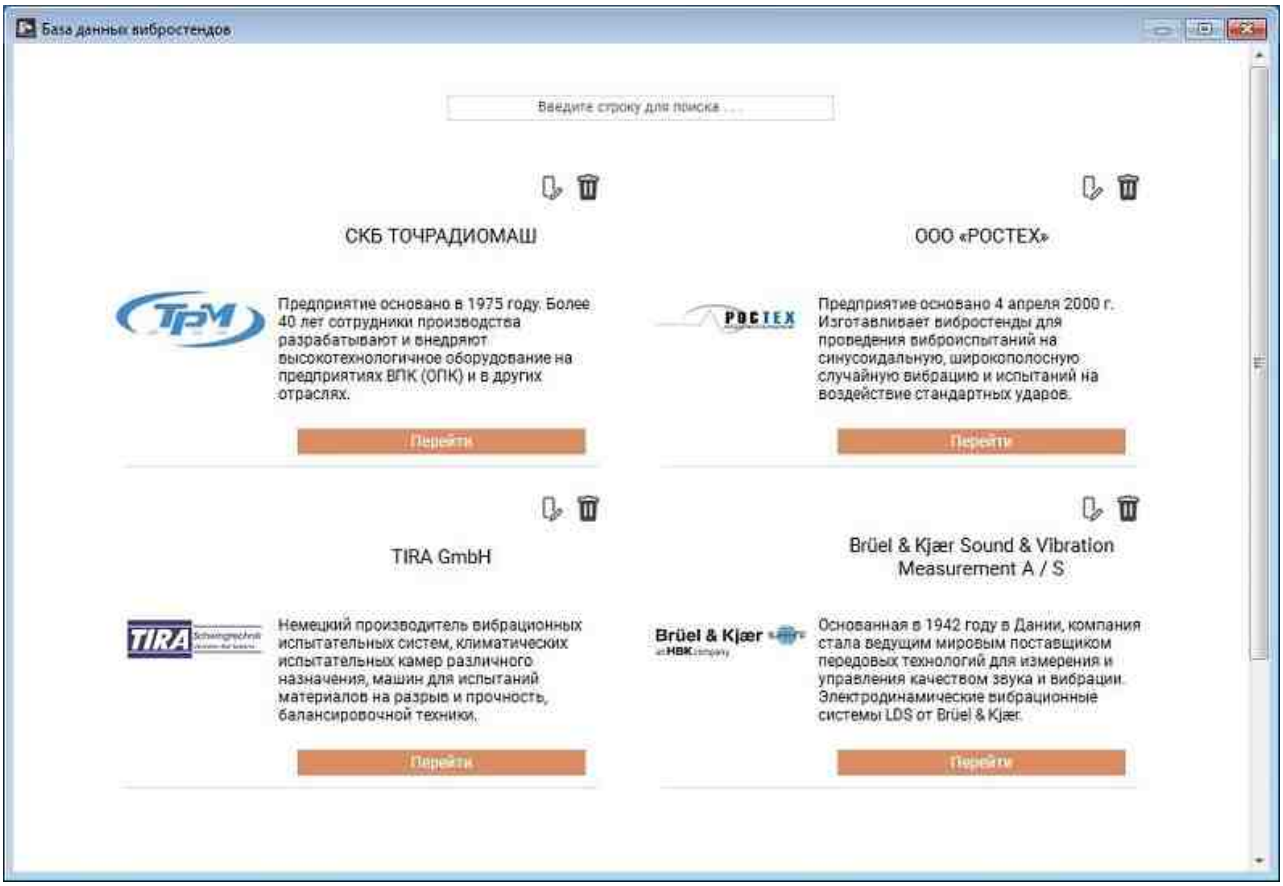


Рис. 5.3 Окно «База данных вибростенда»

В открывшемся окне «База данных вибростендов» вибростенды сгруппированы по производителям, где каждая группа производителей содержит список

из доступных типов вибростендов. Для выбора следует активировать кнопку «Перейти» расположенную под наименованием соответствующего производителя,

при этом в окне отобразится доступный к выбору список вибростендов. При необходимости поиска определенной модели вибростенда воспользуйтесь

полем «Поиск» (Рис. 5.4).

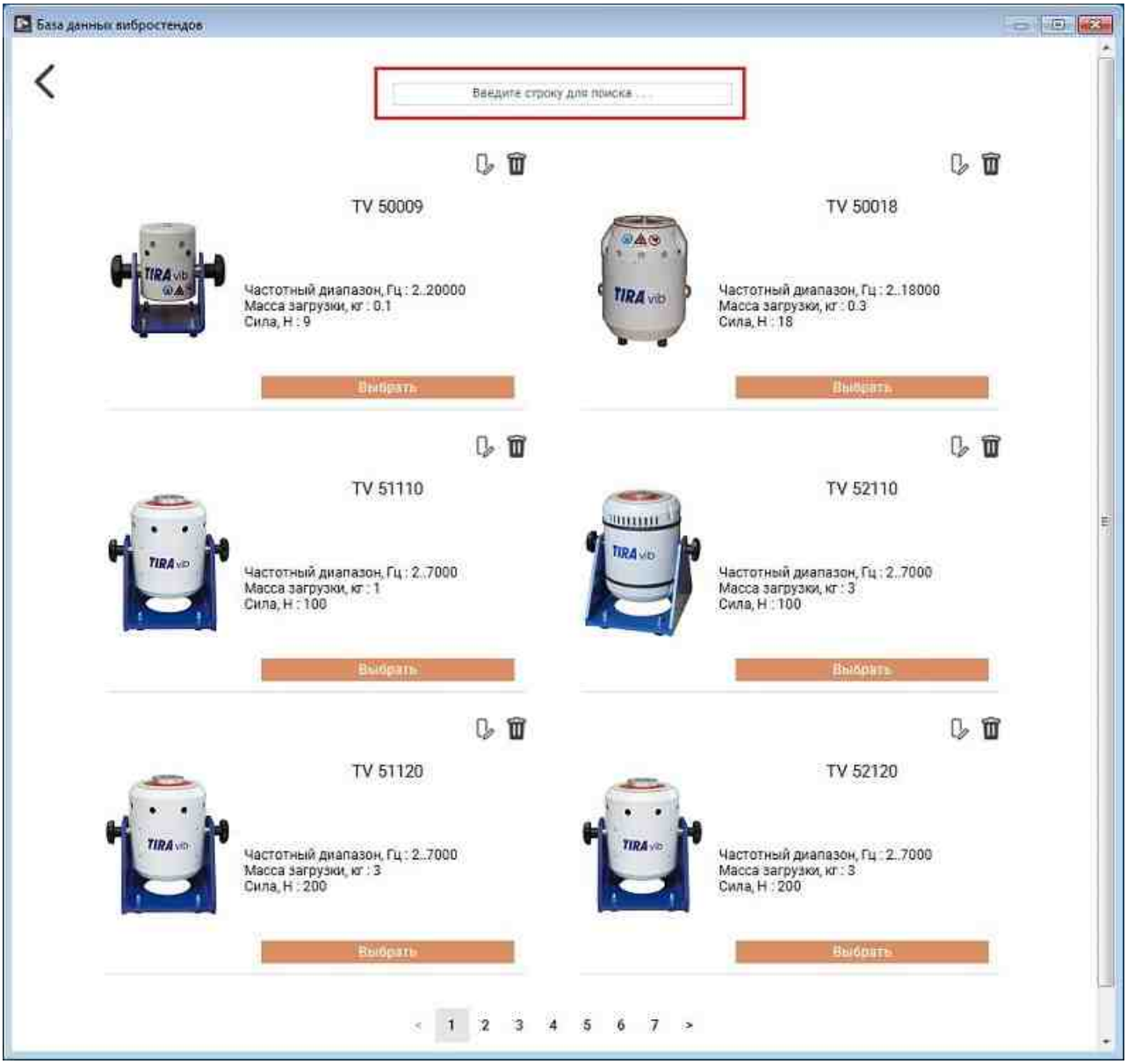


Рис. 5.4 Окно «База данных вибростенда»

После того как в окне «База данных вибростендов» (Рис. 5.4) найден необходимый вибростенд также следует активировать кнопку «Выбрать» и параметры вибростенда будут отображены в окне «Параметры вибростенда» (Рис. 5.2), после чего активируйте кнопку «Применить» чтобы данный тип вибростенда задействовать в работе СУВ.

Если в базе данных вибростендов необходимый тип вибростенда не найден, то в окне «Параметры вибростенда» (Рис. 5.2) активируйте кнопку «Пользовательская база» и в открывшемся окне символ «Добавить», при этом будут предложены варианты выбора:

- Создать новый;
- Добавить текущий;
- Добавить из базы.

При выборе «Создать новый» будет предложена к заполнению форма окна «Параметры вибростенда» и после заполнения формы вручную и активации «Сохранить» данный тип вибростенда будет сохранен в пользовательской базе. При выборе «Добавить текущий» в пользовательскую базу будет добавлен тип вибростенда, который отображается в окне «Параметры вибростенда» (Рис. 5.2). При выборе «Добавить из базы» будет открыто окно «База данных вибростенда» и после выбора из базы данных вибростенда тип выбранного вибростенда будет внесен в пользовательскую базу.

Пользовательская база позволяет не только назначать необходимые диапазоны и значения параметров используемых вибростендов, но и оперативно выбирать необходимый тип вибростенда для испытаний (если СУВ периодически задействуется для управления разными вибростендами).

Примечание: *для некоторых типов вибростендов информация по максимальным допустимым значениям ускорений и выталкивающим силам для шума и удара могут отсутствовать, в этом случае допускается внести в соответствующие поля параметров значения, определяемые производителем для параметров максимального ускорения и выталкивающей силы указанные для синусоидальной вибрации.*

Для добавления фотографии вибростенда следует активировать кнопку «Сменить изображение». Наличие фотографии в окне «Параметры вибростенда» обеспечивает дополнительный уровень идентификации вибростенда в пользовательской базе данных.

Примечание: *для добавления в окно параметры вибростенда фотография должна быть подготовлена в любом графическом формате с соотношением сторон 2/3 (ширина/высота) и размещена в доступной директории*

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу 5

Выбор вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении

Выбор вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении .....

Пример выбора вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении

Например, необходимо выбрать вибростенд для проведения испытаний изделий массой **m=1,5 кг** с максимальным виброускорением $\mathbf{a_{max}=50\ м/с^2}$ в частотном диапазоне от 10 до 2000 Гц.

Одним из основных параметров любого электродинамического вибростенда является толкающая сила F, поэтому выбор вибростенда следует начинать с соблюдения условий ее достаточности.

Проверка выполнения условий достаточности толкающей силы выполняется по формуле:

$$F>k*m_{max}*a_{max}$$

где **k** коэффициент запаса (рекомендуется принять равным 2)

$\mathbf{m_{max}}$ – максимальная масса, которая включает в себя помимо массы изделия также массу оснастки (стол расширения элементы крепления и т.п.) и массу подвижной части вибростенда

В связи с тем, что на этапе выбора вибростенда еще не известны присоединительные размеры монтажной площадки подвижной части вибростенда и следовательно точное значение массы оснастки также не известно то целесообразно принять в этом случае значение массы оснастки равной массе изделия.

Масса подвижной части вибростенда до момента определения конкретной модели также неизвестна поэтому при выполнении предварительного расчета ею можно пренебречь, с учетом проведения последующего проверочного расчета.

Для примера получим F>2*(1,5+1,5)*50=300 Н

Таким образом для выполнения условий необходимо выбрать вибростенд с толкающей силой не менее 300 Н. В примере выберем удовлетворяющий данному условию вибростенд серии TV 51140 с толкающей силой 400 Н, массой подвижной части

.

Сначала проверим что максимальная статическая нагрузка больше суммы массы испытываемого изделия и массы оснастки для крепления изделия на вибростенде: 6 > 1,5 + 1,5.

Условие выполняется поэтому переходим к следующему шагу и выполняем проверочный расчет на толкающую силу уже с учетом массы подвижной части вибростенда.

$F_{расч}= k*m_{max}*a_{max}=2*(1,5+1,5+0.4)*50=340$ Н

Толкающая сила вибростенда (400 Н) больше расчетной толкающей силы (340 Н), что указывает на положительные результаты проверочного расчета.

В завершение следует выполнить проверку диапазона перемещения подвижной части вибростенда, в результате которого полученное расчетное перемещение S должно быть меньше максимально возможного хода подвижной части (для выбранного в примере вибростенда составляет 20 мм)

Расчет перемещения S выполнить по формуле

$$S = a_{max}*10^3/(2\pi f_{min})^2$$

где f_{min} – минимальная частота в диапазоне испытаний (в примере 10 Гц)

Для выполнения проверочного расчета можно также воспользоваться калькулятором, расположенным по ссылке:

https://zetlab.com/podderzhka/vibratsionnyie-ispyitaniya/teoriya-vibroispyitaniy/vzaimosvyaz-uskoreniya-skorosti-i-peremeshheniya-pri-sinusoidalnoy-vibratsii/

В результате расчета получим:

$$S = 50*10^3/(2*3,14*10)^2=12,665 \text{ мм}$$

Условие выполнено так как расчетное значение S меньше максимально возможного хода подвижной части.

Выбранная модель вибростенда TV 51140 обеспечивает проведение испытаний в рамках заданных в примере требований.

Примечание: *если на каком-либо из этапов проверок получен отрицательный результат необходимо выбрать вибростенд с большей толкающей силой либо с большим значением хода подвижной части и повторить расчеты, приведенные в данном разделе*

Параметры изделия .....

Параметры изделия



Назначение программы

Испытывать на вибростенде можно любое изделие. Для этого нужна лишь правильно подобранная оснастка для надёжного крепления к подвижной части вибростенда, и чтобы суммарная масса нагрузки не превысила допустимую для конкретного вибростенда.

Программа «Параметры изделия» предназначена для указания программному обеспечению *СУВ* значений параметров, соответствующих параметрам используемого изделия и оснастки, необходимой для крепления изделия на вибростенде. В ней необходимо задать название изделия и его серийный номер (если оно не в единичном экземпляре будет проходить испытания), массу изделия и направление воздействия (если задание на испытания требует провести вибрацию по всем осевым направлениям). Оснастка, с помощью которой изделия крепится к вибростенду, также требует явного указания названия, номера и массы.

Суммарная масса (масса изделия плюс масса оснастки) будет использоваться для расчёта максимального допустимого ускорения при задании профиля виброиспытаний. Подобные ограничения необходимы для защиты вибростенда от перегрузки и поломки.

Для правильной работы функции автосохранения отчётов необходимо правильно задавать название изделия и его серийный номер. По названию изделия и его серийному номеру будет создана папка, вложенная в папку с названием вибростенда, в которую будут сохраняться все результаты испытаний. Если вы поменяли оснастку или испытуемое изделие на другое или такое же, не важно, необходимо записать новые параметры в программу “Параметры изделия”. В противном случае все результаты будут сохраняться в старую папку и через некоторое время станет невозможно разобраться какие результаты соответствуют какому изделию.

Используйте программу «Параметры изделия» в следующих случаях:

- После установки программного обеспечения *ZETLAB* на компьютер, либо после установки обновлений;
- При смене типа изделия, подвергаемого виброиспытаниям;
- При смене модели оснастки, используемой для закрепления изделия на столе вибростенда.

Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Параметры изделия» необходимо на панели СУВ  активировать кнопку *«Изделие»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*).

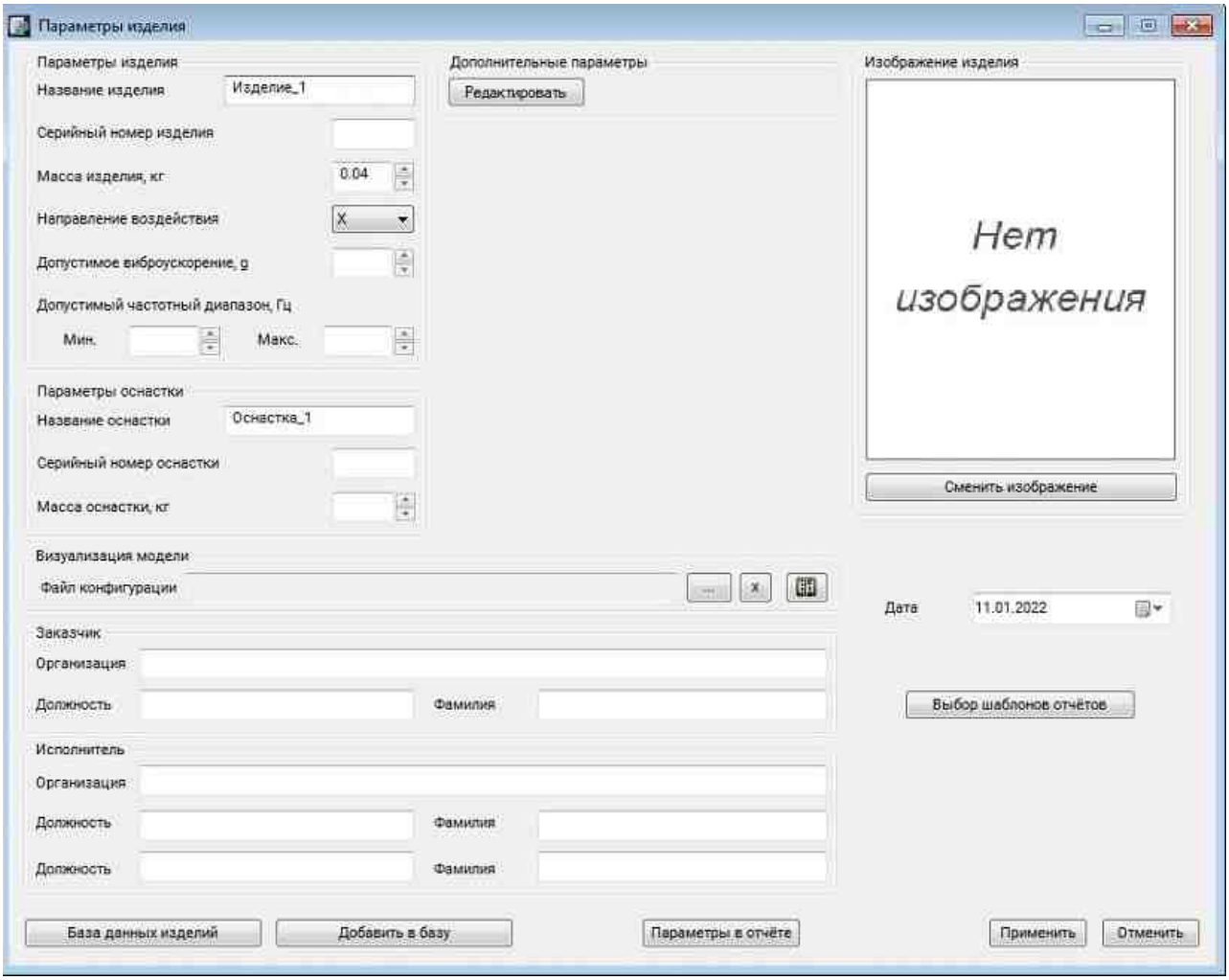


Рис. 6.1 Окно «Параметры изделия»

Внимание! *всегда указывайте параметры «Масса изделия» и «Масса оснастки» (расширительный стол, элементы крепления изделия и т.п.) чтобы ПО СУВ обеспечило корректное ограничение допустимых пределов испытаний с целью минимизации риска повреждения вибростенда.*

Примечание: *допустимо указывать в параметре «Масса изделия» общую сумму массы изделия и установленной оснастки, в этом случае параметр «Масса оснастки» следует оставить пустым (с нулевым значением).*

Примечание: *если для изделия нет требований к ограничению на воздействия по диапазону частот и уровню вибрации, поля «Частота» и «Допустимое виброускорение» можно не заполнять, в этом случае по соответствующим параметрам будут применяться ограничения, действующие для вибростенда.*

Поле «Визуализация модели», расположенное в окне «Параметры изделия» дает возможность указать программному обеспечению ссылку на подготовленный в формате «*.xml» файл конфигурации. Информация в файле указывает системе схему расположения датчиков на исследуемом изделии, что позволяет по результатам проведенного предтеста выполнить 3d визуализацию его форм колебаний.

Примечание: *подробная информацией о принципе контроля за формами колебаний приводится в разделе* *8.3.2*.

Область ... в поле «Визуализация модели» позволяет выполнить выбор директории, в которой расположен подготовленный файл конфигурации, а область позволяет вызвать окно «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*).

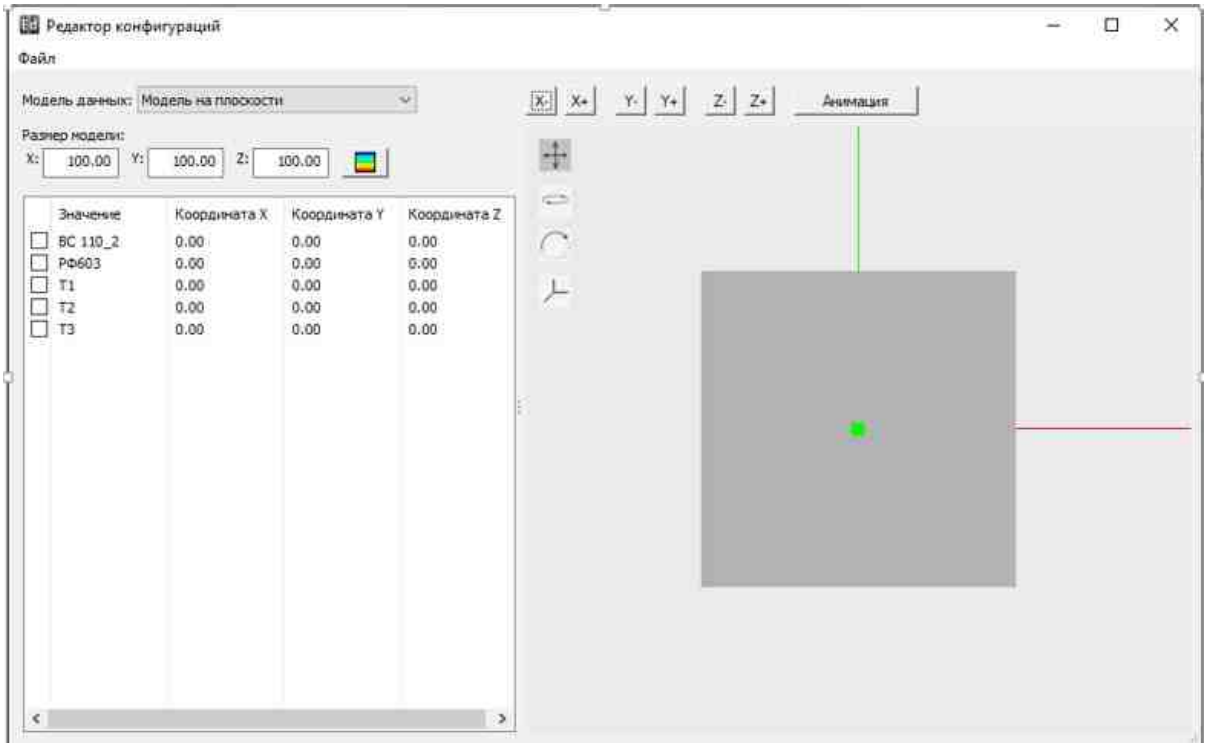


Рис. 6.2 Окно «Редактор конфигураций»

Для параметра «Модель данных» в окне «Редактор конфигураций» (Рис. 6.2) может быть задано одно из двух значений: «Модель на плоскости», которая подразумевает расположение датчиков в одной плоскости с заданием значений координат «X» и «Y» (координаты Z равны нулю) для каждого датчика и «Модель на стержне», которая

подразумевает расположение датчиков в узлах решетки с заданием для каждого из датчиков значений координат «X», «Y» и «Z».

Параметром «Размер модели» в окне «Редактор конфигураций» (Рис. 6.2) определяется требуемый размер области для расстановки датчиков.

Примечание: при задании размера области следует учитывать то, что нулевые координаты всегда располагаются в ее центре.

Если необходимо отредактировать ранее созданный файл конфигурации активируйте меню «Файл» в окне «Редактор конфигурации» (Рис. 6.3) и затем «Загрузить конфигурацию», после чего в окне «Открытие» (Рис. 6.4) укажите файл конфигурации, который подлежит редактированию после чего активируйте кнопку «Открыть».

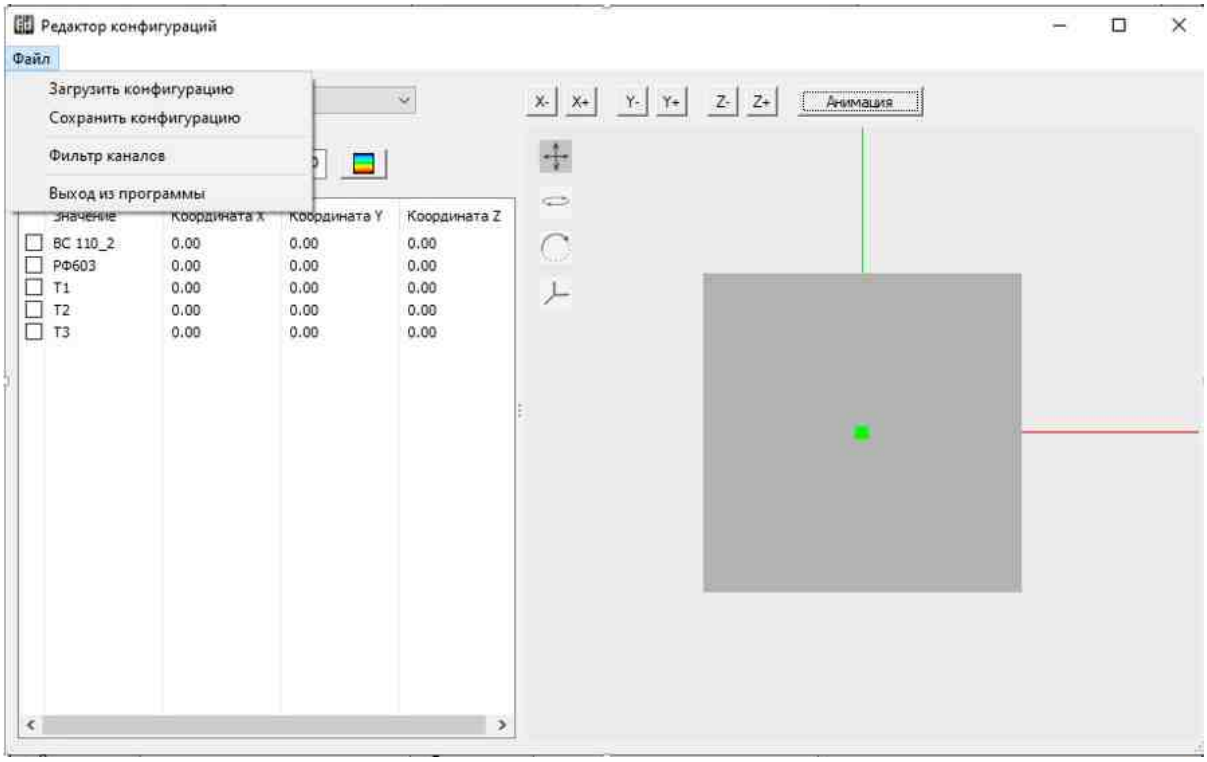


Рис. 6.3 Окно «Редактор конфигураций» меню «Файл»

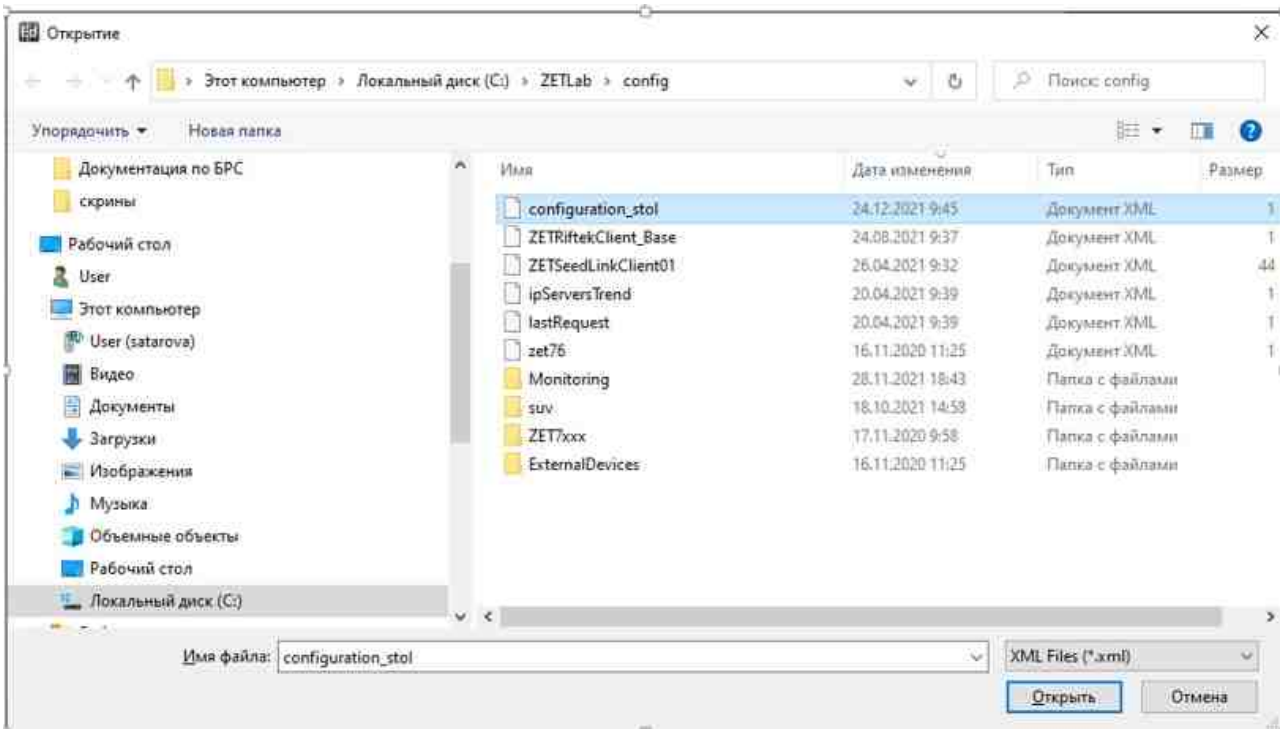


Рис. 6.4 Окно «Открытие»

Для сохранения файла конфигурации в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (Рис. 6.3) следует активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (Рис. 6.5) указать путь и имя, которое следует присвоить сохраняемому файлу.

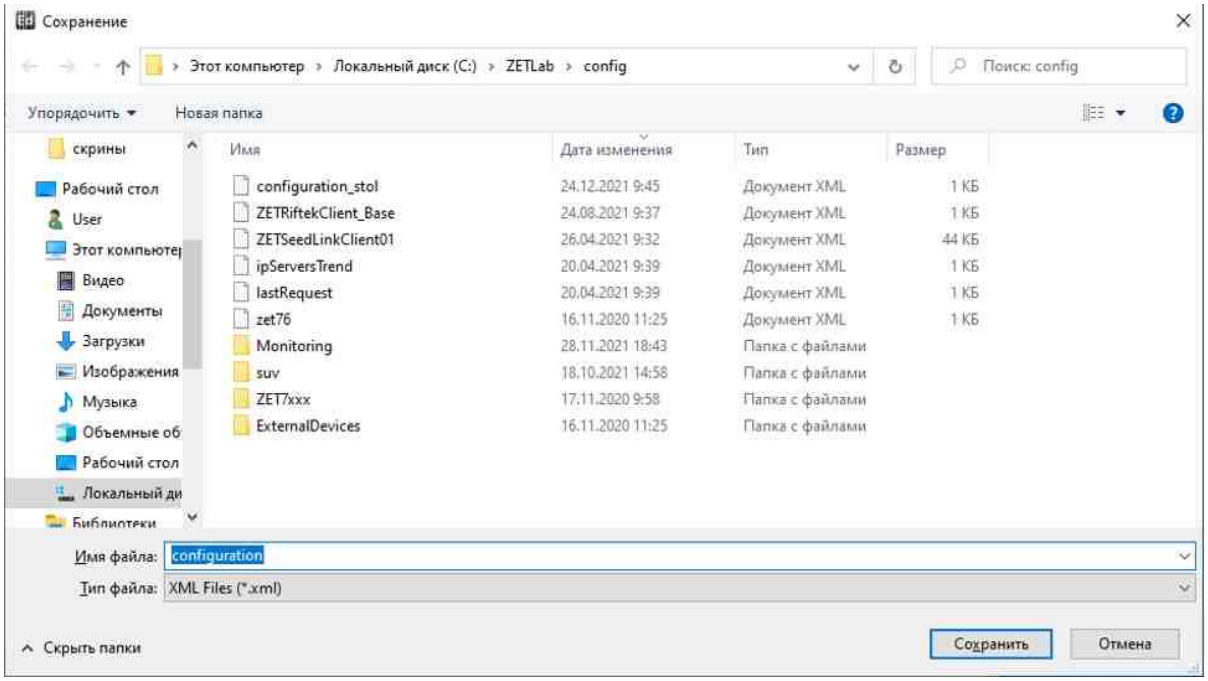


Рис. 6.5 Окно «Сохранение»

Для редактирования списка измерительных каналов которые будут задействованы при контроле за формой колебаний необходимо в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (Рис. 6.6) активировать «Фильтр каналов» и в открывшемся окне (Рис. 6.5) в чекбоксах отметить каналы, задействованные в контроле.

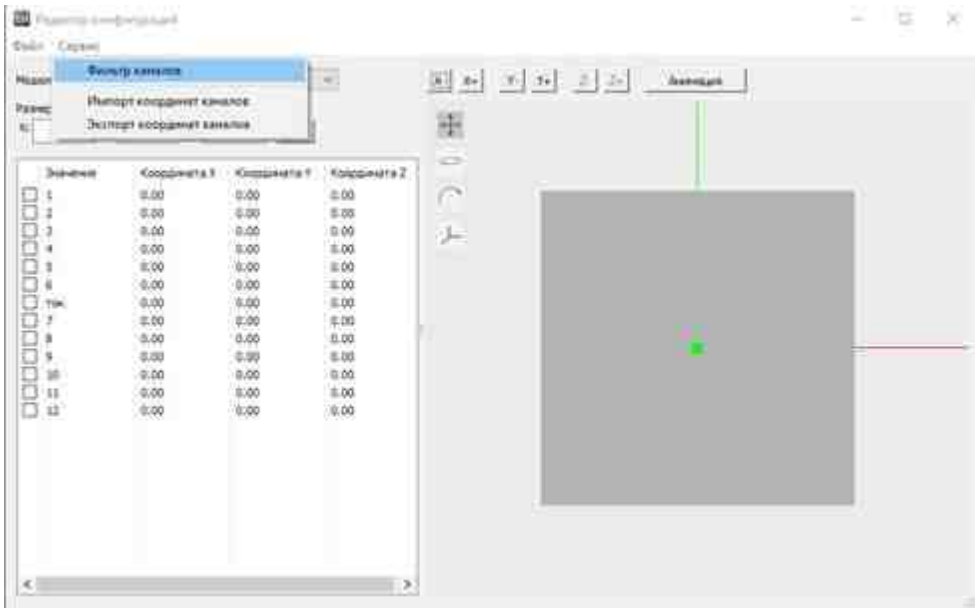


Рис. 6.6 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»

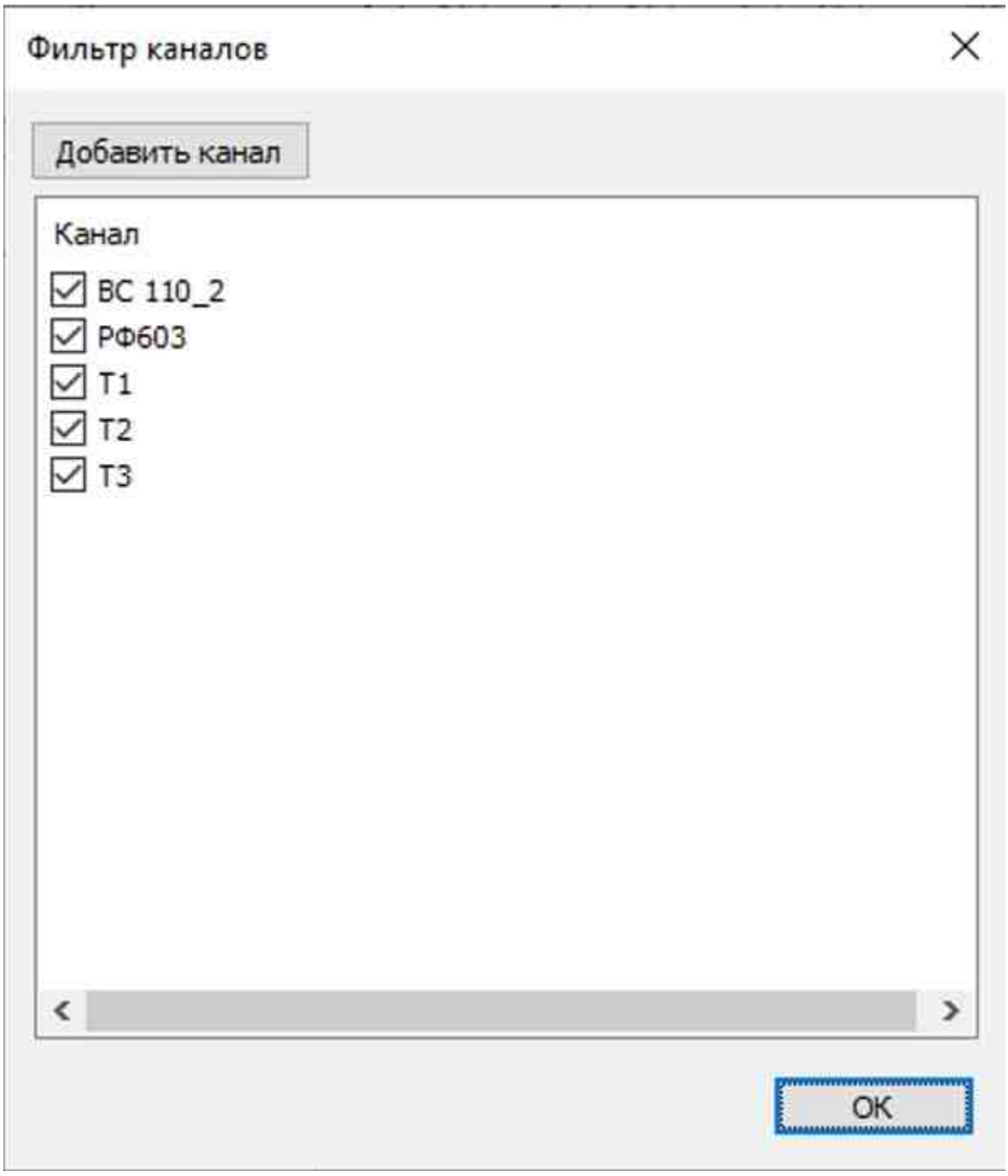


Рис. 6.7 Окно «Фильтр каналов»

Информация из окна «Параметры изделия» (Рис. 6.1) указывается в отчете о проведении испытаний. В окне «Параметры изделий» по умолчанию предусмотрены поля параметров с информацией о Заказчике и Исполнителе испытаний. Если для сохранения в отчет требуются параметры, отсутствующие в форме по умолчанию то их следует добавить вручную, используя область «Дополнительные параметры». В этом случае в окне «Параметры изделия» (Рис. 6.8) необходимо активировать кнопку «Редактировать» после

чего каждая активация кнопки «Добавить» будет добавлять по одному полю, в каждом из которых следует затем указать требуемую для сохранения в файле отчёта информацию.

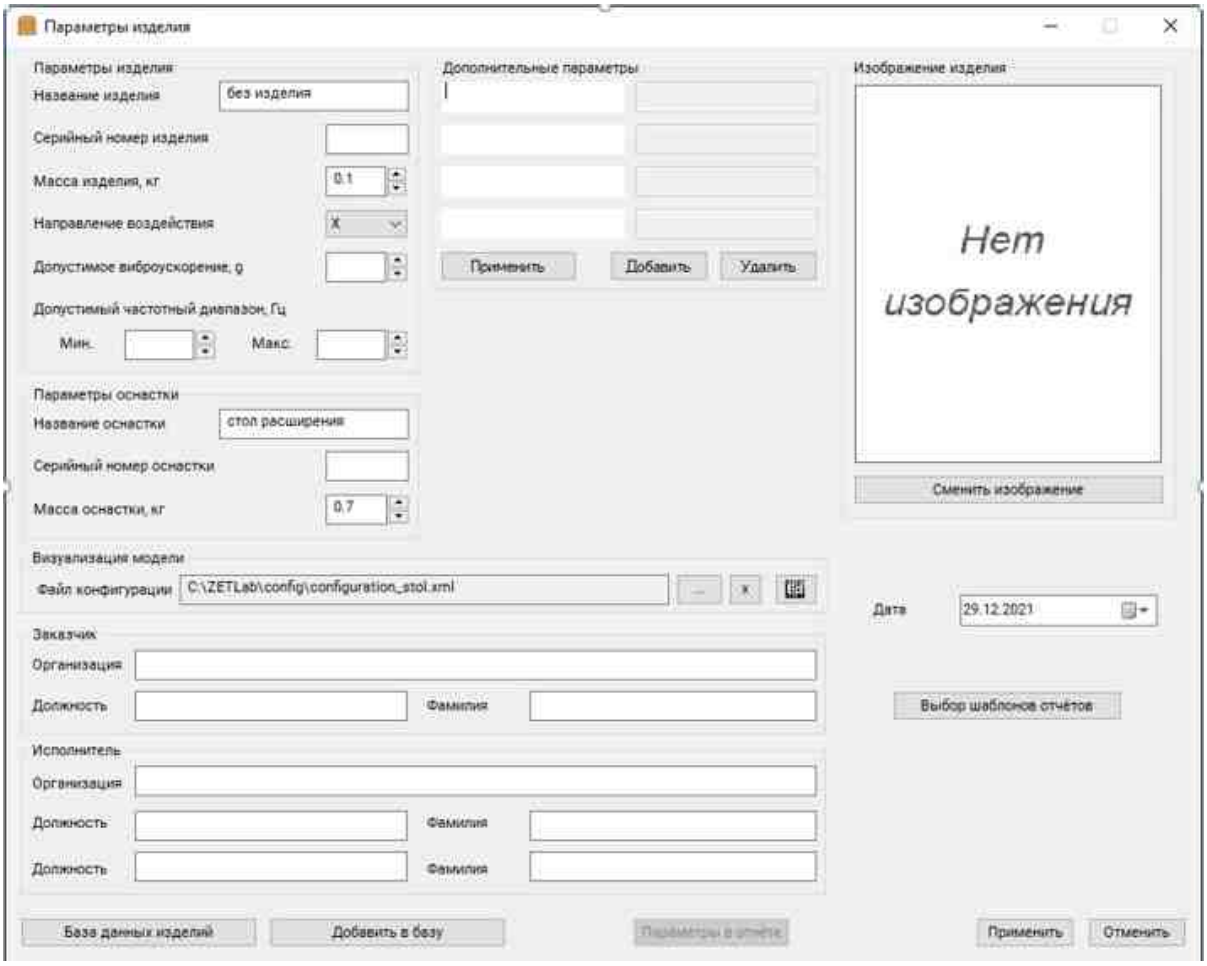


Рис. 6.8 Окно «Параметры изделия» с дополнительными параметрами

Для визуализации наименований меток параметров необходимо активировать кнопку «Параметры в отчете». Метки параметров (Рис. 6.9) обеспечивают привязку значений параметров к местам в отчете, на которые они будут выводиться.

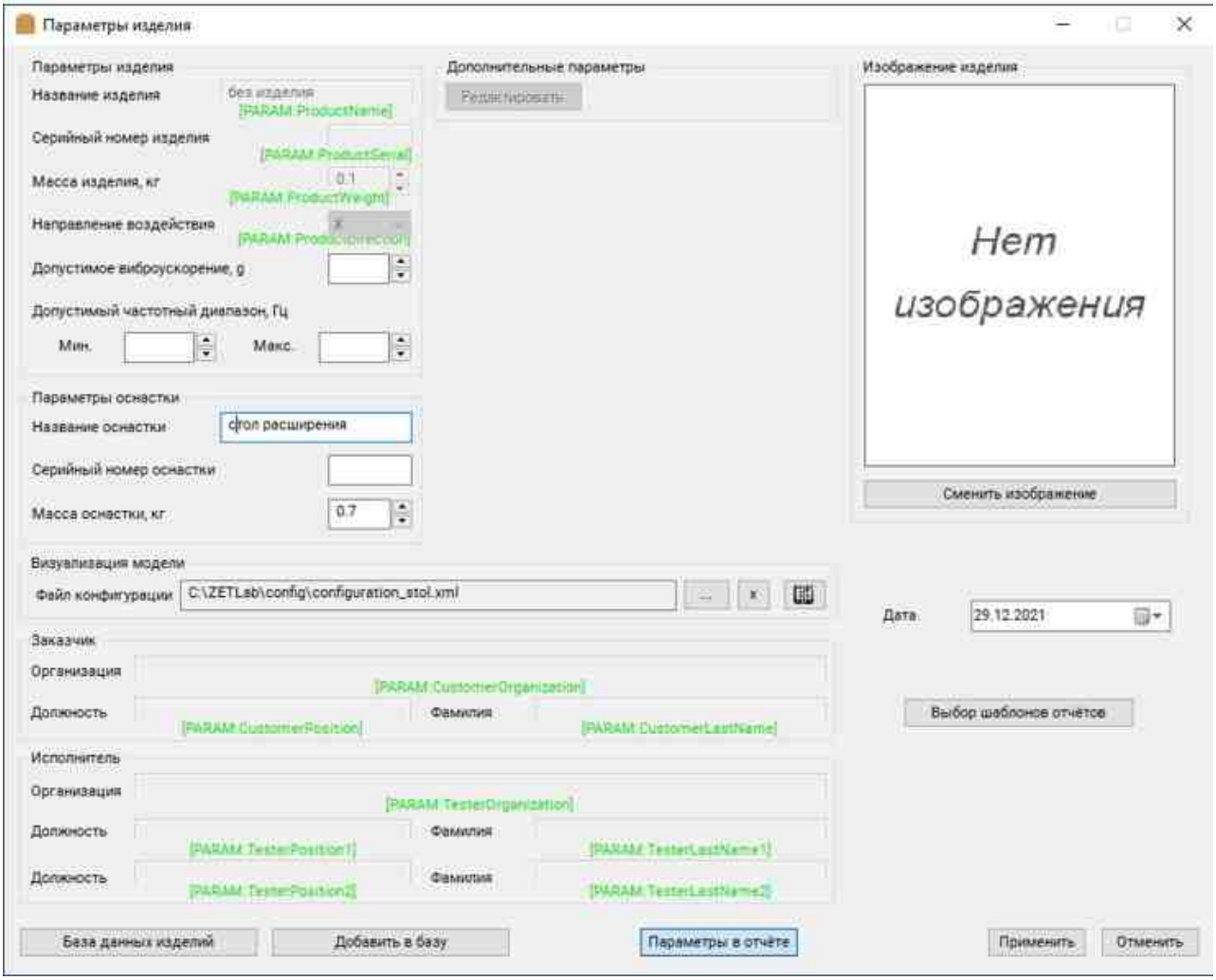


Рис. 6.9 Окно «Параметры изделия» с наименованиями меток параметров

Кнопка «Выбор шаблона отчета» предназначена для активации окна программы (Рис. 6.10) в котором указываются директории расположения и имена файлов шаблонов отчетов для различных видов испытаний.

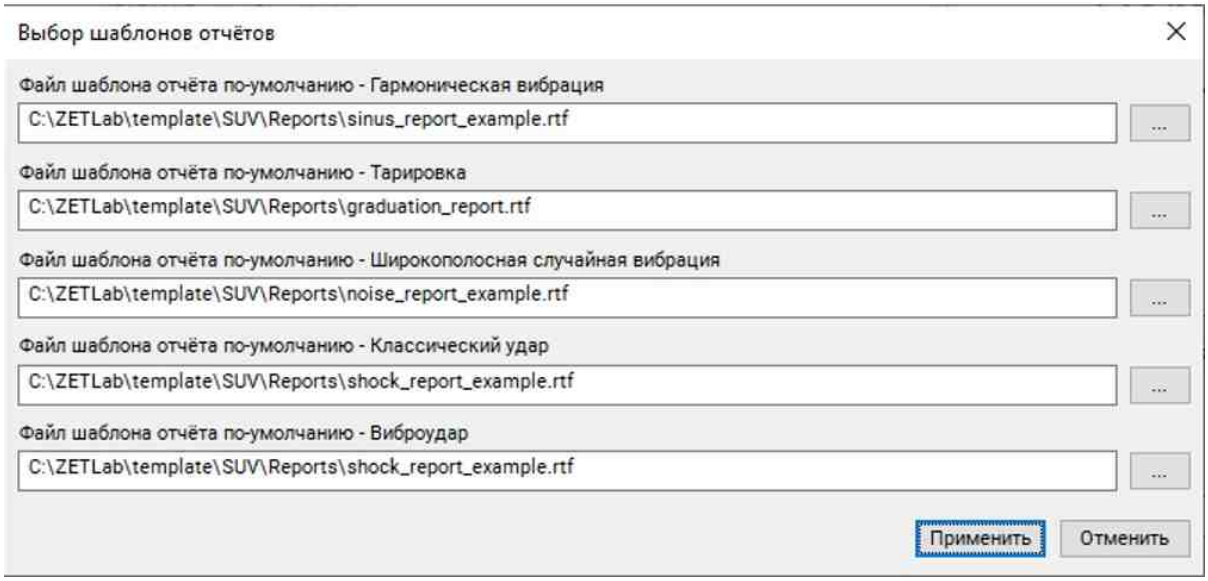


Рис. 6.10 Окно «Выбор шаблонов отчетов»

Примечание: *за более подробной информацией о правилах формирования отчетов обратитесь к разделу 13.*

Для добавления изделия базу данных в окне «Параметры изделия» (Рис. 6.1) активируйте кнопку «Добавить в базу» при этом параметры изделия будут сохранены в базе данных.

При последующих испытаниях изделий, уже добавленных в базу данных, произведите выбор необходимого типа изделия из окна базы данных (Рис. 6.10), для перехода к которому в окне «Параметры изделий» (Рис. 6.11) активируйте кнопку «База данных изделий».

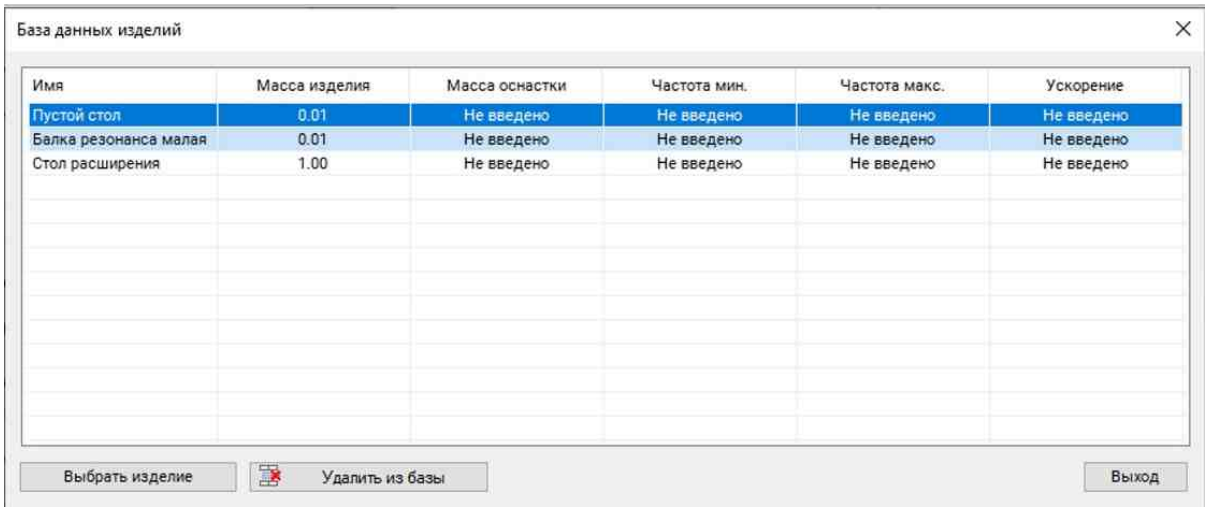


Рис. 6.11 Окно «База данных изделий»

После чего активировать кнопку «Сменить изображение» чтобы добавить фото изделия в окно «Параметры изделия». Наличие фотографии в окне «Параметры изделия» обеспечивает дополнительный уровень идентификации изделия в базе данных.

Примечание: *для добавления в окно параметры изделия фотография должна быть подготовлена в любом графическом формате с соотношением сторон 2/3 (ширина/высота) и размещена в доступной директории*

Примеры к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Пример задания параметров изделия при использовании «Модель на стержне»

Пример использования 3D-визуализации в Предтесте

Пример задания параметров изделия при использовании «Модель на стержне» .....

Пример подготовки файла конфигурации стержневой модели для последующей визуализации форм колебаний исследуемого изделия (модели)

В примере задействован комплект оборудования СУВ, состоящий из трех контроллеров ZET028 и 18 акселерометров ВС111, установленных на исследуемой рамке, одиннадцать из которых располагаются на нижнем горизонтально расположенном ребре рамки, а семь – на верхнем.

Для выполнения конфигурирования должны быть активны (включены) измерительные каналы, с которых регистрируются сигналы от акселерометров. Для этого измерительные каналы контроллеров (к которым подключены акселерометры) должны быть сконфигурированы с помощью программы «Диспетчер устройств» согласно правилам, приведенным в разделе 7. В примере измерительным каналам назначены наименования в виде номеров от «1» до «18»

Выполнение конфигурирования следует начинать с открытия окна программы «Параметры изделия», для перехода к которому на панели СУВ следует активировать

кнопку *«Параметры изделия»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*).

Далее следует активировать область  и в окне «Редактор конфигураций» в поле «Модель данных» выбрать «Модель на стержне» (*Рис. 6.12*).

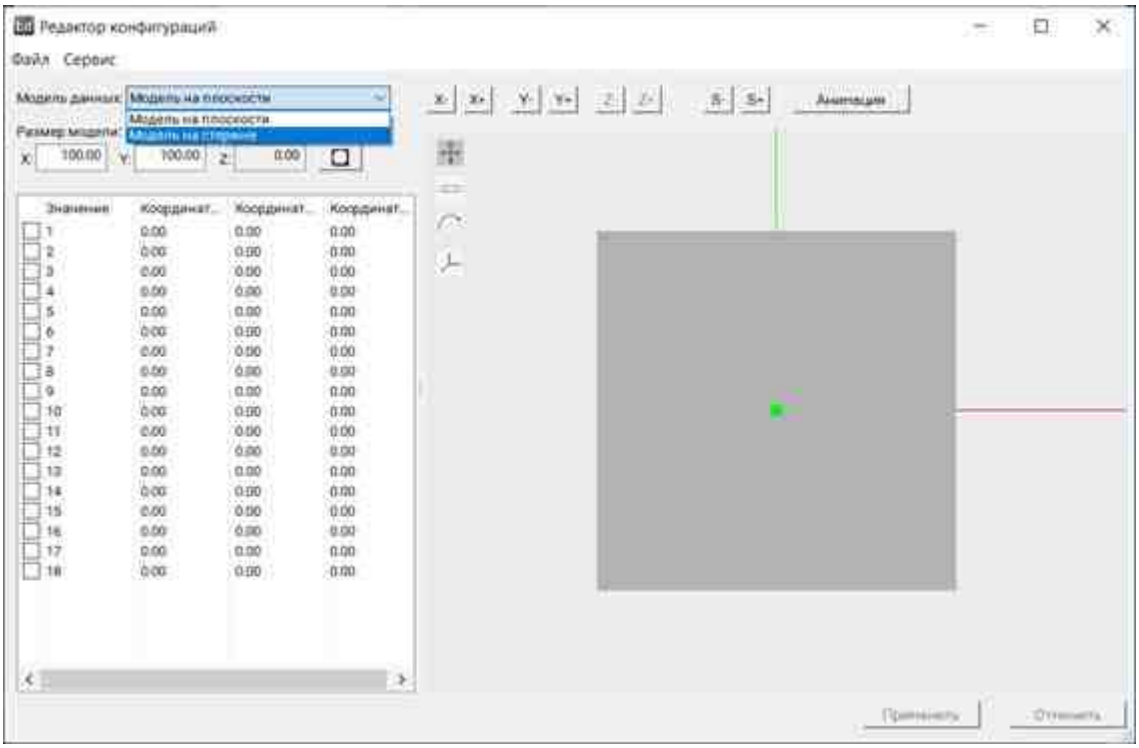


Рис. 6.12 Выбор вида модели в окне «Редактор конфигураций»,

В графы таблицы внести значения координат X, Y и Z соответствующие местам расположения акселерометров (*Рис. 6.13*).

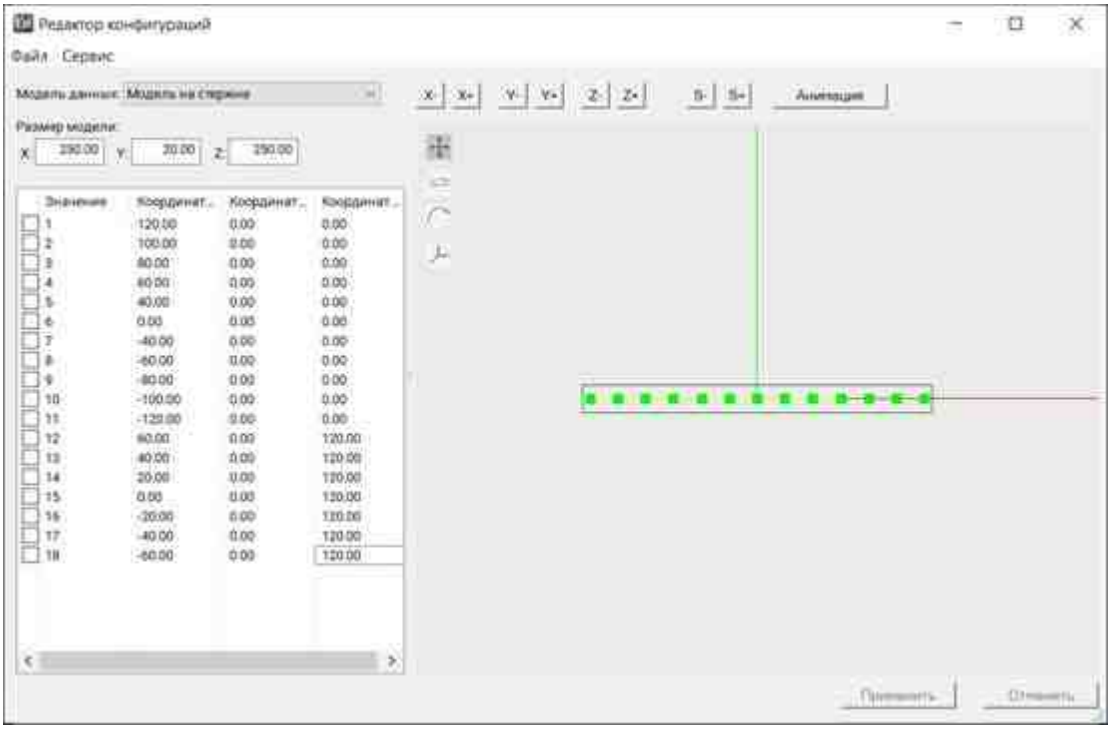


Рис. 6.13 Задание координат датчиков в окне «Редактор конфигураций»

Активировать символы и  для поворота модели соответственно в горизонтальной либо вертикальной плоскости и используя манипулятор «мышь» развернуть модель в положение удобное для визуализации (*Рис. 6.14*).

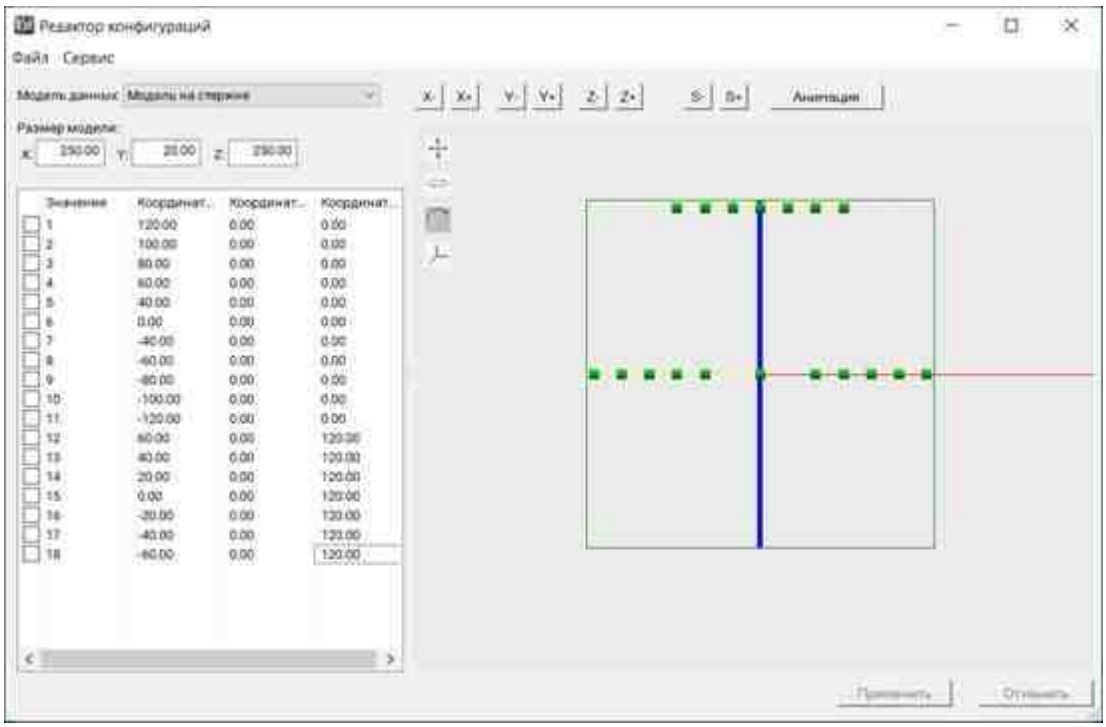


Рис. 6.14 Поворот модели в окно «Редактор конфигураций»

В меню «Файл» выбрать «Сохранить конфигурацию» (*Рис. 6.15*).

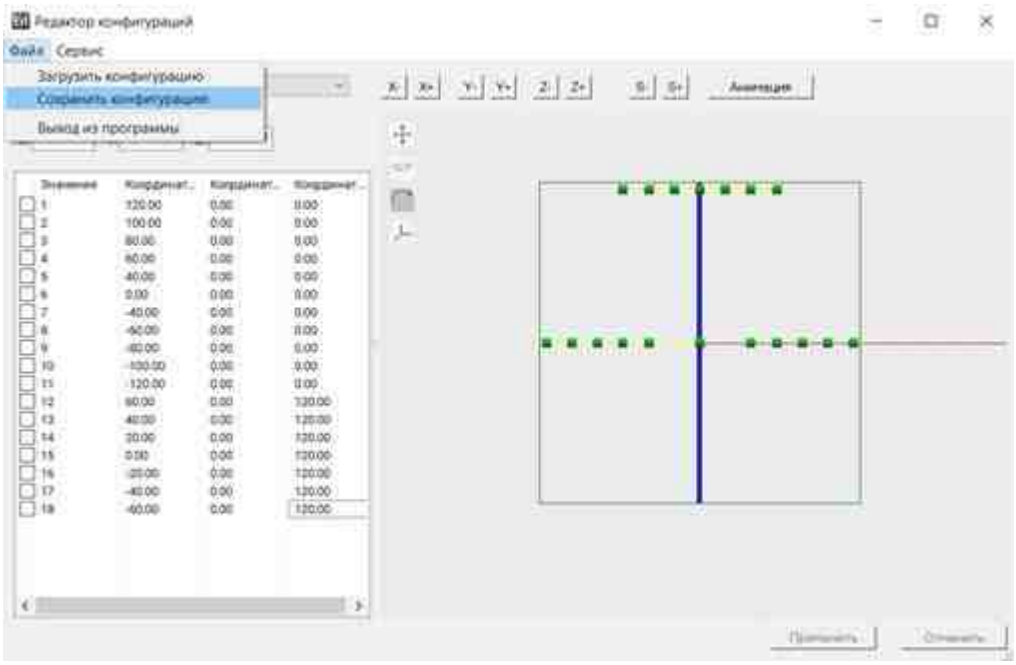


Рис. 6.15 Меню «Файл» в окне «Редактор конфигураций»

В окне «Сохранение» перейти в директорию, в которой будет сохранен файл конфигурации и присвоить название сохраняемому файлу конфигурации (*Рис. 6.16*) после чего активировать «Сохранить».

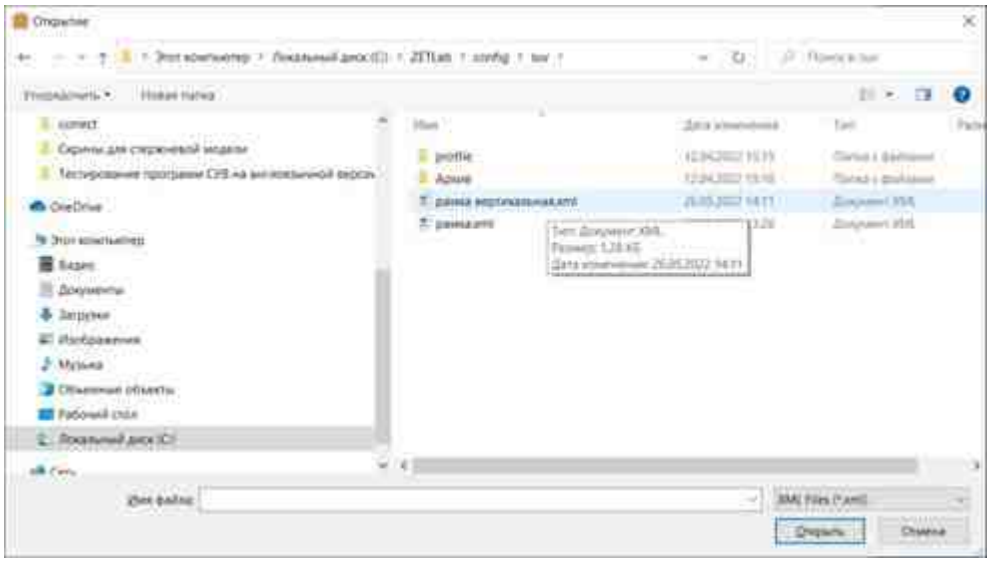


Рис. 6.16 Окно «Открытие»

Путь и наименование файла конфигурации в поле «Файл конфигурации» области «Визуализация изделия» окна «Параметры изделия» (*Рис. 6.17*) указывает на файл конфигурации который будет задействован программным обеспечением при визуализации форм колебаний.

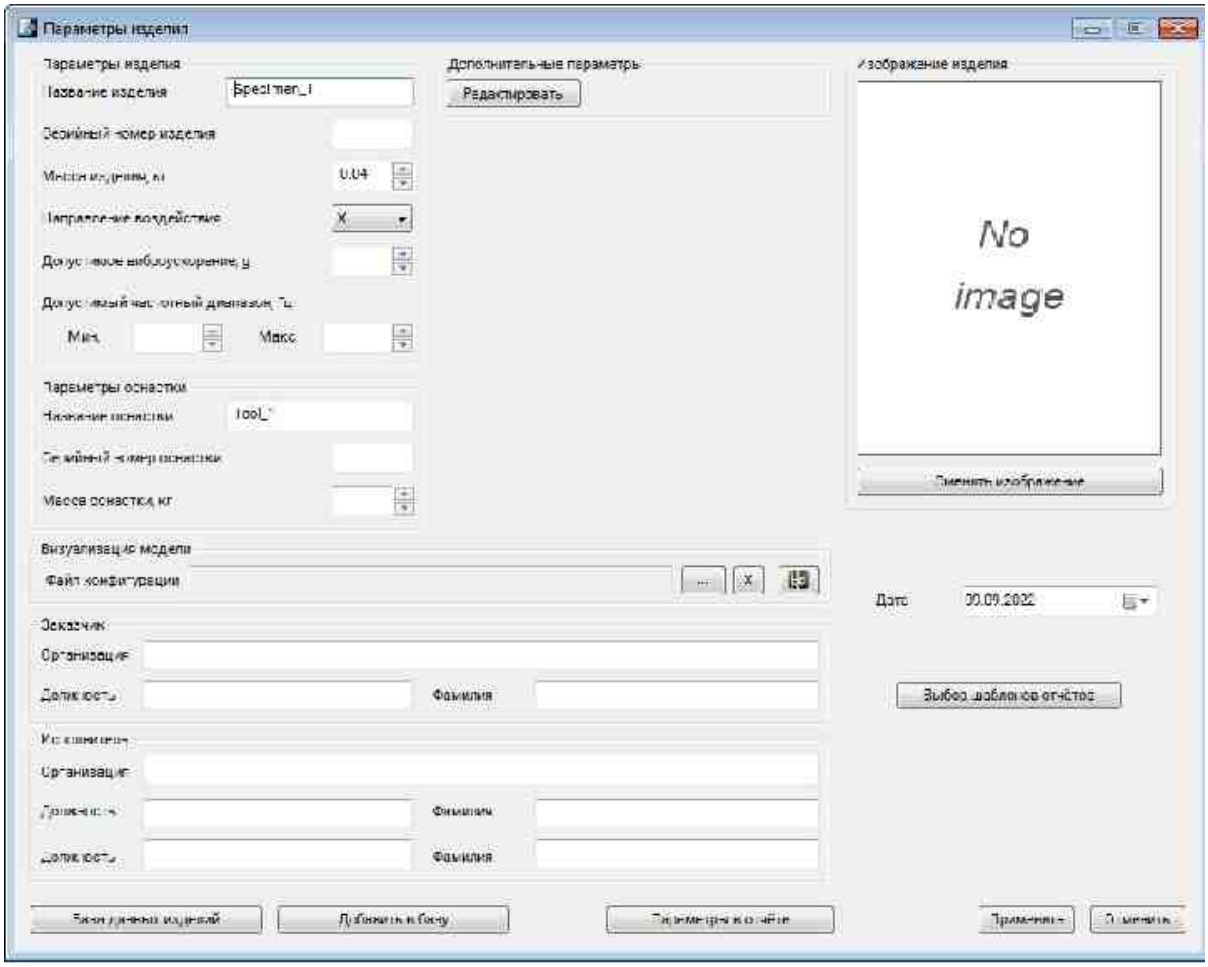


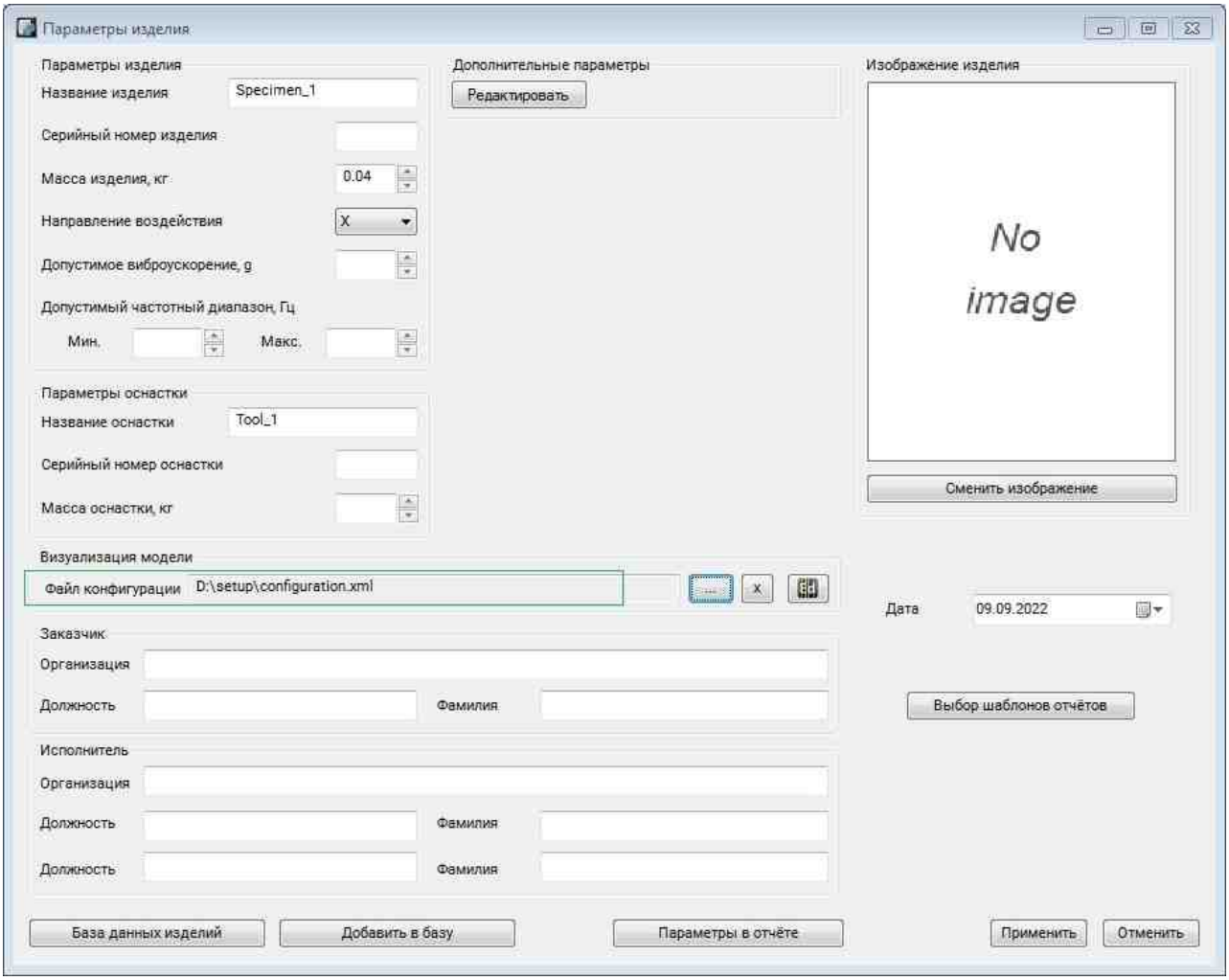
Рис. 6.17 Окно «Параметры изделия»

Примечание: *визуализация форм колебаний подробно рассмотрена в разделе* [8.4.2]

Пример использования 3D-визуализации в Предтесте .....

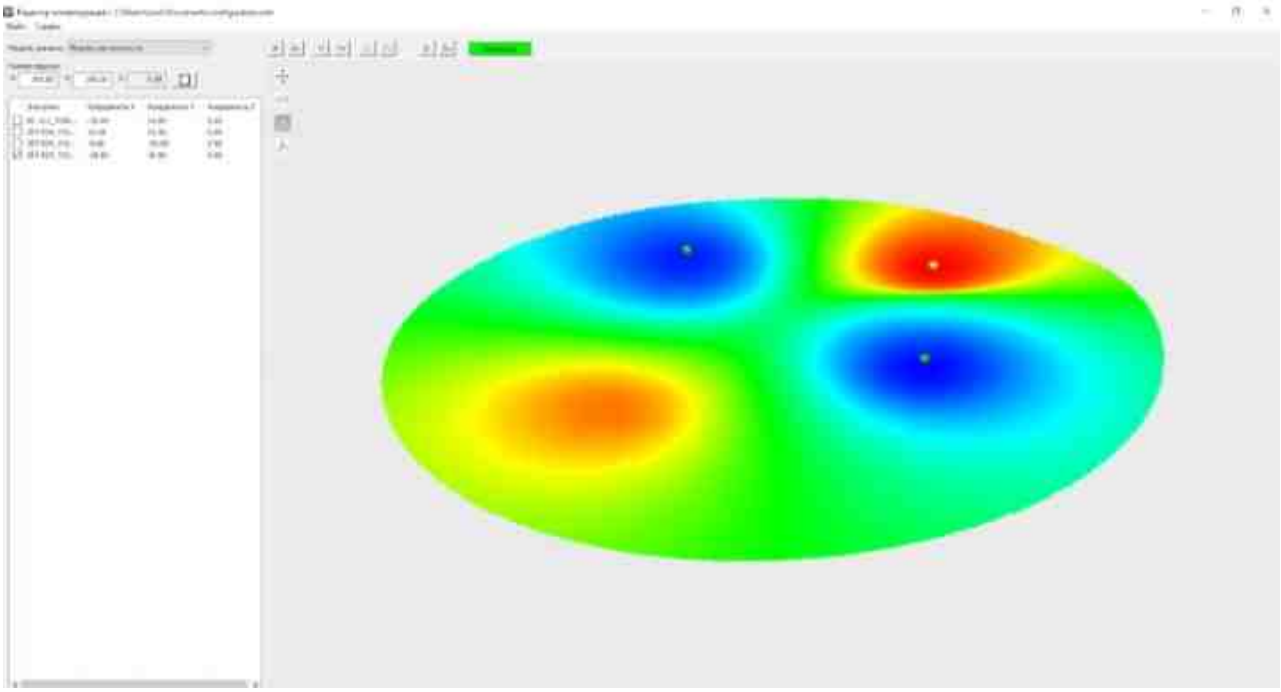
Пример использования 3D-визуализации в Предтесте

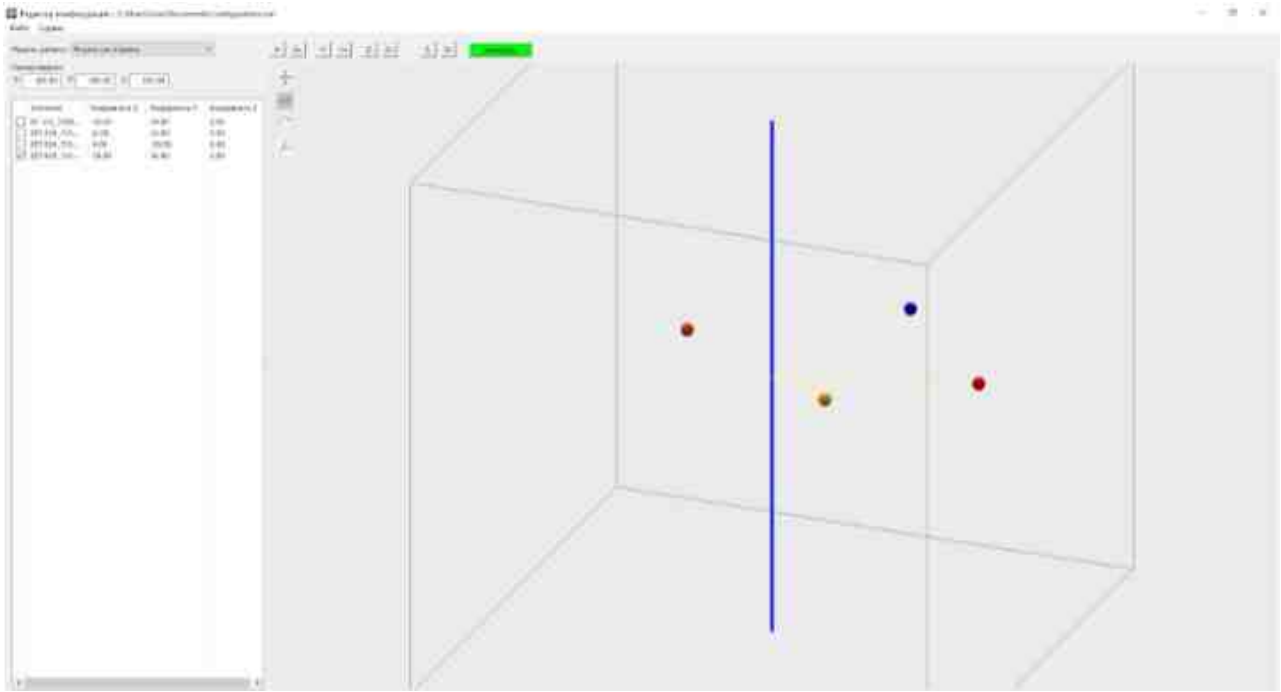
Доработана модель формы колебаний и её визуализация. Теперь конфигурация модели задаётся в редакторе конфигураций, вызываемом из окна параметров испытуемого изделия:



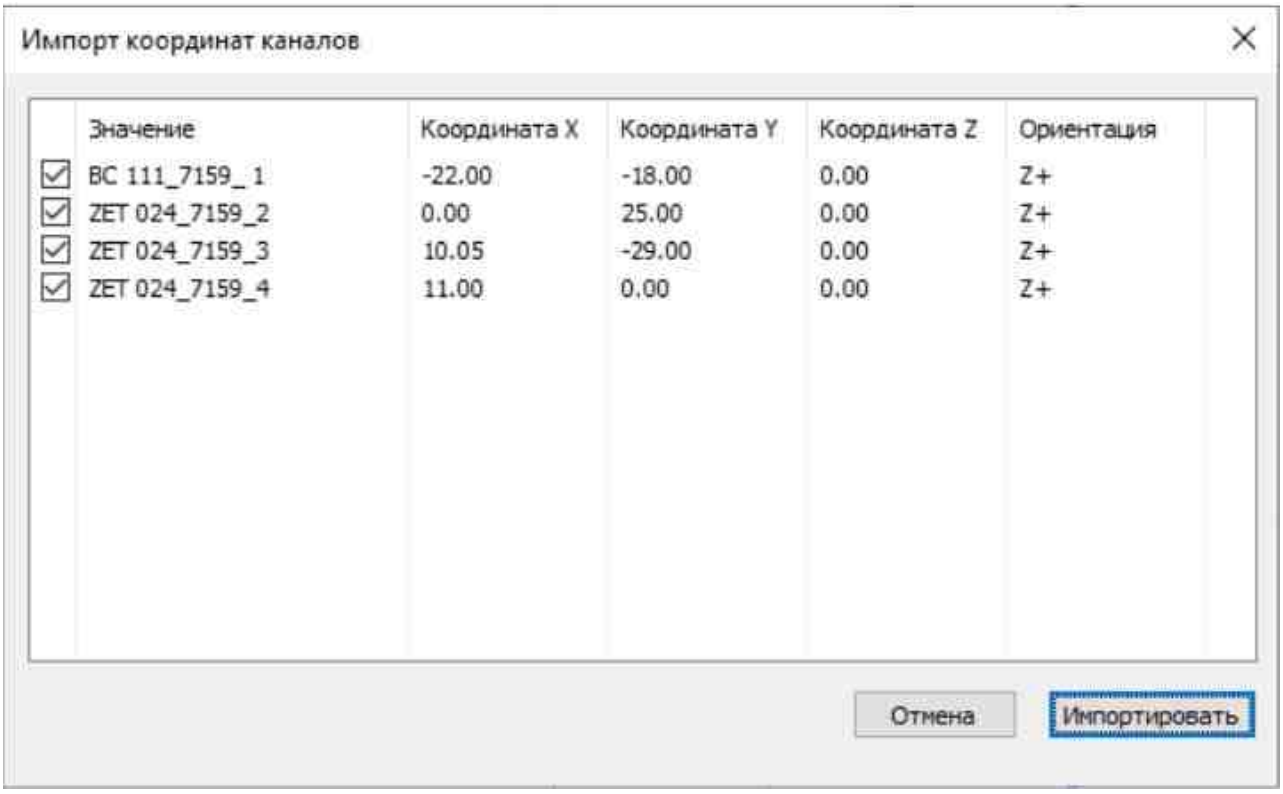
Редактор конфигураций позволяет выбрать тип модели колебаний - “модель на плоскости” или “модель на стержне”, определить размеры и форму (для плоскости), а также в удобном виде расставить датчики при помощи визуальной расстановки или ручным вводом координат.

Непосредственно в редакторе можно посмотреть колебания модели на случайных значениях фаз/амплитуд датчиков, включив режим анимации.

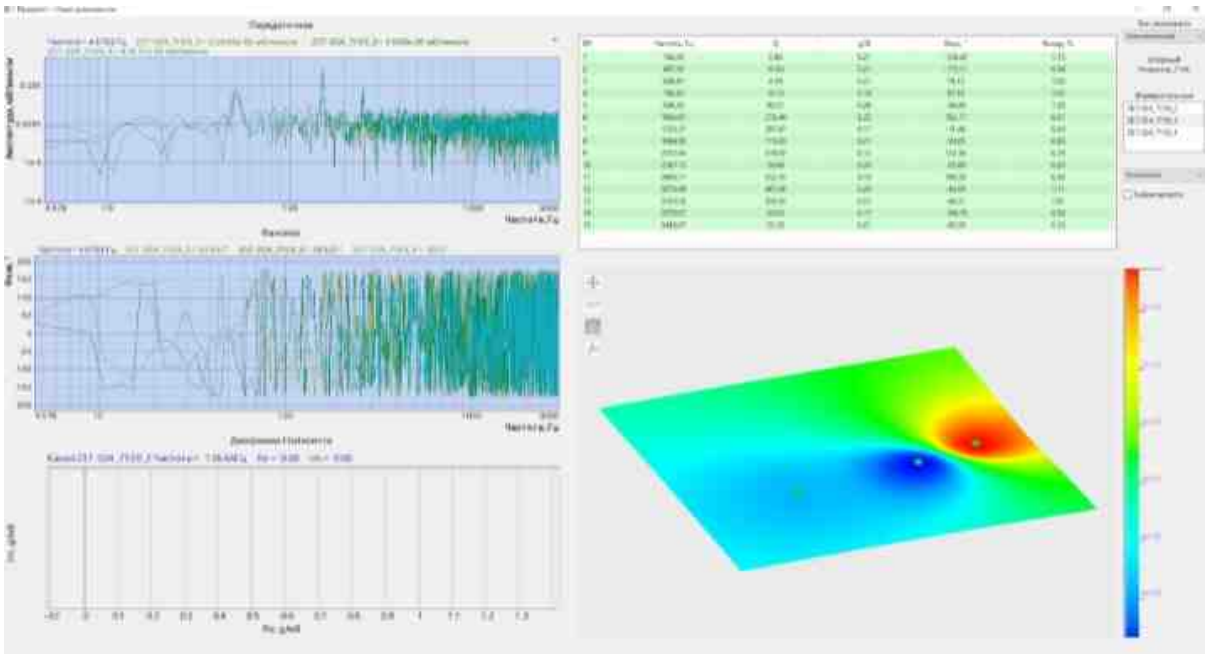




Через меню “Сервис” редактора можно управлять импортом/экспортом координат устройства.



Указанная в окне параметров испытуемого изделия конфигурация будет автоматически загружена в окно поиска резонансов Предтеста.



Программа «Диспетчер устройств ZET» .....

Программа «Диспетчер устройств ZET»



Оглавление

Назначение программы

Правила работы с программой

Установка частоты дискретизации

Настройка синхронизации по протоколу PTP[5]

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058

Примеры к разделу

Подключения акселерометра с ICP

Подключение акселерометра с зарядовым выходом

Подключения лазерного датчика модели RF603

Подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м)

Подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа)

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 и аттенюатора AC300

Назначение программы .....

Назначение программы

Программа «Диспетчер устройств ZET» предназначена для как для настройки параметров устройств СУВ, так и для настройки измерительных каналов в соответствии с параметрами датчиков подключаемых ко входам устройств СУВ.

Программа «Диспетчер устройств ZET» при настройке параметров устройств СУВ позволяет осуществлять следующие операции:

- Установка частоты дискретизации ЦАП и АЦП подключаемых устройств (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Частота дискретизации*);
- Контроль и изменение IP адреса устройства (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Ethernet*);
- Установка идентификатора устройства (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Идентификация*);
- Установка параметров синхронизации (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Синхронизация*).

Программа «Диспетчер устройств ZET» при настройке параметров измерительных каналов позволяет осуществлять следующие операции:

- Выбор из списка конкретного типа первичного преобразователя, подключенного к измерительному каналу устройства (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле Название*);
- Установка параметров первичных преобразователей таких как чувствительность, коэффициент усиления, диапазон, единица измерения (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле соответствующее устанавливаемому параметру*);
- Включение/отключение функции питания датчиков по ICP (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле Использовать ICP*);
- Включение/отключение функции фильтра высоких частот (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле AC*).

Для проведения виброиспытаний преимущественно используются датчики, измеряющие ускорение - акселерометры, но возможно и использование датчиков, измеряющих другие величины.

По-умолчанию при первом запуске каналы получают имя по названию устройства и номеру канала, поэтому в названии канала нужно задать тип датчика и его серийный номер, так как имя канала фигурирует в отчётах.

Примечание: *Полезно имя канала логически связать с местом расположения датчика.*

Внимание! *Важно отметить, что любое изменение в параметрах датчиков и их расположении на испытуемом изделии требует проведения предтеста заново, так как от точки установки зависит амплитудно-частотная характеристика измерительного канала. Возможно, что датчики перед началом испытаний придётся не один раз переставить в поисках точки, в которой АЧХ имеет максимально равномерный вид. Предтест необходимо проводить всякий раз после любых изменений, даже если точка установки осталась прежней, а изменился способ крепления датчика (воск, пластилин, скотч, клей и т.д.).*

Здесь и далее по тексту под словосочетанием «устройства СУВ» подразумеваются устройства, задействованные в работе СУВ такие как: контроллеры СУВ, анализаторы спектра, тензостанции.

Правила работы с программой .....

Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Диспетчер устройств ZET» необходимо на панели СУВ активировать кнопку *«Диспетчер устройств и каналов»*. На экране монитора отобразится окно программы «Диспетчер устройств ZET» (*Рис. 7.1а*).

В окне программы отображаются как идентификаторы подключенных к компьютеру устройств СУВ, так и соответствующие этим устройствам идентификаторы измерительных каналов.

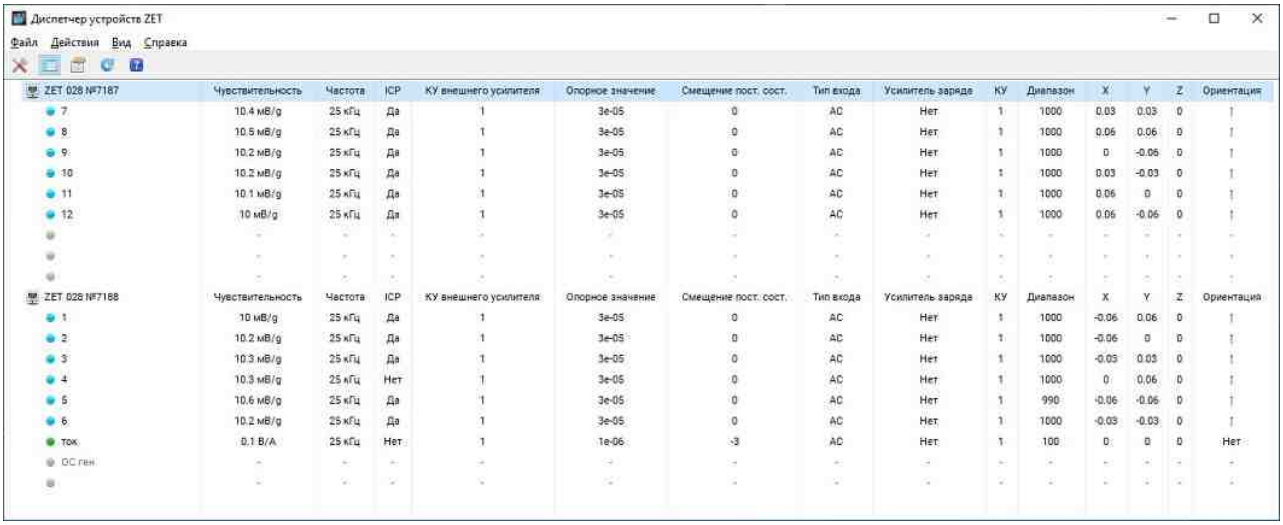


Рис. 7.1а Окно «Диспетчер устройств ZET»

Раскрытие и скрытие измерительных каналов из списка выполнять путем активации символов «» и «» соответственно.

При необходимости можно перевести окно «Диспетчер устройств» в режим подробного просмотра свойств каналов, активировав символ «» расположенный на панели окна.

Примечание: *Настройка параметров измерительных каналов производится через окна «Свойства» программы «Диспетчер устройств».*

Настроить параметр «Р» (ориентация измерительного канала) для всех измерительных каналов, задействованных в аттестации в соответствии с ориентацией установленных первичных преобразователей.



Рис. 7.1б Параметр «Р» ориентация измерительного канала

Символ «» – для измерительных каналов первичных преобразователей, установленных по направлению вибрации; символы «» и «» – для измерительных каналов первичных преобразователей, расположенных ортогонально.

Примечание

Об ориентации датчиков

На практике для обозначения координат в пространстве используют правую прямолинейную (декартову) прямоугольную систему координат, см. рисунок.

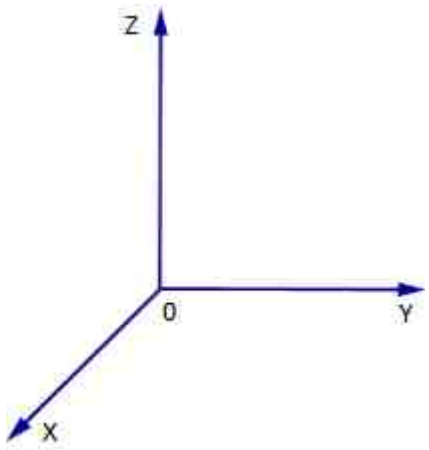


Рис. Правая декартова прямоугольная система координат

Для правой системы координат поворот от оси OX к оси OY на угол, меньший π, совершается в направлении против часовой стрелки, если смотреть на плоскость OXY из какой-либо точки положительной полуоси OZ (положительная сторона плоскости OXY) [1].

Именно в этой системе координат правильно работают формулы аналитической геометрии в пространстве (в первую очередь формулы преобразования координат при поворотах осей).

Поэтому стрелки, обозначающие направление датчиков, соответствуют следующим осям:

→ y+	ось OY в сторону положительных значений;
← y-	ось OY в сторону отрицательных значений;
↗ x-	ось OX в сторону отрицательных значений;
↘ x+	ось OX в сторону положительных значений;
↑ z+	ось OZ в сторону положительных значений;
↓ z-	ось OZ в сторону отрицательных значений.

1 Г.Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы., «Наука», Москва, 1977.

Установка частоты дискретизации .....

Установка частоты дискретизации

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.2*) активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Частота дискретизации».

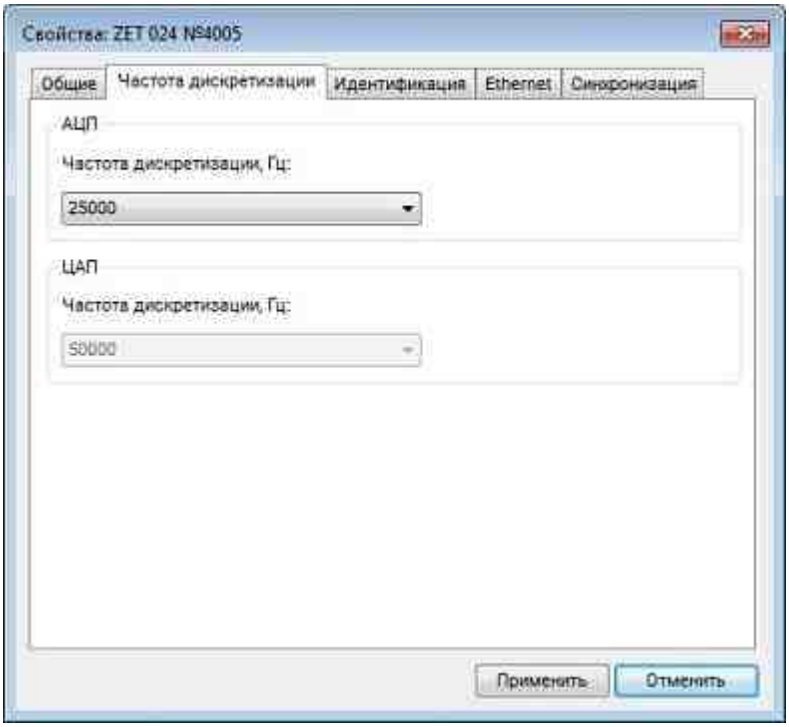


Рис. 7.2 Вкладка «Частота дискретизации» окна Свойства

Установить частоту дискретизации для входов контроллера, для чего в поле «АЦП» активировать указатель на выпадающий список и выбрать из списка требуемое значение частоты дискретизации, при этом частота дискретизации в поле «ЦАП» будет установлено программой автоматически.

Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить», для выхода из окна без внесения изменений активировать кнопку «Отменить».

Примечание: *для всех контроллеров, задействованных в СУВ, частоты дискретизации должны быть установлены одинаково*

Выбор частоты дискретизации контроллера зависит от преследуемых задач при проведении виброиспытаний и типа используемого вибростенда:

- «5 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 2 кГц и применяется в случае необходимости формирования ударов длительностью более 30 мс;
- «25 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 10 кГц. Данное значение частоты дискретизации установлено по умолчанию и подходит для большинства вариантов виброиспытаний;
- «50 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 20 кГц и применяется при необходимости проведения испытаний в области высоких частот.

Настройка синхронизации по протоколу PTP .....

Настройка синхронизации по протоколу PTP[5]

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.3*) активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Синхронизация».

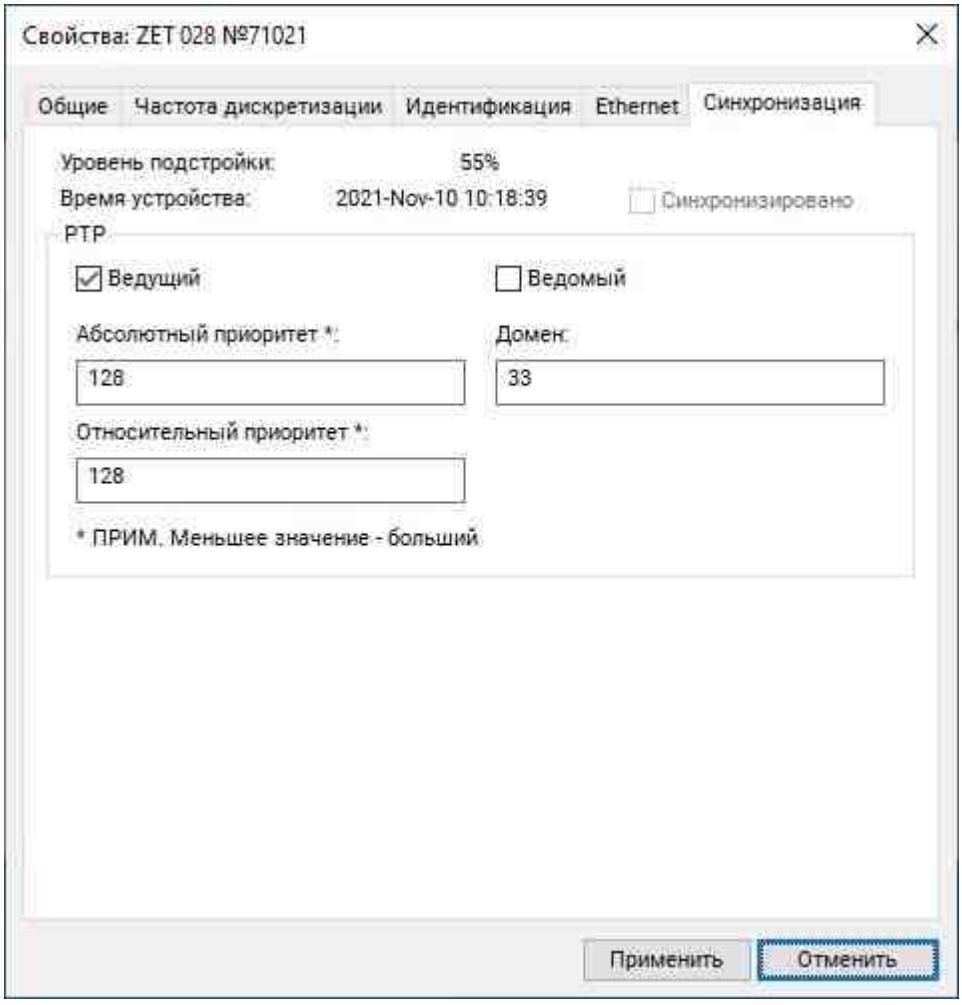


Рис. 7.3 Вкладка «Синхронизация» окна Свойства

Для контроллера, который будет задействован в качестве мастера синхронизации по протоколу PTP установите флаг «Ведущий», а для контроллеров, которые будут подстраиваться под мастера синхронизации, установите флаг «Ведомый».

Примечание: *Источником синхронизации в контроллерах, выбранных в качестве мастеров синхронизации, является встроенный кварцевый генератор.*

В поле «Домен» (допустимое значение от 0 до 127) укажите номер группы, для которой (в подсети Ethernet) будет организована синхронизация по протоколу PTP между устройствами. Таким образом можно организовать в подсети Ethernet несколько независимо синхронизируемых групп.

Внимание! *Указывайте в поле «Домен» одинаковые значения для устройств, объединяемых в общую группу синхронизации по протоколу PTP*

В полях «Абсолютный приоритет» и «Относительный приоритет» при необходимости задайте приоритеты (допустимое значение от 0 до 255), которые будут учитываться протоколом PTP в выборе мастера синхронизации при наличии нескольких мастеров.

Синхронизация по PTP обеспечивается для устройств, настроенных для работы в единой подсети Ethernet

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x .....

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.1*)  активировать идентификатор, соответствующий измерительному каналу контроллера.

В открывшемся окне «Свойства:…» устанавливаются параметры измерительного канала в соответствии с паспортными данными на первичный преобразователь, а также текущими условиями проведения испытаний (Рис. 7.*4*).

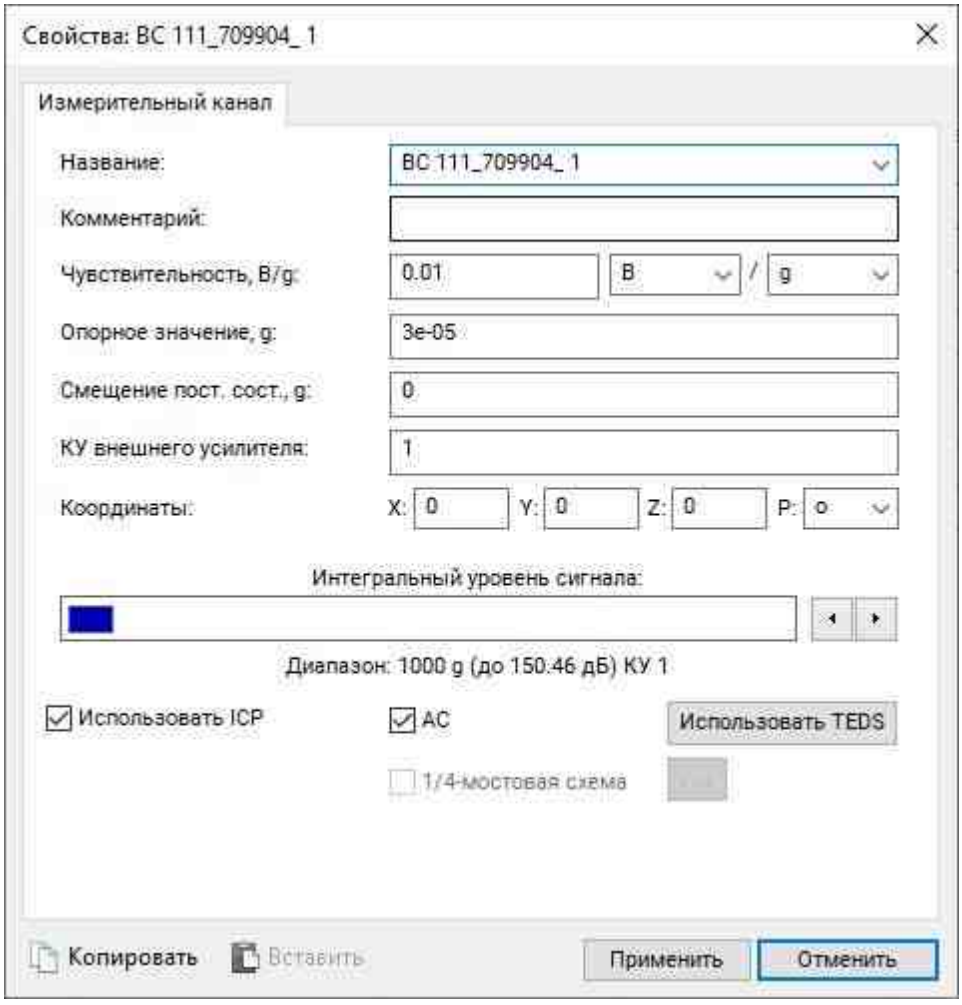


Рис. 7.4 Окно «Свойства» измерительного канала

В поле «Название» указывается имя измерительного канала, которое будет удобно соотносить с подключенным к данному входу датчиком. Поле «Название» оснащено выпадающим списком с некоторыми типами датчиков.

Примечание: *при выборе типа датчика из выпадающего списка значения параметров в окне «Свойства» будут заполнены автоматически, однако следует скорректировать значение чувствительности в соответствии со свидетельством о поверке на датчик, а также изменить наименование измерительного канала на удобное для оператора*

Для параметра «Чувствительность» необходимо ввести значение чувствительности датчика, указанное в свидетельстве о поверке на данный датчик, и ввести единицы измерения датчика или выбрать их из выпадающего списка (часто используемые единицы измерения занесены в список).



Внимание! *для проведения виброиспытаний необходимо наличие измерительных каналов, регистрирующих виброускорение и настроенных на единицы измерения «g» или «м/с^2».*



Внимание! *при конфигурировании следует в первую очередь обращать внимание на корректную установку чувствительности измерительных каналов, особенно для каналов участвующих в обратной связи (статус «Контроль»), так как ошибка в значении чувствительности приведет к соответствующей ошибке в величине формируемого на вибростенде ускорения.*



Примечание: *для испытаний на синусоидальную вибрацию в области низких частот допускается использовать в качестве канала обратной связи датчик перемещения в этом случае данный измерительный канал, должен быть настроен на единицы измерения «мм».*

Параметр *«Опорное значение»* выставляется автоматически в соответствии с ГОСТ для единиц измерения, перечисленных в списке. В случае если требуются задать отсутствующие в списке единицы измерения, то для них следует указать опорное значение, соответствующее уровню 0 дБ.

Параметр *«Смещение пост. сост.»* позволяет сместить значения постоянной составляющей регистрируемого на измерительном канале сигнала на указанную величину. Задавать смещение необходимо только после установки и сохранения чувствительности датчика, так как величина смещения зависит от чувствительности датчика.

Параметр «КУ внешнего усилителя» используется для учета влияния усилителя на уровень сигнала, регистрируемого с первичного преобразователя, в том случае, когда задействовано внешнее усиление.



Внимание*! изменение параметра «КУ внешнего усилителя» производите только при использовании внешнего усилителя с коэффициентом усиления отличным от единицы.*

В полях *«Координаты»* задаются координаты первичного преобразователя относительно стола вибростенда, а также направление оси (осей) вибрации в соответствии с направлением вибрации подвижной части вибростенда.

Примечание: *задание координат и направления осей необходимо только при многоточечной расстановке датчиков с целью использования функционала СУВ по трехмерной визуализации форм колебаний объекта испытаний*

Примечание: *для случаев, когда в процессе испытаний параллельно задействуется программа «Аттестация вибростенда», необходимо указывать направления осей, регистрируемых вибропреобразователями. Данный параметр используется программой «Аттестация вибростенда» для учета направлений датчиков при расчете как поперечной составляющей, так и величины неравномерности распределения по столу вибростенда. Как правило вертикальное направление используется как направление вибрации, горизонтальное и наклонное направление – ортогональные к вертикальному направлению оси – поперечные направления к оси вибрации.*

Шкала «Интегральный уровень сигнала» (*Рис. 7.5*) показывает отношение текущего уровня сигнала, к максимально возможному значению, указанного ниже в строке «Диапазон» и снабжена справа кнопками ( ) для изменения коэффициента усиления. Доступные значения коэффициентов усиления 1, 10 и 100 можно устанавливать индивидуально для каждого измерительного канала.



Рис. 7.5 Индикатор интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала (*Рис. 7.5*) позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки как при перегрузках, так и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

Две трети поля индикатора уровня сигнала отведены для уровня, не превышающего максимально допустимый уровень. Цветной прямоугольник, заполняющий фоновую область индикатора, показывает своим цветом и размером отношение зарегистрированного сигнала (за период времени 0.1 секунды) к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем шире цветной прямоугольник и оттенок цвета ближе к красному. При превышении максимально допустимого уровня сигнала индикатор заполняется красным цветом. Когда перегрузка по измерительному каналу перестанет регистрироваться область индикатора, расположенная справа будет оставаться красной до тех пор, пока пользователь не выполнит сброс индикации перегрузки (зафиксированной на канале) путем активации зоны перегрузки левой кнопки манипулятора «мышь».

Значение «Диапазон» определяется максимальным измеряемым напряжением на входе контроллера СУВ (10 вольт), чувствительностью измерительного канала, а также параметрами «КУ внешнего усилителя» и «Интегральный уровень сигнала».

С помощью кнопок изменения коэффициента усиления следует согласовать регистрируемый диапазон ускорения с максимальным диапазоном ускорения, который требуется для проведения испытаний. Диапазоны считаются согласованными, когда регистрируемый диапазон ускорения измерительного канала (значение «Диапазон» под шкалой интегрального уровня) превышает максимальный диапазон ускорения при планируемом проведении испытаний от 5 до 50 раз.

Для датчиков, требующих внешнего питания стандарта ICP необходимо активировать параметр *«Использовать ICP»*.



Примечание: *рекомендуем при работе с СУВ всегда активировать параметр «АС» (цифровой фильтр высоких частот), который убирает постоянную составляющую из регистрируемого сигнала, при этом задание значения для параметра «Смещение пост. сост.» не имеет смысла (можно не указывать).*

Активация параметра *«АС»* для всех режимов работы накладывает на программном уровне на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.



Внимание! *Если включить параметр «АС» по одному из каналов устройства, то на данном канале происходит смещение сигнала по фазе относительно других каналов*

устройства, где данный параметр выключен, так как используется фильтр высоких частот с частотой среза 0.5 Гц. В случаях, когда задействовано несколько измерительных каналов рекомендуется для всех измерительных каналов активировать значения параметра «АС».

Если ко входу контроллера СУВ подключен датчик поддерживающий формат TEDS активация панели «Использовать TEDS» приведет к считыванию значений параметров с подключенного датчика и автоматическому занесению их в окно «Свойства».

При подключении ко входу контроллера СУВ тензорезистора необходимо активировать параметр «1/4 мостовая схема», после чего панель «…» становится доступной для активации.

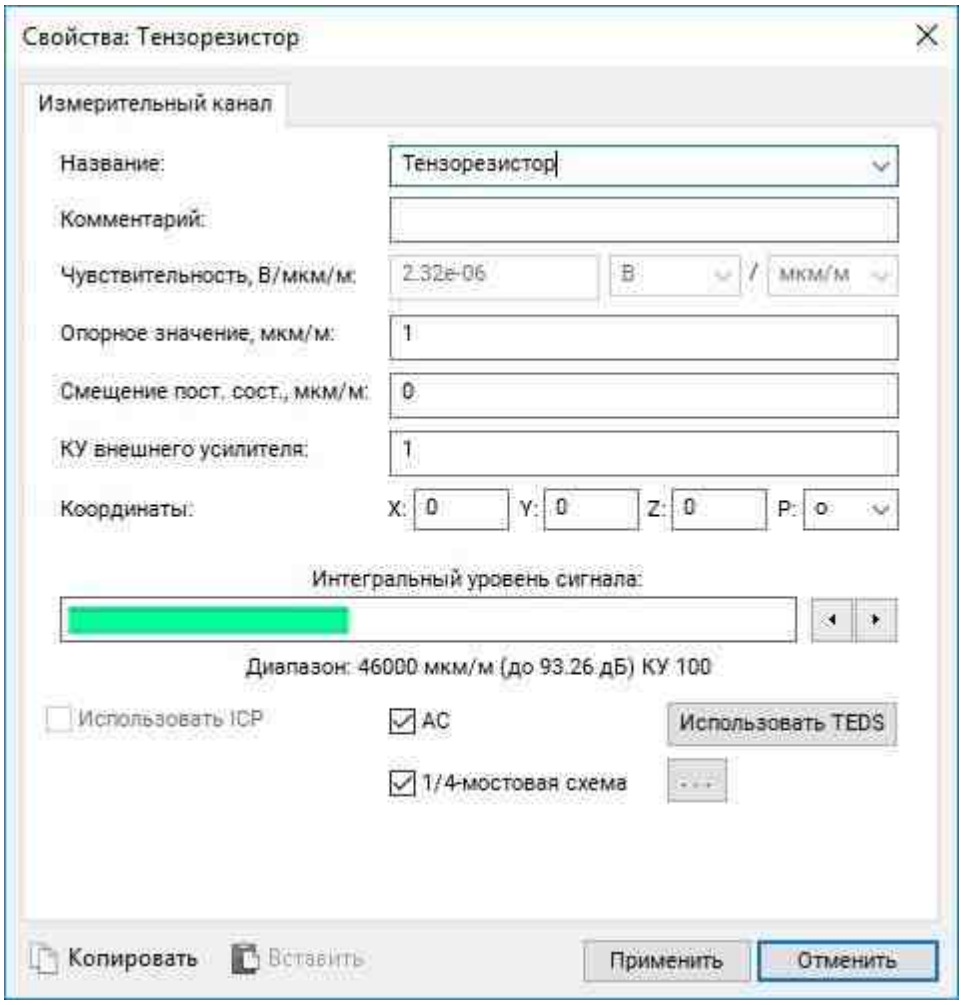


Рис. 7.6 Окно «Свойства» при подключении тензорезистора

Активация панели «…» позволяет перейти к окну «Настройка параметров ¼ мостовой схемы» (*Рис. 7.7*)

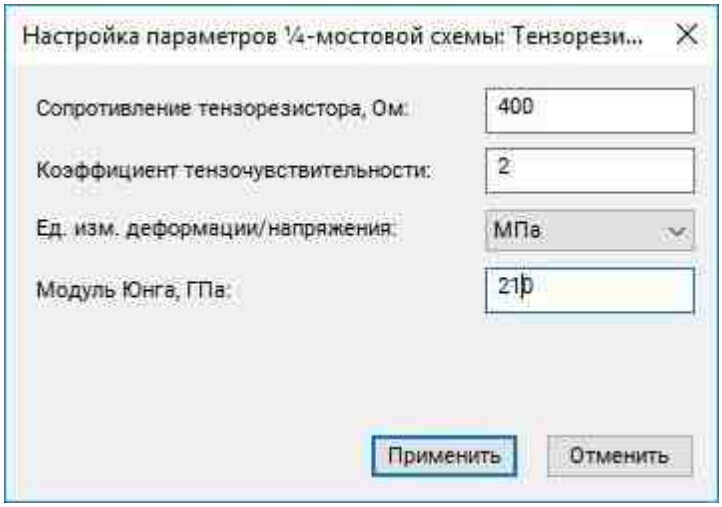


Рис. 7.7 Окно «Настройка параметров ¼ мостовой схемы»

Для параметров «Сопротивление тензорезистора» и «Коэффициент тензочувствительности» задаются значения, соответствующие подключенному тензорезистору.

Выбор единиц измерения (мкм/м, Па, кПа, МПа или кгс/мм^2) из списка определяет вид регистрируемой физической величины на данном измерительном канале.

Для параметра «Модуль Юнга» следует задавать значение модуля Юнга для материала испытываемого изделия, на который наклеен тензорезистор.

Примечание: *при регистрации относительной деформации (мкм/м) задание параметра «Модуль Юнга» не требуется*

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058 .....

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058

Настройка выполняется в окне «Свойства» соответствующего измерительного канала. Для перехода к окну «Свойства» необходимо в окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис.*

7.8) активировать идентификатор измерительного канала контроллера подлежащего конфигурированию.

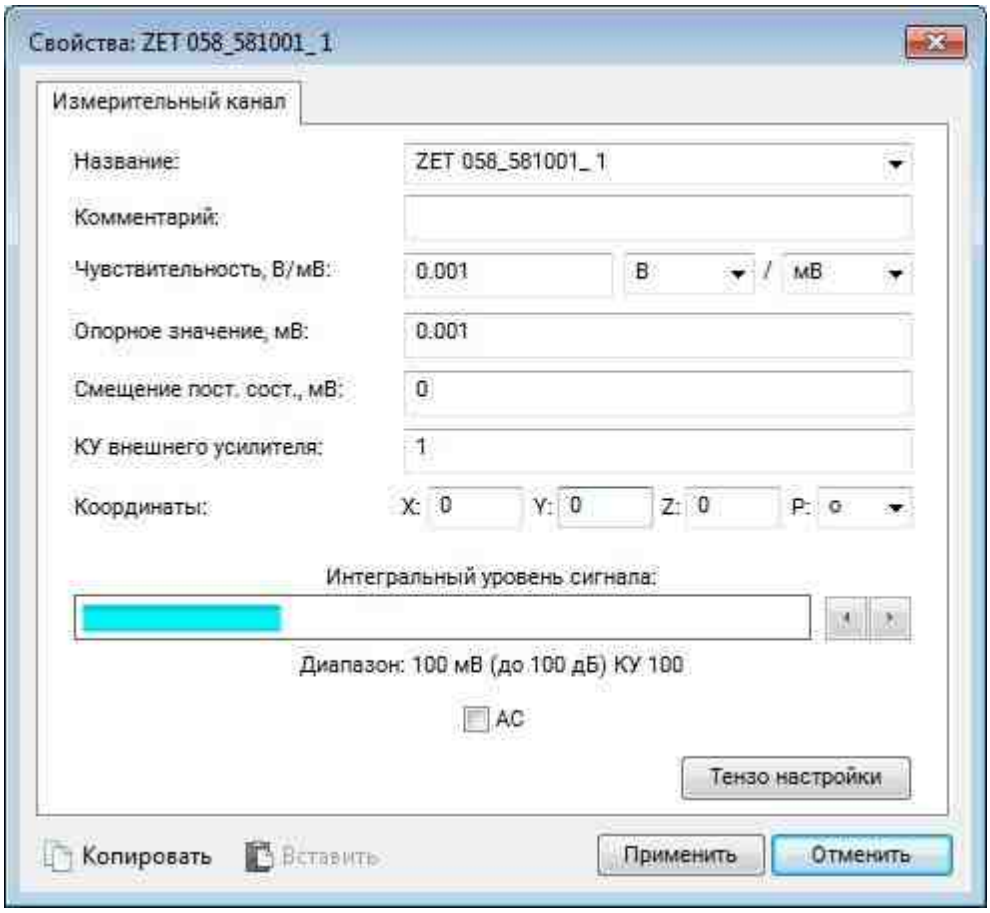


Рис. 7.8 Окно Свойства

Примечание: *Параметры измерительных каналов настраиваются индивидуально для каждого измерительного канала*

Внимание! *Настройки параметров измерительных каналов сохраняются в памяти тензостанции. При первом подключении к компьютеру, параметры измерительных каналов определяются заводскими (инициализирующими) настройками*

Примечание: *Назначение измерительным каналам уникальных имен, характеризующих в том числе типы первичных преобразователей, обеспечивает удобство идентификации измерительных каналов при проведении последующих измерений с использованием программного обеспечения ZETLAB*

Если к измерительному каналу контроллера подключается датчик, информация о котором уже добавлена в базу данных, следует перейти в поле «Название» и, активировав указатель на выпадающий список  (*Рис. 7.9*), выбрать из списка тип подключаемого датчика, при этом поля параметров окна «Свойства» будут автоматически заполнены.

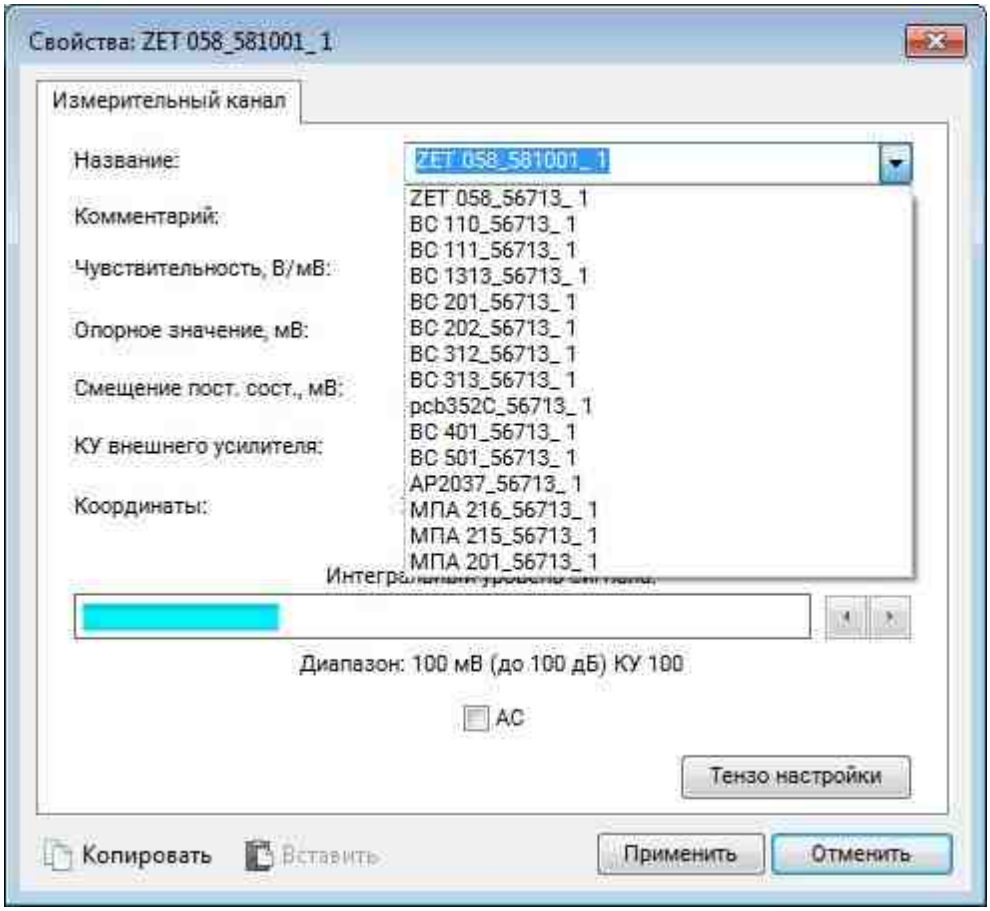


Рис. 7.9 Окно «Свойства» со списком датчиков из базы данных

Внимание! *При выборе типа подключаемого датчика из списка «Название», в поле «Чувствительность» устанавливается среднее значение для данного типа датчиков. Следует вручную откорректировать значение в поле «Чувствительность» так, чтобы оно соответствовало значению, указанному в паспорте или в свидетельстве о поверке на датчик.*

При желании измените (путем ввода с клавиатуры) название измерительного канала на удобное вам.

Внимание! *Программное обеспечение ZETLAB допускает назначение одинаковых имен измерительным каналам, однако их дальнейшая идентификация при работе с программным обеспечением становится затруднительной.*

В случае если к измерительному каналу тензостанции подключается датчик, тип которого отсутствует в выпадающем списке, необходимо с клавиатуры ввести требуемое имя измерительного канала.

Внимание! *В случае, когда необходим доступ к произвольной настройке для всех параметров в окне «Свойства» в поле «Название» выбирайте из списка верхнюю строку с идентификатором «ZET xxxxx» (Рис. 7.9)*

Чувствительность измерительного канала определяет привязку регистрируемых значений к абсолютным (аттестованным) величинам с учетом единицы измерения.

Для установки чувствительности измерительного канала следует перейти к окну «Свойства».

Используя клавиатуру в поле «Чувствительность» окна «Свойства» (Рис. 7.8) установите необходимое значение чувствительности для измерительного канала.

При подключении датчиков к измерительному каналу устройства в качестве значения чувствительности, как правило, устанавливается значение чувствительности датчика.

Примечание: *для получения сведений о значениях чувствительности, подключаемых датчиков, обращайтесь к информации, приведенной в паспортах, либо свидетельствах о поверке.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Наиболее часто используемые единицы измерения можно выбрать из выпадающего списка (Рис. 7.10), активировав символ напротив параметра «Чувствительность», либо прописать вручную с клавиатуры необходимую единицу измерения.

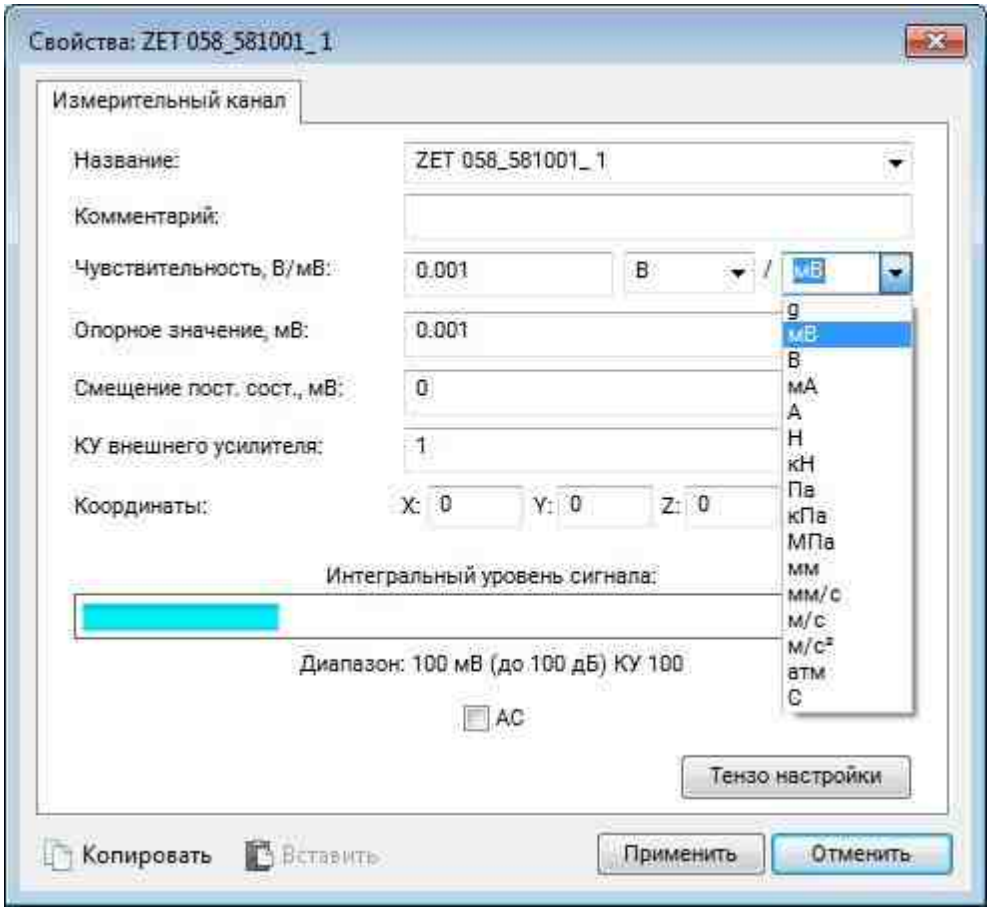


Рис. 7.10 Окно Свойства со списком единиц измерения

Примечание: *при необходимости уточнения единиц измерения обращайтесь к информации, приведенной в паспорте на подключаемый датчик.*

Опорное значение используется для пересчета регистрируемых в измерительном канале значений к шкале дБ.

Используя клавиатуру в поле «Опорное значение» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить необходимое опорное значение для измерительного канала.

Примечание: *при выборе единиц измерения из выпадающего списка соответствующее опорное значение будет установлено автоматически.*

Используя клавиатуру в поле «Смещение пост. сост.» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить необходимое значение смещения для измерительного канала.

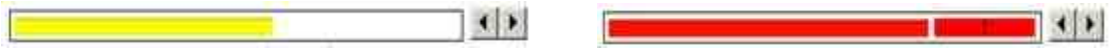
При подключении датчиков с применением согласующих усилителей их коэффициенты усиления должны быть учтены.

Используя клавиатуру в поле «КУ внешнего усилителя» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить значения коэффициента усиления внешнего усилителя.

Примечание: *при отсутствии внешних усилителей в поле «КУ внешнего усилителя» устанавливается значение «1»*

Индикатор интегрального уровня сигнала окна «Свойства» (*Рис. 7.8*) позволяет оценить регистрируемый уровень сигнала по измерительному каналу (*Рис. 7.11*). Чем более закрашена шкала индикатора (окрашивается слева-направо) тем выше уровень регистрируемых значений сигнала по измерительному каналу.

Внимание! *Следует избегать полного окрашивания шкалы индикатора (Рис. 7.11), что означает перегрузку измерительного канала, следствием которой является возникновение нелинейных искажений сигнала, приводящих к недостоверным результатам измерений.*



Рабочий диапазон Перегрузка

Рис. 7 . 11 Индикатор интегрального уровня сигнала

В тензостанции индивидуально для каждого измерительного канала могут быть установлены следующие значения коэффициентов усиления: 1; 10; 100.

При необходимости, используя символы в поле «Интегральный уровень сигнала», установите требуемый уровень усиления.

Примечание: *В случае регистрируемой перегрузки на измерительном канале следует уменьшить коэффициент усиления, в случае регистрации малого уровня сигнала – увеличить.*

Активация параметра «АС» в окне «Свойства» (*Рис. 7.8*) накладывает на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.

Для балансировки тензодатчика подключенного к измерительному каналу контроллера в окне «Свойства» (*Рис. 7.8*) необходимо активировать кнопку «Тензо настройки» при этом откроется окно «Настройки параметров мостовой схемы» (*Рис. 7.12*).

Внимание! *Каждая из схем подключения тензорезисторов требует электропитания, поэтому перед выполнением балансировки должна быть выполнена соответствующая настройка встроенного генератора, используемого для питания первичных преобразователей. Правила настройки генератора приведены ниже в данной главе*

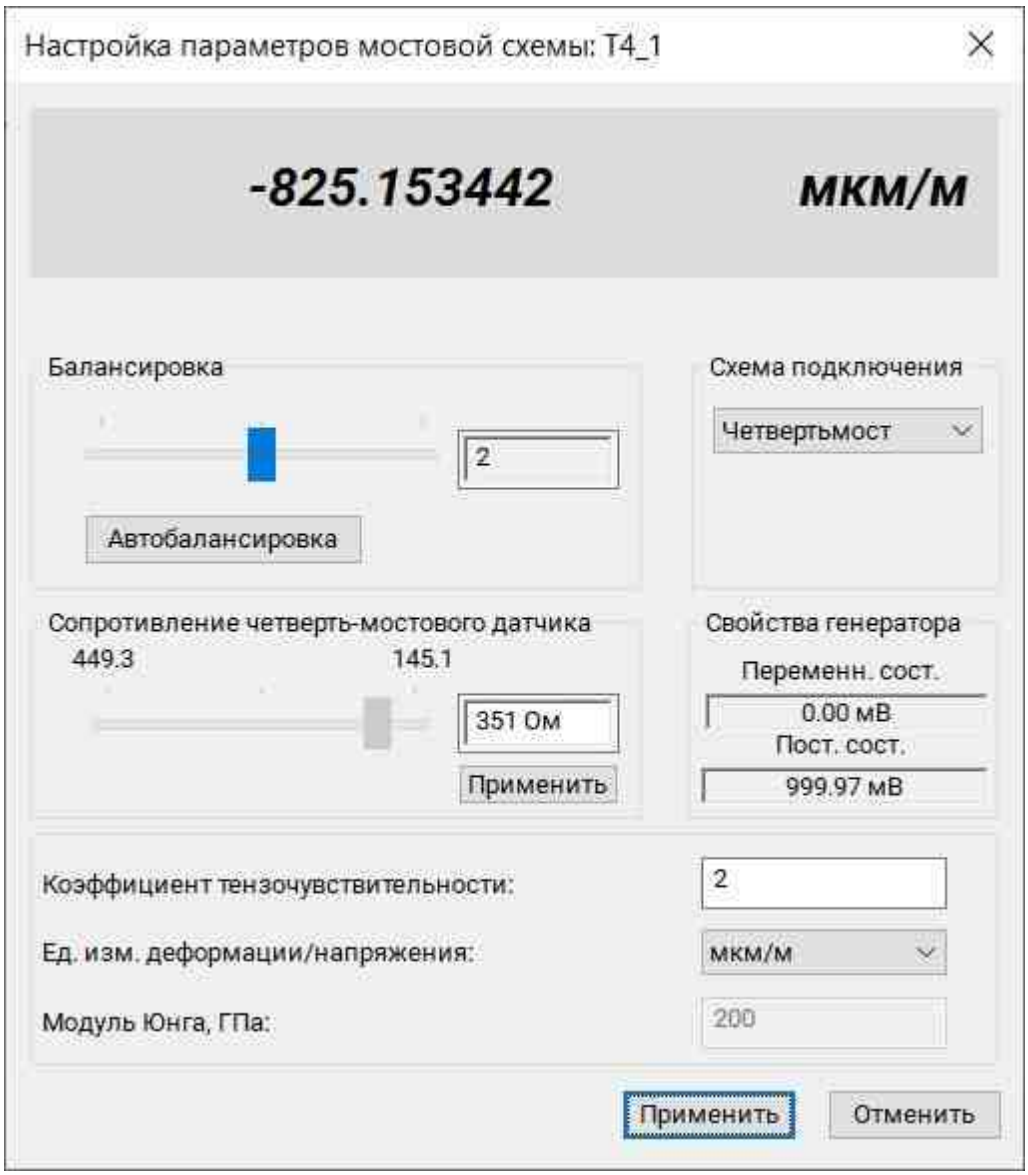


Рис. 7.12 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Из раскрывающегося списка «Схема подключения» (*Рис. 7.13*) следует выбрать соответствующую схему подключения тензодатчика:

- Мост;
- Полумост;
- Четвертьмост.

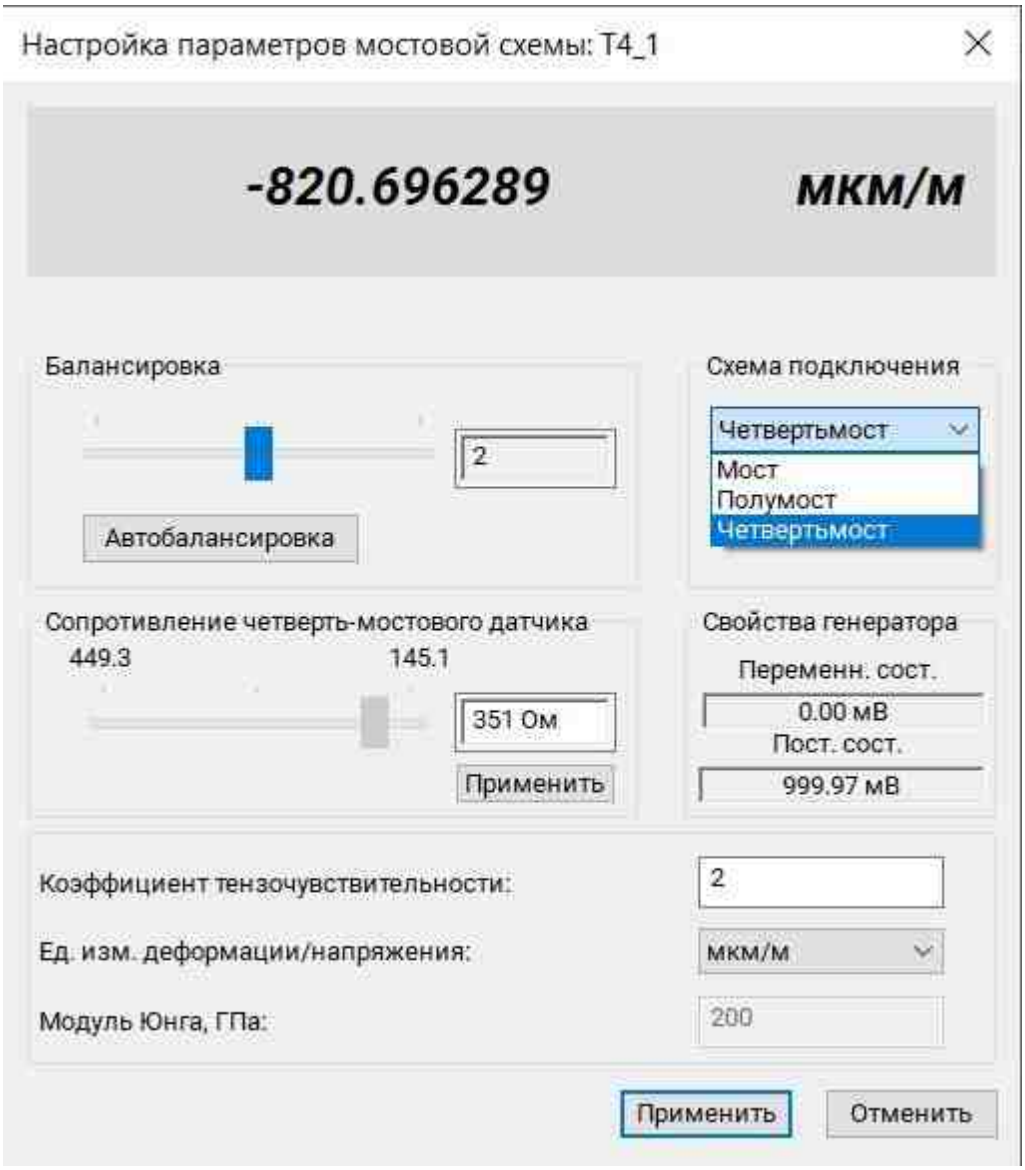


Рис. 7.13 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Примечание: *в случае выбора схемы подключения «Четвертьмост» необходимо в поле «Сопротивление четверть-мостового датчика» установить значение сопротивления, подключенного тензодатчика (согласно паспортным данным) и активировать кнопку «Применить».*

Для балансировки тензодатчика необходимо активировать кнопку «Автобалансировка» и дождаться окончания процесса балансировки, после чего следует применить изменения активировав кнопку «Ок».

Примечание: *при смене величины или знака питающего напряжения необходимо производить автобалансировку.*

Выбор единиц измерения тензометрической схемы выполняется из выпадающего списка в окне «Настройки параметров мостовой схемы» (*Рис. 7.14*).

Примечание: *при выборе единиц измерения отличных от «мкм/м» в поле «Модуль Юнга» требуется указывать значение, соответствующее модулю Юнга того материала, на который наклеен тензорезистор.*



Рис. 7.14 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Контроллеры ZET 058 обеспечивают питание первичных преобразователей как постоянным, так и переменным напряжением, за счёт чего могут использоваться для сбора и обработки сигналов при статических или динамических измерениях.

Для включения питания первичного преобразователя необходимо из программы «Диспетчер устройств ZET» открыть окно «Свойства» канала генератора (*Рис. 7.15*).

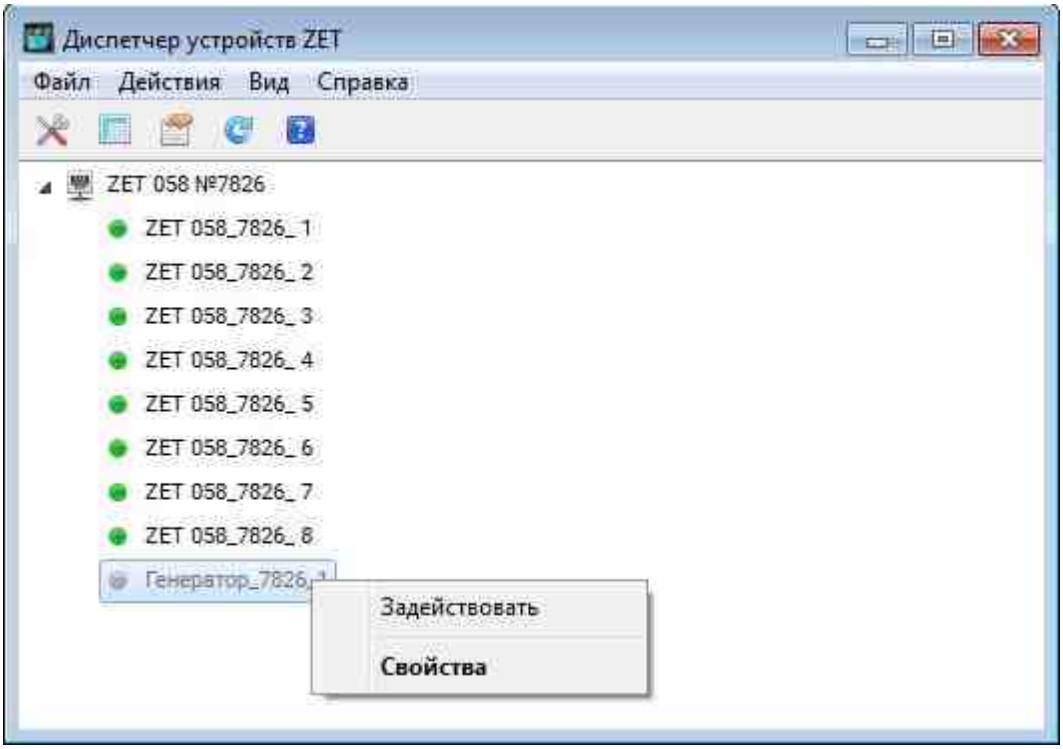


Рис. 7.15 Окно Диспетчер устройств с выпадающим окном по выделенному каналу генератор

В открывшемся окне «Свойства» перейти на вкладку «Синус» и установить соответствующие параметры питания первичного преобразователя (*Рис. 7.16*).

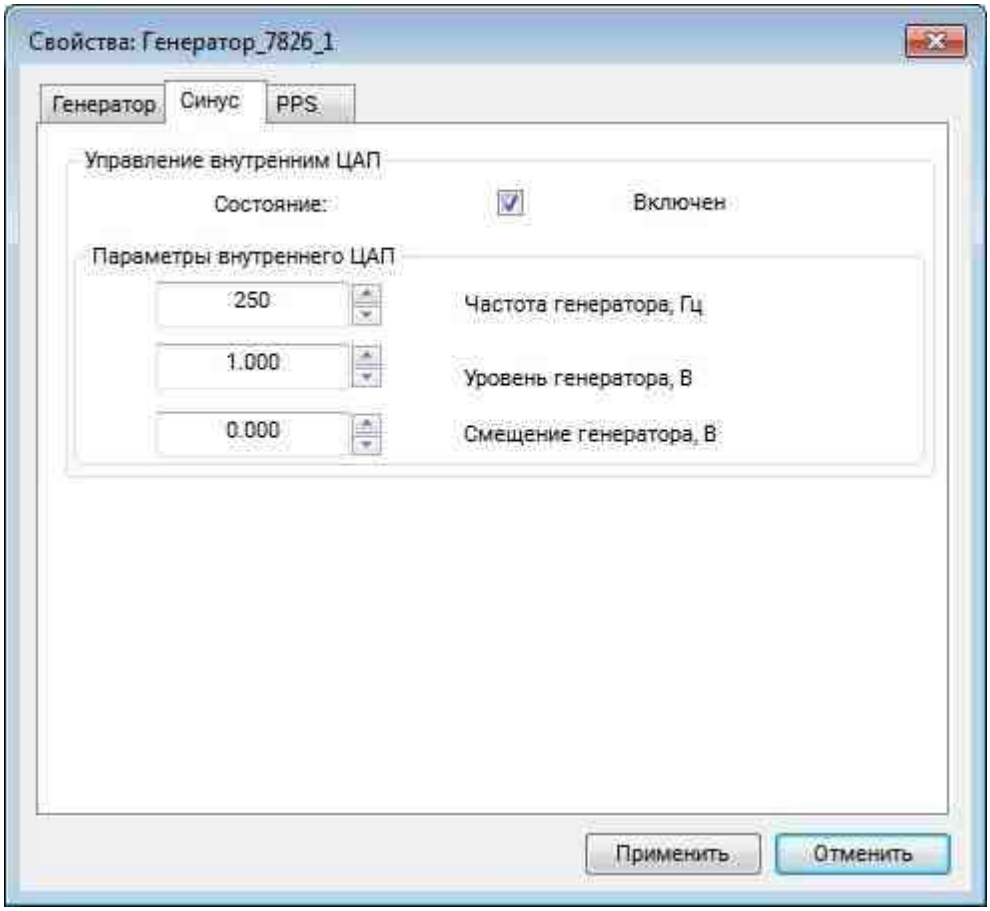


Рис. 7 . 16 Вкладка «Синус» канала генератора

Внимание! *Запрещается использовать переменное напряжение для питания ¼ мостовой схемы. Среднеквадратичное значение тока, протекающего через резистор, не должно превышать 5 мА.*

Перейти на вкладку «Генератор» и установить для параметра «Состояние» значение «Включено» (*Рис. 7.17*). После чего активировать кнопку «Применить».

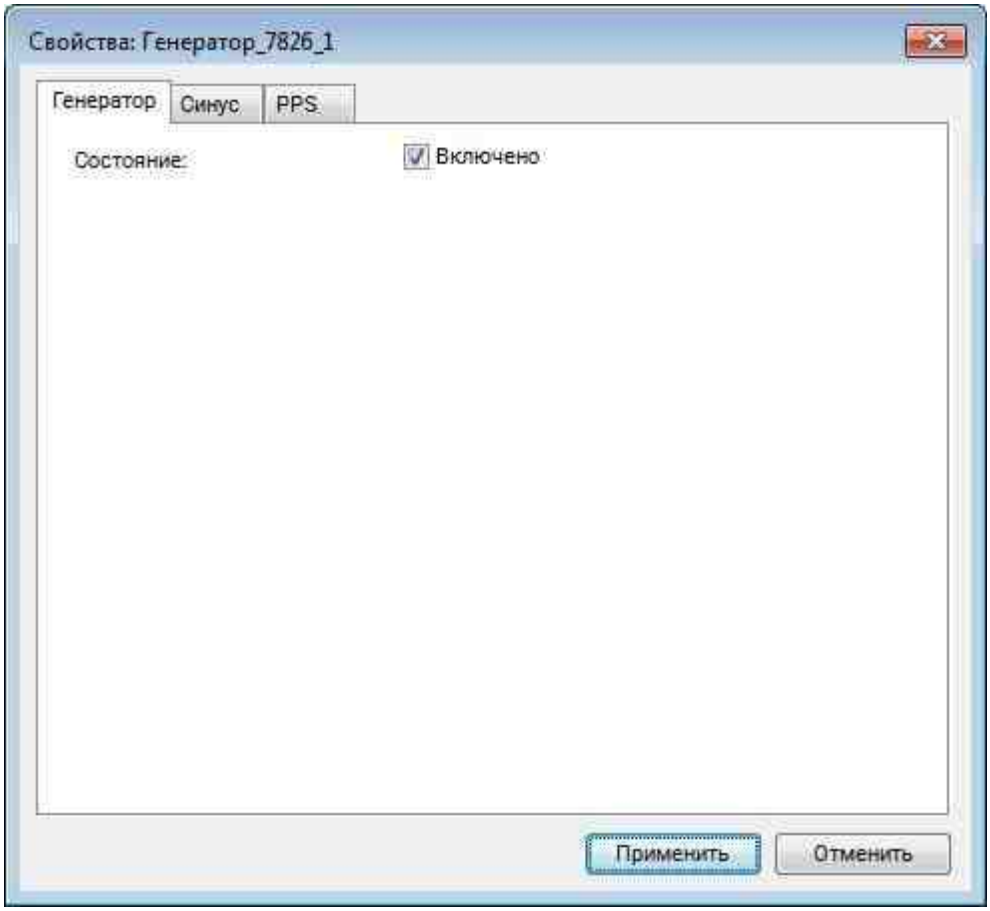


Рис. 7.17 Вкладка «Генератор» канала генератора

После включения питания первичных преобразователей в программе «Диспетчер устройств ZET», символ перед названием канала генератор должен изменить цвет на синий (Рис. 7.18).

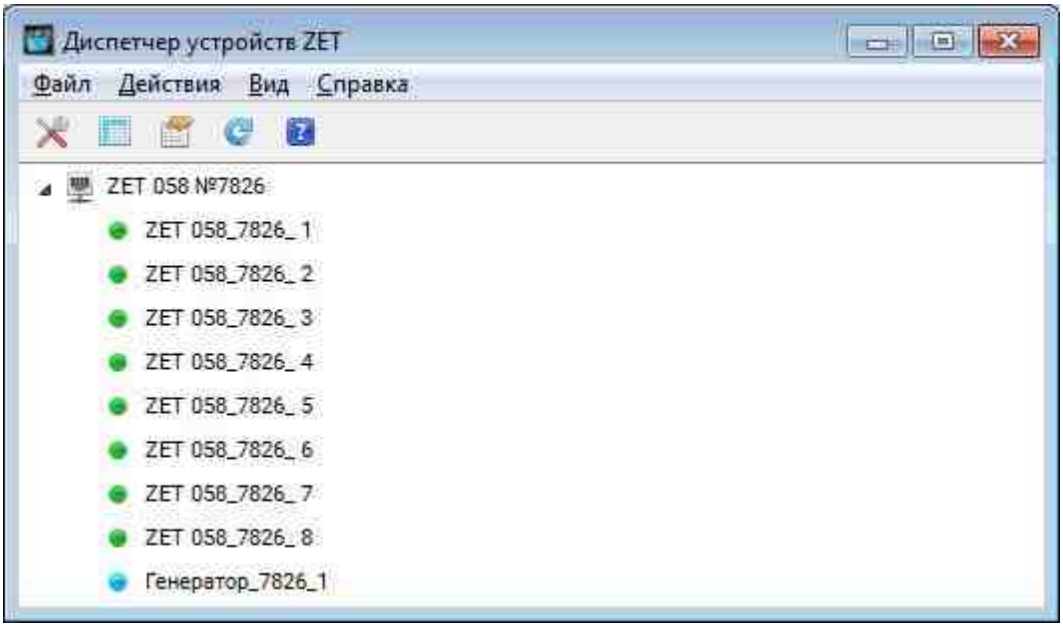


Рис. 7.18 Программа «Диспетчер устройств»

Примеры к разделу .....

Примеры к разделу

Подключения акселерометра с ICP

Подключение акселерометра с зарядовым выходом

Подключения лазерного датчика модели RF603

Подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м)

Подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа)

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 и аттенюатора AC300

Подключение акселерометра с ICP .....

Пример подключения акселерометра с ICP

Требуется подключить ко второму входу контроллера СУВ датчик модели ВС111 с чувствительностью 10.1 мВ/g (присвоив наименование измерительному каналу «D2») и согласовать диапазон измерительного канала на проведение испытаний с максимальным ускорением 100g.

Для решения данной задачи необходимо.

Подключить BNC разъем кабеля датчика ко второму входу контроллера СУВ.

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.19*).

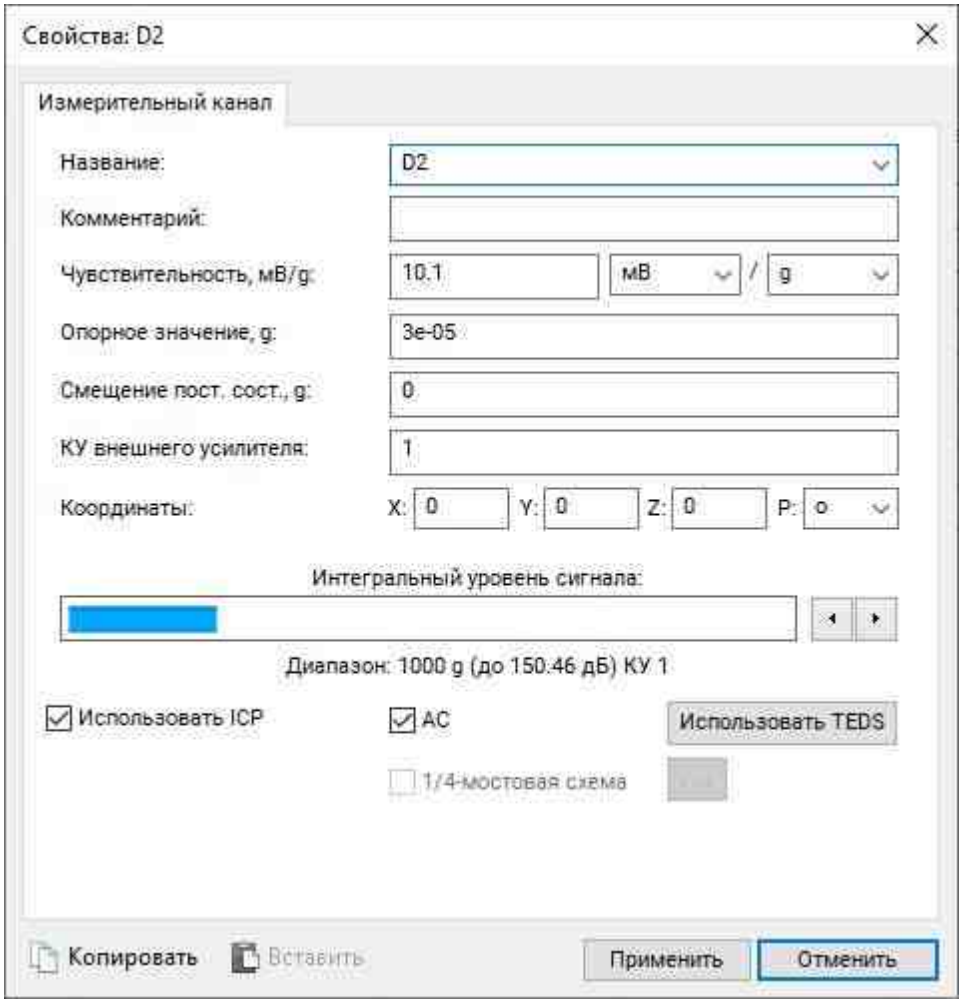


Рис. 7.19 Окно «Свойства» измерительного канала

Проверить согласование между диапазоном измерительного канала (1000g) и диапазоном, требуемым для проведения испытаний (100g).

Изменение коэффициента усиления измерительного канала не требуется так как выполняется условие согласования диапазонов: 5<1000/100<50.

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Подключение акселерометра с зарядовым выходом .....

Пример подключения акселерометра с зарядовым выходом

Требуется подключить к четвертому входу контроллера СУВ датчик модели B&K 8305 с чувствительностью 0.12 пКл/м/с^2 присвоив наименование измерительному каналу «in_4» и согласовать диапазон измерительного канала на проведение испытаний с максимальным ускорением 10 g.

Для решения данной задачи необходимо.

Подключить BNC разъем кабеля датчика ко входу «Заряд» усилителя предварительного ZET440.

Соединить (с помощью кабеля «BNC-BNC») выход усилителя предварительного с четвертым входом контроллера СУВ.

С помощью кнопок на передней панели усилителя предварительного ZET440 установить значения параметров: «Усиление» в положение «1»; «ФВЧ» в положение «0.1».

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.20*).

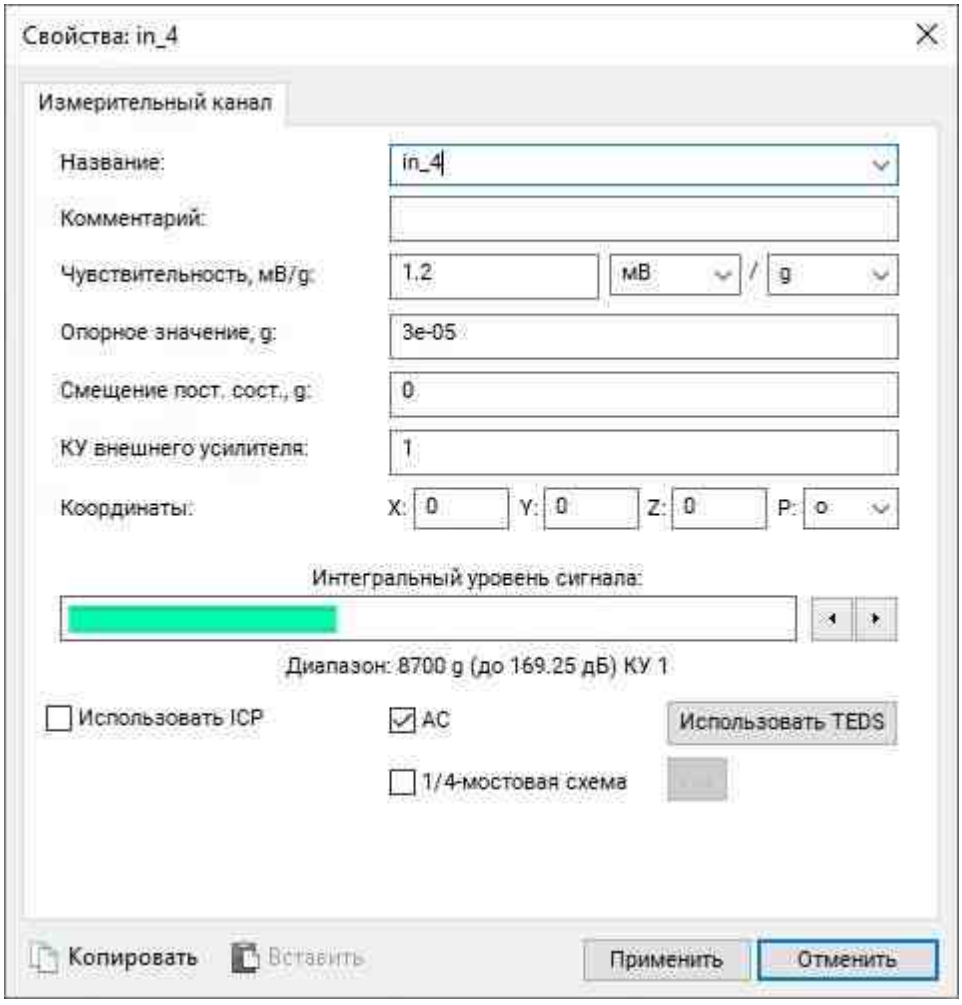


Рис. 7.20 Окно «Свойства» с КУ внешнего усилителя=1

Примечание: *при подключении датчиков с зарядовым выходом к зарядовому входу усилителя предварительного ZET440 обеспечивается следующее соответствие пКл=мВ, таким образом, в примере 0.12пКл/м/с^2 =1.2пКл/g=1.2мВ.*

Проверить условие согласования между диапазоном измерительного канала (8700g) и диапазоном, требуемым для проведения испытаний (10g).

Так как условие согласования (5<8700/10<50) не выполняется то следует на входе усилителя предварительного ZET440 изменить (с помощью кнопки на передней панели) параметр «Усиление» с значения «1» на значение «100», а в окне «Свойства» (*Рис. 7.21*) для параметра «КУ внешнего усилителя» ввести соответствующее значение «100».

Убедиться в том, что условие согласования диапазонов достигнуто (5<87/10<50).

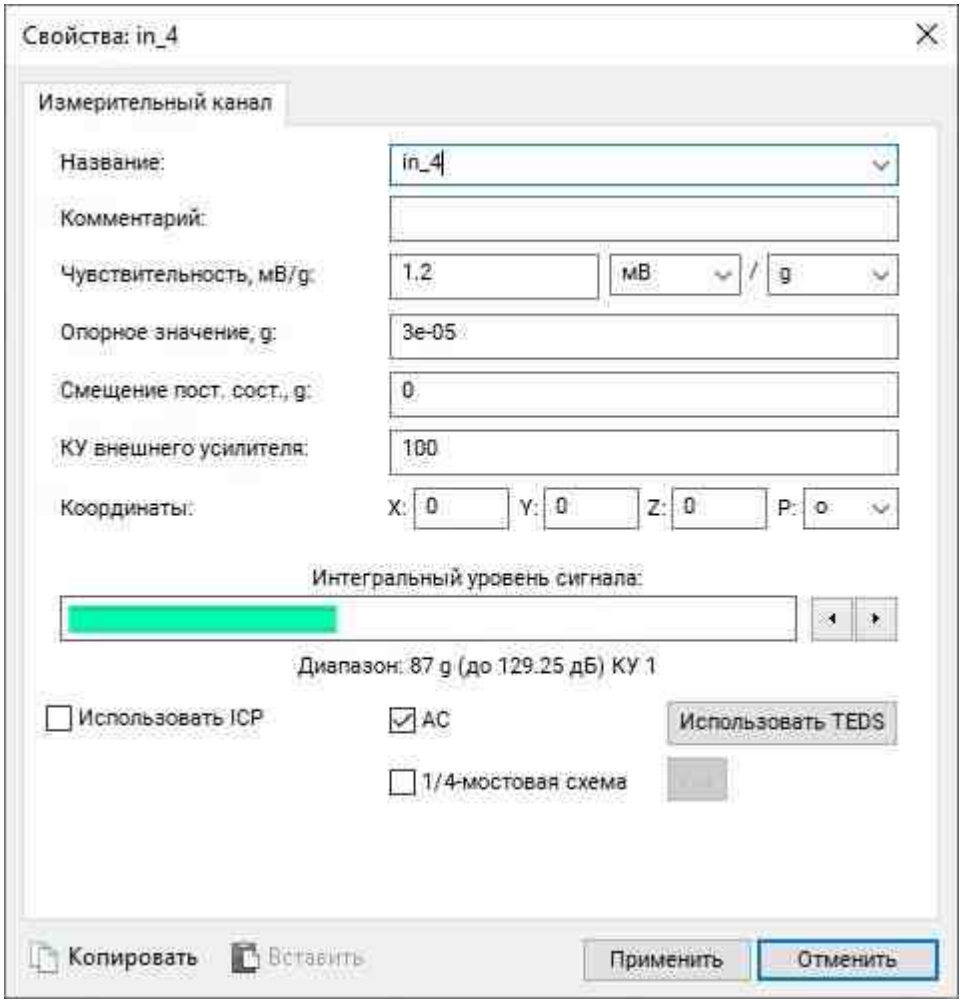


Рис. 7.21 Окно «Свойства» с КУ внешнего усилителя=100

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Подключение лазерного датчика модели RF603 .....

Пример подключения лазерного датчика модели RF603

Требуется подключить к третьему входу контроллера СУВ лазерный триангуляционный датчик модели RF603-60/10-232/U (датчик имеет аналоговый выход напряжения и рассчитан на базовое расстояние 60 мм и диапазон измерения 10 мм) присвоив наименование

измерительному каналу «k3_rf603» и установить необходимую чувствительность измерительного канала.

Для решения данной задачи необходимо.

Установить датчик RF603 (с использованием штатива держателя) на место проведения измерений так, чтобы плоскость датчика с детектирующим окном располагалась от контролируемой поверхности на базовом расстоянии плюс половина диапазона измерения датчика (60+10/2=65мм).

Подключить кабель от датчика RF603 к согласующему устройству модели A03-69.

Подключить к согласующему устройству кабель питания.

Соединить при помощи BNC-BNC кабеля согласующее устройство с третьим входом контроллера СУВ.

Рассчитать значение чувствительности датчика через отношение диапазона входного напряжения измерительного канала контроллера СУВ (при единичном коэффициенте усиления на входе контроллера СУВ равно «10В») к диапазону измерения датчика RF603 («10мм»). Для примера значение чувствительности составит 10/10=1В/мм.

Значения чувствительностей (в единицах измерения «В/мм») соответствующие типовым диапазонам измерений лазерных датчиков перемещения приведено в ***Табл. 7.1***.

Табл. 7.1 Таблица значений чувствительности для лазерных датчиков перемещения

Диапазон измерений датчика (мм)	Значение чувствительности (В/мм)
5	2
10	1
25	0.4
50	0.2
100	0.1
250	0.04

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.22*) и убедиться в том, что значение «Диапазон» (под индикатором «Интегральный уровень сигнала») равно 10 мм, что соответствует диапазону измерения датчика RF603.

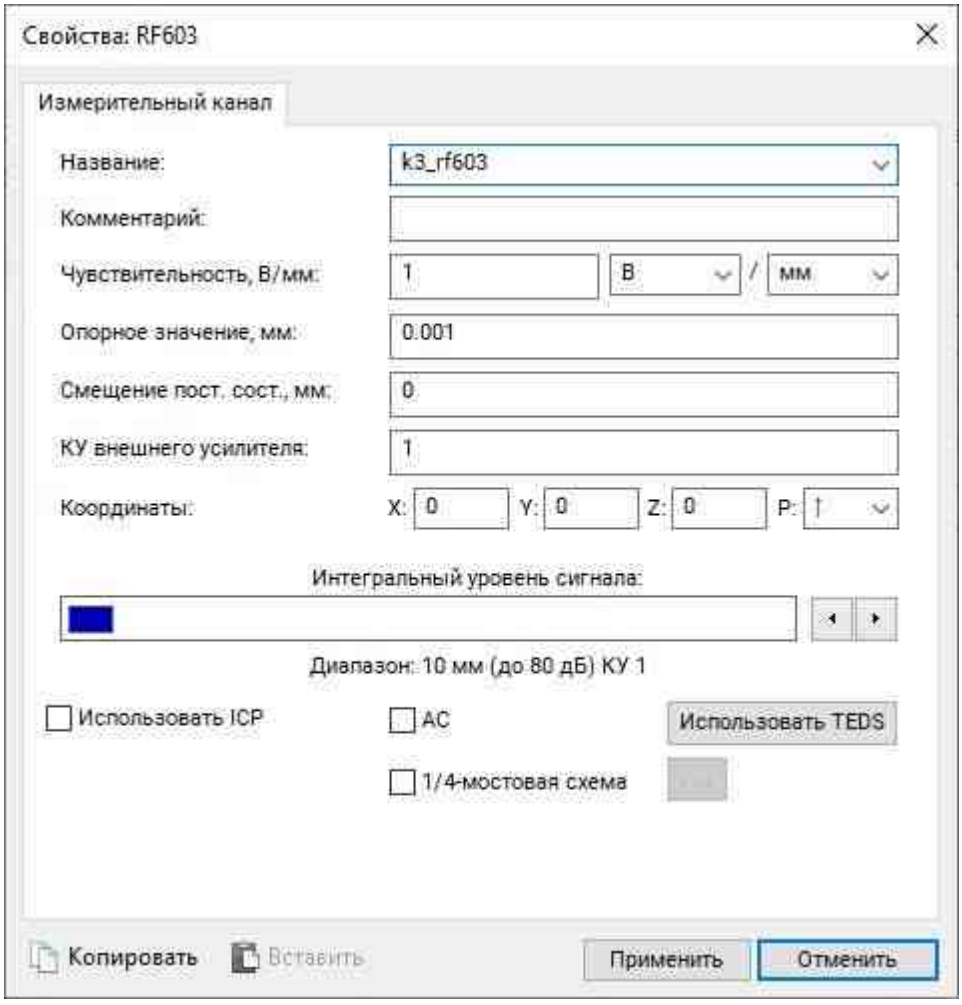


Рис. 7.22 Окно «Свойства»

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Перед проведением измерений с помощью датчика RF603 необходимо произвести проверку его установки в центральное положение относительно границ диапазона измерений.

Примечание: *смещение положения датчика от центрального положения в диапазоне измерений будет ограничивать диапазон измерения перемещения. Например: для датчика с диапазоном измерения 10 мм при центральном положении диапазон измерения перемещение составит ±5мм, а в случае смещения датчика от центрального положения на 2 мм диапазон измерения перемещения составит ±3мм.*

Для проверки центрального положения датчика RF603 следует.

На панели ZETLAB в разделе «Отображение» (*Рис. 7.23*) активировать программу «Многоканальный осциллограф».

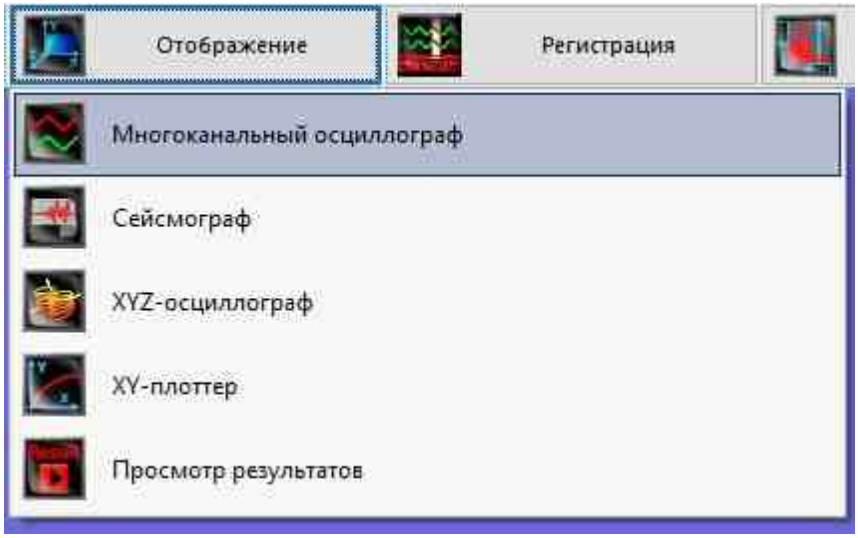


Рис. 7.23 Раздел «Отображение» панели ZETLAB

В окне программы «Многоканальный осциллограф» (*Рис. 7.24*) установить для параметра «Кол-во каналов» значение «1» и поле выбора измерительного канала (*Рис. 7.25*) выбрать из выпадающего списка для отображения наименование измерительного канала, соответствующее датчику RF603.

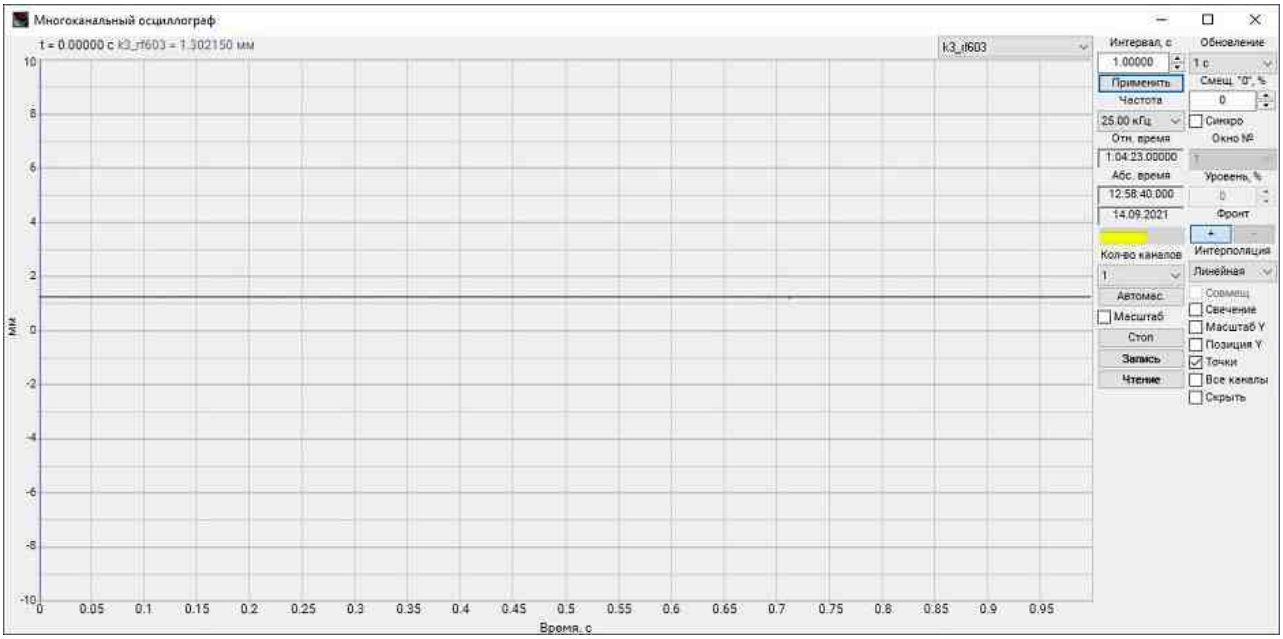


Рис. 7.24 Окно программы «Многоканальный осциллограф»

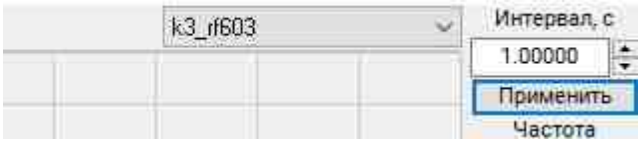


Рис. 7.25 Фрагмент окна с полем выбора измерительного канала

Отмасштабировать по вертикали шкалу осциллографа так чтобы на шкале отображался полный диапазон измерений по перемещению (в примере до 10 мм).

Перемещая датчик RF603 добиться такого положения, при котором показания осциллографа (*Рис. 7.26*) будут находиться близко к значениям 5 мм, после чего зафиксировать датчик в данном положении.

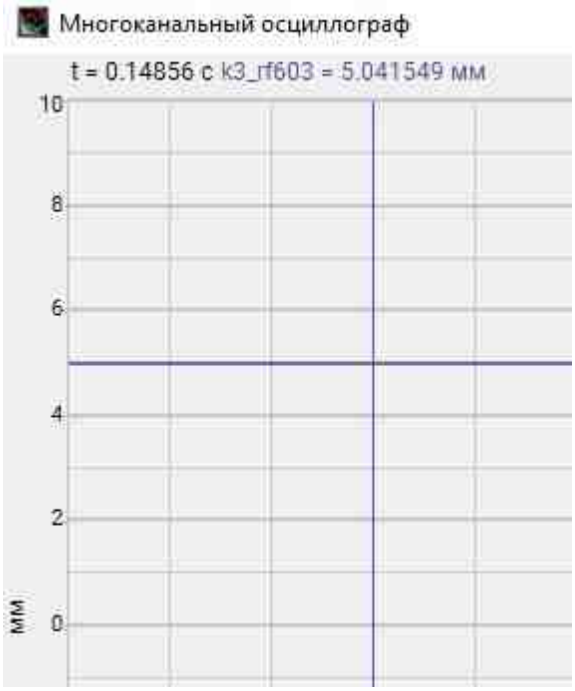


Рис. 7.26 Фрагмент окна с регистрируемым значением по измерительному каналу

После завершения установки датчика в центральное положение закрыть окно программы «Многоканальный осциллограф», а в окне «Свойства» (*Рис. 7.27*) активировать параметр «АС».

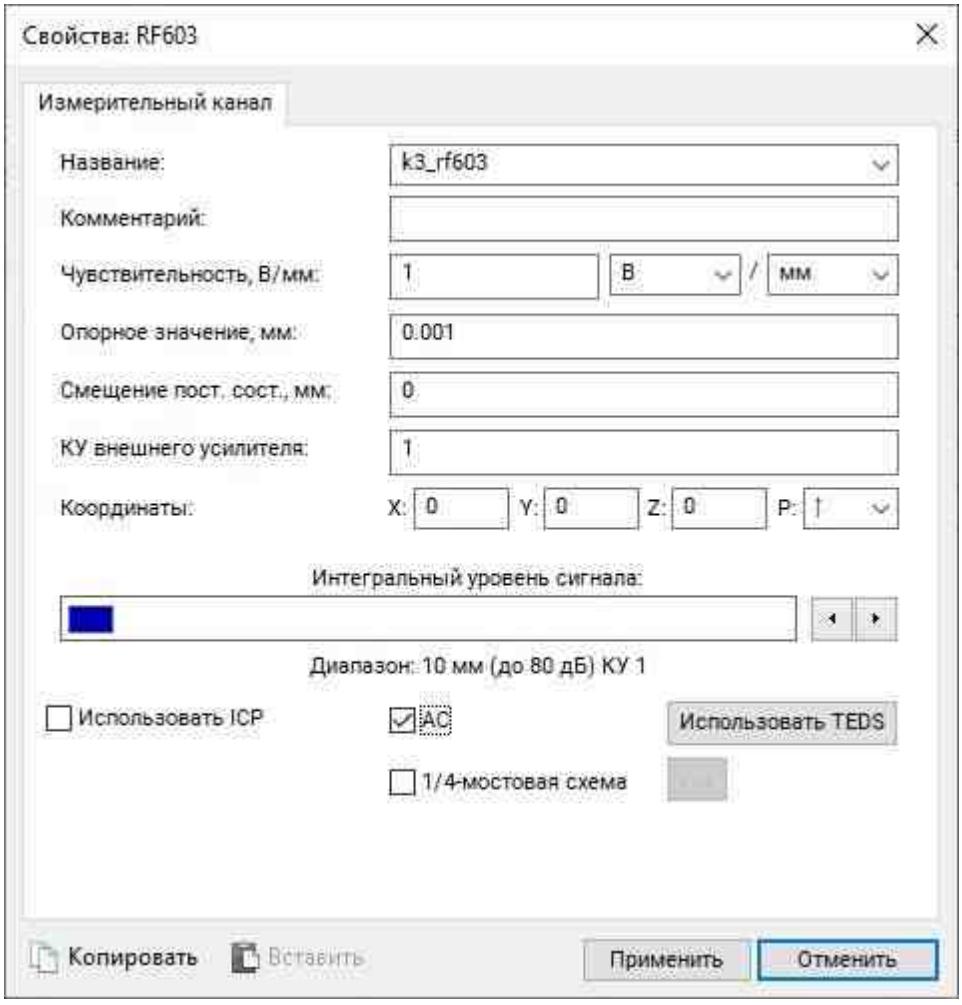


Рис. 7.27 Окно «Свойства» с включенным фильтром «АС»

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м) .....

Пример подключения тензорезистора

С целью измерения относительной деформации (в единицах измерения мкм/м) требуется подключить к первому входу контроллера СУВ тензорезистор с сопротивлением 350 Ом и коэффициентом тензочувствительности равным 2 присвоив наименование измерительному каналу «TR_1».

Для решения данной задачи необходимо.

Наклеить тензорезистор на место измерения и рядом с ним соединительную монтажную площадку так, чтобы к ней можно было припаять выводы тензорезистора.

Припаять к соединительной монтажной площадке двухпроводный кабель и с помощью переходника на кабель BNC подключить его к первому входу контроллера СУВ.

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» ввести название измерительного канала и активировать параметр «1/4 мостовая схема» (*Рис. 7.27*).

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» ввести название измерительного канала, а также установить значение коэффициента усиления (используя стрелки) равным «100» (КУ 100), после чего активировать чек-бокс параметра «1/4 мостовая схема» (*Рис. 7.28*).

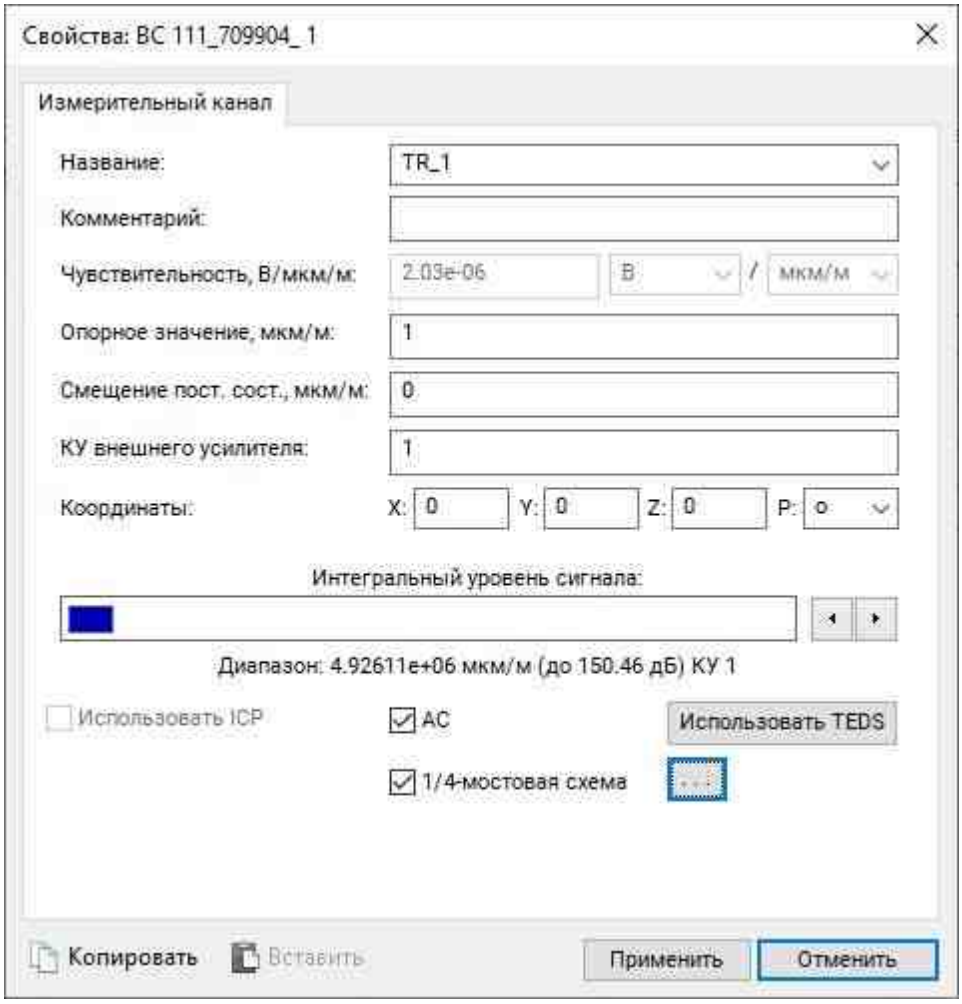


Рис. 7.28 Окно «Свойства»

Вызвать окно настройки параметров подключения тензорезистора активировав кнопку (*Рис. 7.29*) расположенную справа от параметра «1/4 мостовая схема» и установить значения параметров в соответствии с рисунком (*Рис. 7.30*).



Рис. 7.29 Кнопка вызова окна настройки параметров

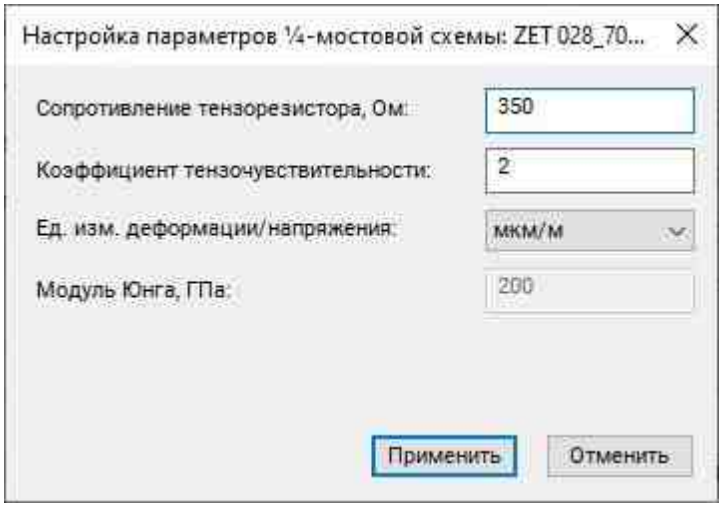


Рис. 7.30 Кнопка вызова окна настройки параметров

Для сохранения настроек измерительного канала в окне «Настройка параметров ¼-мостовой схемы» активировать кнопку «Применить» и затем кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа) .....

Пример подключения тензорезистора

С целью измерения относительной деформации (в единицах измерения мкм/м) требуется подключить к первому входу контроллера СУВ тензорезистор с сопротивлением 350 Ом и коэффициентом тензочувствительности равным 2 присвоив наименование измерительному каналу «TR_1».

С целью измерения механического напряжения контролируемой стальной поверхности (с модулем упругости равным 200 ГПа) требуется подключить к третьему входу контроллера СУВ тензорезистор с сопротивлением 120 Ом и коэффициентом тензочувствительности равным 2 присвоив наименование измерительному каналу «Тензо_3».

Для решения данной задачи необходимо.

Наклеить тензорезистор на место измерения и рядом с ним соединительную монтажную площадку так, чтобы к ней можно было припаять выводы тензорезистора.

Припаять к соединительной монтажной площадке двухпроводный кабель и с помощью переходника на кабель BNC подключить его к третьему входу контроллера СУВ.

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» ввести название измерительного канала, а также установить значение коэффициента усиления (используя стрелки) равным «100» (КУ 100), после чего активировать чек-бокс параметра «1/4 мостовая схема» (*Рис. 7.31*).

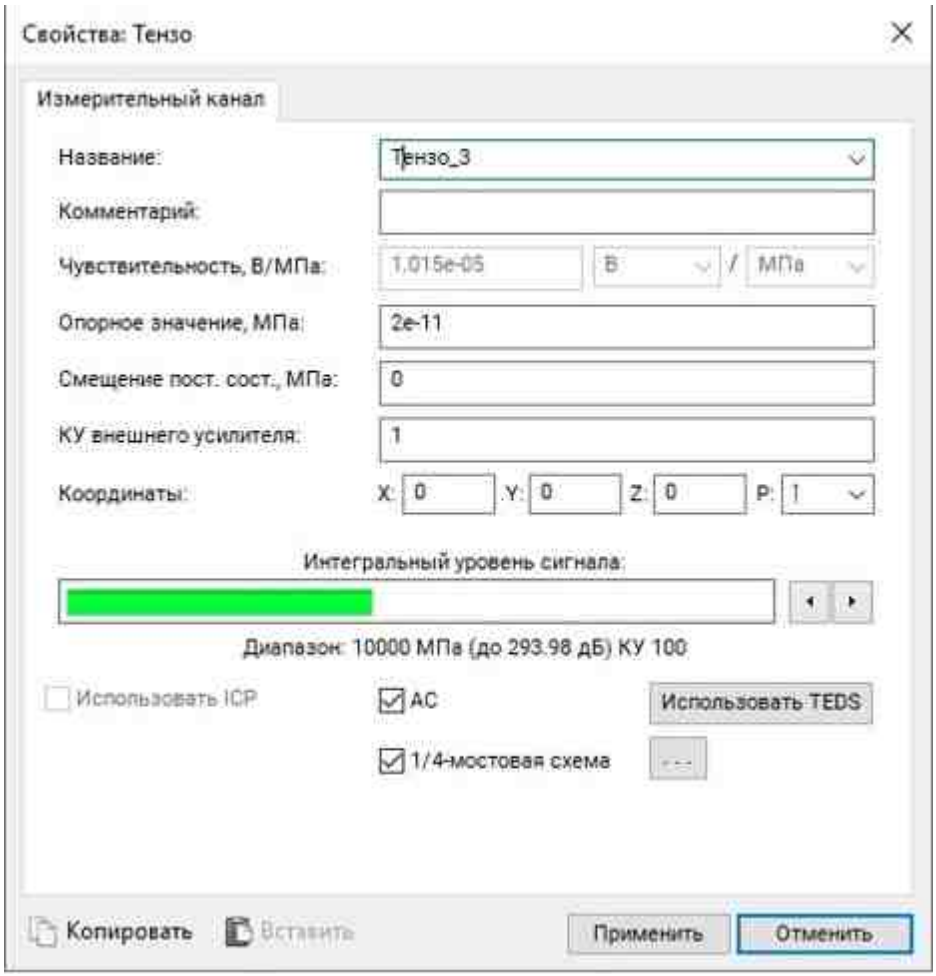


Рис. 7.31 Окно «Свойства»

Вызвать окно настройки параметров подключения тензорезистора активировав кнопку (*Рис. 7.32*) расположенную справа от параметра «1/4 мостовая схема» и установить значения параметров в соответствии с рисунком (*Рис. 7.33*).



Рис. 7.32 Кнопка вызова окна настройки параметров ¼ - мостовой схемы

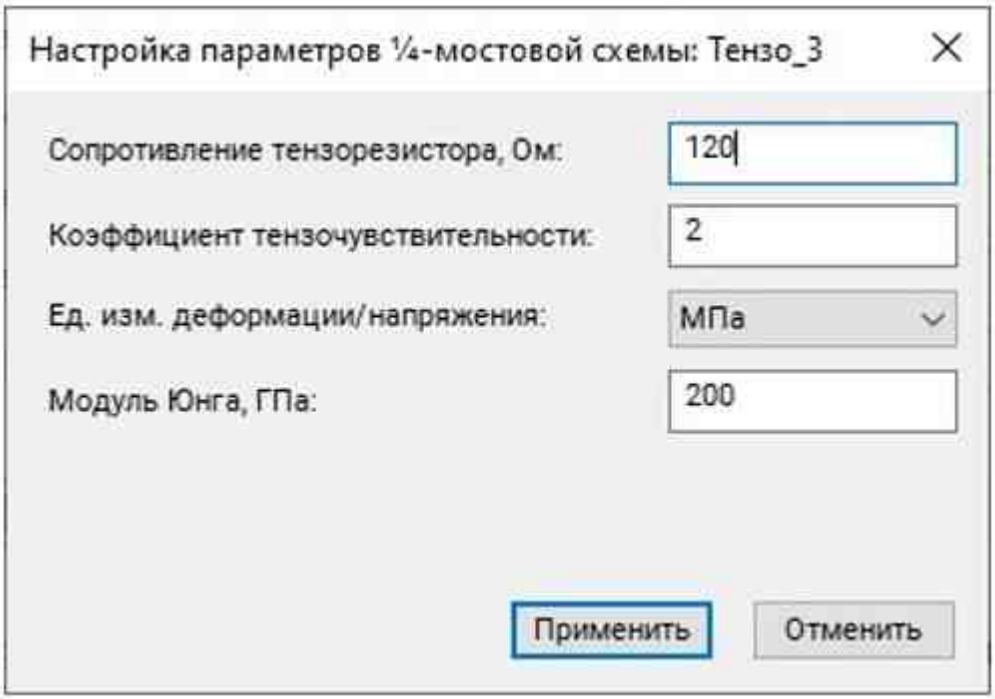


Рис. 7.33 Окно «Настройка Кнопка вызова окна настройки параметров ¼ - мостовой схемы»

Для сохранения настроек измерительного канала необходимо в окне «Настройка параметров ¼-мостовой схемы» активировать кнопку «Применить», далее» и затем кнопку «Применить» в окне «Свойства».

В таблице (*Табл. 7.2*) приведены типовые значения модулей упругости для некоторых материалов.

Табл. 7.2 Типовые значения модулей упругости материалов

Модуль	**Материал**

	Сталь 18ХНВА	Титановые сплавы					Дуралюмин	
		ВТ20	ВТ8	ВТ9	ВТ3-1	ОТ-4	ВД-17	Д1
E (ГПа)	210	134	120	118	115	110	72	71

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения АС100 .....

Требуется подключить ко входу контроллера СУВ датчик силы модели ZET 140. Имеются следующие паспортные характеристики:

$S_Д$ = 42,25 пКл/Н – чувствительность датчика силы ZET 140;

$C_Д$ = 1100 пФ – электрическая ёмкость датчика силы ZET 140 с кабелем;

Ку=3,97 – коэффициент усиления усилителя напряжения АС100.

Для решения данной задачи необходимо:

Подключить датчик силы ZET 140 к измерительному каналу контроллера СУВ через усилитель напряжения АС100.

Рассчитать общую чувствительность S по формуле:

$$S = \frac{S_Д}{C_Д} = \frac{42{,}25\ \text{пКл/Н}}{1100\ \text{пФ}} = 0{,}0384\ \text{В/Н}$$

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» измерительного канала, к которому подключен датчик силы ZET 140, установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.34*).

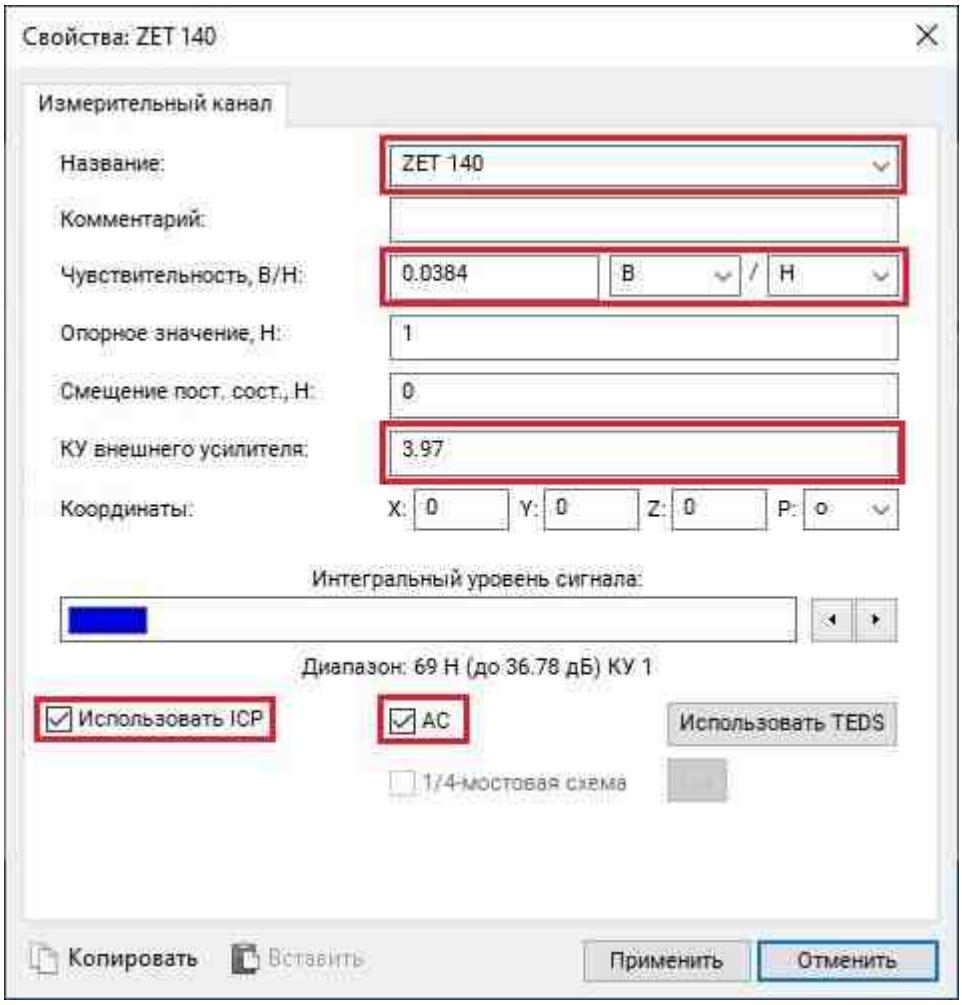


Рис. 7.34 Окно «Свойства»

- Параметр «Название» – произвольное имя измерительного канала;
- Параметр «Чувствительность» – рассчитанное ранее значение чувствительности S;
- Параметр «КУ внешнего усилителя» – паспортное значение коэффициента усиления усилителя напряжения АС100.

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения АС100 и аттенюатора АС300 .....

Требуется подключить ко входу контроллера СУВ датчик силы модели ZET 140 с использованием аттенюатора АС300 для увеличения диапазона измерения силы. Имеются следующие паспортные характеристики:

Sд

= 42,25 пКл/Н – чувствительность датчика силы ZET 140;

Сд

= 1100 пФ – электрическая ёмкость датчика силы ZET 140 с кабелем;

Ку=3.97 – коэффициент усиления усилителя напряжения АС100;

Са

= 116000 пФ – электрическая ёмкость аттенюатора АС300.

Для решения данной задачи необходимо:

Подключить к измерительному каналу контроллера СУВ усилитель напряжения АС100, далее подключить аттенюатор АС300 и датчик силы ZET 140.

Рассчитать общую чувствительность S по формуле:

$$S = \frac{Sд}{Cд + Ca} = \frac{42{,}25\ \text{пКл/Н}}{117100\ \text{пФ}} = 0{,}0003608\ \text{В/Н}$$

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» измерительного канала, к которому подключен датчик силы ZET 140, установить параметры в соответствии с *Рис. 7.35*.

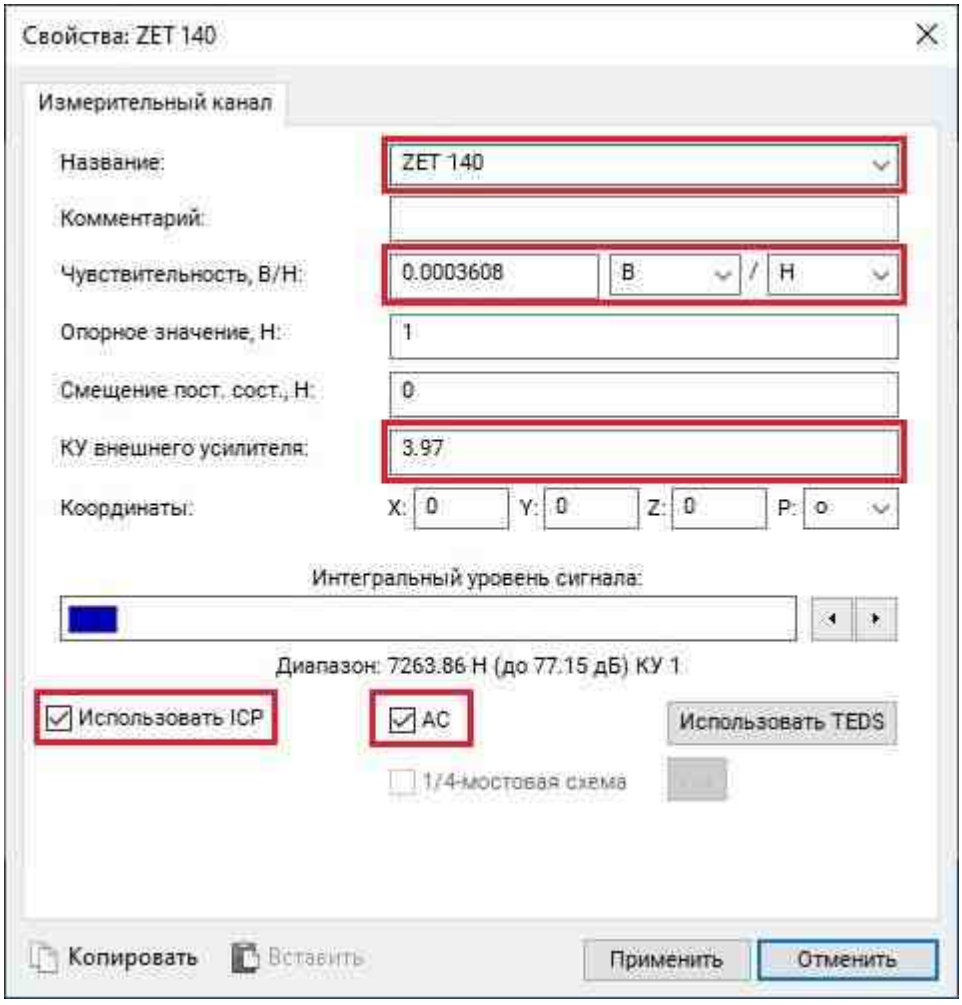


Рис. 7.35 Окно «Свойства»

- Параметр «Название» – произвольное имя измерительного канала;
- Параметр «Чувствительность» – рассчитанное ранее значение чувствительности S;
- Параметр «КУ внешнего усилителя» – паспортное значение коэффициента усиления усилителя напряжения АС100.

Для сохранения настроек измерительного канала активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Рекомендации по настройке параметров СУВ .....

При работе на максимальных профилях (например, при проведении аттестации вибростенда) рекомендуется устанавливать следующие параметры для синусоидальной вибрации (*Рис.1*):

(1) - метод измерения «Эффективный»;

(2) - динамический диапазон не более 60 дБ;

(3) - использовать медианный фильтр с длиной медианного фильтра 15;

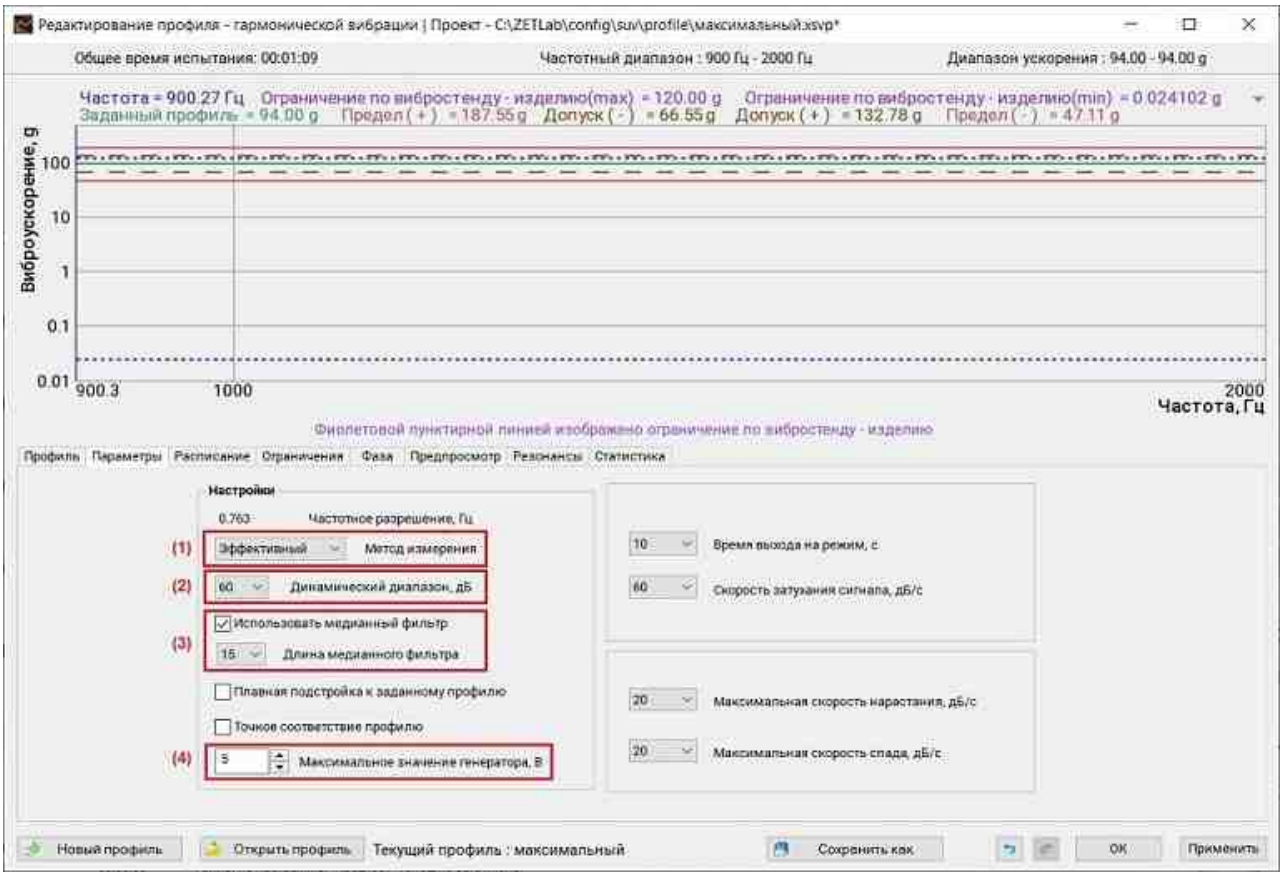


Рис. 1

Предотвратить ситуацию, при которой срабатывает защита по току на усилителе мощности вибростенда можно путем ограничения значения напряжения на выходе канала генератора контроллера СУВ (*Рис.1*).

При проведении испытаний на максимальные профили на усилителе мощности вибростенда должен быть установлен максимальный уровень усиления и для таких случаев

уровень ограничения на выходе генератора по амплитудному значению как правило находится в диапазоне от 2000 до 3300 мВ.

Чтобы корректно выбрать напряжение ограничения генератора необходимо перейти во вкладку «Предпросмотр» окна «Редактирование профиля» (*Рис.2*) и найти область с наибольшим прогнозируемым значением напряжения генератора.

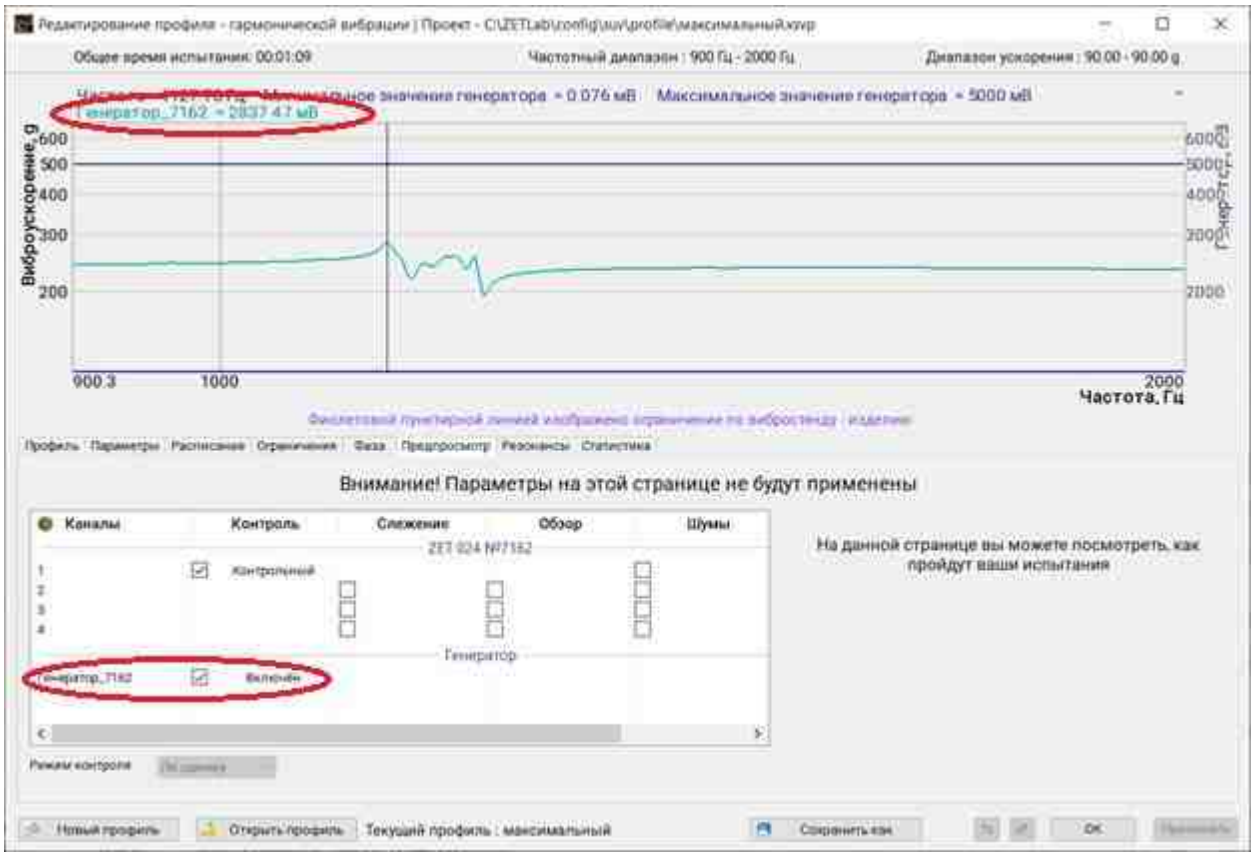


Рис. 2

Из примера, показанного на (*Рис.2*) видно, что верхняя синяя линия на уровне 5000 мВ показывает значение ограничения генератора заданного в параметрах вибростенда, но при этом максимальное значение генератора при испытаниях (прогнозируемое на основе результатов предтеста) не превысит 2837.47 мВ. Срабатывание защиты усилителя мощности вибростенда наиболее вероятно в точке с максимальным напряжением, поэтому для данного примера его следует ограничить по уровню 2800 мВ ((*Рис.4*) заменить значение «5 В» на значение «2.8 В»).

Не следует сильно ограничивать уровень генератора, так как в этом случае при проведении испытаний в областях частот, где виброустановка выходит на мощности близкие к максимальным значениям, будет наблюдаться занижение регистрируемого уровня виброускорения относительно того уровня, который установлен в профиле испытаний.

При наличии в месте установки датчика (сигнал, с которого используется в качестве обратной связи) областей частот, на которых наблюдаются глубокие антирезонансы, наибольшие возможные амплитуды по профилю при прохождения таких областей будут достижимы при наибольших скоростях развертки сигнала по частоте (*Рис.3*). Например, при скорости развертки 2 или даже 5 октавы в минуту вероятность прохождения областей с антирезонансами повышается по отношению к прохождению на типовой скорости развертки равной 1 октава в минуту.

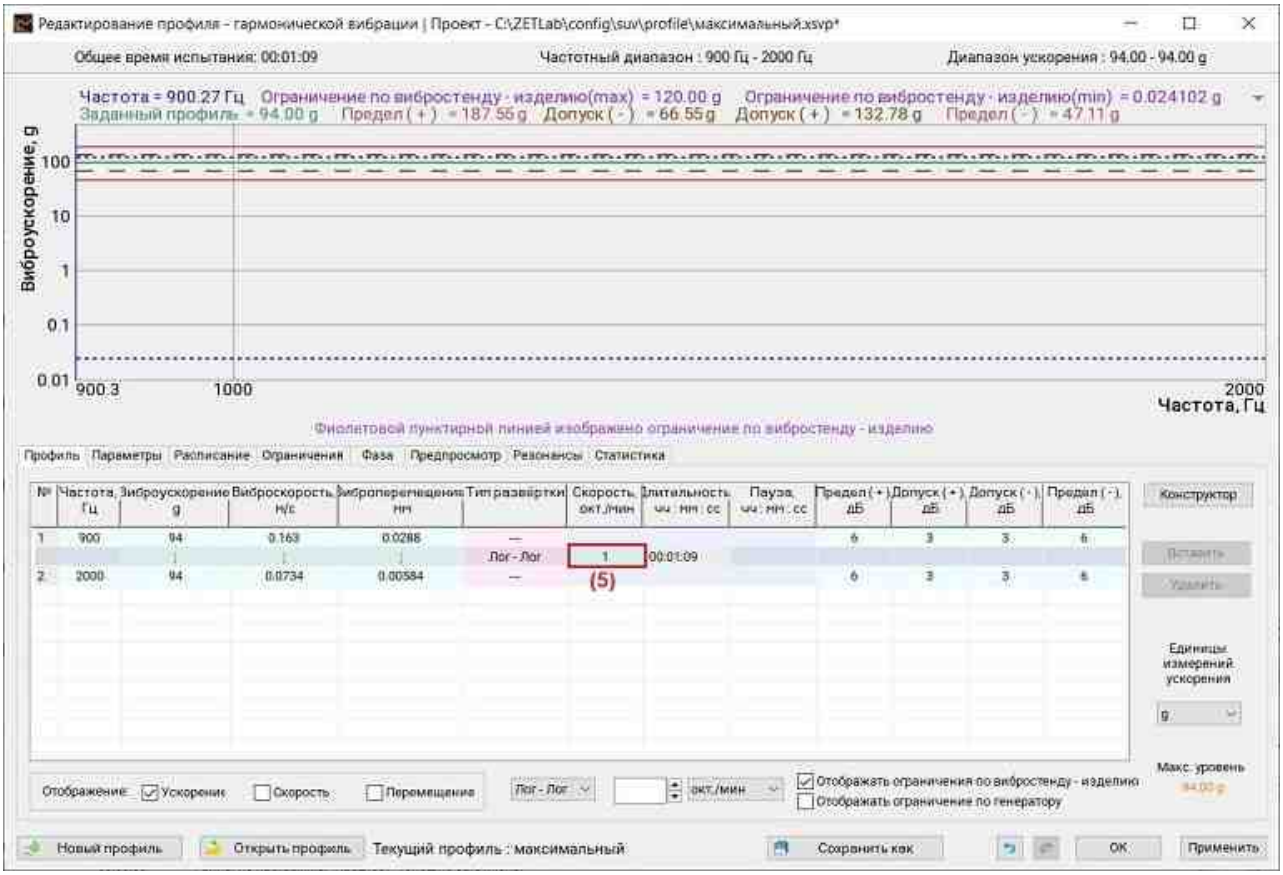


Рис. 3

Для контроллеров серии ZET028 и ZET024 между землей генератора и заземлением прибора следует установить перемычку как показано на (*Рис.4)*.



Рис. 4

Меры для подавления помех на частоте 50 Гц .....

Существуют две основные причины возникновения высокого уровня помехи на частоте 50Гц (и ее гармониках), которая может привести к затруднению и даже невозможности проведения виброиспытаний. Под высоким уровнем помех подразумеваются помехи выше уровня 0.3 g ($3м/с^2$) регистрируемые акселерометром установленном на столе вибростенда.

Первая причина связана с электрическими наводками вызванными электромагнитными помехами, когда силовой кабель прокладывается рядом с кабелем акселерометра, либо рядом с кабелем сигнала управления (от выхода контроллера СУВ ко входу усилителя мощности вибростенда).

Вторая возможная причина связана с наличием “контура заземления”. В контуре заземления измерительная система и датчики заземляются в нескольких точках. Поскольку существует более одной точки заземления, электрические помехи могут протекать между двумя точками заземления и создавать тем самым наводку на частоте 50 Гц.

Пример подключения, при котором возникает контур заземления приведен (*Рис.5*).

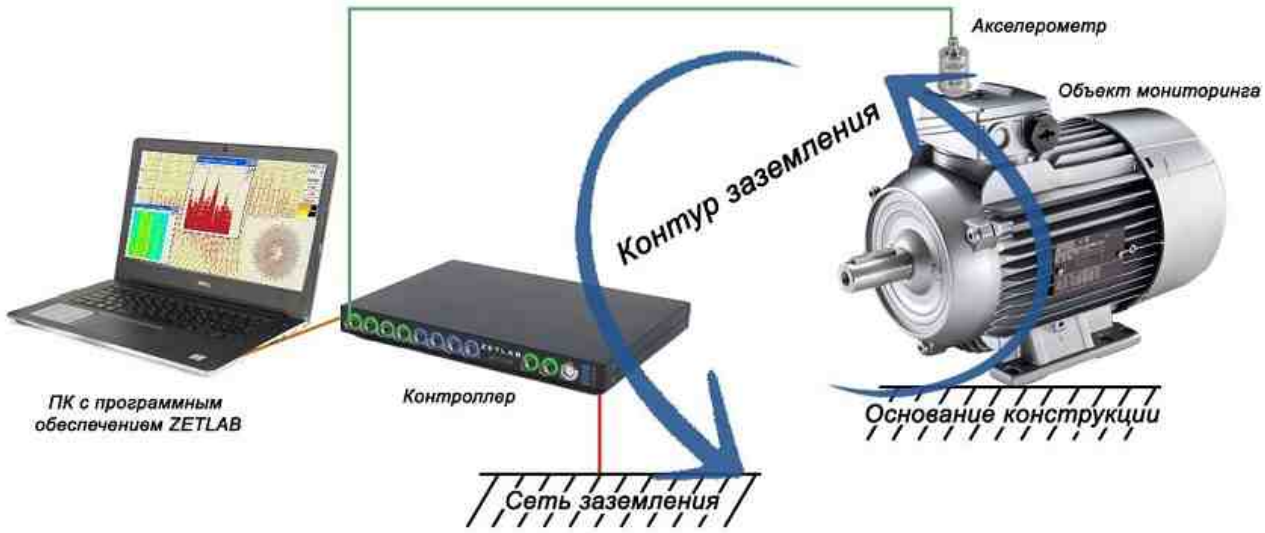


Рис. 5.

Контур заземления вызван тем, что корпус акселерометра имеет прямой контакт металл-металл с заземленным испытательным объектом.

Для устранения контура заземления необходимо изолировать корпус акселерометра от корпуса объекта испытания при помощи изолирующей прокладки (например, каптоновый скотч).

Предтест и поиск резонансов .....

Предтест и поиск резонансов

Оглавление

Назначение программы

Правила работы с программой

Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов

Примеры к разделу

Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины

Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения

Назначение программы .....

Назначение программы

Первичные преобразователи (акселерометры) устанавливаются на проверяемом изделии согласно схеме испытаний и подключаются к измерительным каналам контроллера СУВ. Каждому измерительному каналу контроллера СУВ можно назначить определенный статус (контроль, слежение, обзор) при проведении виброиспытаний.

Воспользоваться программой «Предтест и поиск резонансов» предтест (пройти предтест) необходимо перед проведением испытаний, так как полученные в ходе проведения предтеста результаты необходимы программному обеспечению для расчёта сигнала управления.

Программа «Предтест и поиск резонансов» позволяет оператору СУВ выполнить предтест и еще начала испытаний определить какие датчики имеют наилучшую обратную связь и являются наиболее подходящими для назначения им статуса «Контроль», а также убедиться в готовности СУВ к проведению испытаний (отсутствуют: высокий уровень помех, плохие контакты в соединениях кабелей, неисправности датчиков, ошибки конфигурировании и т. п.).

Для активации предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» расположена кнопка «Предтест».

При работе программы «Предтест» (время проведения в зависимости от настройки составляет от 20 до 40 секунд) подается широкополосный тестовый сигнал малой интенсивности, при этом вибростенд оказывает воздействие на изделие с установленными на него датчиками. Программное обеспечение анализирует отклик по сигналам

измерительных каналов (от датчиков) на предмет соответствия заданному воздействию и выдает рекомендации по назначению статуса для всех доступных измерительных каналов СУВ.

Внимание! *Проведение любого из видов виброиспытаний без актуального результата предтеста блокируется программно. Большинство критичных для СУВ изменений (вносимых оператором), после которых необходимо проведение предтеста, контролируется программным обеспечением, которое запретит доступ к проведению испытаний без актуального результата предтеста. Для тех случаев, когда программой не контролируются изменения условий проведения испытаний (смена мест крепления датчиков; изменение оснастки, предназначенной для крепления изделия, либо типа изделия) настоятельно рекомендуем перед проведением виброиспытаний провести предтест, в противном случае во время испытаний изделие и виброустановка могут быть подвергнуты чрезмерным нагрузкам.*

Внимание! *Результаты предтеста перестают быть актуальными после изменения следующих параметров: параметров вибростенда, параметров изделия, списка и параметров измерительных каналов, а также при смене времени суток (при достижении времени 24 часа 00 минут 00 секунд)*

Правила работы с программой .....

Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Предтест и поиск резонансов» необходимо на панели СУВ (*Рис. 4.1*) активировать одноименную кнопку. На экране монитора отобразится окно программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.1*).

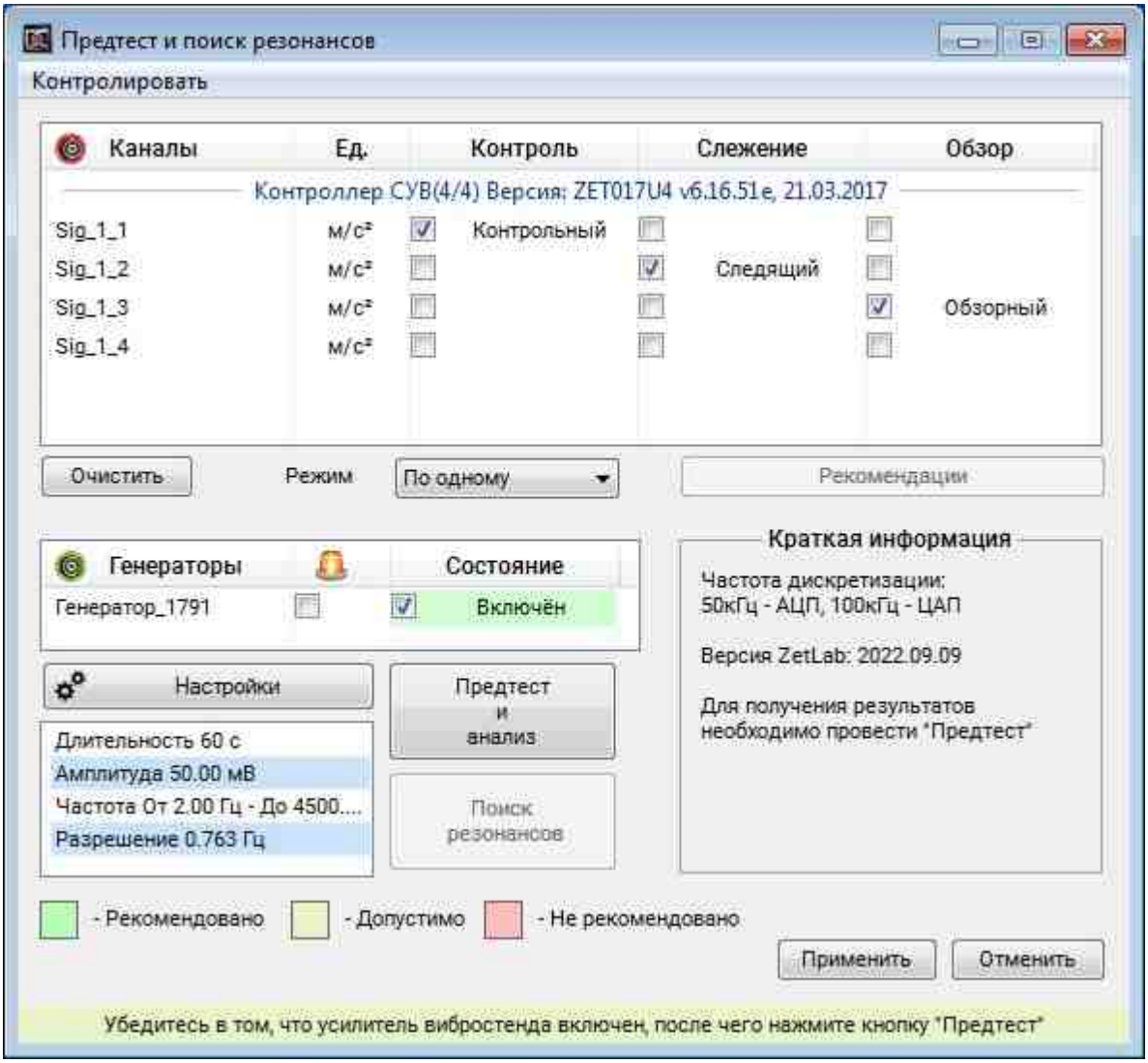


Рис. 8.1 Окно «Предтест и поиск резонансов»

При необходимости перед проведением предтеста производят настройку параметров, с которыми он будет выполнен.

Вызов окна «Настройки» (*Рис. 8.2*) выполняется путем активации соответствующей кнопки в окне программы «Предтест и поиск резонансов».

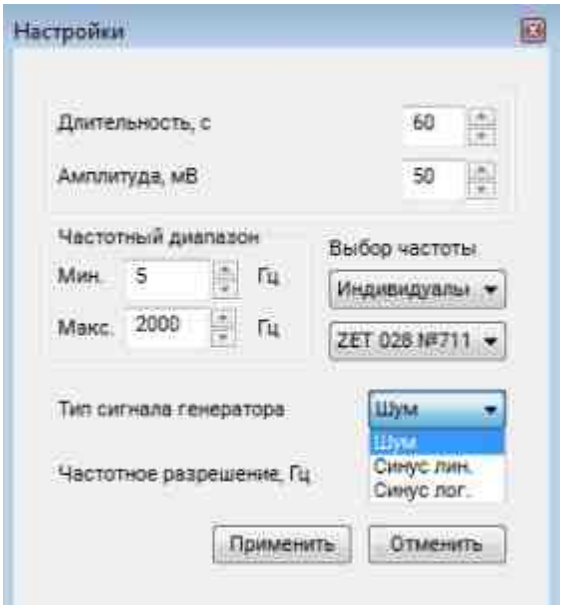


Рис. 8.2 Окно «Настройки «Предтест»»

После установки в окне «Настройки» необходимых значений параметров проведения предтеста следует активировать кнопку *«Применить»* для сохранения внесенных изменений.

Параметр *Длительность* определяет время выполнения предтеста и может задаваться в диапазоне от 10 до 300 с. Оптимальное значение для времени проведения предтеста равно 30 с.

Параметр *Амплитуда* определяет уровень формирования сигнала предтеста и может задаваться в диапазоне от 10 до 50 мВ.

Примечание: *Параметр Амплитуда имеет ограничение по верхнему значению 50 мВ с целью ограничения подачи на вибростенд высоких уровней вибрации, в том числе и при максимальном положении регулятора на усилителе вибростенда.*

Внимание! *После проведения предтеста не изменяйте положение регулятора на усилителе вибростенда, так как это будет сказываться на качестве проведения виброиспытаний. В случае изменения положения регулятора на усилителе вибростенда необходимо провести предтест заново.*

Внимание! *Не устанавливайте низкие значения для параметра Амплитуда в случаях, когда положение регулятора на усилителе вибростенда ниже 50% от максимального усиления, так как в этом случае предтест не сможет*

обеспечить необходимый уровень оценки параметров для проведения виброиспытаний.

Выбор возможных значений параметра «Частотное разрешение» (*Рис. 8.3*) зависит от выбранной частоты дискретизации контроллера, чем меньше значение частоты дискретизации, тем меньшее значение частотного разрешения возможно задать.

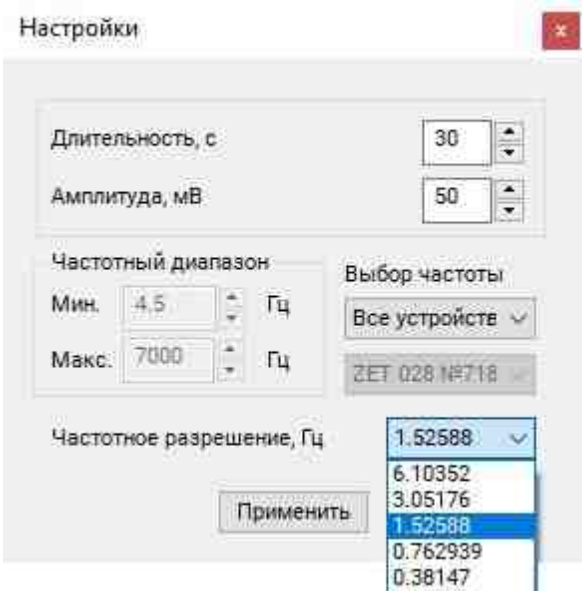


Рис. 8.3 Окно «Настройки предтест»

Поле «Выбор частоты» позволяет выбрать один из двух вариантов для назначения частотного диапазона проведения предтеста: «*Все устройства*» либо «*Индивидуально*».

При выборе «*Все устройства*» нижняя и верхняя границы частот проведения предтеста будут заданы максимально возможными.

Максимально возможные границы частотного диапазона проведения предтеста определяются следующими правилами:

- для нижней границы выбирается наибольшее из: либо утроенного значения заданного частотного разрешения; либо заданного значения нижней границы частотного диапазона в окне «Параметры вибростенда»; либо заданного значения нижней границы частотного диапазона в окне «Параметры изделия»;
- для верхней границы выбирается наименьшее из: либо значения в два с половиной раза меньшего частоты дискретизации АЦП контроллера СУВ; либо заданного значения верхней границы частотного диапазона в окне «Параметры

вибростенда»; либо заданного значения верхней границы частотного диапазона в окне «Параметры изделия».

При выборе «*Индивидуально*» программа позволяет устанавливать нижнюю и верхнюю границы частотного диапазона проведения предтеста произвольно для каждого из доступных контроллеров СУВ, при этом границы произвольно устанавливаемого диапазона не могут выходить за пределы максимально возможных границ, определенных по приведенным выше правилам.

В настройки предтеста были добавлены новые режимы проведения предтеста. Для проведения предтеста можно выбрать тип сигнала генератора: шум в заданной полосе частот, синусоидальный сигнал с изменяющейся по линейному закону частоте или синусоидальный сигнал с изменяющейся по логарифмическому закону частоте.

Примечание! *Не рекомендуем устанавливать ширину частотного диапазона проведения предтеста менее трех октав.*

Для прохождения предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» необходимо в области разрешения каналов управления (*Рис. 8.4*) перевести состояние канала генератора (который будет использоваться в качестве канала управления) в положение «Включен», в противном случае кнопка «Предтест» не будет доступна для активации.

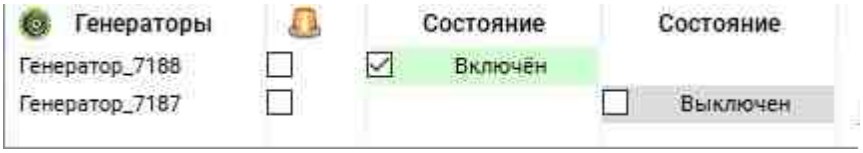


Рис. 8.4 Область разрешения каналов управления

Активация соответствующего поля в графе «  » запускает режим «Выделение» контроллера СУВ, при котором выполняется перемигивание световых индикаторов на его передней панели. Данный режим предназначен для быстрого поиска какому из контроллеров СУВ соответствуют те или иные каналы управления (генераторы) в окне «Предтест и поиск резонансов» при включении в состав СУВ более чем одного контроллера.

Примечание: *Программное обеспечение позволяет проводить виброиспытания с количеством независимых каналов управления (генераторов) до четырех, что требует наличия соответствующего числа контроллеров СУВ и вибростендов. Генераторы в качестве каналов управления при работе СУВ доступны только для контроллеров СУВ, подключение при работе СУВ таких устройств как анализаторы спектра и тензостанции обеспечивает только увеличение количества и типов подключаемых датчиков, но не каналов управления. В случае если генератор контроллера СУВ не будет использован в качестве канала управления, то его состояние должно находиться в статусе «Выключен».*

Примечание: *При многоканальном управлении в окне программы «Предтест и поиск резонансов» следует установить состояние «Включен» для генераторов тех контроллеров СУВ, которые будут участвовать в генерации сигналов управлении, провести для каждого из них предтесты и назначить статус «Контроль» тем измерительным каналам, которые будут использоваться программным обеспечением в качестве каналов обратной связи по каждому контроллеру СУВ участвующему в генерации сигналов управления при проведении виброиспытаний.*

Для запуска предтеста в окне программе «Предтест и поиск резонансов» следует активировать кнопку *«Предтест»*. В открывшемся окне программы «Предтест» запустится процесс визуализирующий анализ отклика измерительных каналов от датчиков на соответствие заданному воздействию (*Рис. 8.5*).

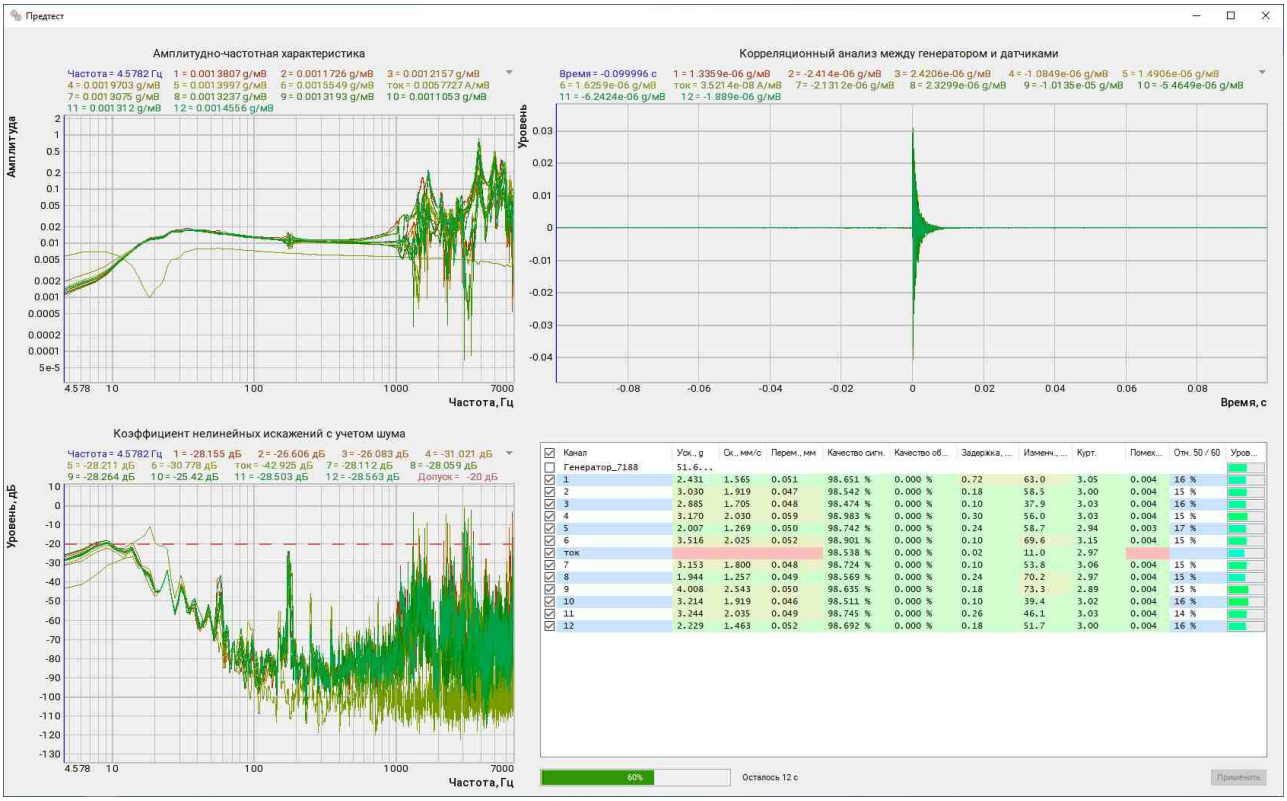


Рис. 8.5 Окно «Предтест» с графиками по всем измерительным каналам

Результаты обработки отобразятся области числовых значений, расположенной в правом нижнем углу программы «Предтест» (*Рис. 8.6*).

Канал	Уск., g	Ск., мм/с	Перем., мм	Качество сигн.	Качество об...	Задержка, ...	Изменч., ...	Курт.	Помех...	Отн. 50 / 60	Уров...
Генератор_7188	49.9...										
1	3.705	2.354	0.070	98.002 %	44.108 %	0.72	44.7	3.00	0.004	16 %	
2	4.374	2.752	0.065	97.684 %	44.065 %	0.18	50.1	3.00	0.004	15 %	
3	4.353	2.545	0.066	97.647 %	63.903 %	0.10	38.0	3.00	0.004	16 %	
4	4.536	2.883	0.075	98.560 %	53.499 %	0.30	57.7	2.99	0.004	15 %	
5	3.038	1.898	0.066	98.086 %	34.479 %	0.24	52.6	3.00	0.003	17 %	
6	5.426	3.102	0.069	98.350 %	32.929 %	0.10	68.0	3.01	0.004	15 %	
ток				98.061 %	99.881 %	0.02	11.0	3.00			
7	4.863	2.762	0.065	98.035 %	49.459 %	0.10	51.0	3.00	0.004	15 %	
8	2.959	1.895	0.066	97.776 %	20.204 %	0.24	65.7	2.99	0.004	15 %	
9	5.665	3.580	0.068	97.898 %	29.062 %	0.18	85.8	3.00	0.004	15 %	
10	4.736	2.805	0.064	97.582 %	67.426 %	0.10	39.0	3.00	0.004	16 %	
11	4.712	2.936	0.066	98.098 %	55.515 %	0.26	46.0	2.99	0.004	14 %	
12	3.389	2.202	0.069	98.048 %	38.299 %	0.18	49.2	2.99	0.004	16 %	

Рис. 8.6 Таблица зарегистрированных значений по результатам предтеста

Для удобства просмотра графической информации в окне «Предтест» результатов предтеста предусмотрена возможность выбора количества отображаемых графиков. На рисунке (*Рис. 8.7*) приведен пример с отображением графических результатов только по

одному из каналов, для чего в области таблицы (колонка слева) оставлено активированным только одно поле выбора канала.

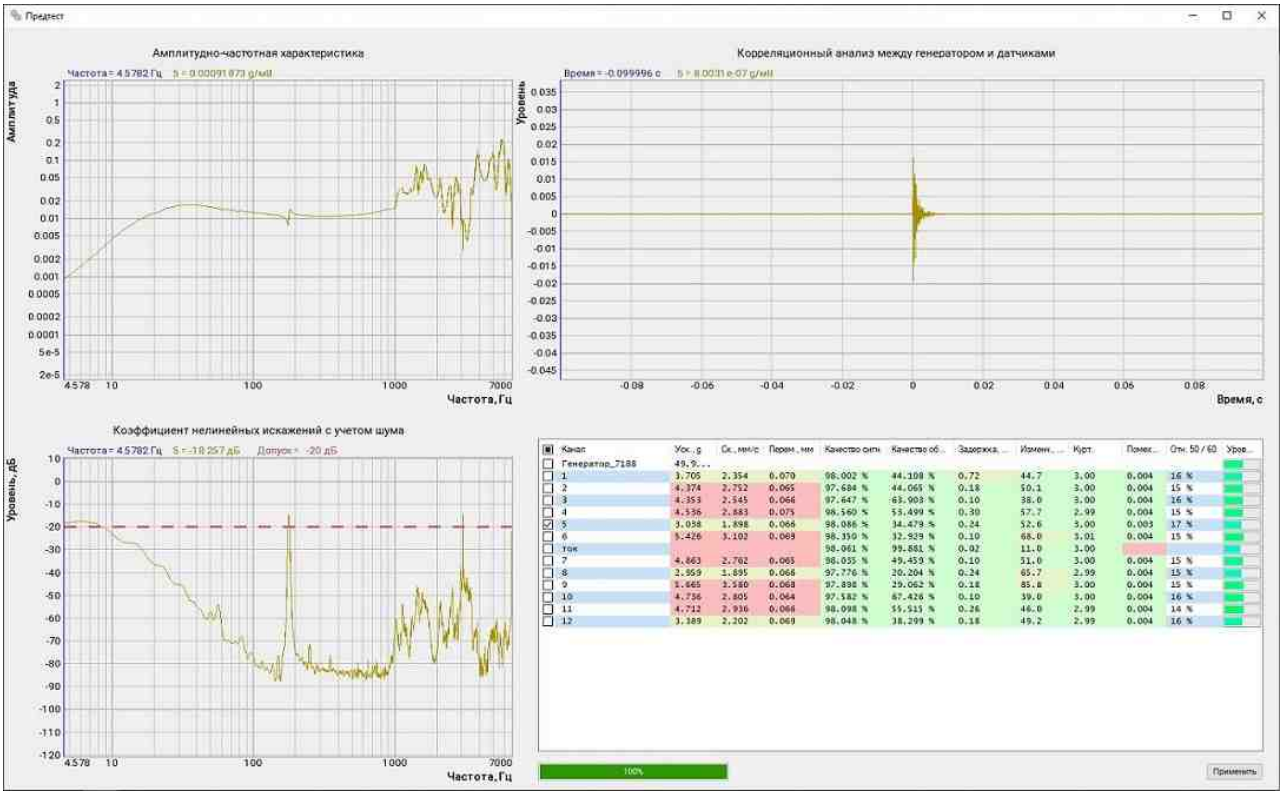


Рис. 8.7 Окно «Предтест» с графиком по одному каналу

Для сохранения результатов предтеста (после его окончания) необходимо активировать кнопку *«Применить»* при этом результаты предтеста будут сохранены и окно «Предтест» закрыто.

В случае сохранения результатов предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.8*) ячейки выбора статуса измерительных каналов раскрасятся в цвета, указывающие на рекомендацию по назначению статуса для каждого измерительного канала: зеленый – рекомендовано, желтый – допустимо, красный – не рекомендовано.

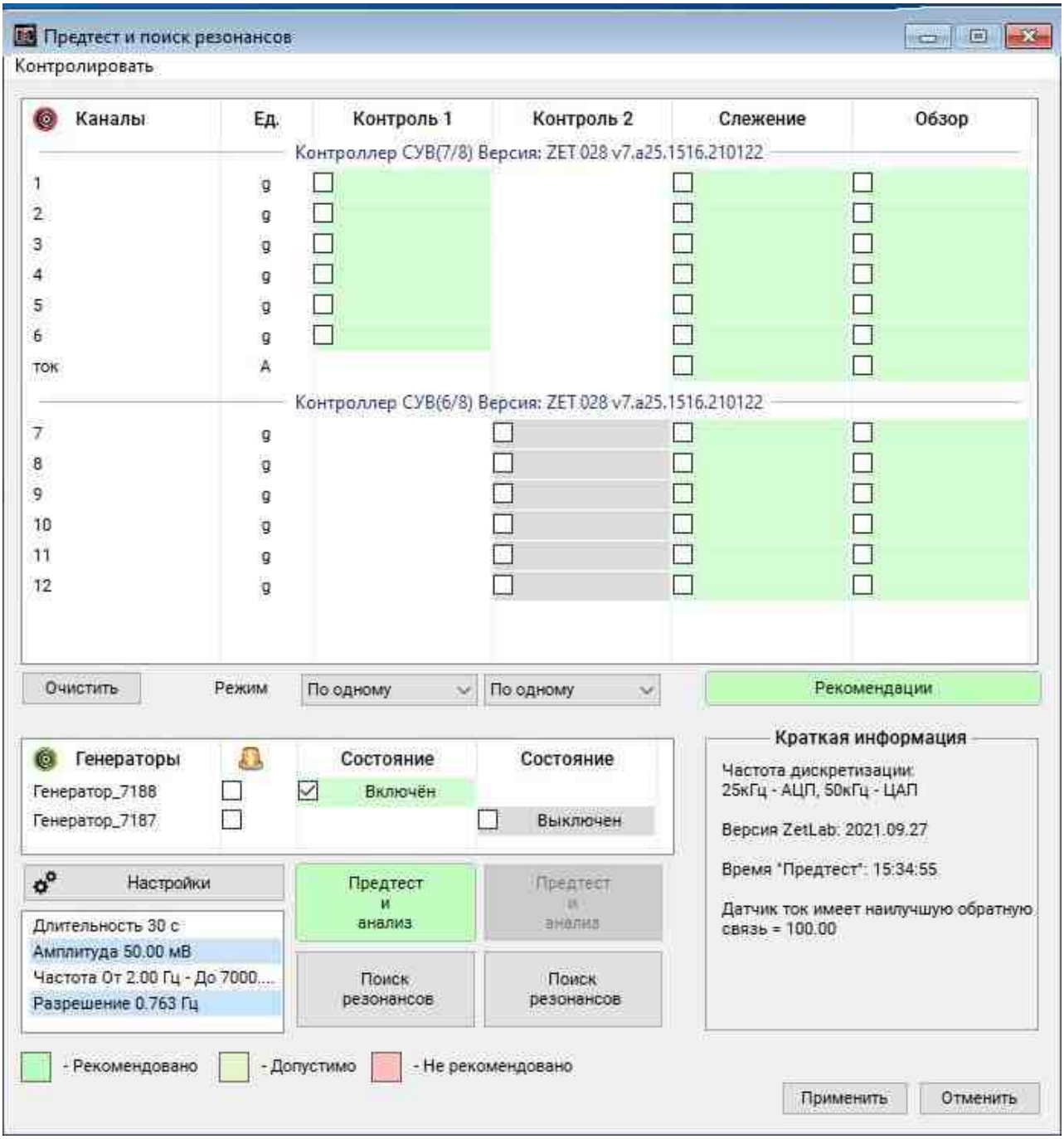


Рис. 8.8 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для назначения измерительным каналам статуса («Контроль», «Слежение», «Обзор») следует активировать (установить отметки) в соответствующих ячейках (*Рис. 8.9*).

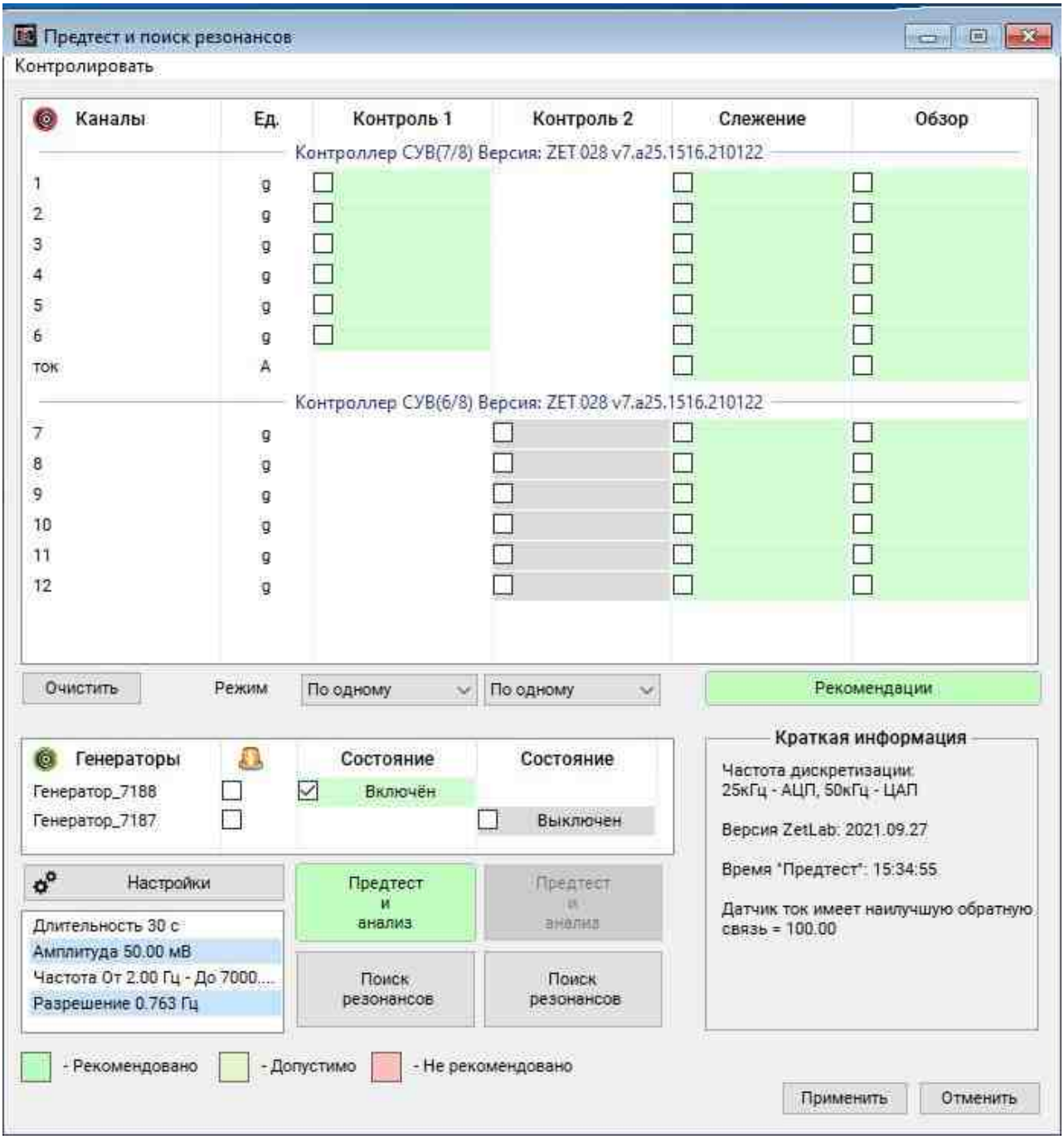


Рис. 8.9 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Статус «Контроль» означает участие измерительного канала в обратной связи, а также реакцию системы управления по остановке виброиспытаний при превышении границ «Предел» профилей, либо значений параметров, заданных во вкладках «Контроль» профилей.

Статус «Слежение» определяет то, что система управления будет останавливать виброиспытания при превышении параметров, заданных во вкладках «Слежение» профилей.

Статус «Обзор» определяет только мониторинг за каналом без реакции системы управления на регистрируемые по каналу значения.

Примечание! *В случае необходимости можно назначать статус для измерительных каналов, игнорируя рекомендации предтеста.*

Внимание! *Статус «Контроль» в обязательном порядке должен быть назначен, так как регистрируемый по нему сигнал при проведении испытаний будет использоваться в качестве обратной связи.*

Внимание! *Выбор каналов со статусом «Контроль» может осуществляться только из списка измерительных каналов, соответствующих тому контроллеру СУВ, с которого производиться генерирование канала управления, каналы слежения и обзора могут выбираться из любых измерительных каналов, задействованных в виброиспытаниях.*

Параметр «Режим контроля» определяет вариант формирования сигнала обратной связи для измерительных каналов со статусом «Контроль»:

- По одному;
- По среднему;
- По максимальному.

Режим контроля "По одному" определяет, что в формировании сигнала обратной связи участвует лишь один измерительный канал. Режимы контроля "по среднему" либо "по максимальному" определяют, что в формировании сигнала обратной связи участвуют два или более измерительных каналов, при этом СУВ формирует канал обратной связи по принципу суперпозиции сигналов по средним либо по максимальным значениям, регистрируемым с измерительных каналов.

Примечание! *При испытаниях на синусоидальную вибрацию сложно обеспечить требуемый уровень вибрации изделия в режиме «по одному» в случае, если датчик (со статусом «Контроль») регистрирует в диапазоне частот проведения испытаний глубокие антирезонансы. Для таких случаев рекомендуется использовать режим контроля "по среднему" либо "по максимальному" назначив статус «Контроль»*

датчикам, которые не имеют совпадений по антирезонансам в диапазоне частот проведения испытаний.

Внимание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные в качестве контрольных, меняют свой статус на следящие, а контрольным становится виртуальный канал, формируемый соответственно по средним либо максимальным значениям.*

Для сохранения назначенных в окне программы программе «Предтест и поиск резонансов» статусов, назначенных измерительным каналам необходимо активировать кнопку *«Применить»*.

Примечание! *В случаях, когда необходимо лишь изменить статусы измерительных каналов повторное проведение предтеста не требуется. Откройте окно «Предтест и поиск резонансов», измените статусы измерительных каналов после чего активируйте кнопку «Применить» для сохранения новой конфигурации по статусам.*

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» есть возможность выбора типа датчиков, по которым будет выполняться обратная связь (*Рис. 8.10*). Обычно в качестве каналов для обратной связи используют измерительные каналы от акселерометров. Однако в некоторых случаях, например, когда требуется бесконтактный контроль за проведением испытаний, может использоваться лазерный датчик перемещения. Для того чтобы канал с датчика перемещения стал доступен в качестве канала обратной связи необходимо в разделе «Контролировать» окна «Предтест и поиск резонансов» активировать выбор «Перемещение».

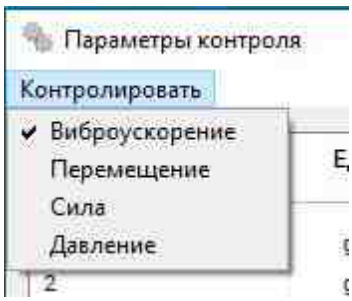


Рис. 8.10 Выбор вида контроля в канале обратной связи

Внимание! *При типе контроля отличном от «Виброускорение» доступны не все виды испытаний.*

Кнопка «Просмотр» активирует окно с результатами по последнему из проведенных предтестов.

Кнопка «Резонансы» активирует окно (*Рис. 8.11*), в котором представлена визуализация резонансов, зарегистрированных в результате работы программы предтест.

В окне представлены поля для визуализации графиков передаточной и фазовой характеристик, поле отображения диаграммы Найквиста, область с числовыми значениями параметров по зарегистрированным резонансам, а также область с трехмерным отображением формы колебаний.

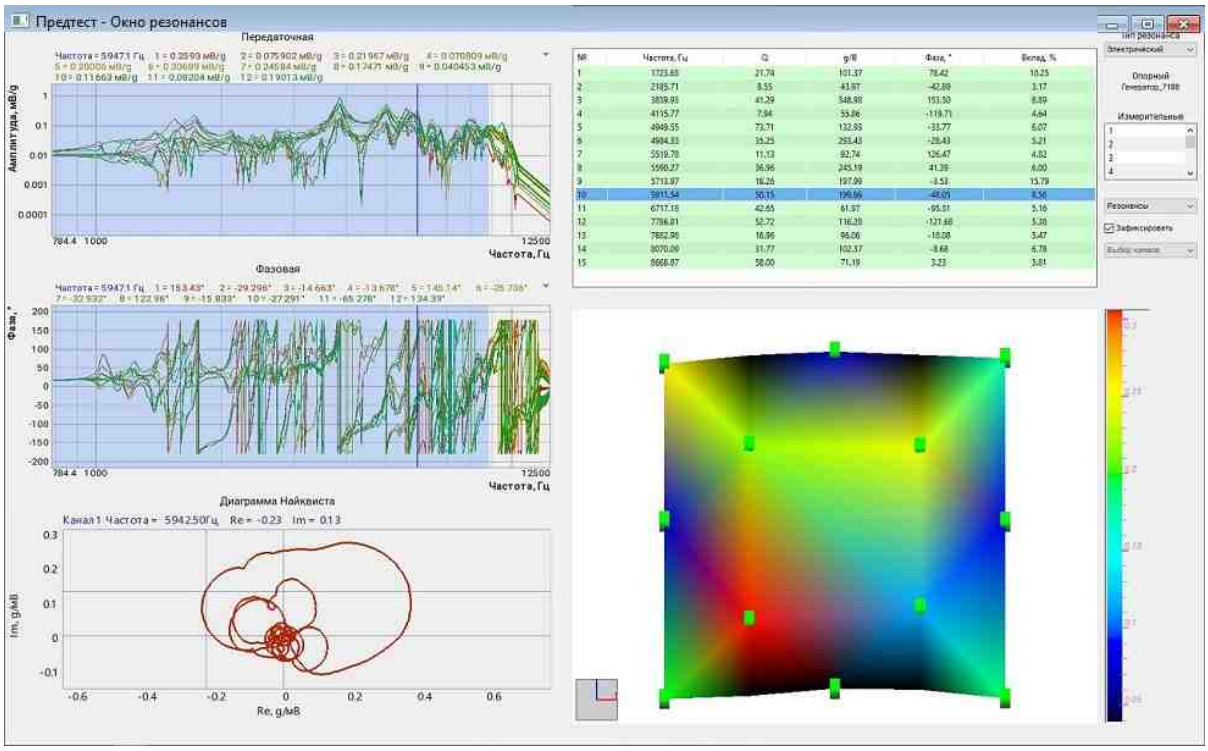


Рис. 8.11 Вид окна программы «Предтест – Окно резонансов»

Примечание! *Для визуализации формы колебаний испытываемого объекта на объекте в точках контроля должны быть расставлены вибропреобразователи в количестве, обеспечивающем необходимый уровень детализации, при этом каждому датчику должны быть назначены координаты с привязкой к общей системе координат и едином масштабу. Например, за центр системы координат может быть принята точка, расположенная в центре поверхности стола вибростенда, направление оси Z*

вертикальное, а оси X и Y ортогональны друг к другу и направлены по расположению объекта на столе вибростенда (оси X вдоль изделия, ось Y - поперек)

Для визуализации формы колебаний можно определить тип резонанса «Электрический» или «Механический». В случае выбора «Электрический» в качестве опорного канала выступает канал генератор. При выборе «Механический» в качестве опорного предлагается использовать один из активных измерительных каналов.

Поле «Измерительные» позволяет активировать и деактивировать те или иные измерительные каналы для визуализации в области трехмерного отображения формы колебаний.

Параметр «Зафиксировать» позволяет строить визуализацию формы колебаний относительно измерительного канала, выбранного в качестве зафиксированного.

Программное обеспечение СУВ после прохождения предтеста позволяет обнаружить большинство ошибок конфигурирования и коммутации элементов и выдать результаты диагностики в виде рекомендаций по их устранению.

Ознакомиться с диагностической информацией можно после прохождения предтеста, для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» следует активировать кнопку *«Рекомендации»*. В открывшемся окне «Рекомендации по каналам» будут отображаться результаты диагностики. На *Рис. 8.12* приведен пример окна «Рекомендации по каналам» с диагностированными ошибками. При нажатии на символ «» в строке с соответствующей ошибкой, откроется справочное окно с подробным описанием ошибки и рекомендациями по ее устранению.

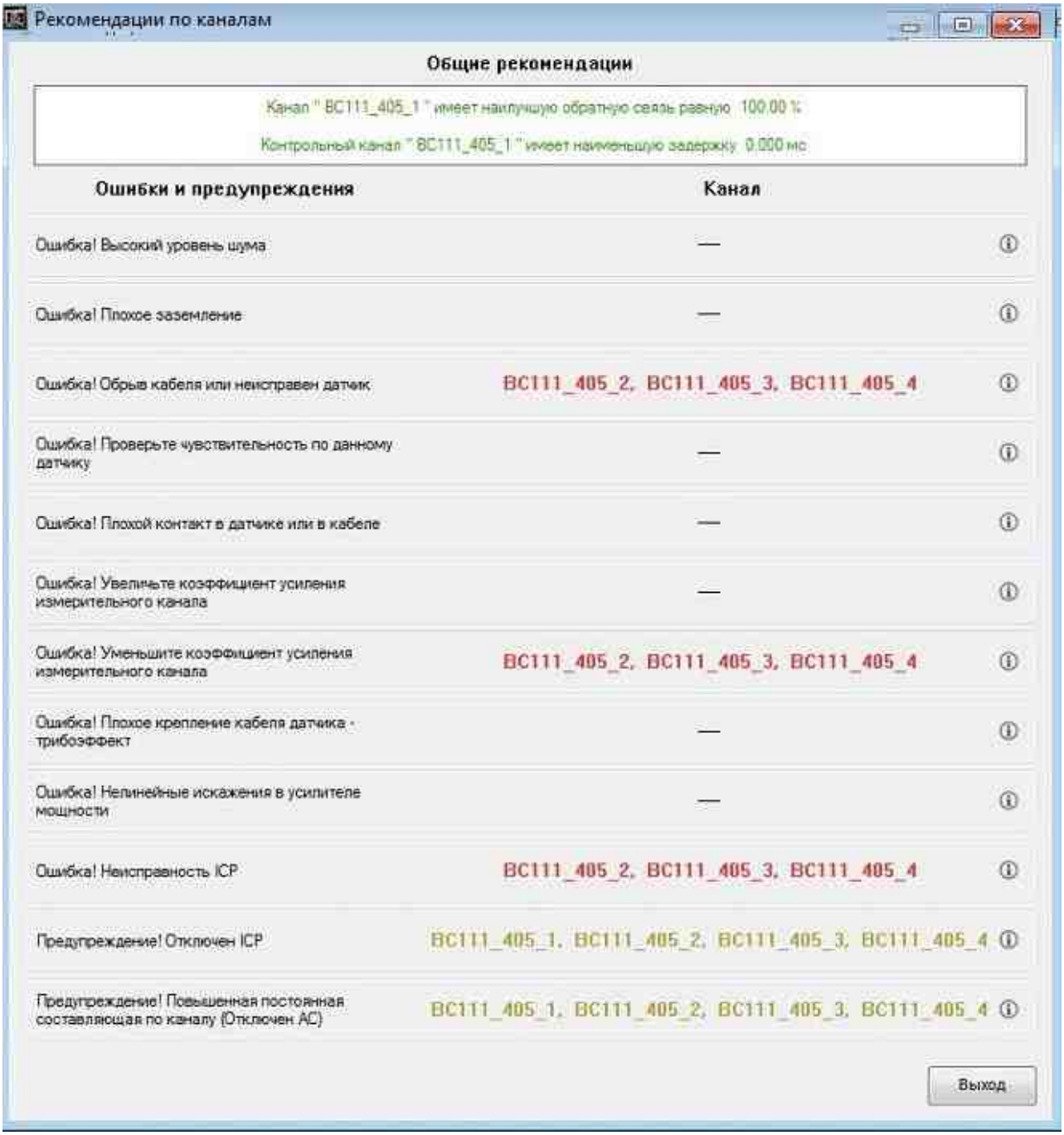


Рис. 8.12 Окно «Рекомендации по каналам»

Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов .....

Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов

Антирезонанс — это явление практически нулевого отклика динамической системы на периодическое внешнее воздействие произвольной амплитуды и является противоположностью резонансу.

Если объяснять простым языком для случая испытаний на гармоническую вибрацию, то мы увеличиваем напряжение выходного сигнала с генератора, а измеряемое ускорение на контрольном датчике практически не изменяется.

Нагляднее всего явление антирезонанса демонстрирует опыт с натянутой струной. При периодическом воздействии на натянутую струну с определённой частотой на струне возникает стоячая волна, которую даже можно разглядеть невооружённым глазом. В зависимости от частоты на струне будет 1 или больше участков колебаний. Точки с максимальной амплитудой колебаний называются “пучностями”, а неподвижные точки “узлами”. Пучности нам демонстрируют эффект резонанса, а узлы - эффект антирезонанса.

О наличии резонансов и антирезонансов можно узнать ещё до начала виброиспытаний по результатам работы программы “Предтест”. На графиках в сетке “Амплитудно-частотная характеристика” резонансам будут соответствовать острые локальные максимумы, а антирезонансам острые локальные минимумы. Более подробно изучить резонансы можно в окне “Поиск резонансов”, которое открывается соответствующей кнопкой.

Лучше всего назначать статус «Контроль» измерительному каналу того датчика, который не имеет никаких пиков, и форма графика больше всего приближена к горизонтальной прямой. Но если графики у всех датчиков в равной мере изрезаны, то можно предпринять следующие действия.

Вариант первый - переместите датчик.

Если датчик всего один, то можно попробовать найти более оптимальное место установки. Чаще всего датчики ставят сверху на испытуемое изделие или на оснастку и выбирают место ближе к центру, потому что так удобнее и быстрее всего крепить датчик. Но в этом случае мы гарантированно получим максимально “изрезанную” АЧХ.

Лучшая точка для крепления контрольного датчика — это подвижная часть вибростенда. Если испытуемое изделие с оснасткой не занимает всю поверхность подвижной части, то установите контрольный датчик на подвижную часть вибростенда.

Если непосредственно на подвижную часть вибростенда датчик установить не получается, то его нужно попытаться установить на оснастку или расширительный стол, желательно как можно ближе к оси вибростенда или к болтам, которыми расширительный стол или оснастка крепится к вибростенду. В этих точках жёсткость конструкции максимальна, что теоретически поможет избежать проблем в области низких и средних частот.

Если датчик должен стоять сверху, то лучше всего его установить в углу оснастки или близко к крепежам, которые удерживают изделие или оснастку.

К сожалению, реальность слишком многообразна и точку с хорошей АЧХ, возможно, найти не удастся.

На рисунках (*Рис. 8.13*…*Рис. 8.15*) приведены графики АЧХ для датчиков, установленных на самом краю испытываемого объекта (измерительный канал «1») и в центре (измерительный канал «6»).

Видно, что АЧХ датчика, установленного в центре, имеет меньшую изменчивость, чем у датчика, установленного на краю. АЧХ датчика №1 (измерительный канал «1») изменяется в указанном диапазоне частот примерно в 1000 раз (60 дБ), а у датчика №6 (измерительный канал «6») изменяется всего в 5 раз (14 дБ). Таким образом провести испытания с контролем по датчику №6 гораздо проще чем по датчику №1.



Рис. 8.13 Результаты предтеста для датчика, установленного на краю испытываемого объекта

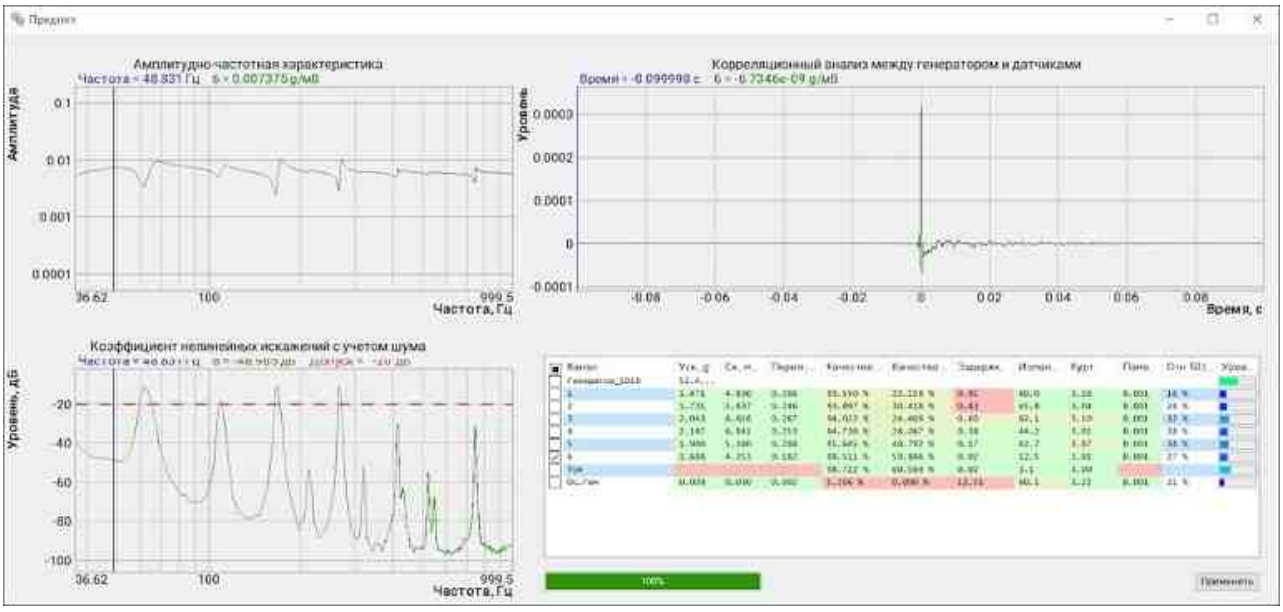


Рис. 8.14 Результаты предтеста для датчика, установленного в центре

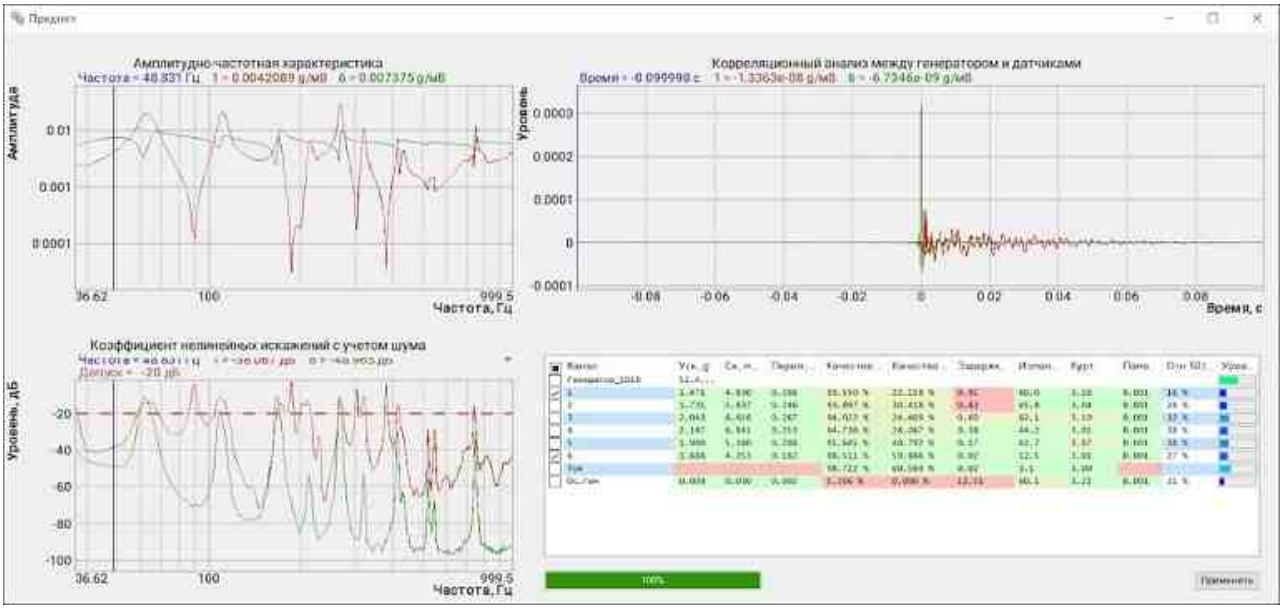


Рис. 8.15 Сравнение результатов предтеста для двух датчиков, установленных в разных местах.

Вариант второй - контроль по нескольким датчикам.

Если есть возможность использовать несколько датчиков, то можно использовать во время испытаний режим контроля по нескольким контрольным датчикам. В этом случае, когда один из датчиков попадёт в область антирезонанса и будет показывать значение близкое к нулю, другие датчики покажут ненулевые результаты и по ним можно удержать амплитуду колебаний на заданном уровне. Для этого тоже важно правильно выбрать места установки датчиков, но критерий выбора будет гораздо легче. Достаточно чтобы у всех использованных датчиков не совпадали частоты антирезонансов.

На рисунке (*Рис. 8.16*) видно, что выбор статуса «Контроль» для измерительных каналов «1» и «4» для диапазона частот от 270 до 330 Гц является неудачным так как в этой области резонансы и антирезонансы у них совпадают.

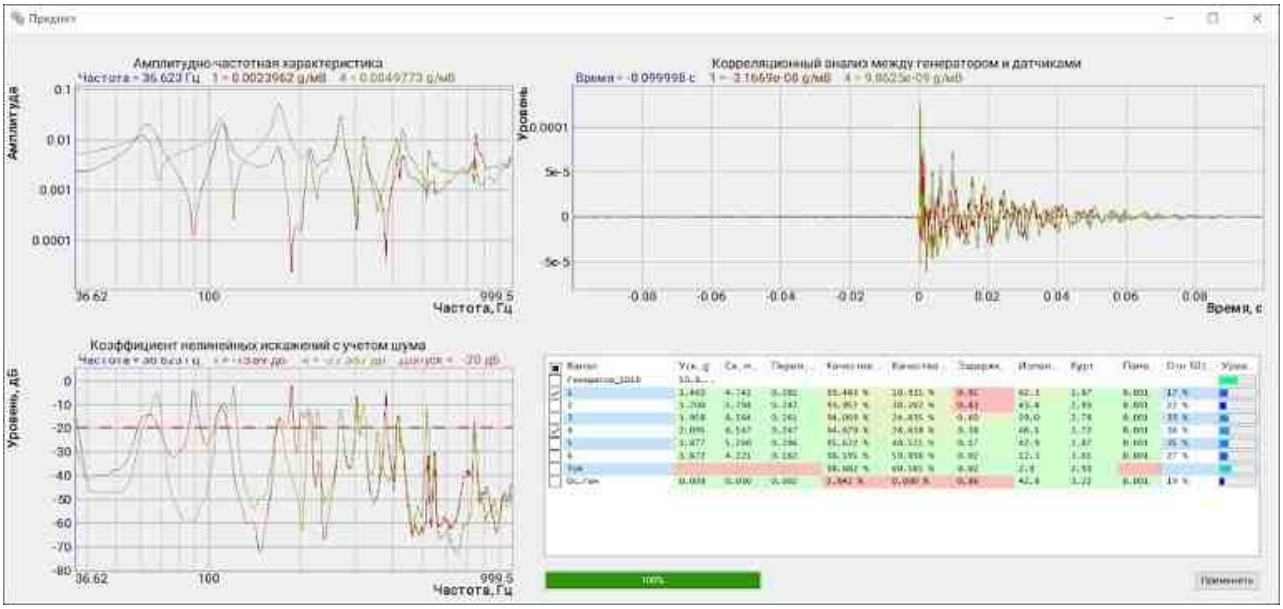


Рис. 8.16 Результаты предтеста по двум датчикам, установленным в неудачных местах

Проверить правильность выбора датчиков можно в редакторе профиля на вкладке “Предпросмотр”, где можно увидеть, как будут выглядеть графики ускорения по задействованным каналам, а также посмотреть на график ожидаемого напряжения (*Рис. 8.17*). Если на графике ожидаемого напряжения есть острый максимум, превышающий допустимое максимальное значение напряжения на входе вибростенда, то испытания провести не удастся.

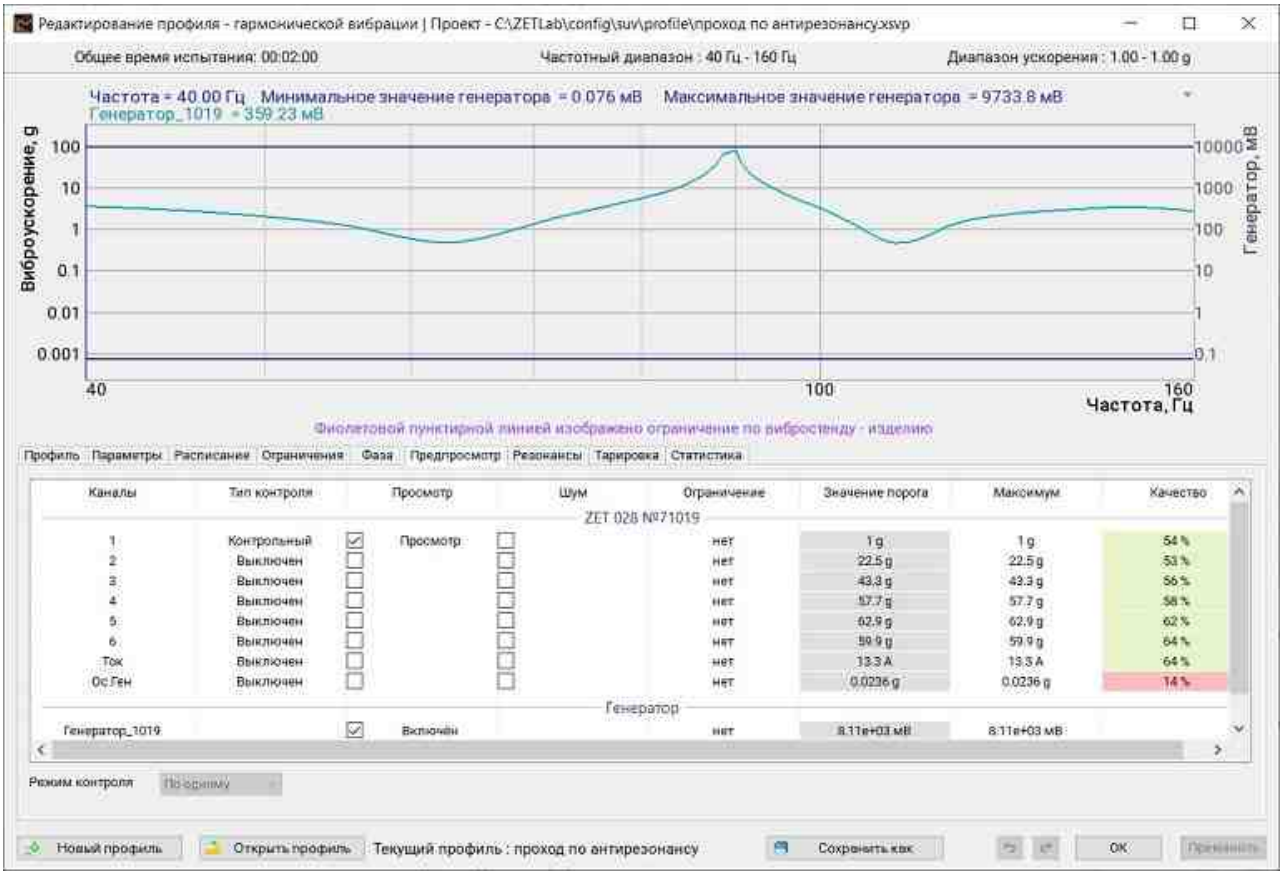


Рис. 8.17 График ожидаемого напряжения на выходе, при статусе «Контроль» на измерительном канале «1»

По рисунку (*Рис. 8.17*) видно, что в частотном диапазоне профиля испытаний датчик, соответствующий измерительному каналу «1» имеет антирезонанс на частоте 90 Гц, и при его прохождении контроллер будет выдавать напряжение более 8 вольт. Если добавить канал измерительный канал «4» как второй контрольный, то при прохождении всего профиля напряжение на выходе составит не более 330 мВ (*Рис. 8.18*).

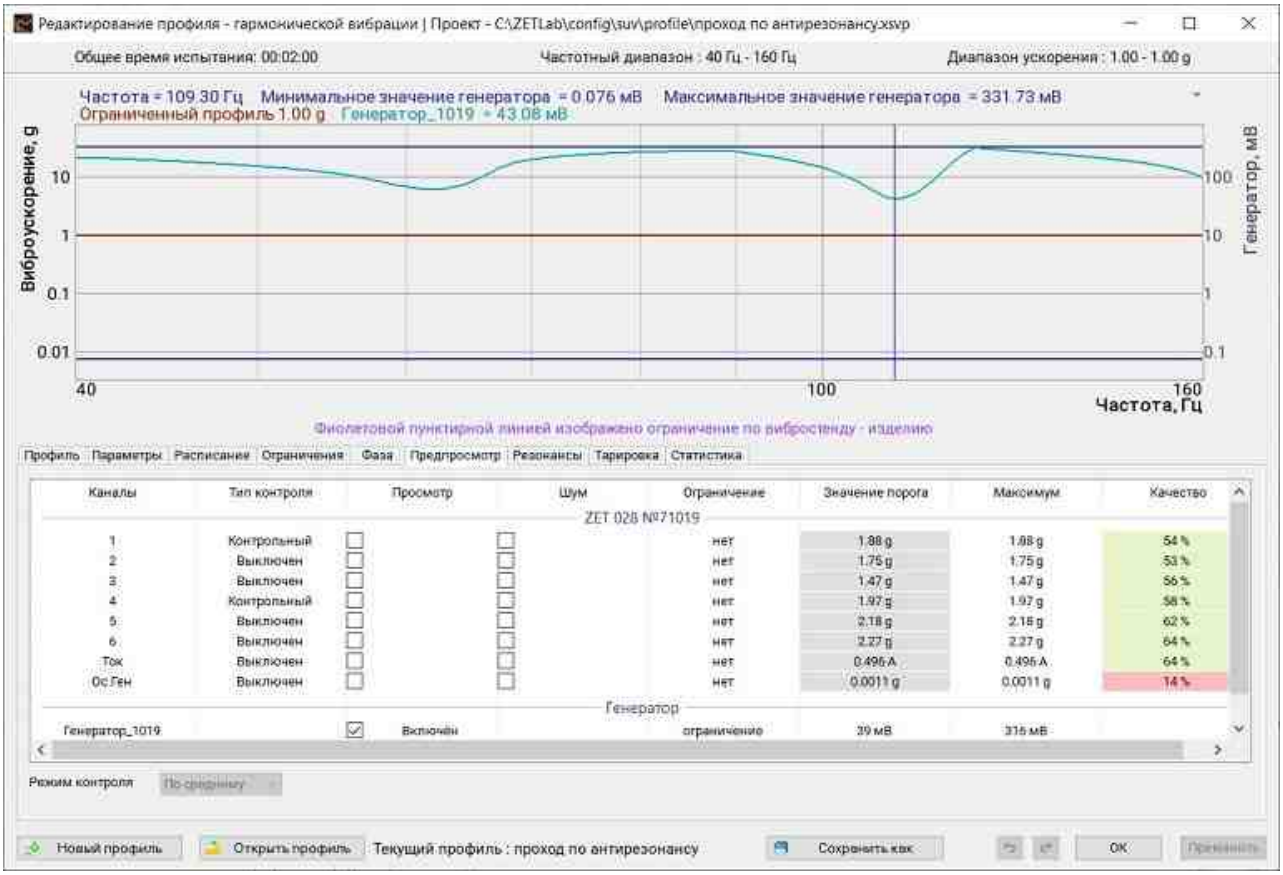


Рис. 8.18 График ожидаемого напряжения на выходе, при статусе «Контроль» по среднему значению на измерительных каналах «1» и «4»

Результат испытаний (*Рис. 8.19*) соответствует предварительному расчёту - ожидаемый график напряжения соответствует реальному, достигая ограничения напряжения в 336 мВ.

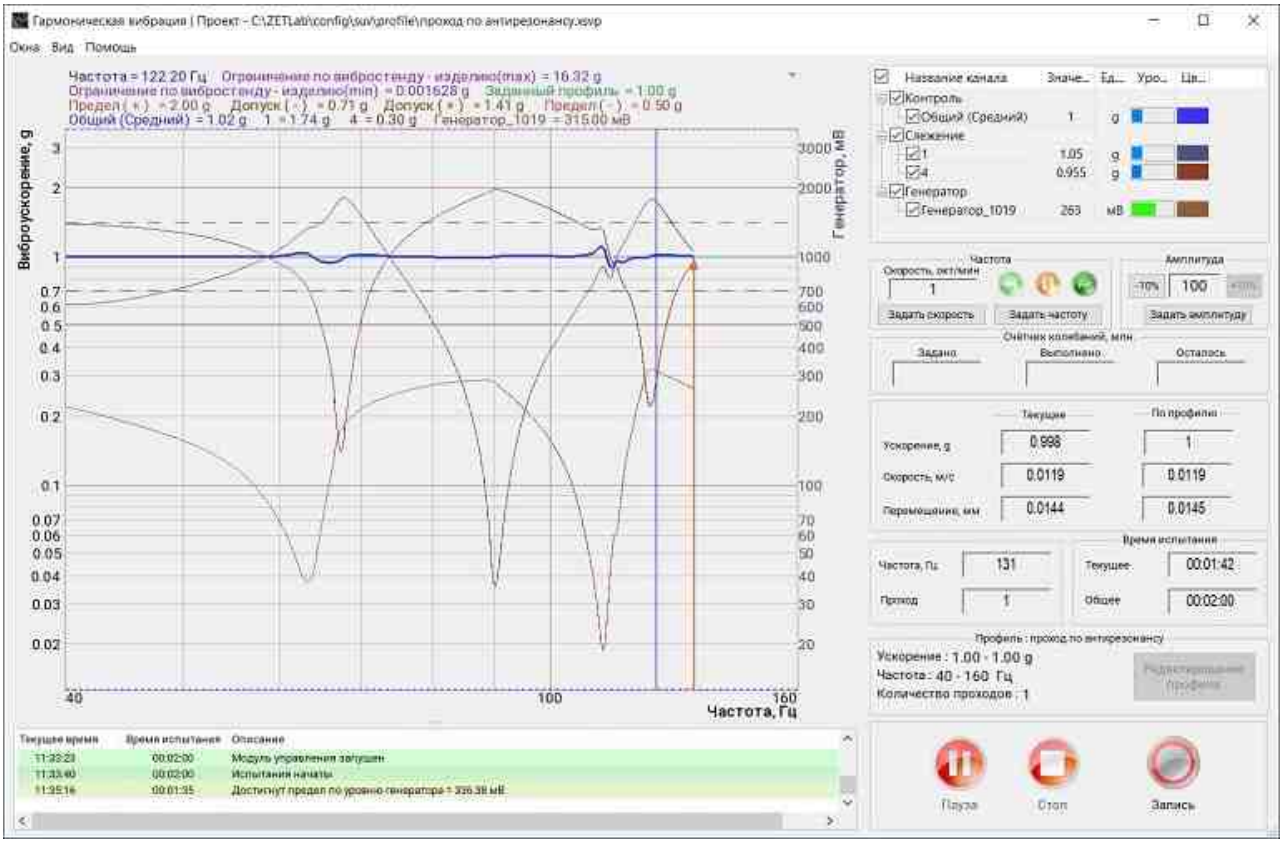


Рис. 8.19 Прохождение виброиспытаний при работе контрольного канала по среднему значению, сформированному от измерительных каналов «1» и «4»

Примеры к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины

Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения

Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины .....

Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины

Требуется определить параметры (частота, добротность) резонансов лопатки турбины, закрепленной на столе вибростенда с использованием акселерометра (в примере задействован акселерометр с ICP и чувствительностью 10.11 мВ/g), установленного на кронштейне для крепления лопатки. Поиск необходимо произвести в частотном диапазоне от 10 Гц до 1000 Гц. Масса лопатки с учетом кронштейна для крепления составляет 1 кг.

Для решения данной задачи необходимо.

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Параметры вибростенда».

В окне программы «Параметры вибростенда» для параметра «Частотный диапазон» следует задать граничные значения «10» и «1000» (*Рис. 8.20*) и чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

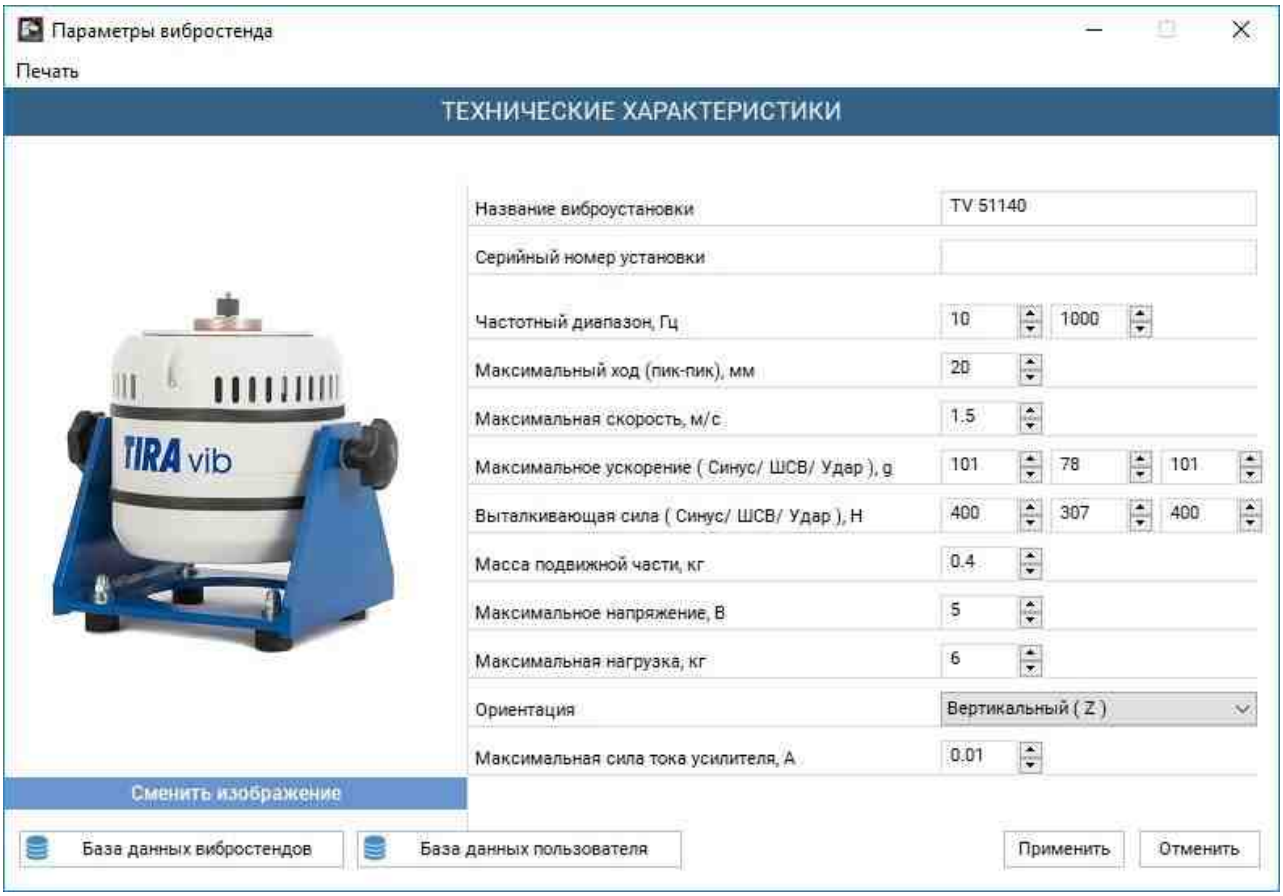


Рис. 8.20 Окно «Параметры вибростенда»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Параметры изделия».

В окне программы «Параметры изделия» для параметра «Масса изделия» указать значение массы лопатки с учетом массы оснастки для ее крепления (*Рис. 8.21*), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

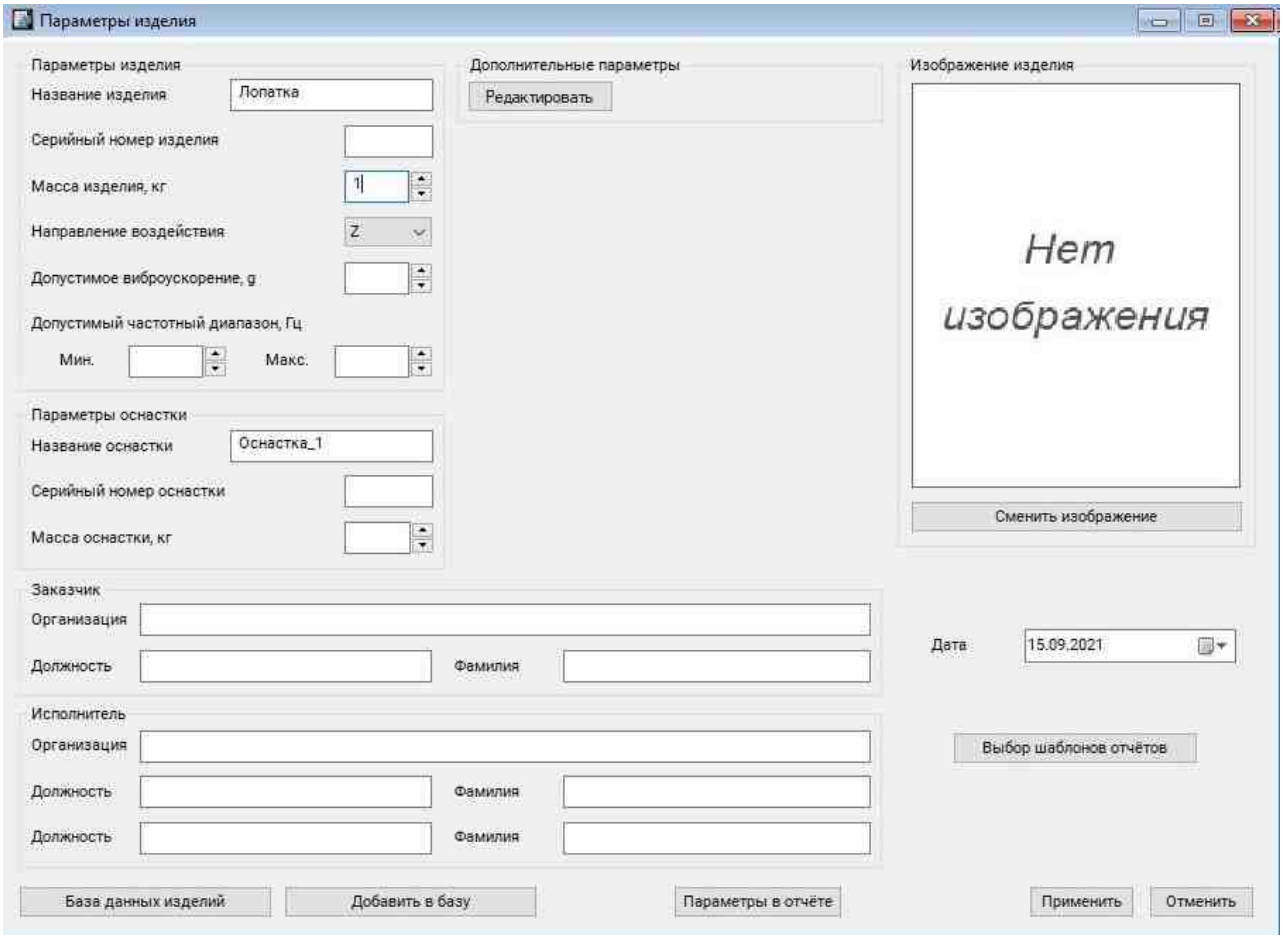


Рис. 8.21 Окно «Параметры изделия»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Диспетчер устройств и каналов».

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» (*Рис. 8.22*) активировать идентификатор измерительного канала с подключенным акселерометром (в примере «Accel») и в окне «Свойства» (*Рис. 8.23*) выполнить настройку измерительного канала в соответствии с параметрами подключенного акселерометра.

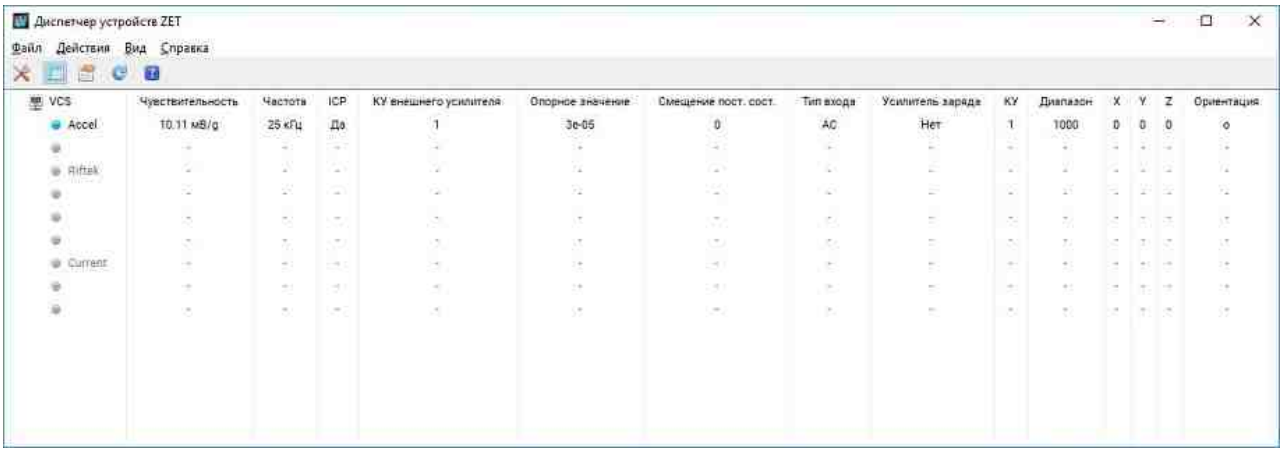


Рис. 8.22 Окно «Диспетчер устройств ZET»

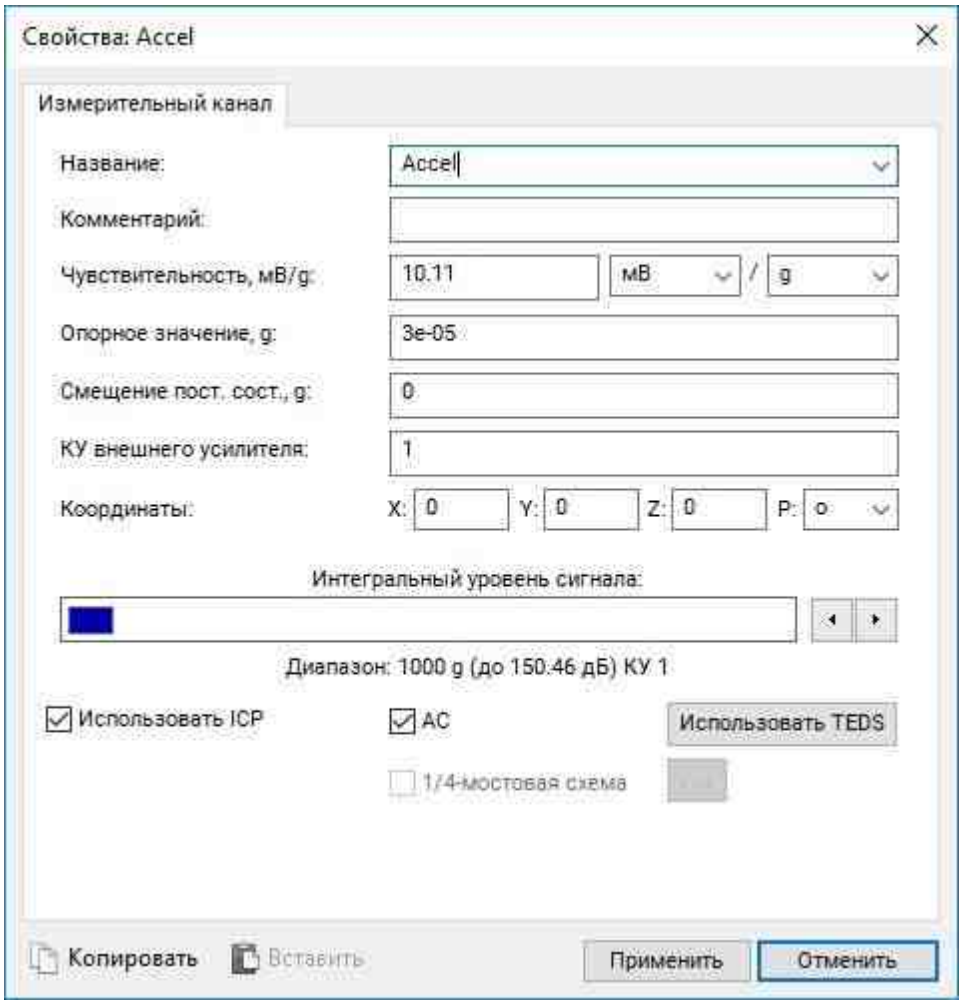


Рис. 8.23 Окно «Свойства»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Предтест и поиск резонансов».

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) активировать кнопку «Настройка» и установить параметры проведения предтеста в соответствии с рисунком (*Рис. 8.25*), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения настроек.

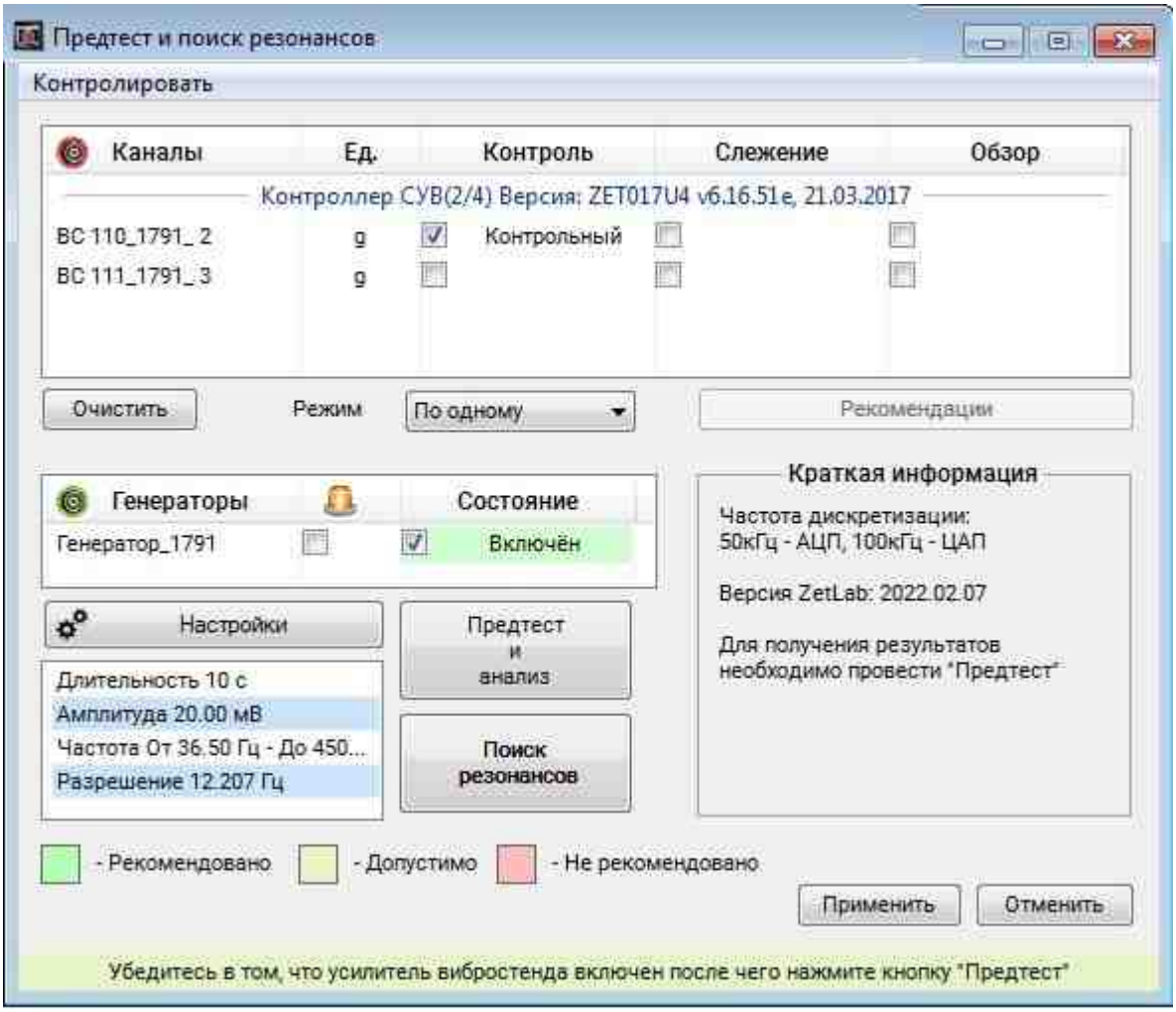


Рис. 8.24 Окно «Предтест и поиск резонансов»

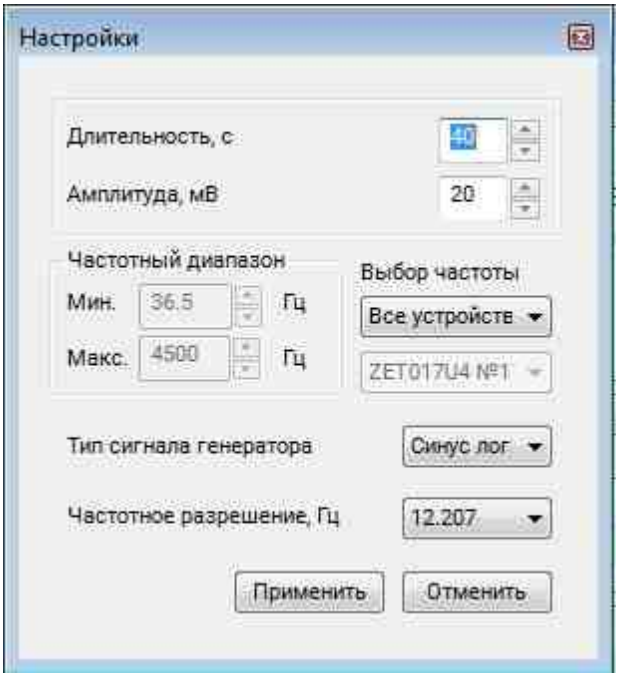


Рис. 8.25 Окно «Настройки»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) активировать кнопку «Предтест», дождаться результатов предтеста по его завершению (*Рис. 8.26*), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения результатов предтеста.

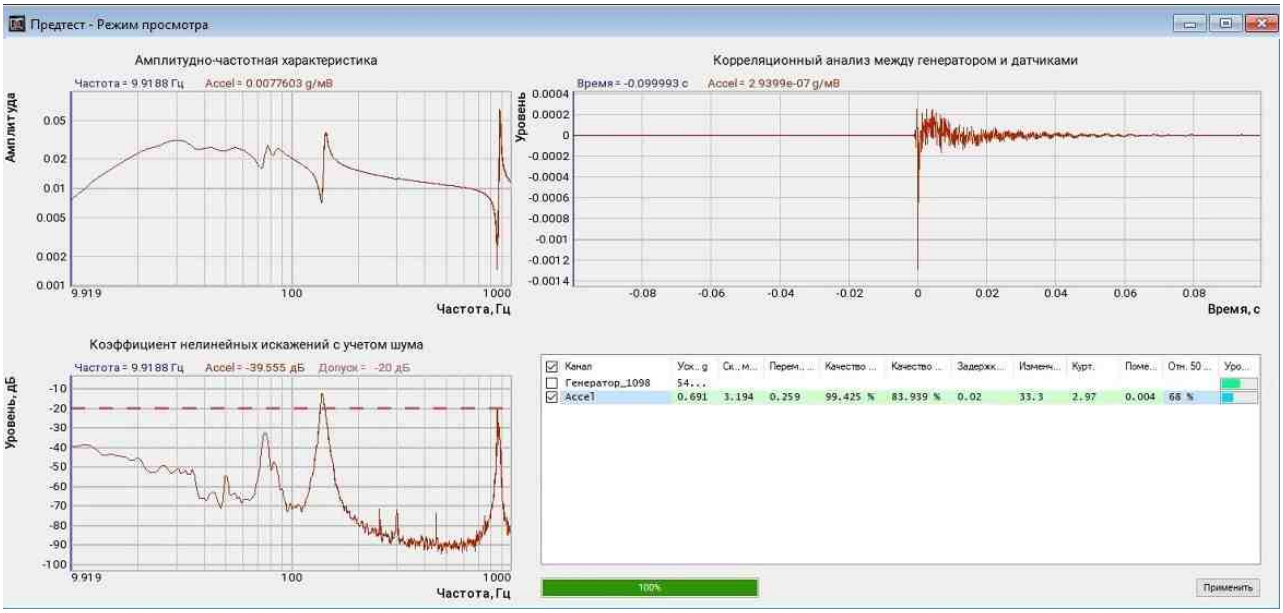


Рис. 8.26 Окно «Предтест»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) активировать кнопку «Резонансы» и в окне «Предтест - Окно резонансов» (*Рис. 8.27*) установить для параметра «Тип резонанса» значение «Электрический», а в поле «Измерительные» название контролируемого измерительного канала (в примере «Accel»).

В окне «Предтест - Окно резонансов» на графике «Передаточная» отмечены зарегистрированные резонансы, а в таблице справа приведены зарегистрированные параметры для каждого из них.

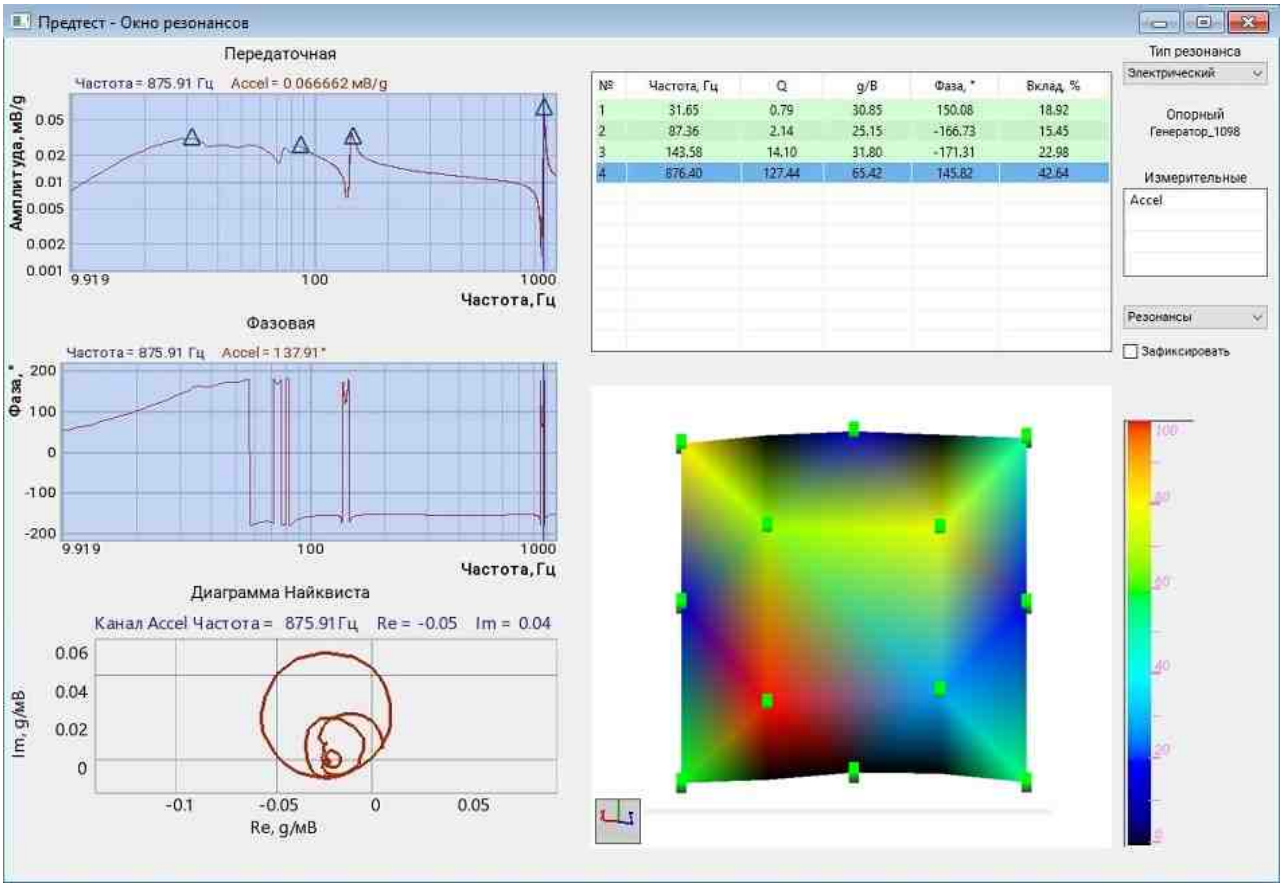


Рис. 8.27 Окно «Предтест – Окно резонансов»

Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения .....

Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения

Контроль формы колебаний может быть выполнен при условии достаточного для визуализации количества измерительных каналов. В рассматриваемом примере на поверхности расширительного стола вибростенда установлено 12 акселерометров, измерительные каналы которых настроены согласно примеру, приведенному в разделе 7.7.1

Для решения поставленной задачи необходимо выполнить следующие действия.

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Параметры вибростенда».

В окне программы «Параметры вибростенда» выбрать тип задействованного вибростенда.

В окне программы «Параметры изделия» (*Рис. 8.28*) для параметра «Масса изделия» указываем суммарную массу установленных акселерометров, для параметра «Масса оснастки» указываем массу стола расширения (в примере 0,7 кг).

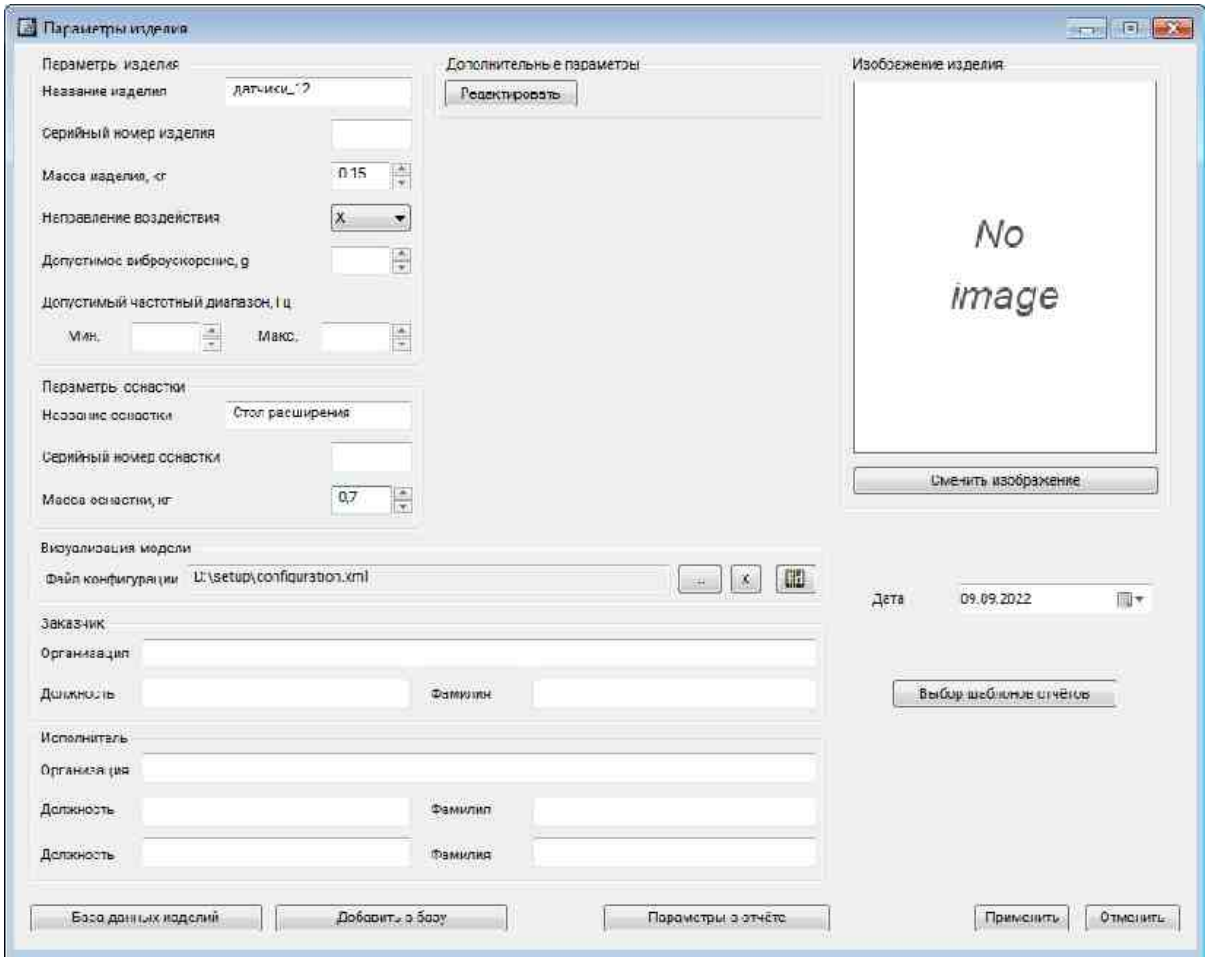


Рис. 8.28 Окно «Параметры изделия»

Далее в поле «Визуализация модели» следует активировать кнопку при этом будет открыто окно «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.29*) в котором необходимо определить схему расстановки акселерометров.

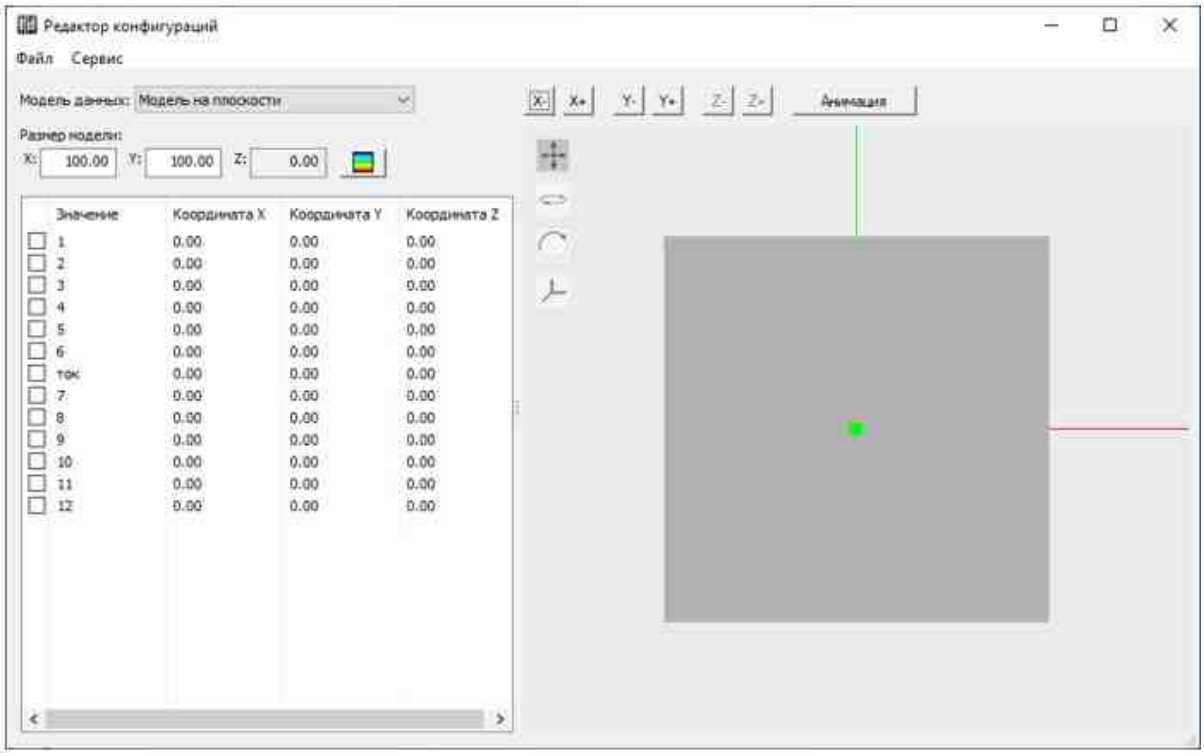


Рис. 8.29 Окно «Редактор конфигураций»

В окне «Редактор конфигураций» для параметра «Модель данных» выбрать значение «Модель на плоскости», указать для параметра «Размер модели» значения с учетом габаритов стола расширения после чего в таблице для каждого измерительного канала (в примере «1» … «12») задать значения координат (X и Y) расположения акселерометров на поверхности стола расширения (*Рис. 8.30*).

Примечание: *для «Модели на плоскости» координата Z всегда имеет нулевые значения.*

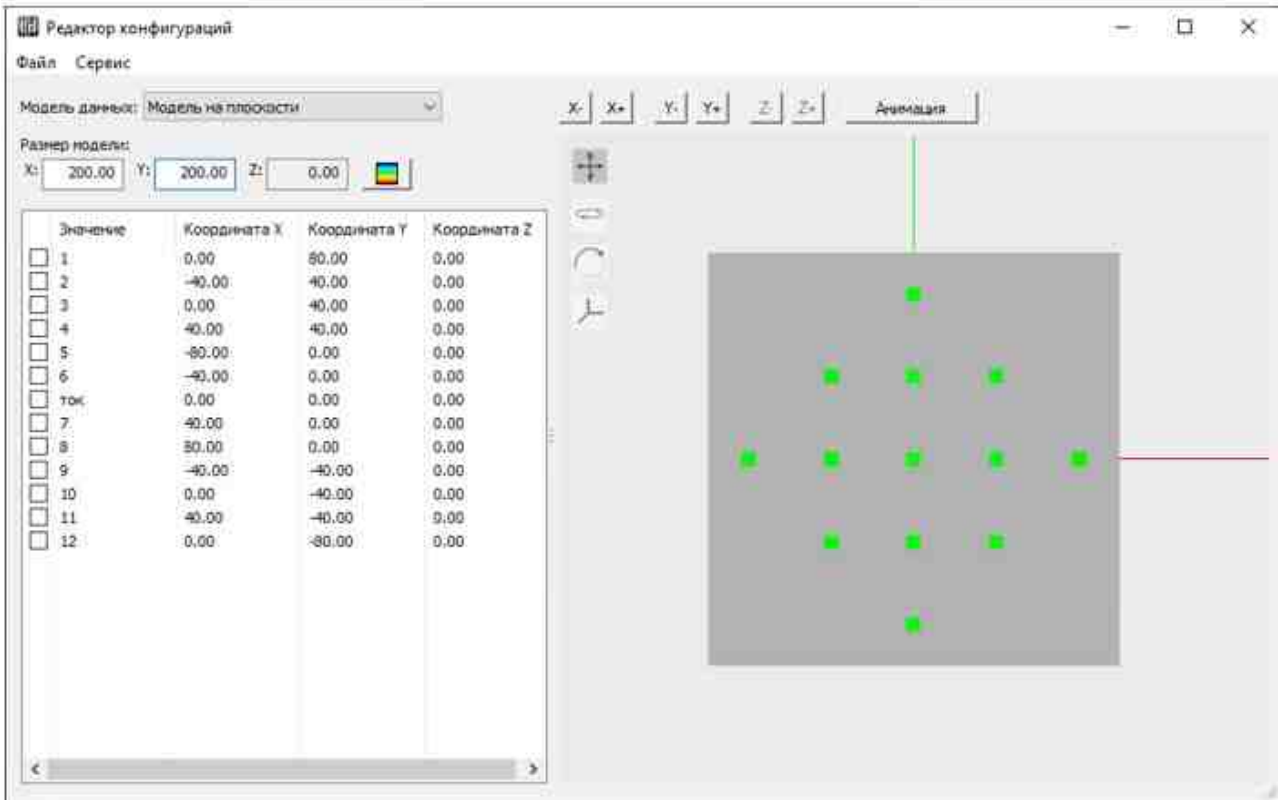


Рис. 8.30 Окно «Редактор конфигураций»

Примечание: *для визуализации форм колебаний не важны абсолютные значения габаритов исследуемого объекта, поэтому значения координат могут задаваться в любых единицах измерения «мм», «см», «м» при условии сохранения пропорций координат установки на исследуемом объекте*

Для корректировки списка измерительных каналов, задействованных в контроле за формой колебаний необходимо в списке меню «Сервис» (*Рис. 8.31*), окна «Редактор конфигураций», активировать «Фильтр каналов» и в соответствующем окне программы (*Рис. 8.32*) отметить в чекбоксах те измерительные каналы, которые необходимы для визуализации.

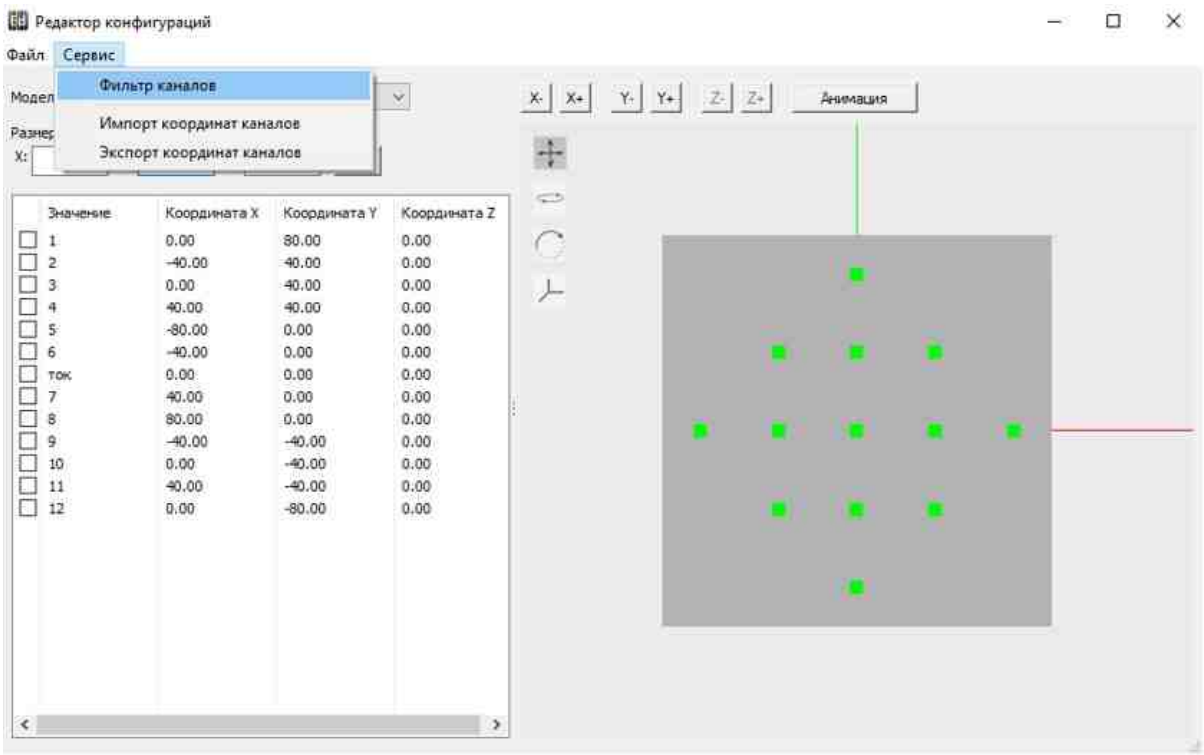


Рис. 8.31 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»



Рис. 8.32 Окно «Фильтр каналов»

Примечание: *в меню «Сервис» окна «Редактор конфигураций» программа «Импорт координат каналов» позволяют выполнить сохранение координат измерительных каналов в контроллеры, к которым эти каналы относятся, а программ «Экспорт координат каналов» - считывания координат измерительных из контроллеров в редактор*

По умолчанию контур модели на плоскости определяется прямоугольником с соотношением сторон, заданным параметрами в поле «Размер модели» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.30*).

В рассматриваемом примере стол расширения имеет круглую форму. Для того чтобы перейти от прямоугольной формы модели к круглой в окне окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.30*) следует активировать кнопку «  » после чего в открывшемся окне «Форма модели» (*Рис. 8.33*) следует активировать поле «  » и в открывшемся окне «Открытие» (*Рис. 8.34*):

1) выбрать Форму модели из представленных шаблонов: квадрат, круг, шестиугольник или треугольник.

2) указать на путь к подготовленному в формате «bmp» файлу, содержащему контур изделия (в рассматриваемом примере – круг в файле «circle.bmp»).

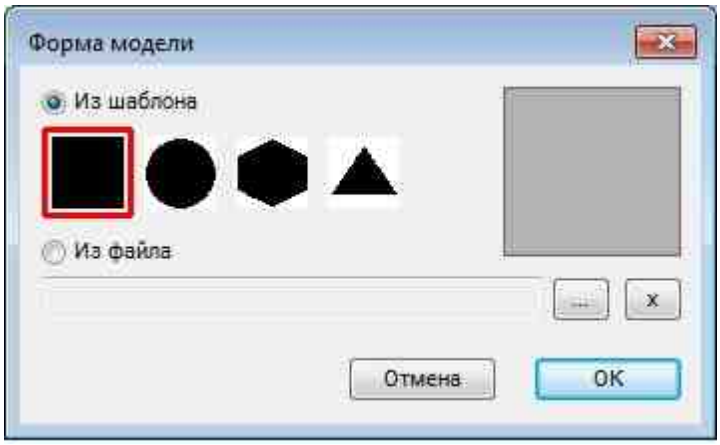


Рис. 8.33 Окно «Форма модели»

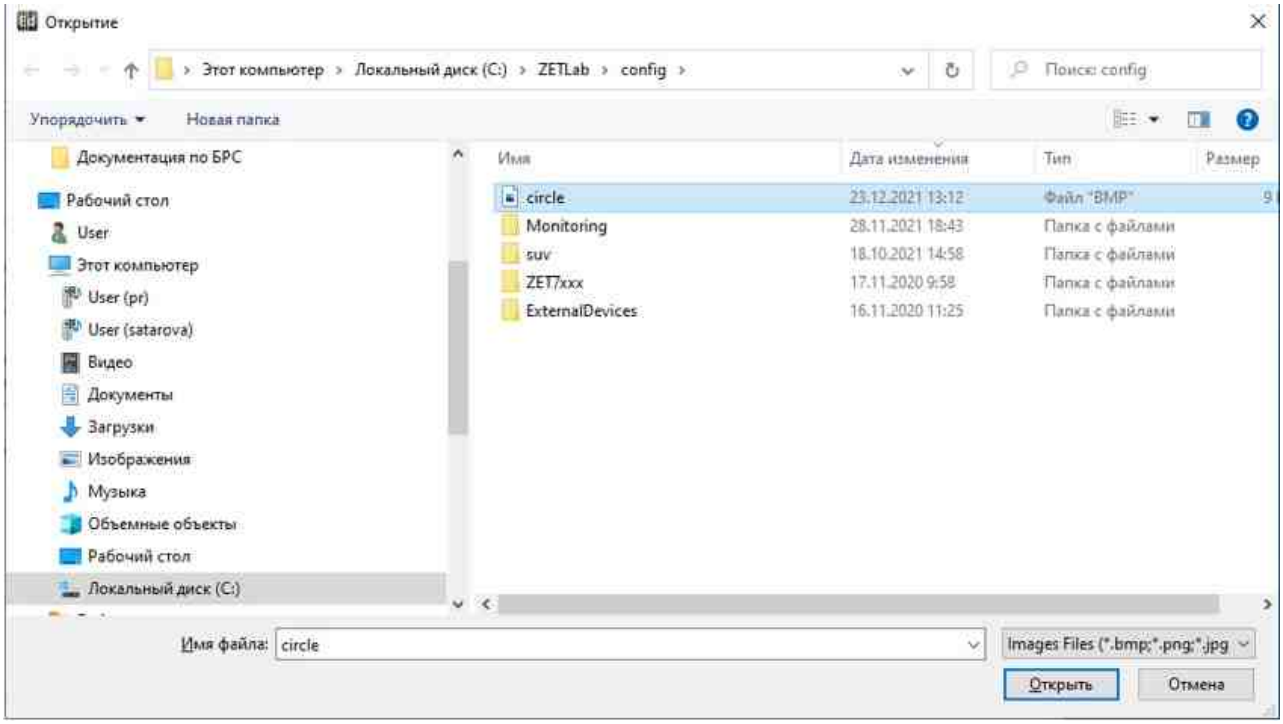


Рис. 8.34 Окно «Открытие»

После активации кнопки «Открыть» в окне «Открытие» (*Рис. 8.34*) в окне «Форма модели» будет визуализирован контур модели (*Рис. 8.35*).

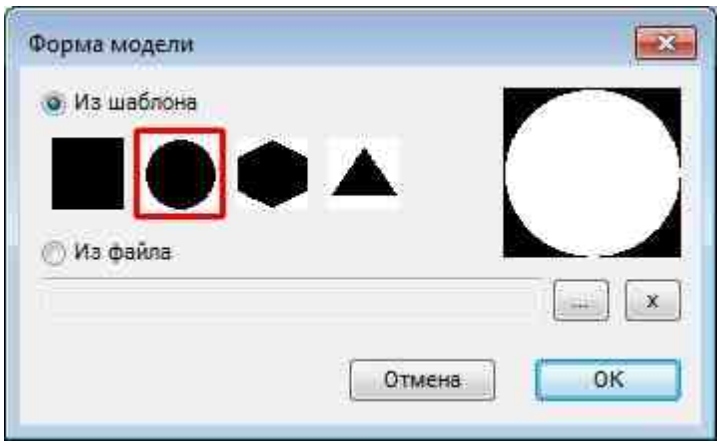


Рис. 8.35 Окно «Форма модели» с выбранным контуром

В результате редактирования в окне «Редактор конфигураций» будет визуализирована заданная форма поверхности исследуемого объекта с отображением мест установки акселерометров (*Рис. 8.36*).

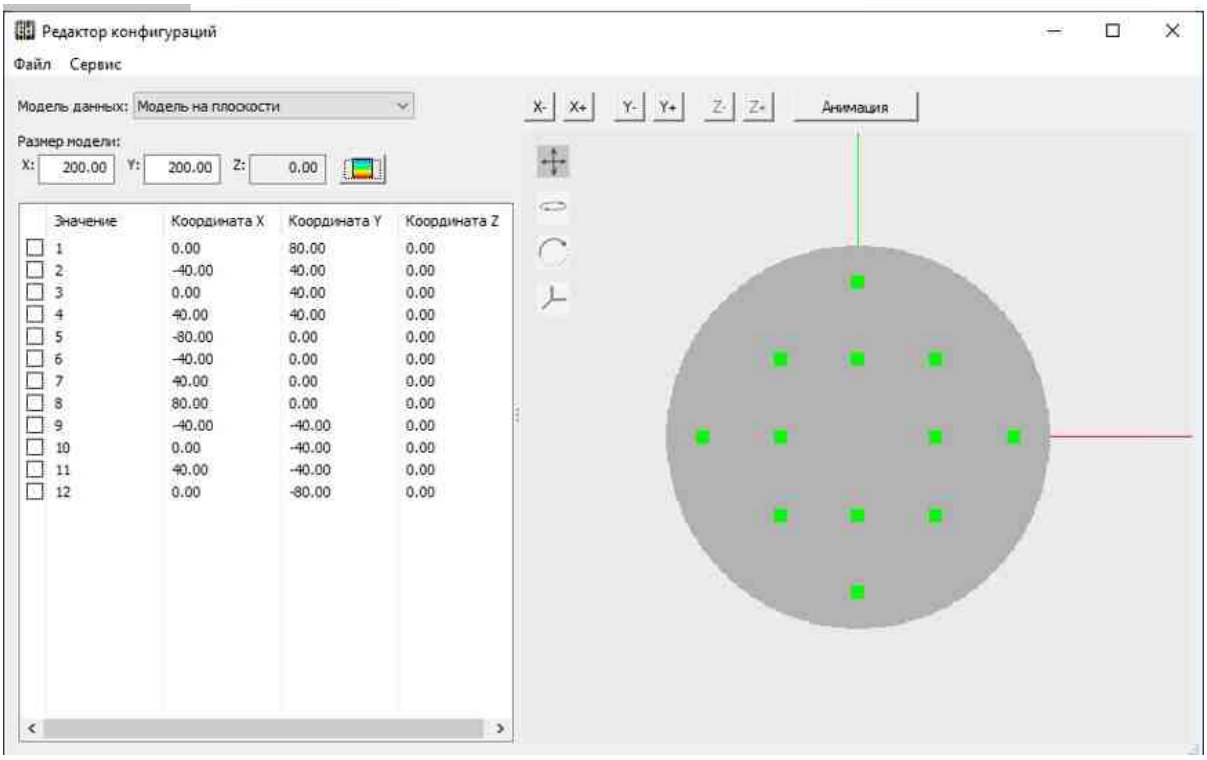


Рис. 8.36 Окно «Редактор конфигураций»

После завершения редактирования конфигурации следует сохранить файл конфигурации для этого в списке меню «Файл» (*Рис. 8.31*) необходимо активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (*Рис. 8.37*) указать путь и имя сохраняемого файла.

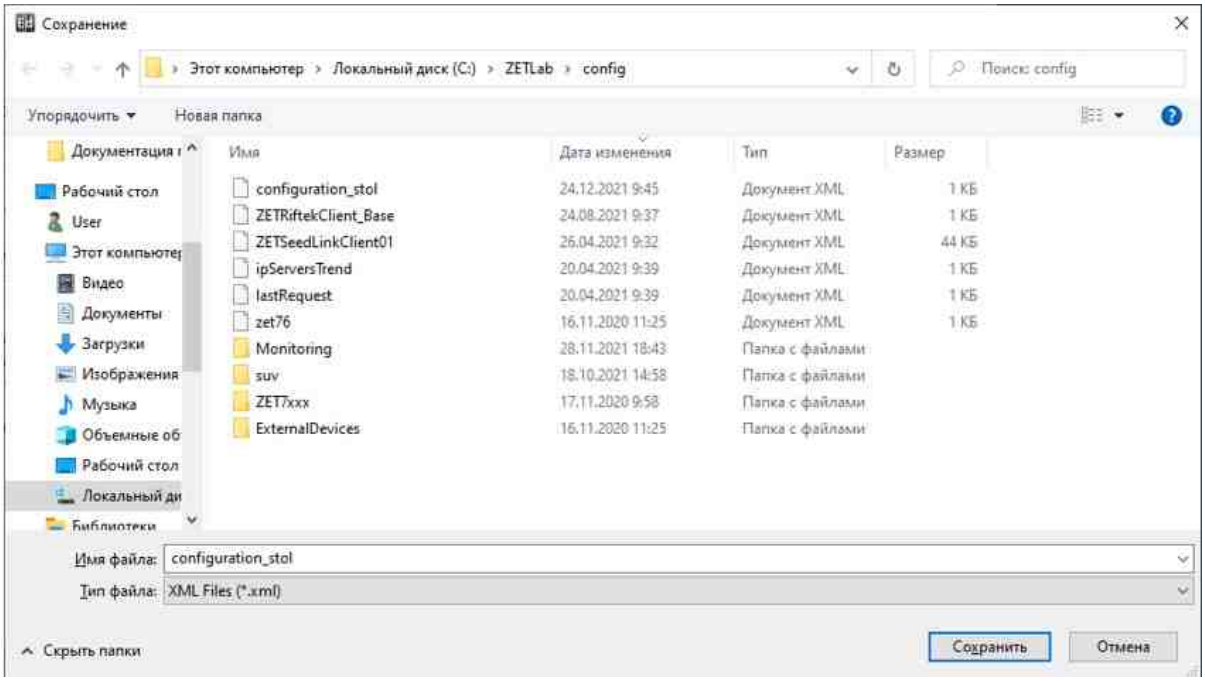


Рис. 8.37 Окно «Сохранение»

В окне «Параметры изделия» (*Рис. 8.38*) также следует активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенной информации.

Перед тем как приступить к просмотру форм колебаний необходимо провести «Предтест». Для этого на панели СУВ (*Рис. 4.1*), активировать кнопку «Предтест и поиск резонансов».

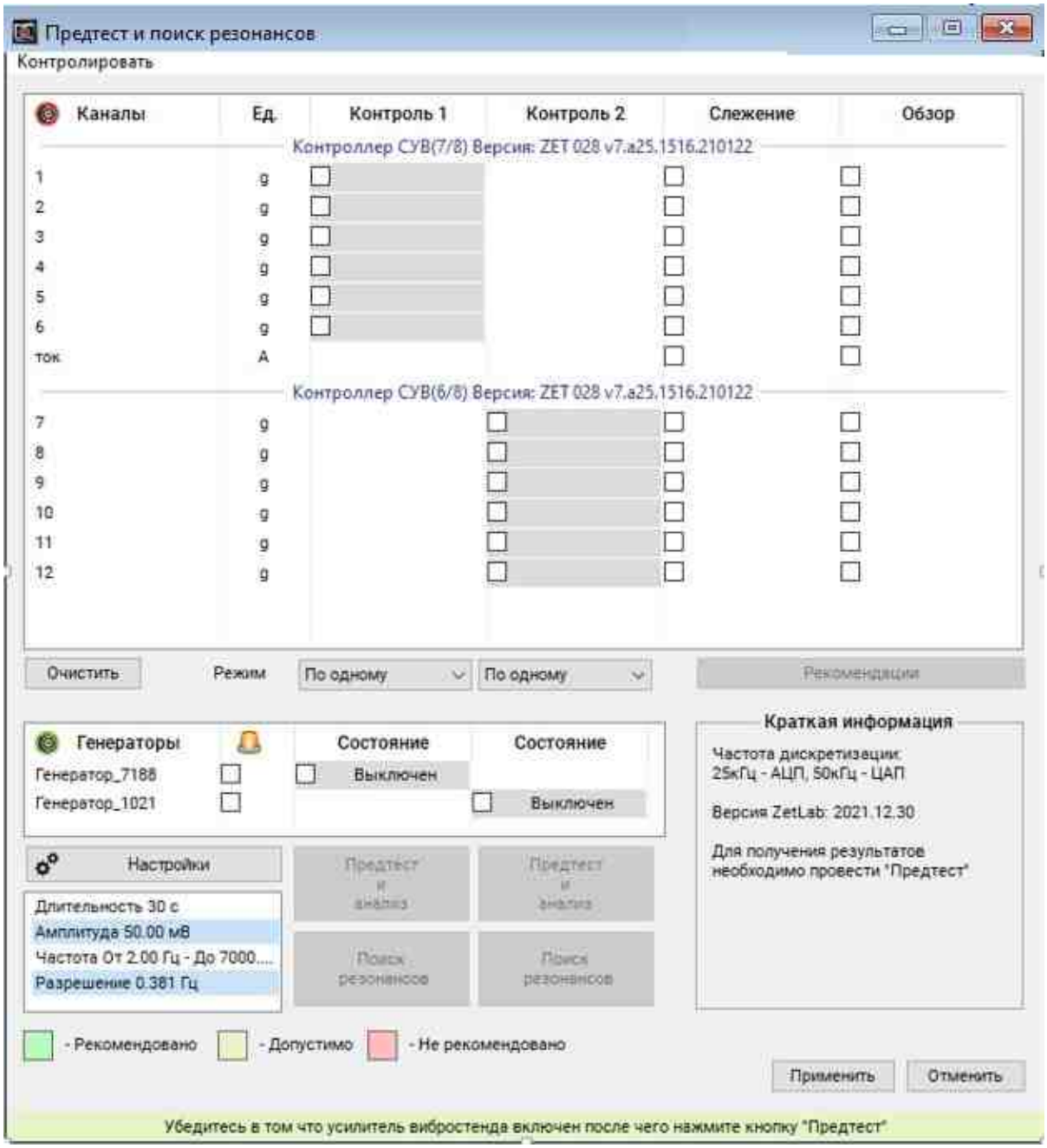


Рис. 8.38 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для настройки параметров предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» следует активировать кнопку «Настройка» и установить значения «Длительность» и «Амплитуда» (типовые значения соответственно 50 с и 50 мВ), а также «Частотный диапазон» и «Частотное разрешение». Частотный диапазон определяет частотную область, в которой будет возможен контроль форм колебаний, а частотное разрешение – степень детализации спектра сигнала в частотной области.

***Примечание**: В рассматриваемом примере исследуется весь частотный диапазон для используемого типа вибростенда 2 Гц…. 7000 Гц, с детализацией спектра 0,38147 Гц*

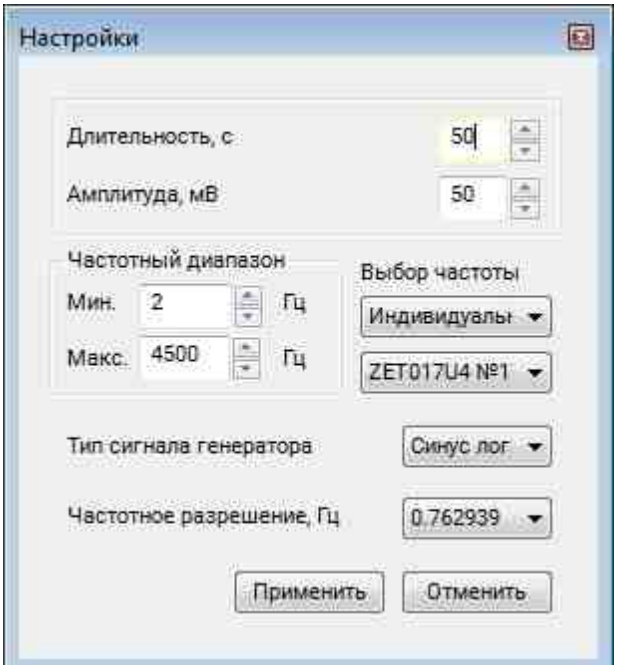


Рис. 8.39 Окно «Настройка»

Активация кнопки «Применить» в окне «Настройки» сохранит внесенные изменения.

Далее в окне программы «Предтест и поиск резонансов» следует перевести состояние генератора контроллера СУВ в состояние «Включено» (*Рис. 8.40*) после чего активировать соответствующую кнопку «Предтест и анализ» для выполнения предтеста.

***Примечание**: В рассматриваемом примере задействовано два контроллера СУВ, канал генератора активируется только для того контроллера СУВ, выход которого*

подключен к усилителю вибростенда

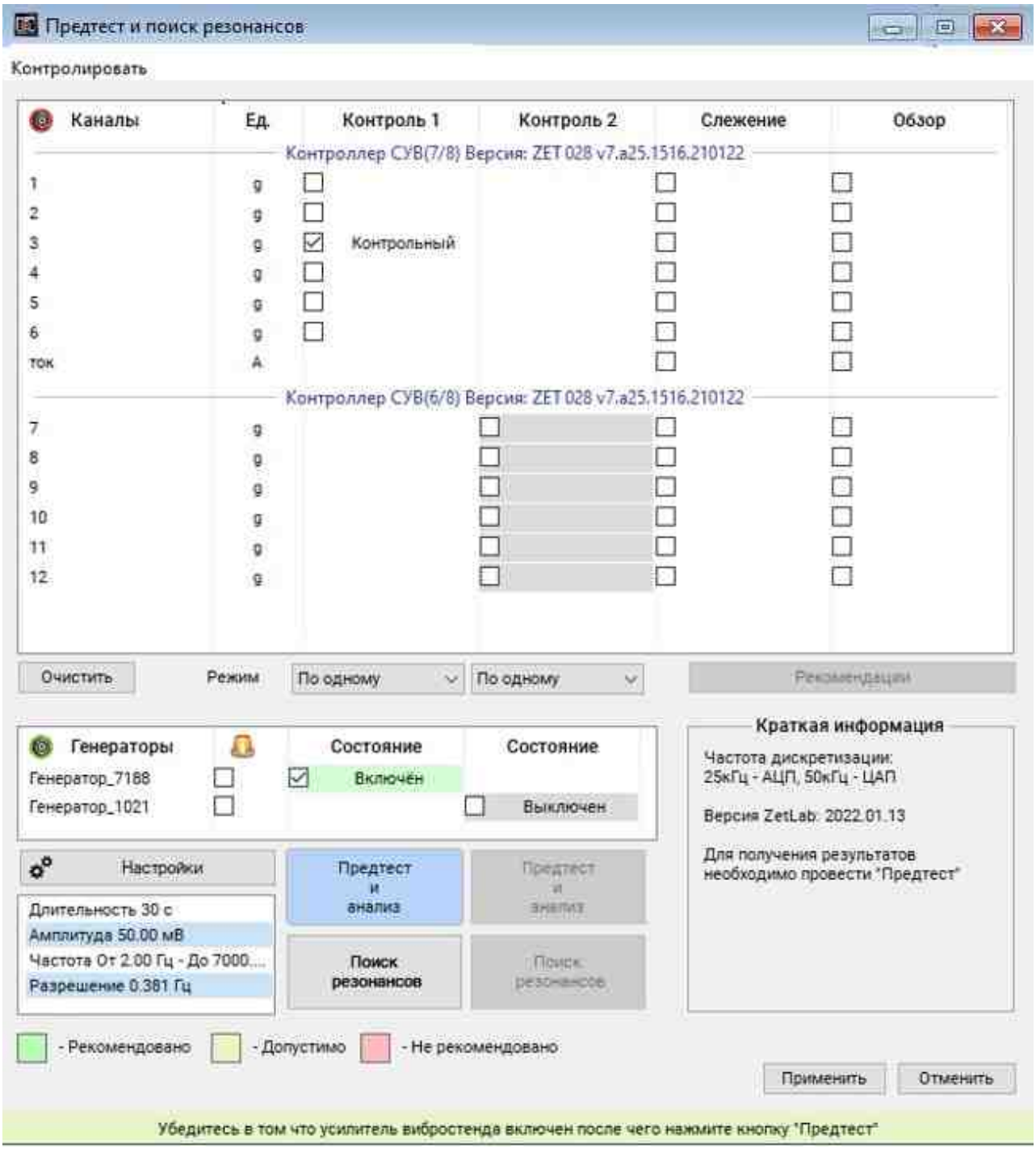


Рис. 8.40 Окно «Предтест и поиск резонансов»

По завершению выполнения предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 8.41*) следует активировать кнопку «Применить» для сохранения его результатов.

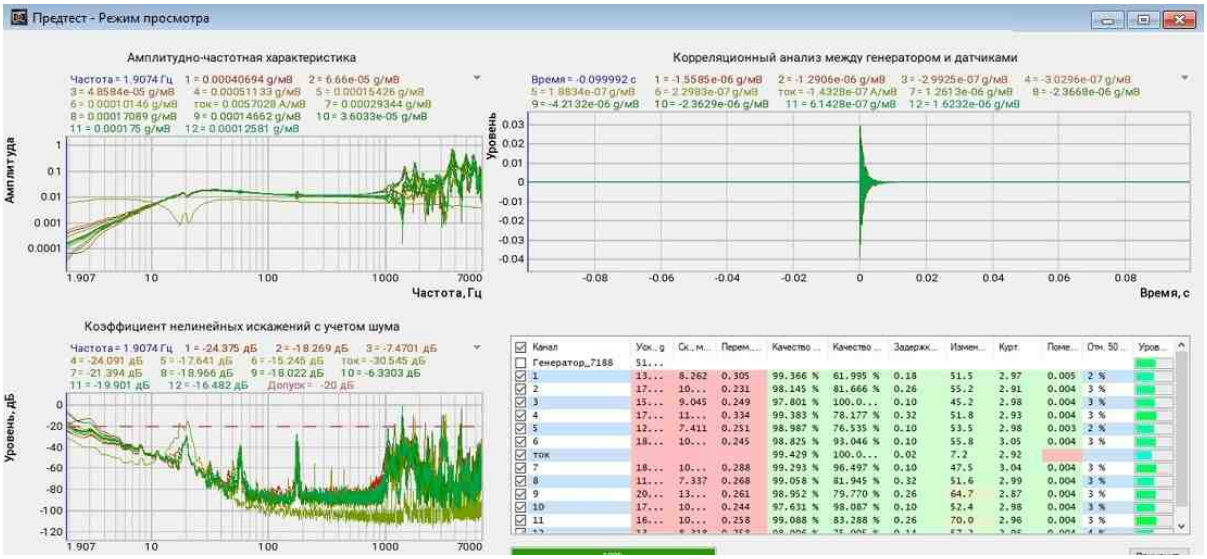


Рис. 8.41 Окно «Предтест - Окно резонансов»

Просмотр форм колебаний выполняется в окне программы «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.42*) для перехода к которому в окне «Предтест и поиск резонансов» (Рис. 8.40) следует активировать кнопку «Поиск резонансов», расположенную под кнопкой «Предтест и анализ» по которой выполнен предтест.

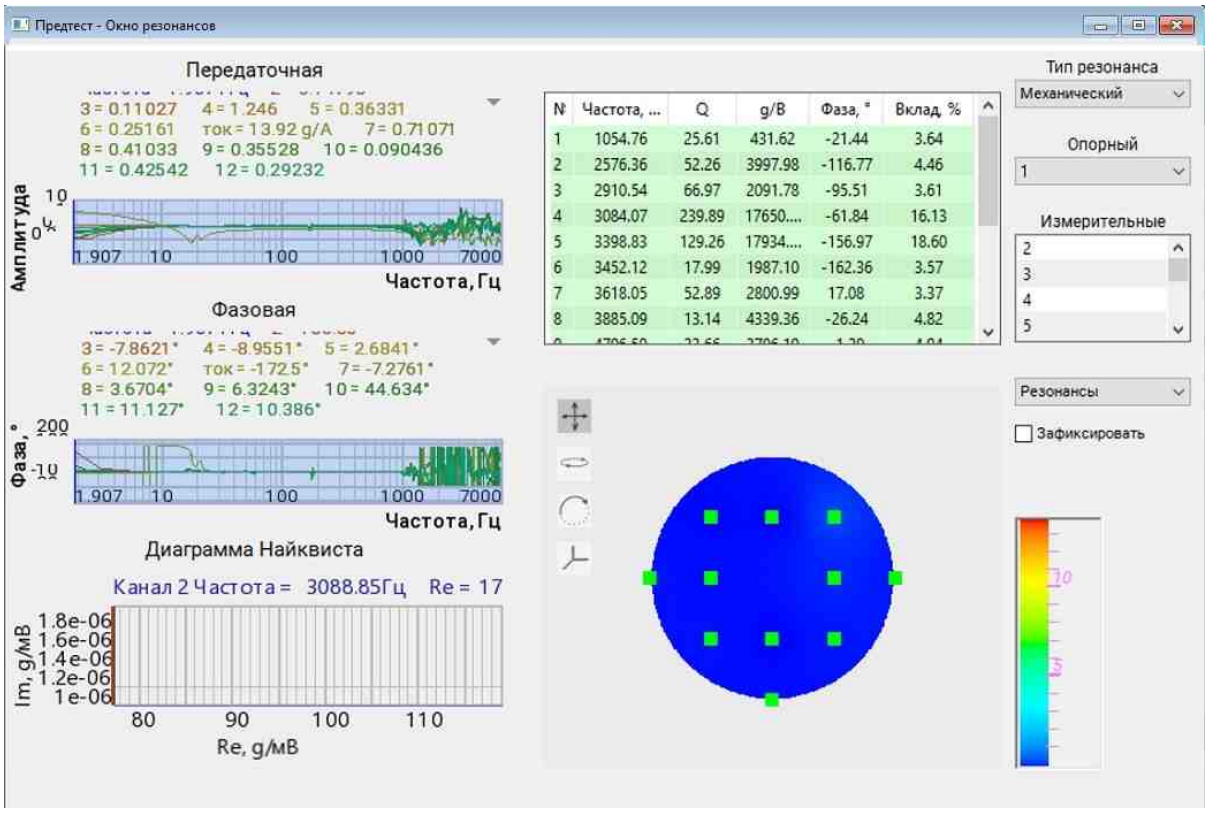


Рис. 8.42 Окно «Предтест - Окно резонансов»

В окне «Предтест – Окно резонансов» установить параметру «Тип резонанса» значение «Электрический» и активировав поле «Измерительные» в открывшемся окне «Выбор каналов» (*Рис. 8.43*) отметить в чекбоксах те измерительные каналы которые подлежат визуализации на модели.

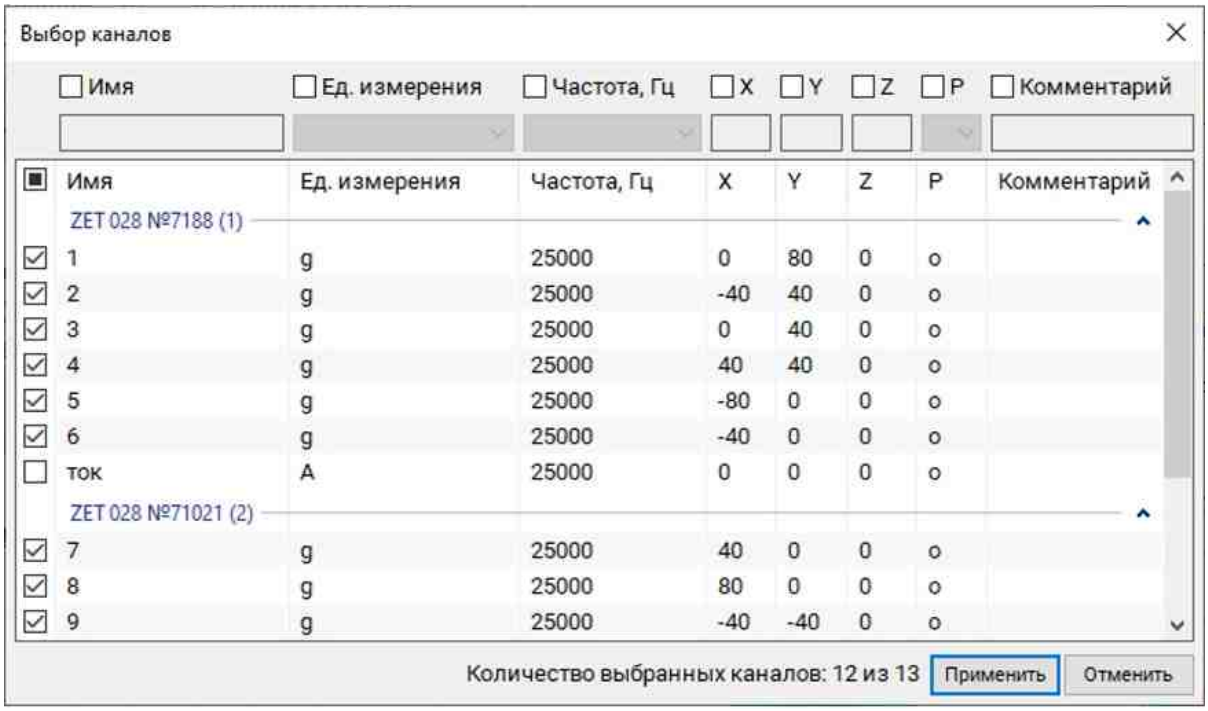


Рис. 8.43 Окно «Предтест - Окно резонансов»

Активация кнопки «Применить» в окне «Выбор канала» завершает этап подготовки к просмотру форм колебаний.

Для удобства работы отмасштабируйте окно «Предтест – Окно резонансов» в формат на весь экран монитора (*Рис. 8.44*).

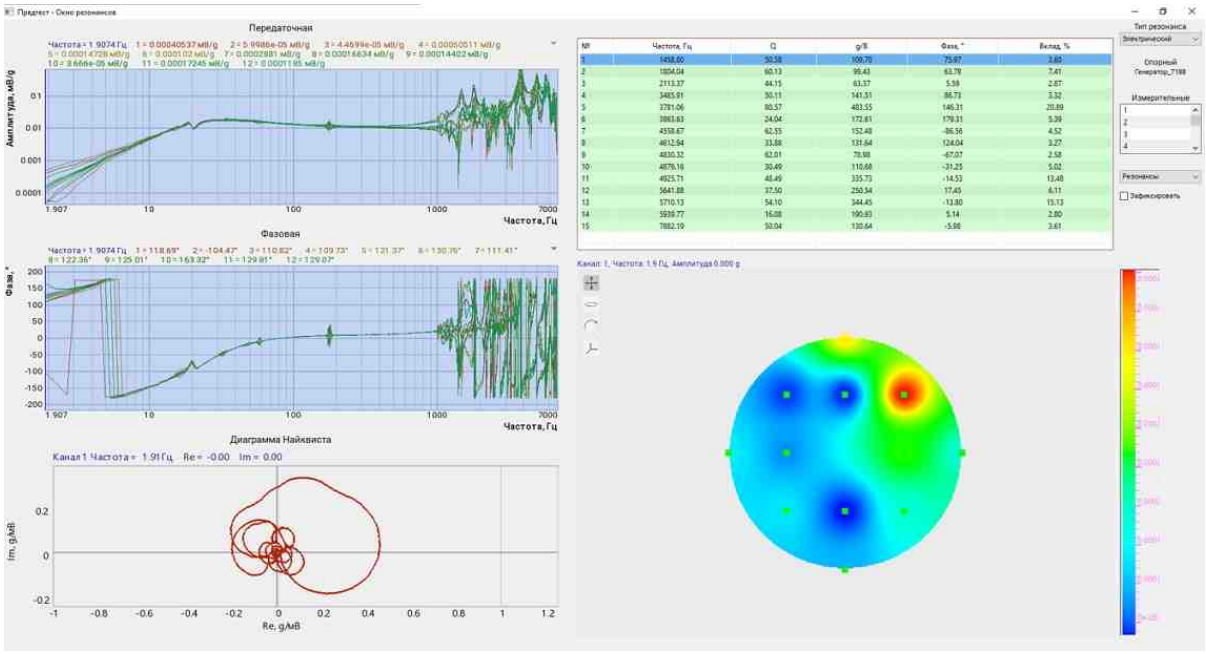


Рис. 8.44 Окно «Предтест - Окно резонансов»

По графику «Передаточная» видно, что стол расширения обладает ярко выраженными резонансами в частотной области выше 1000 Гц.

Для контроля формы колебаний отмасштабируем график «Передаточная» по оси «Частота» на область резонансов и установим указатель (реперную линию) на первый из значимых резонансов на частоте 1458.8 Гц (*Рис. 8.45*).

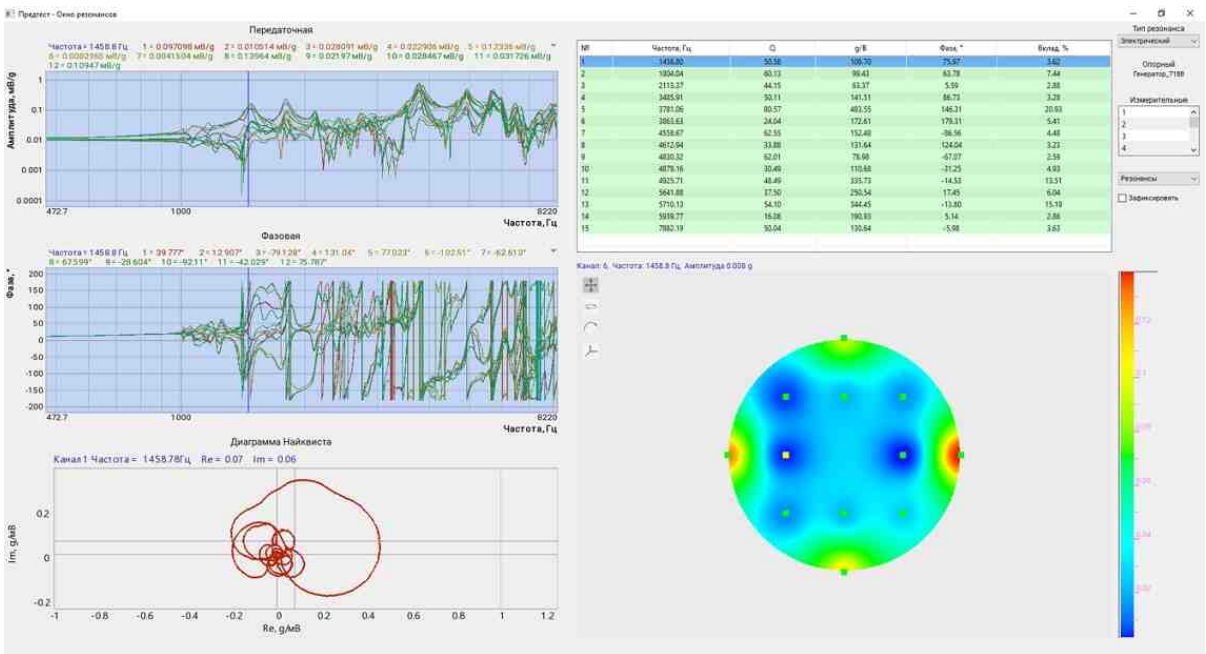


Рис. 8.45 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 1458.8 Гц

При установке указателя на второй (частота 3781.06 Гц) и третий (частота 4925.71 Гц) значимые резонансы визуализация будет иметь вид, показанный на (*Рис. 8.46*) и (*Рис. 8.47*) соответственно.

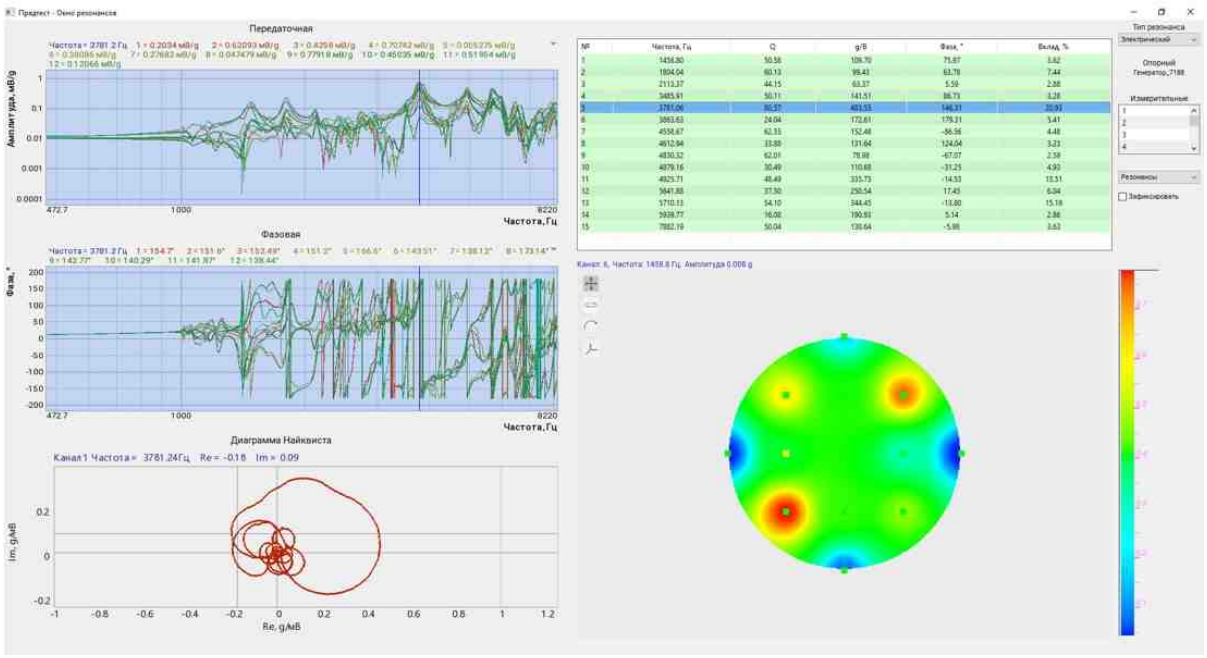


Рис. 8.46 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 3781.06 Гц

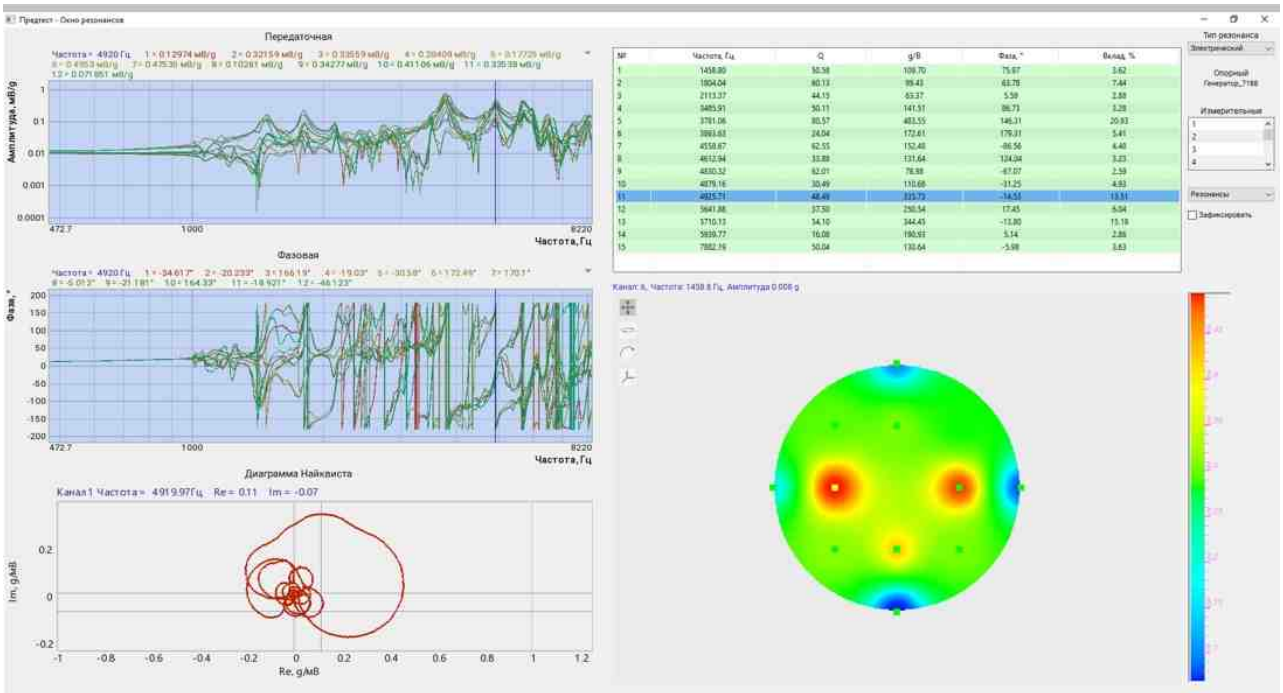


Рис. 8.47 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 4925.71 Гц

Цветовая гамма определяет соотношение амплитуд перемещений в точках мониторинга относительно уровня генерируемого сигнала. Синим цветом показаны области, регистрирующие наименьшую амплитуду, красным – наибольшую.

Из примера видно, что для различных резонансных частот повышенному уровню вибрации подвергаются различные области стола расширения.

***Примечание**: Возможность на практике контролировать форму колебаний испытываемого изделия на резонансах позволяет повысить качество и достоверность полученных результатов при проведении испытаний*

Для перехода в режим 3D в поле визуализации окна «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.48*) активируйте символ наклона «  », после чего с помощью указателя «мышь» выполните наклон модели относительно горизонтальной оси при этом станет видна форма колебаний модели в пространстве.

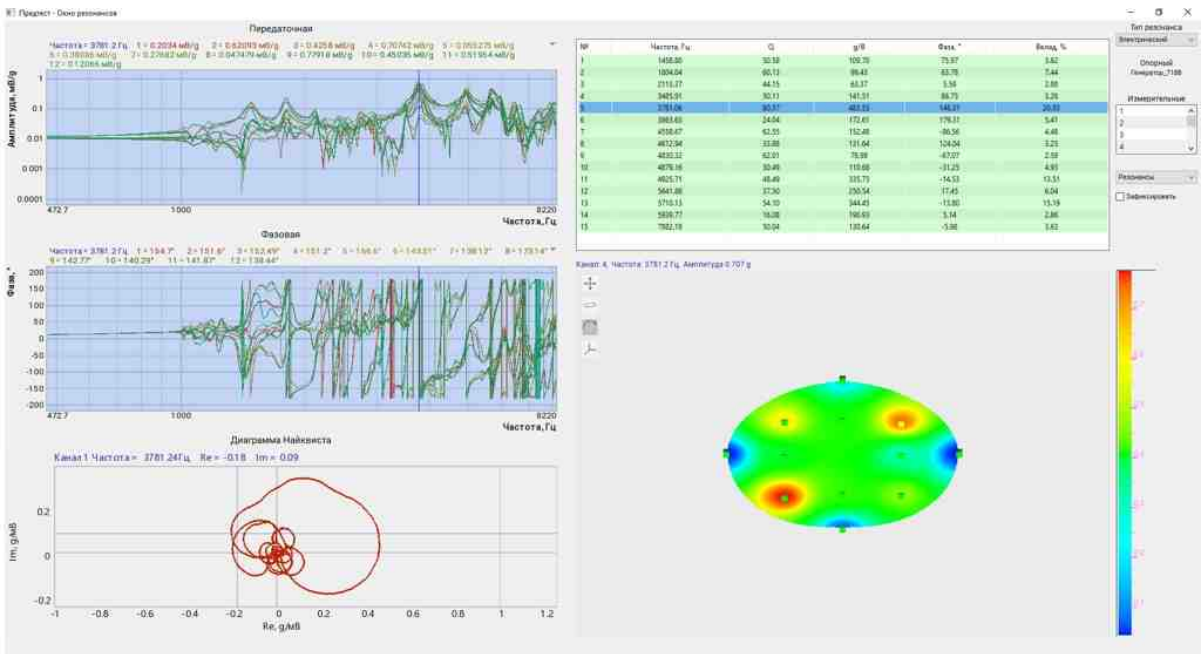


Рис. 8.48 Окно «Предтест - Окно резонансов» с наклоном модели

При необходимости поворота модели в поле визуализации окна «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.49*) активируйте символ поворота « ».

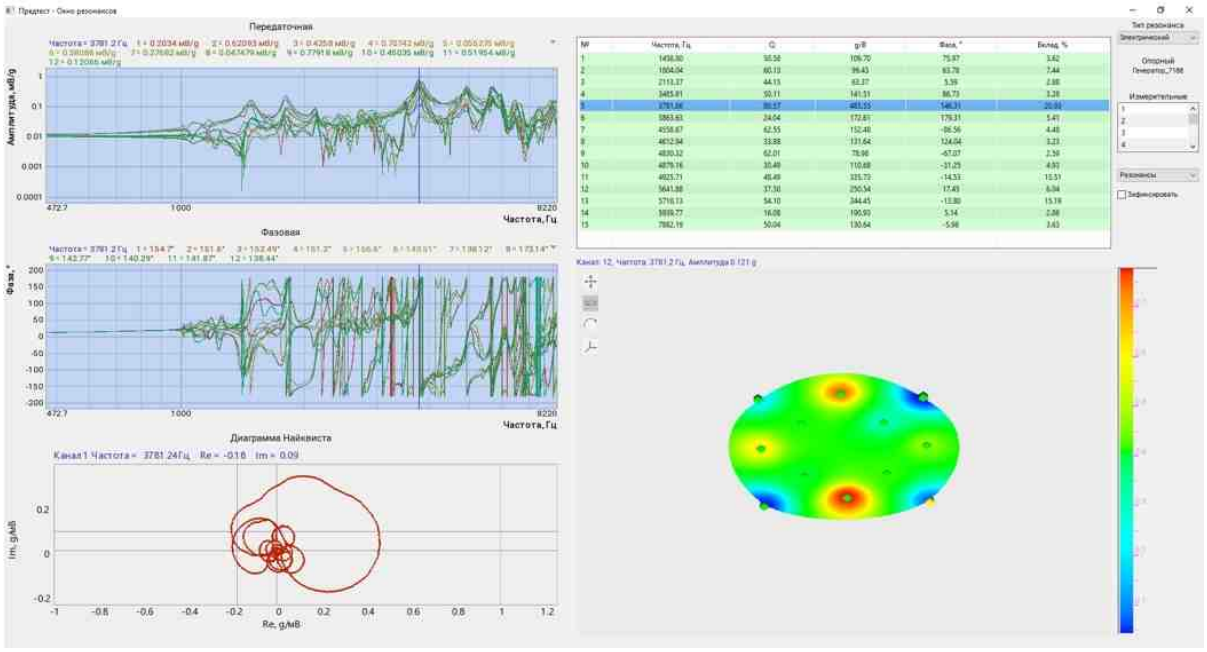


Рис. 8.49 Окно «Предтест - Окно резонансов» с наклоном и поворотом модели

Ошибки и предупреждения .....

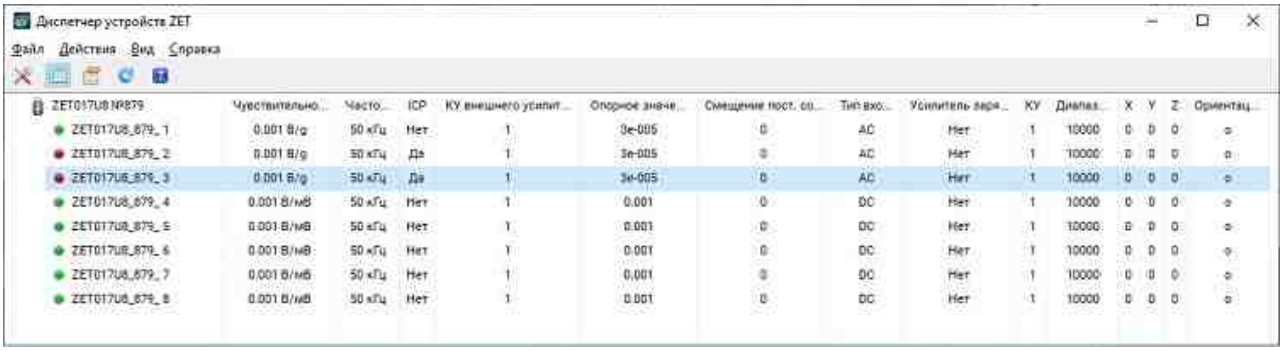
Содержит перечень возможных ошибок и предупреждений в программе

Сообщение №1900 Для проведения предтеста отключите программу "Диспетчер устройств" .....

Для проведения предтеста отключите программу "Диспетчер устройств".

Пояснение:

Для отключения программы "Диспетчер устройств" необходимо закрыть соответствующее окно программы, активировав символ [x] в правом верхнем углу окна.

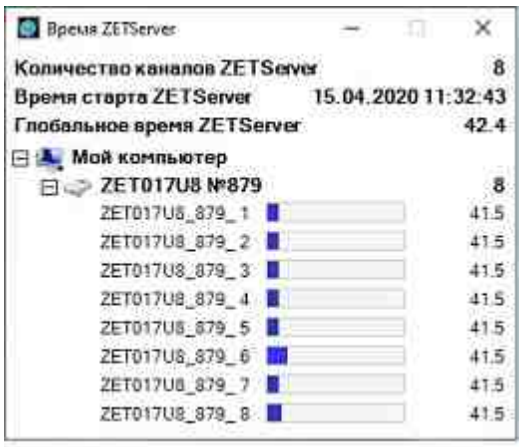


Сообщение №1910 Дождитесь отключения генератора .....

Дождитесь отключения генератора

Пояснение:

Программное обеспечение СУВ не успело освободить канал генератора и не может в настоящий момент продолжить работу. Дождитесь отключения канала генератора, после чего повторите запуск требуемой программы. Убедиться в том, что программное обеспечение освободило канал генератора можно в окне программы "Время ZETServer", которая расположена в разделе "Сервисные" панели ZETLAB.



Сообщение №1930 Необходимо назначить статус "Контроль" не менее чем для двух измерительных каналов .....

Необходимо назначить статус "Контроль" не менее чем для двух измерительных каналов

Пояснение:

Статус измерительным каналам назначается в окне программы ""Параметры контроля". Для выбранного режима контроля "по среднему" или "по максимальному" (многоточечный режим) необходимо назначить статус "Контроль" не менее чем для двух измерительных каналов. Для режима контроля "по одному" (одноточечного режим) статус "Контроль" назначается только для одного измерительного канала.

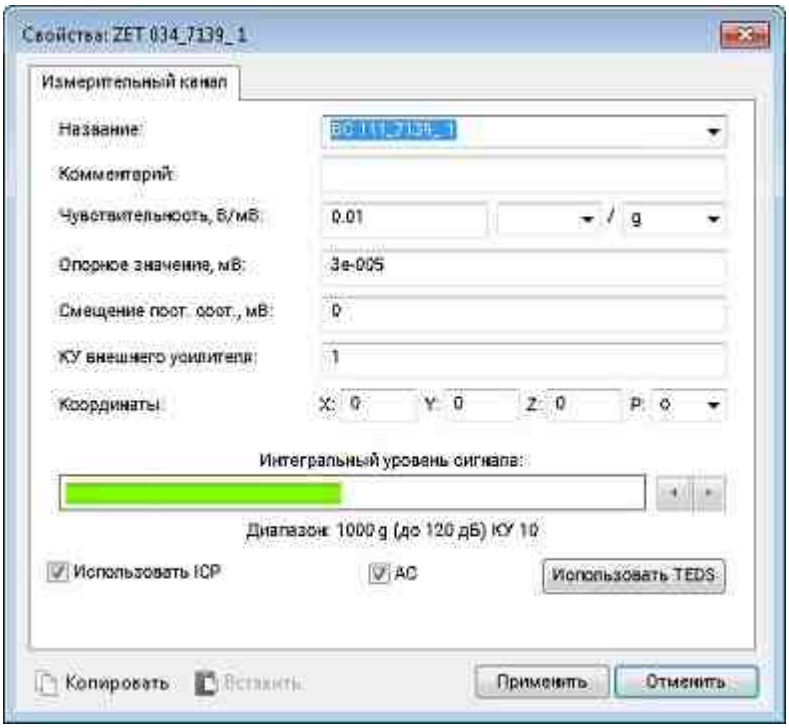
Сообщение №1940 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала .....

Статус измерительным каналам назначается в окне программы ""Параметры контроля". Для режима контроля "по одному" (одноточечного режим) статус "Контроль" назначается только для одного измерительного канала. Для режима контроля "по среднему" или "по максимальному" (многоточечный режим) статус "Контроль" назначается не менее чем для двух измерительных каналов.

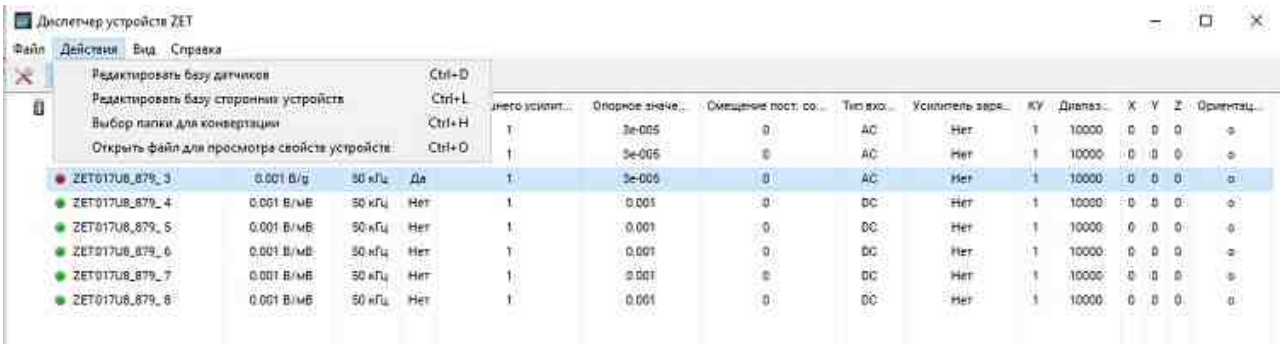
Ошибка №1950 Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". .....

Программой не обнаружено измерительных каналов с единицами измерения, которые могут быть задействованы в качестве каналов обратной связи (со статусом "Контроль"). Для проверки параметров настройки и включения измерительных каналов перейдите в окно программы "Диспетчер устройств ZET" для чего на панели СУВ активируйте кнопку "Каналы". В окне программы "Диспетчер устройств ZET" проверьте наличие включенных измерительных каналов. При необходимости включите измерительные каналы и настройте их параметры (единицы измерения, чувствительность и т.д.) согласно паспортным данным

на подключенные к ним первичные преобразователи (акселерометры или другие используемые в составе СУВ датчики).



Существующий датчик можно выбрать из "Редактировать базу датчиков" в Диспетчере устройств.



Ошибка №2030 Ошибка генератора, требуется перезагрузка компьютера .....

Для продолжения работы необходимо отключить программу которой был задействован генератор. При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите

контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №2040 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. .....

Для продолжения работы необходимо перевести кнопку СТОП, расположенную на передней панели контроллера СУВ (или на выносной консоли) в неактивное состояние, для этого отожмите кнопку "СТОП".

Ошибка №2050 Каналом генератора управляет другая программа. .....

Для продолжения работы необходимо отключить программу которой был задействован генератор. При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.

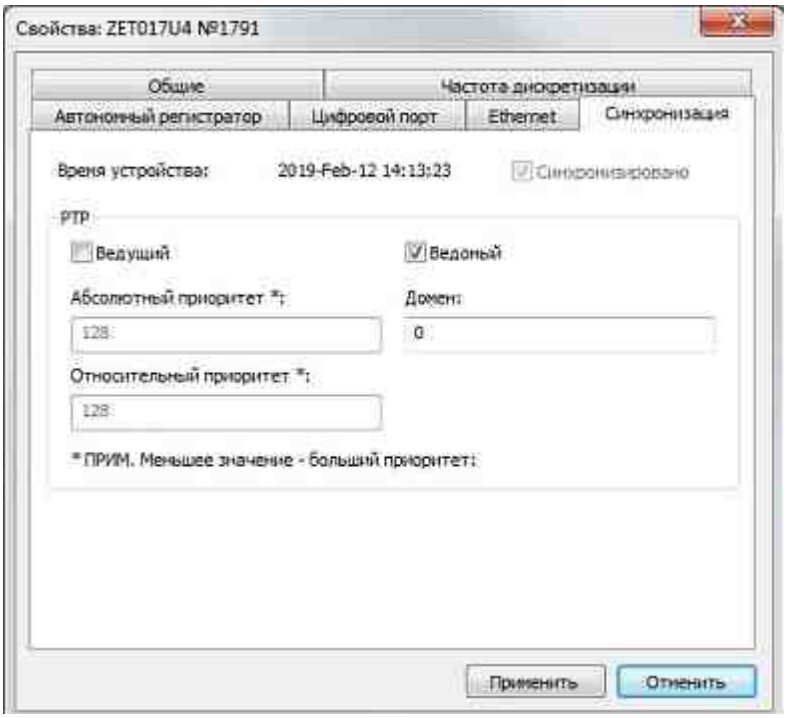
Ошибка №2060 Изменилось количество или параметры задействованных измерительных каналов .....

Ошибка подключения устройства возможна если произошли изменения среди задействованных каналов.

Во время проведения виброиспытаний запрещается изменять настройки задействованных каналов, а также подключать или отключать устройства. Подключение или отключение устройства вызывает проверку доступных каналов программой ZETServer и на время проверки контроль за виброиспытаниями прекращается. При изменении задействованных каналов программа может резко среагировать на внезапное изменение показаний и выдать с генератора импульс с большой амплитудой.

Ошибка №2090 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами .....

Следует проверить и при необходимости настроить параметры синхронизации контроллеров, Проверка и настройка параметров синхронизации производится в программе "Диспетчер устройств". При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.



Ошибка №2100 Ошибка при проведении "Предтест". Повторите проведение "Предтест" .....

Пояснения не требуются

Ошибка №2110 Недоступна папка для сохранения результатов предтеста .....

Необходимо средствами Windows проверить наличие права записи в папку сохранения результатов обработки. Для получения информации о пути к папке результатов в главном меню панели ZETLAB выберите "Пути конфигурации пользователя" и далее раздел "Результаты обработки"

Ошибка №2120 Высокий уровень шума .....

Датчиком регистрируется высокий уровень вибрации при отсутствии сигнала управления. Для продолжения проведения виброиспытаний необходимо устранить причину высокого уровня вибрации.

Ошибка №2130 Плохое заземление .....

Проверьте заземление оборудования СУВ согласно требованиям, приведенным в руководстве по эксплуатации на оборудование, входящее в состав СУВ

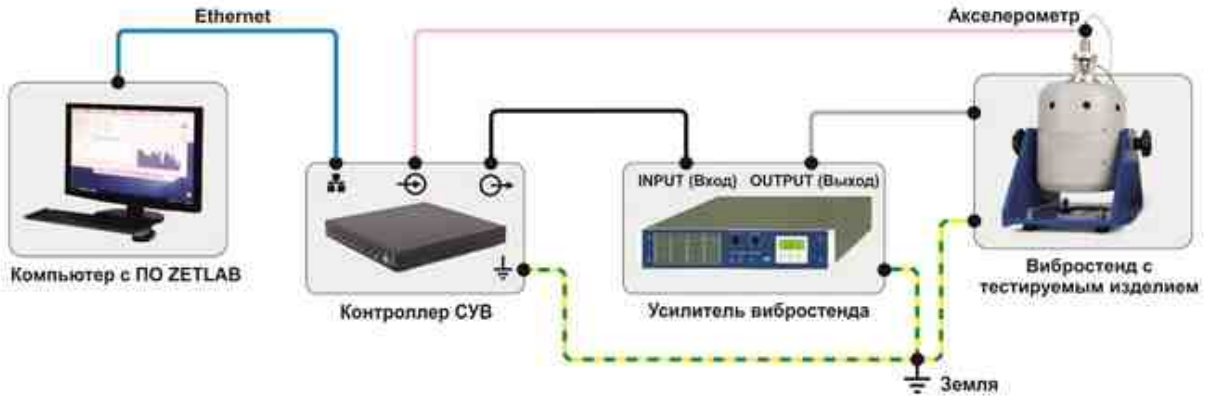


Рис. 1.1 Структурная схема СУВ ZET 02X

Ошибка №2140 Обрыв кабеля или неисправен датчик .....

Проверьте отсутствие повреждений кабеля и разъемов соединяющих датчик с контроллером СУВ. При необходимости замените соединительный кабель либо датчик.

Ошибка №2160 Плохой контакт в датчике или в кабеле .....

Проверьте качество фиксации разъемов при необходимости замените соединительный кабель между датчиком и контроллером СУВ.

Ошибка №2170 Плохое крепление кабеля датчика - трибоэффект .....

Кабель от датчика к контроллеру СУВ зафиксируйте по возможности ближе к месту установки датчика, таким образом, чтобы вовремя виброиспытаний вибрация кабеля в области соединения с датчиком была минимальной.

Ошибка №2180 Нелинейные искажения в усилителе мощности .....

Данная ошибка может быть вызвана неисправностью усилителя мощности вибростенда. Рекомендуется произвести диагностику усилителя согласно требованиям эксплуатационной документации на усилитель, либо обратиться в службу техподдержки

Ошибка №2190 Увеличьте коэффициент усиления .....

Проверьте значение чувствительности для измерительного канала датчика, установленное в свойствах измерительного канала в программе "Диспетчер устройств", на соответствие значению чувствительности датчика, приведенное в его свидетельстве о поверке. При необходимости введите корректное значение после чего пройдите "Предтест".

В случае если значения чувствительности для измерительного канала датчика в программе "Диспетчер устройств" задано верно, то измените значение коэффициента усиления для данного измерительного канала в сторону увеличения.

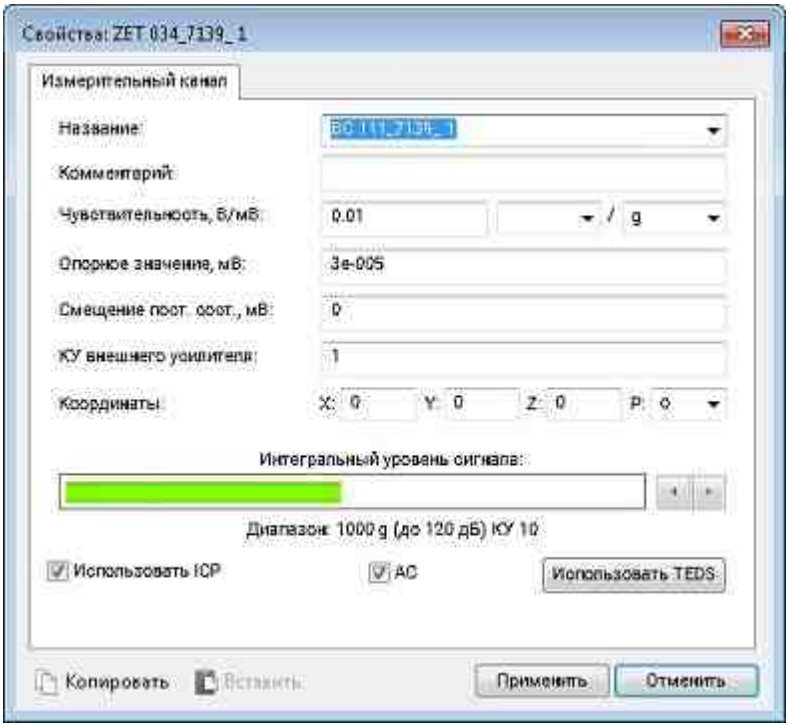
Ошибка №2200 Уменьшите коэффициент усиления .....

Проверьте значение чувствительности для измерительного канала датчика, установленное в свойствах измерительного канала в программе "Диспетчер устройств", на соответствие значению чувствительности датчика, приведенное в его свидетельстве о поверке. При необходимости введите корректное значение после чего пройдите "Предтест".

В случае если значения чувствительности для измерительного канала датчика в программе "Диспетчер устройств" задано верно, то измените значение коэффициента усиления для данного измерительного канала в сторону уменьшения.

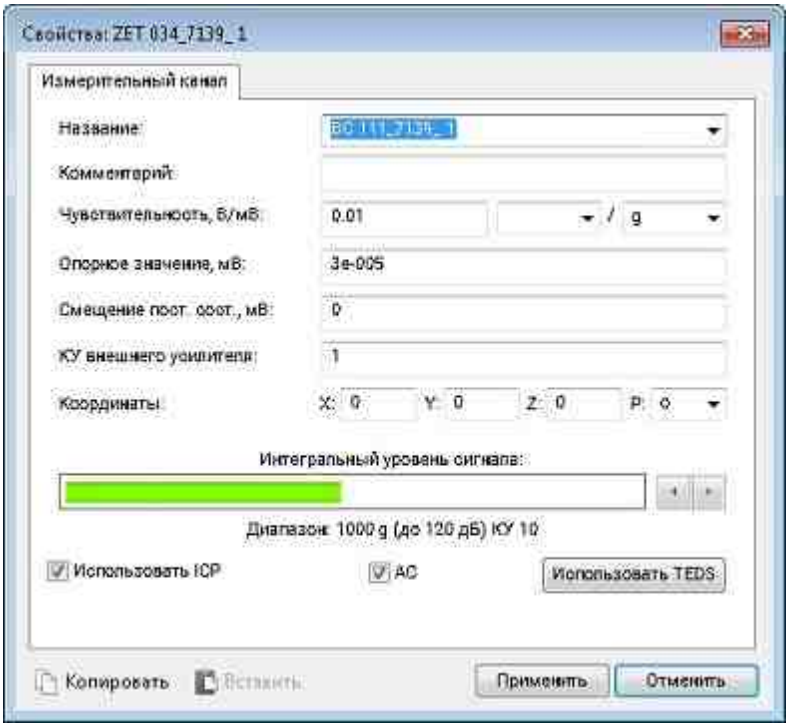
Ошибка №2215 Неисправен ICP .....

По измерительному каналу регистрируется сигнал характерный при неисправности ICP. Для определения источника неисправности ICP (датчик или измерительный канал контроллера СУВ) переключите датчик на другой измерительный канал контроллера СУВ либо подключите другой датчик к измерительному каналу, на котором была диагностирована неисправность и пройдите "Предтест".



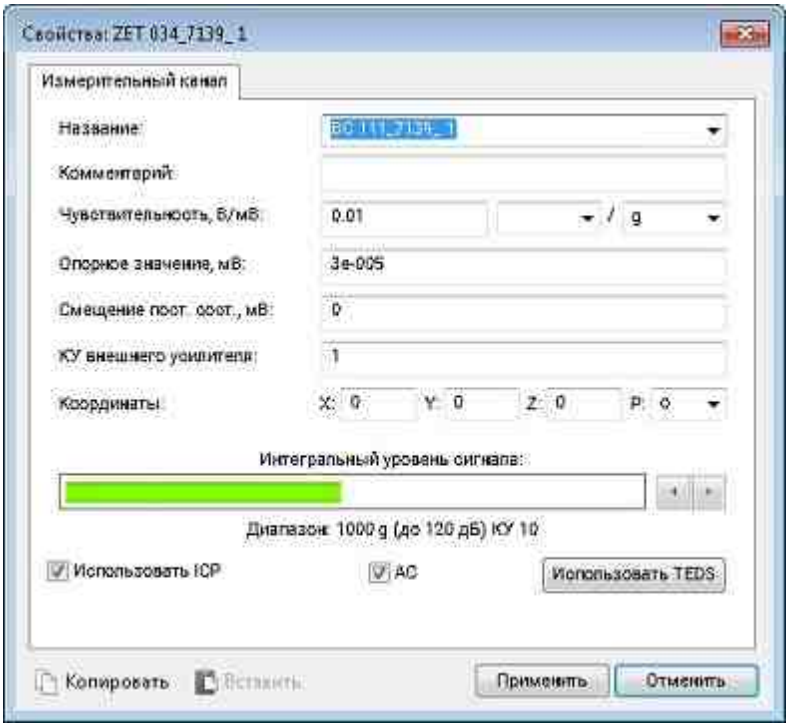
Рекомендация №2210 Отключен ICP .....

Программное обеспечение предупреждает о том, что для данного измерительного канала не активировано подключение по технологии ICP. Если датчик, подключенный к данному измерительному каналу использует технологию ICP, то необходимо запустить программу "Диспетчер устройств" и в окне свойства для измерительного канала, соответствующего датчику активировать параметр «AC».



Рекомендация №2220 Повышенная постоянная составляющая по каналу .....

Программное обеспечение предупреждает о том, что для данного измерительного канала детектирован высокий уровень постоянной составляющей. Запустите программу "Диспетчер устройств" и в окне свойства измерительного канала, для которого детектирован высокий уровень постоянной составляющей, активируйте (если деактивирован) параметр «AC».



Рекомендация №2150 Проверьте чувствительность по данному датчику .....

Проверьте значение чувствительности для измерительного канала датчика, установленное в свойствах измерительного канала в программе "Диспетчер устройств", на соответствие значению чувствительности датчика, приведенное в его свидетельстве о поверке.

Рекомендация №2240 Проверьте усилитель мощности .....

Проверьте усилитель мощности, возможно, он не включён

Рекомендация №2250 Неожиданная остановка генератора .....

Неожиданная остановка генератора, пройдите предтест заново.

Рекомендация №2260 Неожиданная остановка взаимного спектра .....

Неожиданная остановка взаимного спектра, пройдите предтест заново.

Рекомендация №2270 Версия контроллера не поддерживает функцию "Выделить" .....

Функция "Выделить" включает последовательное мигание световых индикаторов на лицевой что позволяет выделить контроллер из группы одновременно подключенных контроллеров. Текущая версия контроллера данную функцию не поддерживает.

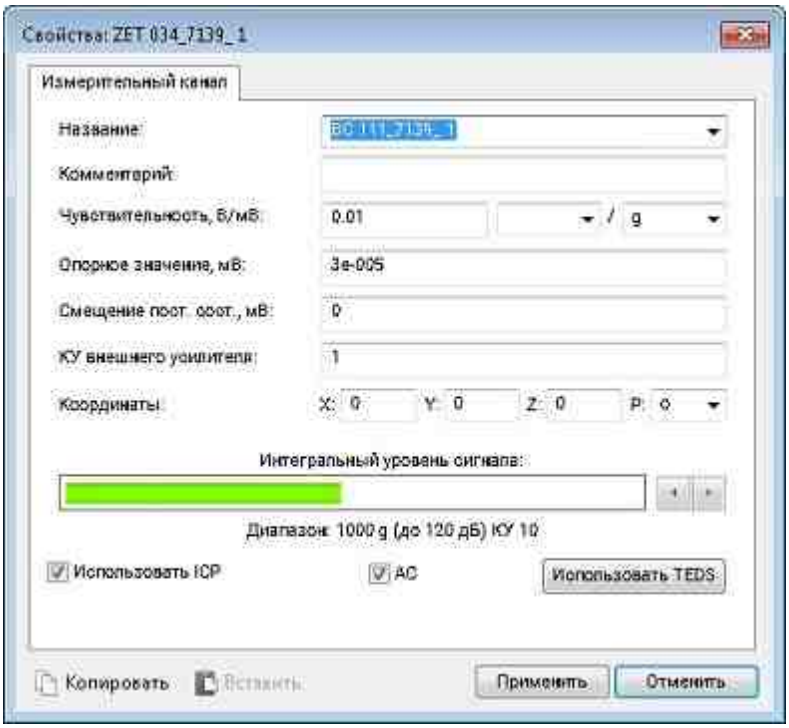
Рекомендация №2280 В программе "Параметры вибростенда" выберите модель используемого вибростенда .....

Активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры вибростенда" и выберите из базы модель используемого вибростенда. При отсутствии в базе вибростендов необходимой модели введите параметры используемого вибростенда вручную и активируйте кнопку "Применить" для сохранения параметров.

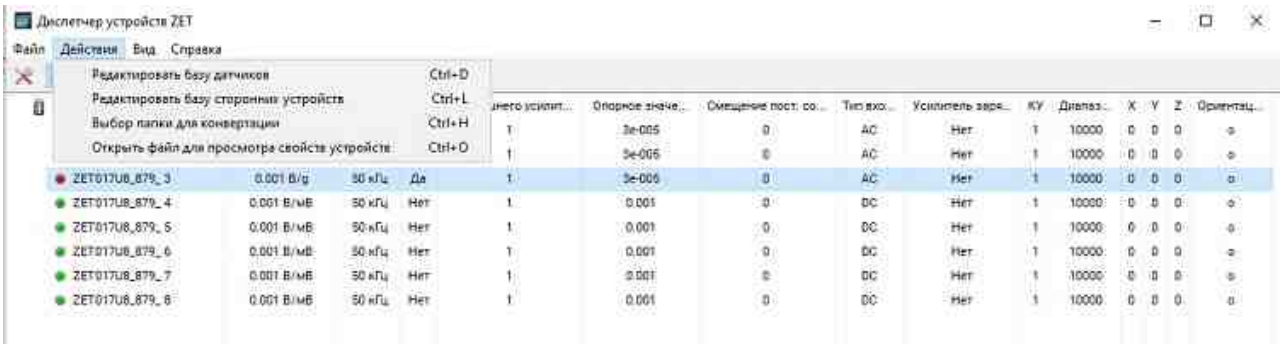
Рекомендация №2290 Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". .....

Программой не обнаружено измерительных каналов с единицами измерения, которые могут быть задействованы в качестве каналов обратной связи (со статусом "Контроль"). Для проверки параметров настройки и включения измерительных каналов перейдите в окно программы "Диспетчер устройств ZET" для чего на панели СУВ активируйте кнопку "Каналы". В окне программы "Диспетчер устройств ZET" проверьте наличие включенных измерительных каналов. При необходимости включите измерительные каналы и настройте их параметры (единицы измерения, чувствительность и т.д.) согласно паспортным данным

на подключенные к ним первичные преобразователи (акселерометры или другие используемые в составе СУВ датчики).



Существующий датчик можно выбрать из "Редактировать базу датчиков" в Диспетчере устройств.



Посттест и анализ изменений .....

Программа «Посттест и анализ изменений»



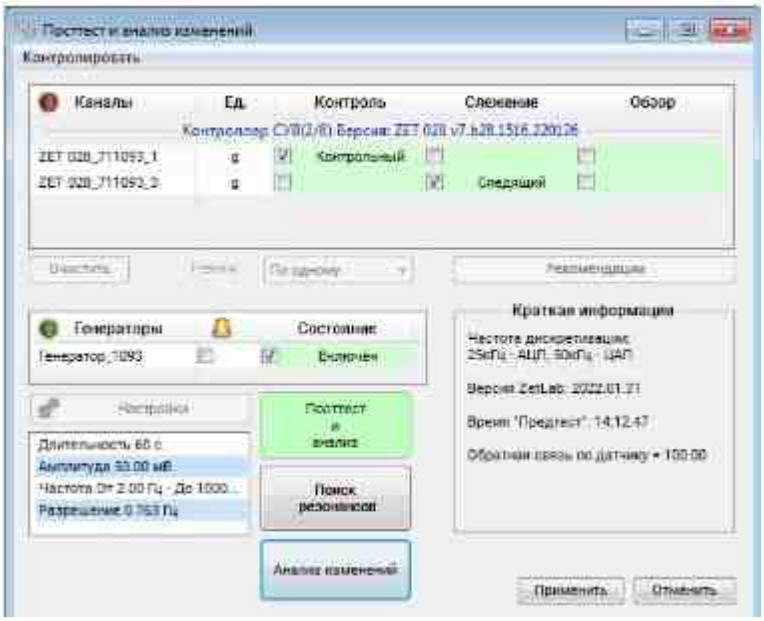
Оглавление

Правила работы с программой

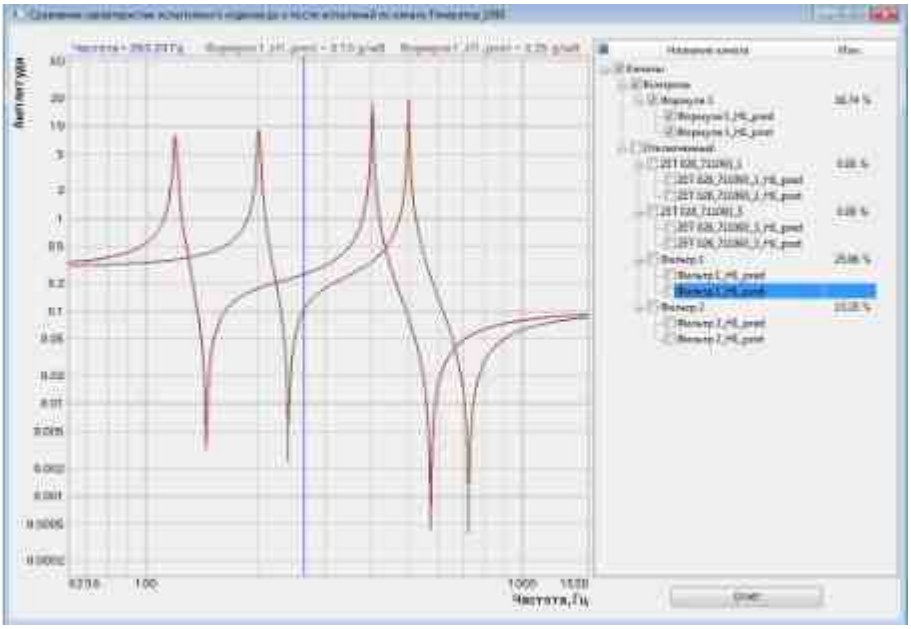
Правила работы с программой .....

Правила работы с программой

В программу “СУВ панель” добавлена кнопка “Посттест и анализ изменений”. При её нажатии запускается программа “Посттест и анализ изменений”. Интерфейс её аналогичен программе “Предтест и поиск резонансов”, но в ней недоступны для изменения пользователем элементы для задания параметров, выбора контрольных каналов, включения и выключения генераторов. После прохождения посттеста станет доступна кнопка для вызова окна сравнения АЧХ предтеста и посттеста.



*Окно «*Посттест и анализ изменений*»*



Сравнение характеристик испытуемого изделия до и после испытаний по каналу Генератор 1063

Гармоническая вибрация .....

Программа «Гармоническая вибрация» (Sine)

Назначение программы

Программа «Гармоническая вибрация» в составе СУВ ZET02x обеспечивает в соответствии с ГОСТ 28203-89 проведение испытаний элементов, аппаратуры и других изделий, которые в процессе транспортирования или эксплуатации могут подвергаться воздействию вибраций гармонического характера, имеющих место при вращении, пульсации, наличия знакопеременных сил, которые могут наблюдаться на кораблях, летательных аппаратах, средствах наземного транспортирования, вертолетах, космических кораблях, а также могут быть вызваны воздействием работающих механизмов или сейсмических волн.

С помощью программы «Гармоническая вибрация» можно проводить испытания образцов изделий на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации как в режимах

с разверткой по частоте, так и на фиксированных частотах в том числе с возможностью удержании частоты по фазе и амплитуде.

Программа «Гармоническая вибрация» позволяет выявлять механические дефекты и/или ухудшения заданных характеристик, а также сопоставлять полученные результаты с требованиями нормативно технической документации для определения степени годности испытываемого образца.

Подготовка к проведению испытаний

Образец крепят на вибростенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

При подготовке к проведению испытаний на гармоническую вибрацию необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры измерительных каналов (см. разделы 5-7), после чего провести предтест (см. раздел 8).

Подготовка к проведению испытаний также включает в себя создание профиля испытаний в случае, если требуемый профиль испытаний ранее не был создан и сохранен в базе профилей.

Для перехода к созданию профиля необходимо запустить программу «Гармоническая вибрация», для этого на «Панели СУВ» (Рис. *4.1*) активировать кнопку *«Гармоническая вибрация»*. На экране монитора отобразится окно программы «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*).

Внимание! *Кнопка «Гармоническая вибрация» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуального предтеста*

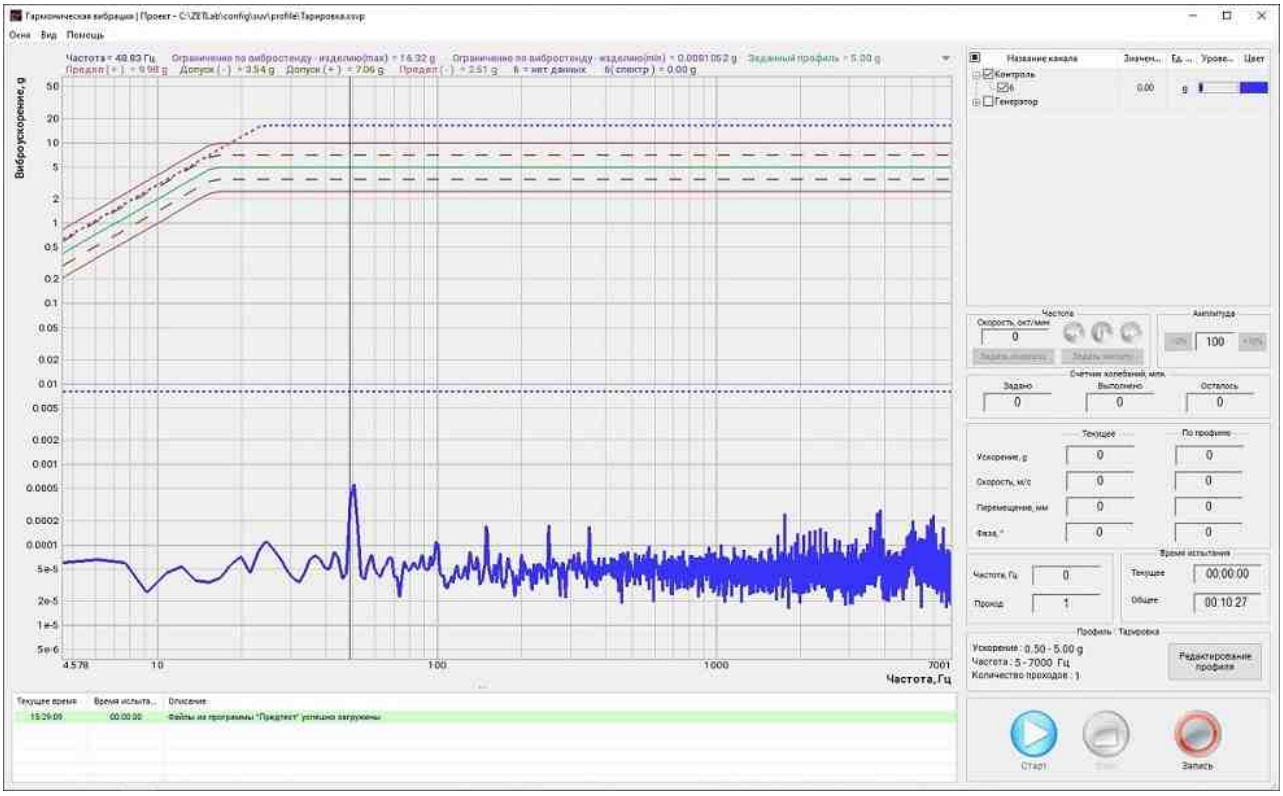


Рис. 9.1 Окно «Гармоническая вибрация»

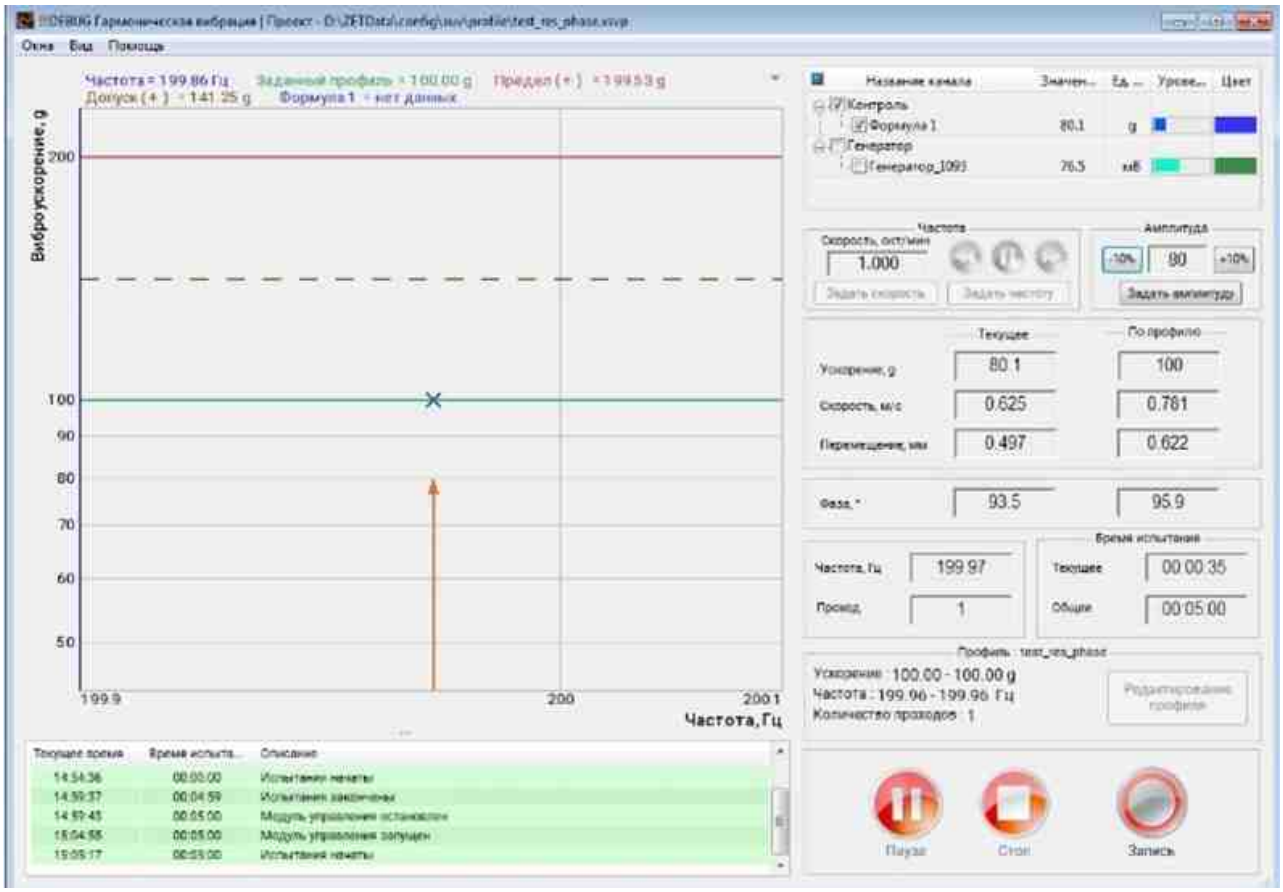
Конфигурирование параметров профиля испытаний выполняется во вкладках окна программы «Редактирование профиля-гармоническая вибрация» описание которых приведено в разделах 9.3 - 9.11.

Для перехода к окну программы «Редактирование профиля-гармоническая вибрация» в окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.1*) следует активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

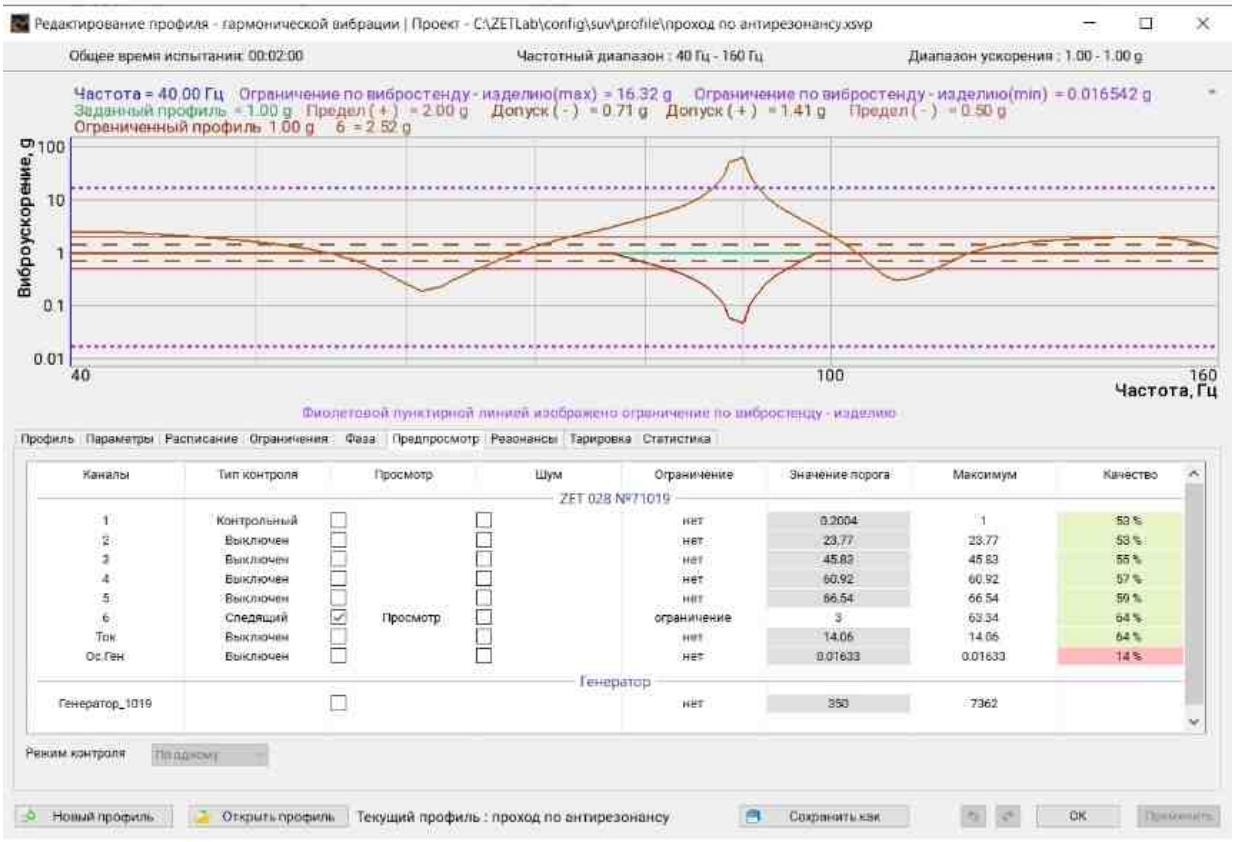
Дополнительные возможности Гармонической вибрации

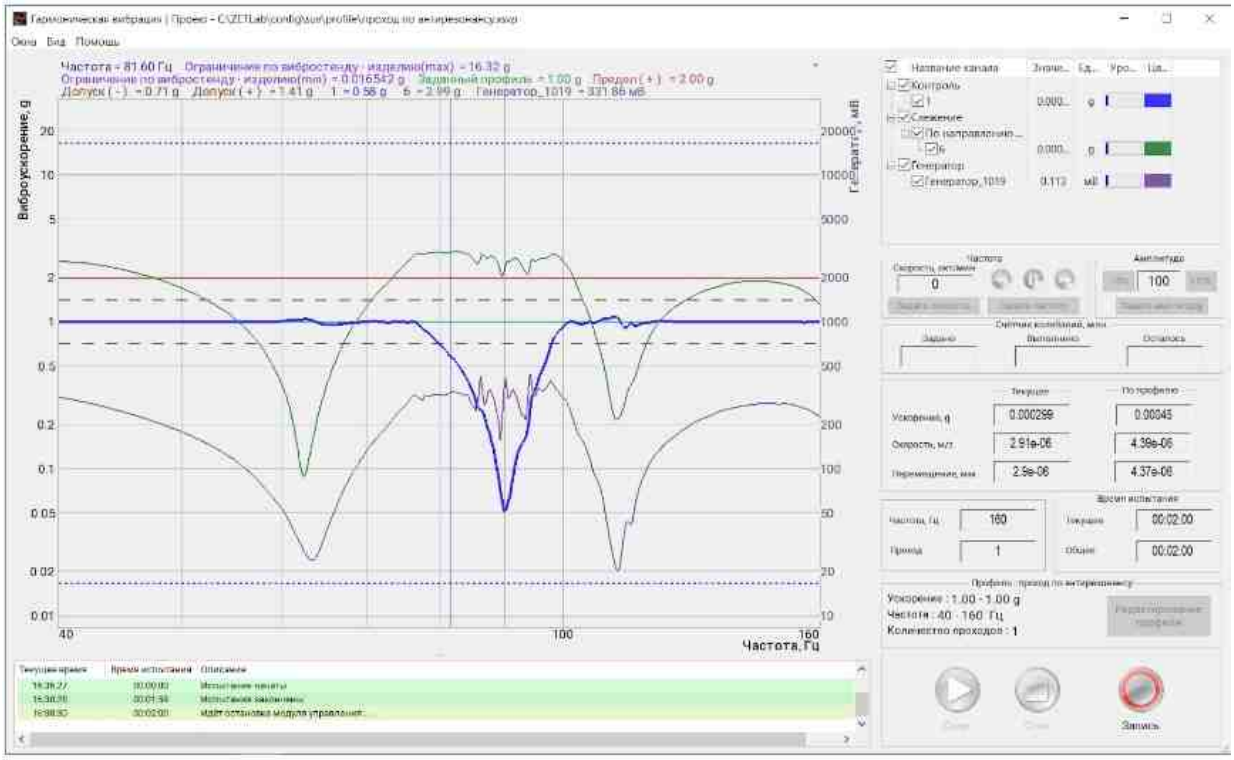
1. На графиках изменён шаг по оси X, теперь он всегда равен 0.1 Гц и не зависит от частотного разрешения на предтесте.
2. В редакторе профиля в разделе “Параметры” добавлен новый тип выхода на режим - “степенной”. В начале амплитуда сигнала нарастает быстро, а к заданному значению подходит очень медленно.
3. На основное окно программы добавлены контролы для ручного задания текущей амплитуды контрольного канала в процентах от заданного по профилю. По-

умолчанию контролы скрыты и появляются при выборе в меню “Вид” пункта “Ручное управление”.



4. В редакторе профиля в разделе “Предпросмотр” в таблицу добавлены новые столбцы “Ограничение” и “Значение порога”. В этих столбцах можно задать максимальное значение (в том числе и для канала генератора), которое программа испытаний будет отслеживать и не допустит превышения этого порога. На превышение порога программа испытаний может либо остановить испытания, либо снизить напряжение генератора. Данное нововведение поможет при проведении испытаний при наличии резонансов и антирезонансов.


Редактирование профиля - гармонической вибрации | Проект - C:\ZETLab\config\suv\profile\проход по антирезонансу.xsvp
Общее время испытания: 00:02:00
Частотный диапазон : 40 Гц - 160 Гц
Диапазон ускорения : 1.00 - 1.00 g
Частота = 40.00 Гц Ограничение по вибростенду - изделию(max) = 16.32 g Ограничение по вибростенду - изделию(min) = 0.016542 g
Заданный профиль = 1.00 g Предел (+) = 2.00 g Допуск (-) = 0.71 g Допуск (+) = 1.41 g Предел (-) = 0.50 g
Ограниченный профиль 1.00 g 6 = 2.52 g
Виброускорение, g
Частота, Гц
Фиолетовой пунктирной линией изображено ограничение по вибростенду - изделию
Профиль Параметры Расписание Ограничения Фаза Предпросмотр Резонансы Тарировка Статистика
Каналы Тип контроля Просмотр Шум Ограничение Значение порога Максимум Качество
ZET 028 №71019
1 Контрольный нет 0.2004 1 53 %
2 Выключен нет 23.77 23.77 53 %
3 Выключен нет 45.83 45.83 55 %
4 Выключен нет 60.92 60.92 57 %
5 Выключен нет 66.54 66.54 59 %
6 Следящий Просмотр ограничение 3 63.34 64 %
Ток Выключен нет 14.06 14.06 64 %
Ос.Ген Выключен нет 0.01633 0.01633 14 %
Генератор
Генератор_1019 нет 350 7362
Режим контроля
Новый профиль
Открыть профиль
Текущий профиль : проход по антирезонансу
Сохранить как
OK


Гармоническая вибрация | Проект - C:\ZETLab\config\suv\profile\проход по антирезонансу.xsvp
Окна Вид Помощь
Частота = 81.60 Гц Ограничение по вибростенду - изделию(max) = 16.32 g
Ограничение по вибростенду - изделию(min) = 0.016542 g Заданный профиль = 1.00 g Предел (+) = 2.00 g
Допуск (-) = 0.71 g Допуск (+) = 1.41 g 1 = 0.58 g 6 = 2.99 g Генератор_1019 = 331.86 мВ
Виброускорение, g
Генератор, мВ
Частота, Гц
Название канала
Контроль
Слежение
Генератор
Генератор_1019
Ускорение, g
Скорость, м/с
Перемещение, мм
Частота, Гц
Проход
Время испытания
Текущее
Общее
Ускорение : 1.00 - 1.00 g
Частота : 40 - 160 Гц
Количество проходов : 1
Запись

Профиль испытаний .....

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «редактирование профиля – гармонической вибрации» открывается на вкладке «Профиль» (Рис. 9.2).

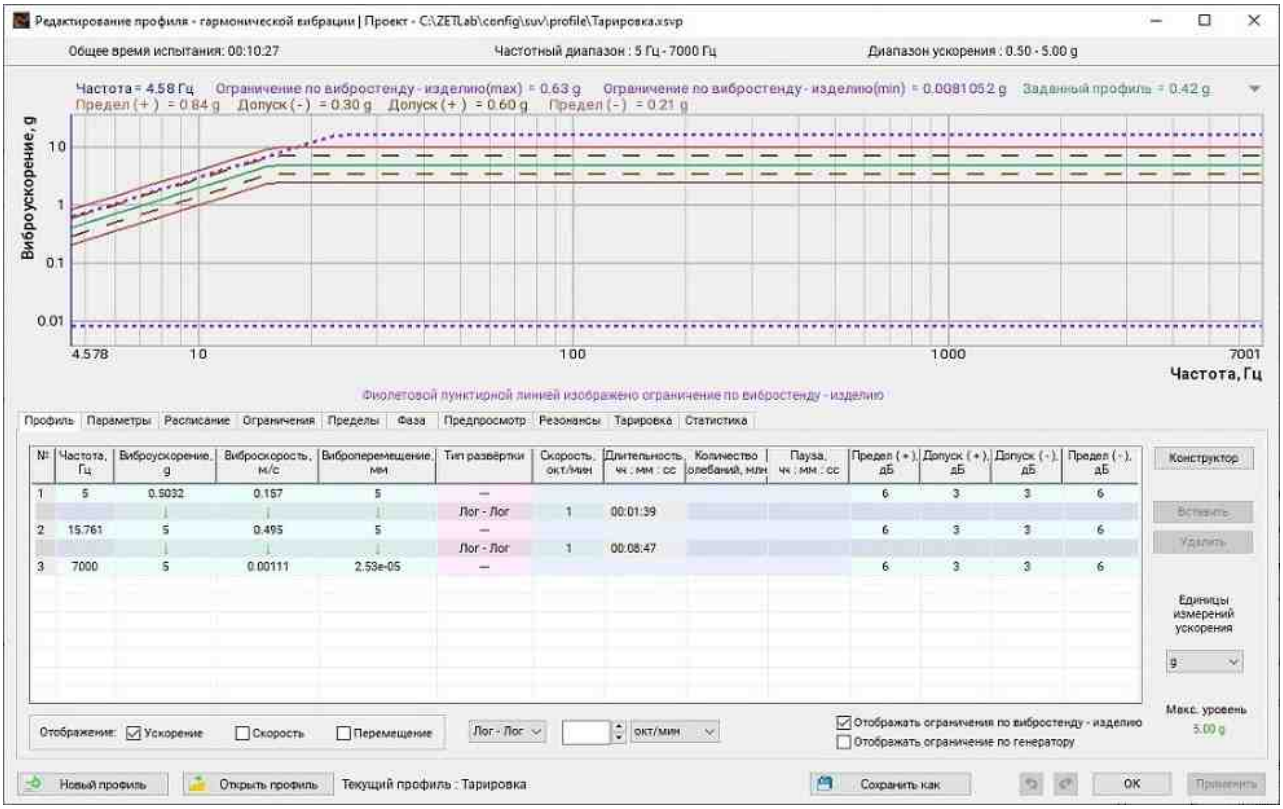


Рис. 9.2 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Вкладка «Профиль» .....

Во вкладке «Профиль» в таблице устанавливается профиль виброиспытаний. Для добавления или удаления новых строк в/из таблицы можно использовать соответствующие кнопки *«Вставить»* или *«Удалить»* предварительно указав манипулятором «мышь» необходимое место (строку) в таблице.

Другой возможный вариант добавления и удаления строк профиля - после указания манипулятором «мышь» на необходимое для редактирования место, использовать правую кнопку «мыши» для вызова контекстного меню изменения количества строк (*Рис. 9.3*) и выбрать в нем необходимое действие: «вставить»; «вставить выше»; «вставить ниже»; «удалить».

Примечание: *не все действия из контекстного меню могут быть одновременно доступны, доступность того или иного действия зависит от выбора редактируемого места таблицы.*

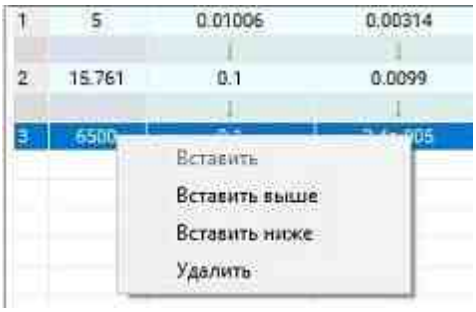


Рис. 9.3 Контекстное меню изменения количества строк

Профиль виброиспытаний состоит из набора сегментов, определяемых граничными точками. Граничные точки имеет порядковый номер в таблице и должны быть ранжированы по частоте. Граничные точки имеют четыре основных параметра: «Частота», «Виброускорение», «Виброскорость» и «Виброперемещение» значения которых могут редактироваться вручную для задания, требуемых параметров профиля испытаний.

Примечание: *Активация символа стрелки «» в поле таблицы переносит значение из предыдущей строки в следующую, тем самым ускоряя процесс редактирования профиля.*

Примечание: *Виброускорение, виброскорость и виброперемещение взаимно зависимые параметры и при введении одного из них программа автоматически пересчитывает два других.*

Внимание! *При редактировании таблицы профиля допускается только возрастающая последовательность в графе «Частота». В случае обнаружения нарушений в последовательности значений по частоте программное обеспечение будет информировать о таких нарушениях красной подсветкой полей таблицы.*

При указании манипулятором мышь на поле «Тип развертки» в строке открывается контекстное меню (*Рис. 9.4*) которое позволяет изменить режим «Без развертки» на режимы: «Фиксировать» и «Удержание частоты резонанса». Выбор типа развертки может быть определен индивидуально для каждой граничной точки.

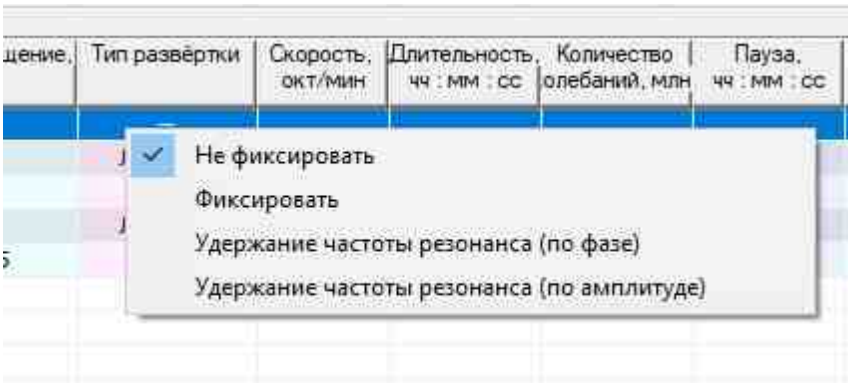


Рис. 9.4 Контекстное меню типа развертки

В случае выбора режима «Фиксировать» в графе «Длительность» задается время фиксации на частоте, указанной для данной граничной точки.

Длительность фиксации на частоте граничной точки можно задавать как через параметр «Длительность», так и через связанный с ним параметр «Количество колебаний».

В случае выбора режимов «Удержание частоты резонанса (по фазе)» (RSTD) либо «Удержание частоты резонанса (по амплитуде)» помимо указания в графе «Длительность» времени длительности удержания, в конец таблицы добавляется еще одна графа - «Фаза/Амплитуда», в которой необходимо указать значение фазы соответствующей частоте резонанса для данной граничной точки (значение указанное в графе «Частота») либо назначить канал удержания амплитуды.

Графа «Пауза» позволяет выдерживать указанную временную паузу после завершения испытаний по каждой строке таблицы

Каждая граничная точка также имеет 4 параметра, определяющие допустимый коридор для проведения виброиспытаний «Допуск (+)», «Допуск (-)», «Предел (+)», «Предел (-)». При превышении значений параметров «Допуск (+)», «Допуск (-)» по контрольному каналу пользователю будет выдаваться предупреждающее сообщение. При превышении значений параметров «Предел (+)», «Предел (-)» по контрольному каналу будут прерываться испытания. Параметры устанавливают допуски интегрального уровня ускорения в каждой

граничной точке согласно профилю. По умолчанию допуски установлены на отметке ±3, ±6 дБ соответственно, но при необходимости можно задать вручную другие значения.

Соседние граничные точки определяют сегменты профиля. Для редактирования параметров сегмента профиля в таблице предусмотрены строки развертки, расположенные между граничными точками.

Каждая строка развертки в таблице имеет три параметра: «Тип развертки», «Скорость» и «Длительность».

Параметр «Тип развертки» может быть «логарифмический», «линейный» либо «без развертки». Отсутствие или наличие развертки может задаваться индивидуально для каждого сегмента, а вид развертки может быть только единым сразу для всех сегментов, где активирована развертка (либо все «Лог-Лог» либо все «Лин-Лин»).

Параметр «Скорость» определяет скорость изменения частоты при прохождении по развертке между граничными точками. Значения параметра «Скорость» могут задаваться как общими (равными), так и индивидуальными (различными) для сегментов профиля.

Параметр «Длительность» (в строке сегмента профиля) определяет время, которое требуется на прохождение виброиспытаний по развертке между граничными точками.

Примечание: *Параметры «Скорость» и «Длительность» взаимно зависимы и при задании значения одного из них программа автоматически пересчитывает значение другого.*

Примечание: *для линейного типа развертки параметр скорость измеряется в герцах в секунду, для логарифмического – в октавах в минуту.*

Кнопка «Конструктор» открывает соответствующее окно (*Рис. 9.5*) которое позволяет быстро создавать профили с необходимыми уровнями перемещения, скорости и ускорения.

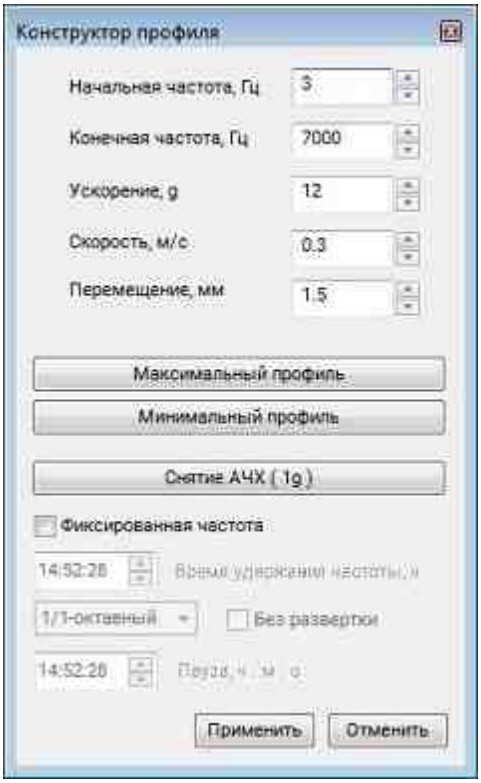


Рис. 9.5 Окно «Конструктор профиля»

Кнопка «Максимальный профиль» в окне «Конструктор» профиля позволяет автоматически перестроить профиль на максимальные допустимые значения.

Кнопка «Минимальный профиль» в окне «Конструктор» профиля позволяет автоматически перестроить профиль на минимальные допустимые значения.

При выборе параметра «Фиксированная частота» появляется возможность автоматически построить профиль с фиксированием частот по 1/3-октавному или октавному ряду указав необходимое время удержание частоты в соответствующем поле в окна «Конструктор профиля».

В поле выбора отображения (*Рис. 9.6*) во вкладке «Профиль» окна «Редактирование профиля» устанавливается контрольная величина, по которой будет отображаться график профиля испытаний.

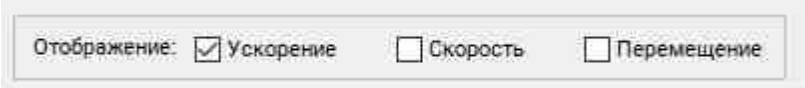


Рис. 9.6 Управление отображением

График профиля может быть представлен как зависимость частоты от ускорения, скорости, либо перемещения, для этого следует установить переключатель в

соответствующее положение. График профиля испытаний по ускорению может быть представлен либо в единицах измерения «g», либо в «м/с^2».

В поле выбора типа и скорости развертки (*Рис. 9.7*) во вкладке «Профиль» окна «Редактирование профиля» устанавливается тип и скорость развертки для прохождения сегментов между граничными точками в профиле испытаний.



Рис. 9.7 Тип и скорость развертки

Тип развертки профиля может быть задан в двух вариантах – линейный (Лин – Лин) и логарифмический (Лог - Лог). Также существует возможность устанавливать скорость прохождения испытания по профилю. При линейной развертке скорость развертки устанавливается в Гц/с или мин/цикл. При логарифмической развертке скорость развертки устанавливается в окт./мин или мин/цикл. В случае задействования данной функции скорость развертки для каждого сегмента испытаний будет одинакова.

При выборе параметра «Отображать ограничения по вибростенду - изделию» на графике спектра в окне «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*) дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений профиля (коридор допустимых профилей).

Примечание: *Графики максимально и минимально допустимых значений профиля рассчитываются с учетом параметров вибростенда и изделия, а также результатов предтеста.*

При выборе параметра «Отображать ограничения по генератору» на графике спектра в окне «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*) дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений (коридор допустимых значений) уровня генератора при формировании сигнала управления.

Примечание: *Максимальное значение уровня генератора определяется в параметрах вибростенда и при этом не может превышать 10 В, минимальное значение определяется по результатам предтеста.*

В поле «Текущий уровень» окна «Редактирование профиля» отображается максимальное значение ускорения в профиле.

Вкладка «Параметры» .....

Настройка параметров виброиспытаний осуществляется на вкладке «Параметры» (Рис. 9.8).

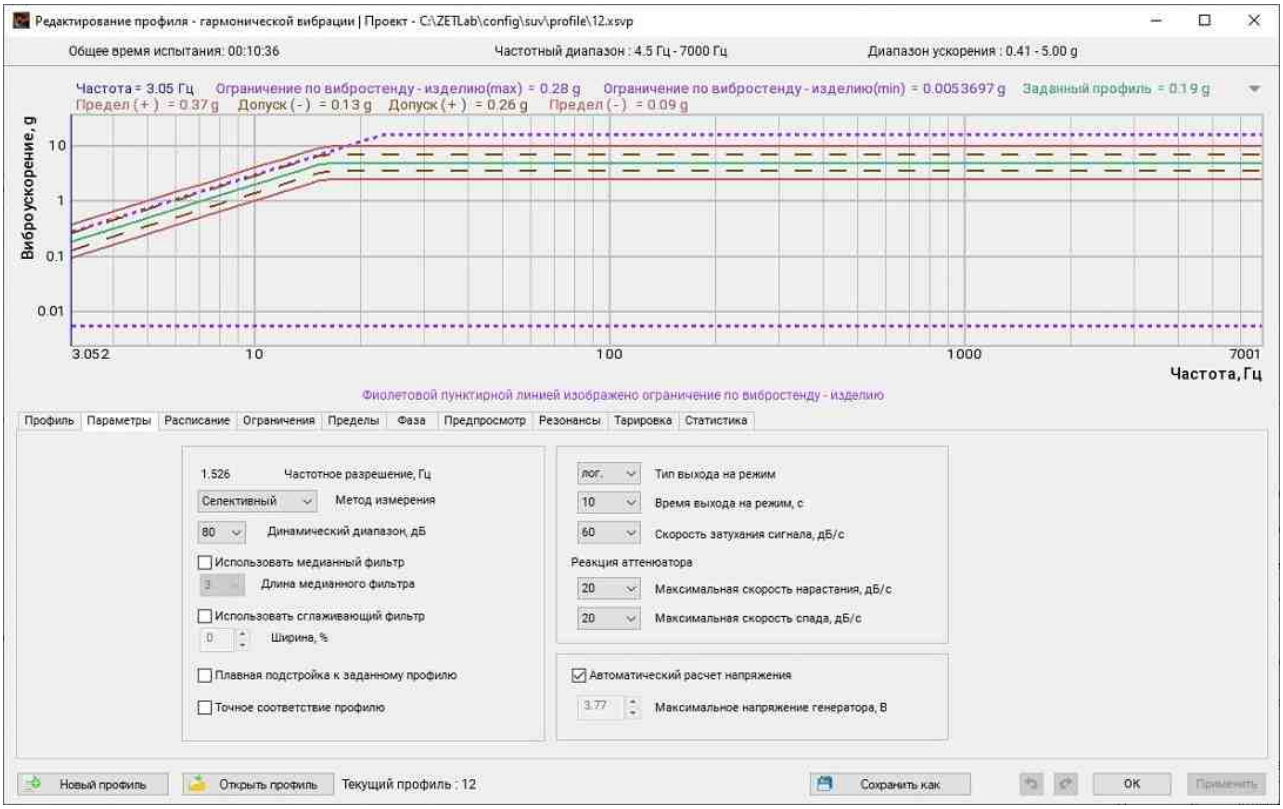


Рис. 9.8 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Параметры»

Параметр «Частотное разрешение» отображает значение, которое будет использоваться программой при проведении расчетов. Изменение величины частотного разрешения производится при настройке параметров предтеста (см. раздел 8).

Параметр «Метод измерения» устанавливает метод расчета значений спектра – «Селективный» или «Эффективный». При «Селективном» методе измерений по контрольному каналу регистрируются значения, соответствующие отклику только на генерируемой частоте виброиспытаний, при «Эффективном» – по всей полосе регистрируемого сигнала.

Параметр «Динамический диапазон» ограничивает разницу между максимальным и минимальным значениями спектра амплитудной характеристики.

Параметр «Использовать медианный фильтр» используется для «выравнивания» спектра амплитудной характеристики. Чем больше значение параметра «Длина медианного фильтра», тем больше величина выравнивания.

Параметр «Сглаживающий фильтр» используется для сглаживания пиков и провалов передаточной характеристики (по которой формируется сигнал управления). В этом случае, корректировка значений по каналу управления (в «сглаженных» областях) в большей степени переносится на аттенюатор, встроенный в контроллер СУВ.

Выбор параметра «Плавная подстройка к заданному профилю» позволяет в процессе проведения испытаний учитывать изменения передаточной характеристики в процессе испытаний и тем самым возвращаться к профилю испытаний при ее изменении.



Примечание: *Изменения передаточной характеристики могут быть вызваны, например, физическими изменениями испытуемого изделия или оснастки.*

При активированном параметре «Точное соответствие профилю» будет запрещен выход за нижнюю границу предела заданного профиля для зон в области частот, на которых в сигнале обратной связи детектированы антирезонансы. Деактивированное состояние данного параметра дает большую свободу СУВ при прохождении профиля в областях антирезонансов.

Параметр «Тип выхода на режим» позволяет выбрать тип увеличения сигнала в канале управления в момент выхода на уровень профиля: «логарифмический» или «линейный».

Параметр «Время выхода на режим» определяет время, за которое будет увеличен сигнал от нулевого уровня до уровня профиля.

Параметр «Скорость затухания сигнала» определяет с какой скорость будет производится снижение сигнала при окончании испытаний.

Параметр «Время затухания экстренной остановки» определяет время, за которое сигнал будет снижен до нулевого уровня при условиях, когда программой диагностирована необходимость экстренной остановки испытаний.



Примечание: *Время затухания экстренной остановки позволяет исключить ударное воздействие на вибростенд и изделие, которое возникает при мгновенном (резком)*

отключении сигнала управления.

Параметры «Максимальная скорость нарастания» и «Максимальная скорость спада» определяют максимальную скорость увеличения и уменьшения уровня сигнала в процессе проведении испытаний.

Параметр «Автоматический расчет напряжения» позволяет выполнить ограничение уровня сигнала управление (канала генератора) на рассчитанную программным обеспечением значение. Автоматическое ограничение рассчитывается программным обеспечением с учетом 10% запаса к максимальному уровню в канале управления необходимому для прохождения задаваемого профиля. В случае деактивации автоматического расчета оператор может установить значение ограничения сигнала в канале управления (генератора) самостоятельно.



Примечание: *Ограничение сигнала управления обеспечивает исключение чрезмерного подъема уровня генерируемого сигнала в канале управления, однако при проведении испытаний в областях частот, где наблюдается низкая когерентность в канале обратной связи уровня канала управления, может быть недостаточно для достижения профиля испытаний.*

Вкладка «Расписание» .....

На вкладке «Расписание» задается количество и направление проходов при проведении испытаний (*Рис. 9.9*).

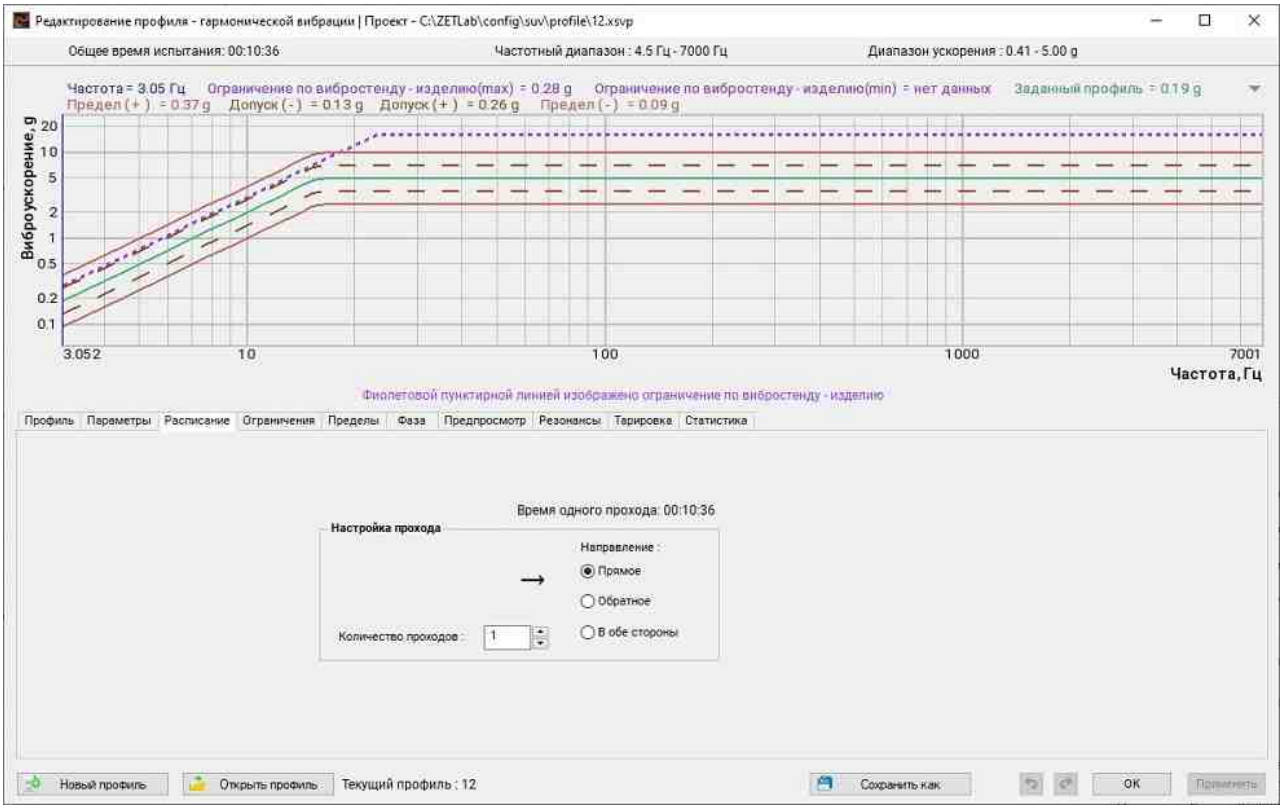


Рис. 9.9 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Расписание»

Параметр «Направление» определяет каким образом будут считаться циклы виброиспытаний: «Прямое» - от меньшей частоты к большей; «Обратное» - от большей частоты к меньшей; «В обе стороны» - от меньшей частоты к большей и обратно.

Параметр «Количество проходов» определяет количество циклов виброиспытаний.

Вкладка «Ограничение» .....

На вкладке «Ограничения» (*Рис. 9.10*) задаются допустимые пределы испытаний для измерительных каналов со статусом «Контроль» и «Слежение». По активированным параметрам (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут остановлены

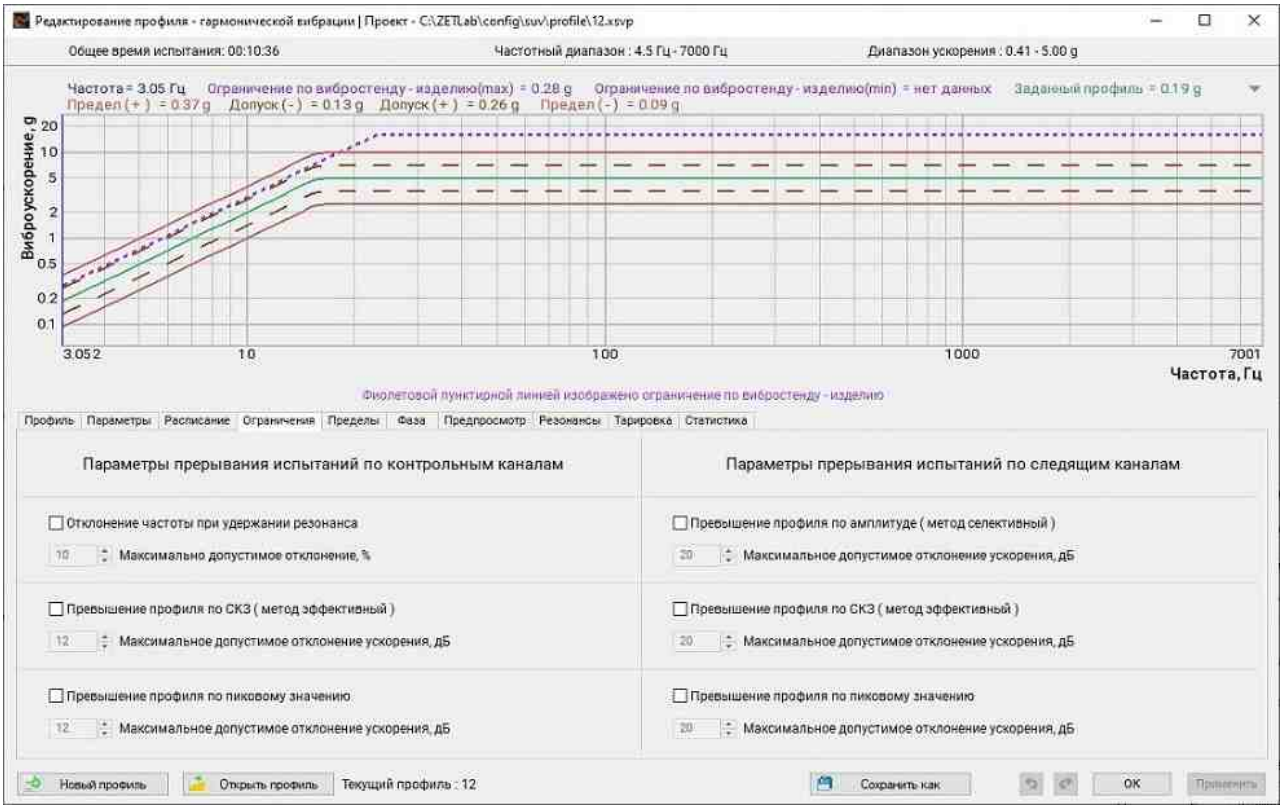


Рис. 9.10 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Ограничения»

Для включения контроля по параметру следует активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметр, а для отключения – деактивировать (убрать отметку в ячейке).

Возможно контролировать превышения по следующим параметрам:

- «Максимально допустимое отклонение» (только для каналов со статусом «Контроль»)
- «Превышение профиля по амплитуде (только для каналов со статусом «Слежение»).
- «Превышение профиля по СКЗ (только при выборе метод измерения «Эффективный»);
- «Превышение профиля по пиковому значению».

Вкладка «Фаза» .....

На вкладке «Фаза» устанавливается режим работы генераторов СУВ (*Рис. 9.11*).

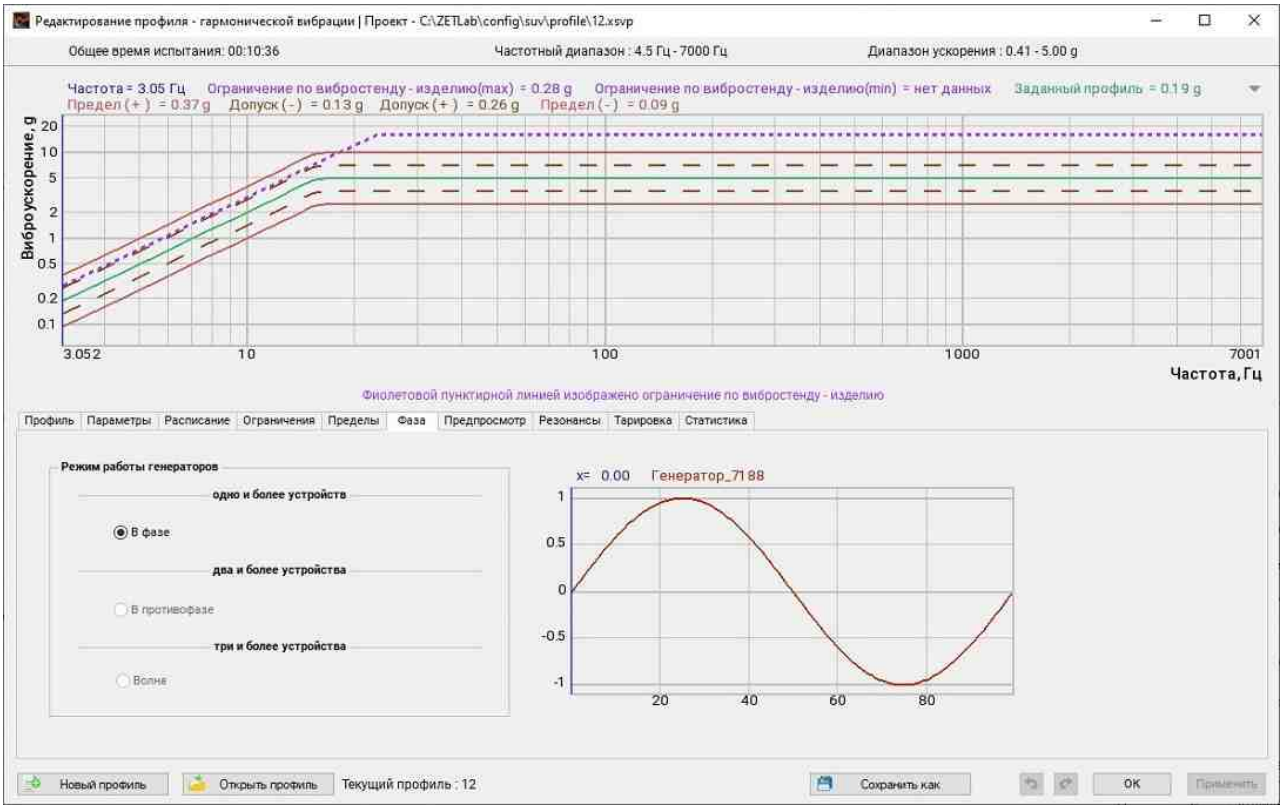


Рис. 9.11 Окно «Настройка профиля», вкладка «Фаза»

Возможность выбора режима работы генераторов на данной вкладке зависит от количества одновременно задействованных контроллеров СУВ при проведении виброиспытаний:

- Один контроллер СУВ – «В фазе»
- Два контроллера СУВ – «В фазе» и «В противофазе»
- Три контроллера СУВ - «В фазе» и «Волна».
- Четыре контроллера СУВ - «В фазе», «В противофазе» и «Волна».

Примечание: *В режиме «Волна» при трех задействованных контроллерах СУВ обеспечивается сдвиг фазы между каналами управления контроллеров на 120°, при четырех – на 90°.*

Вкладка «Предпросмотр» .....

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками виброиспытаний по заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста (*Рис. 9.12*).

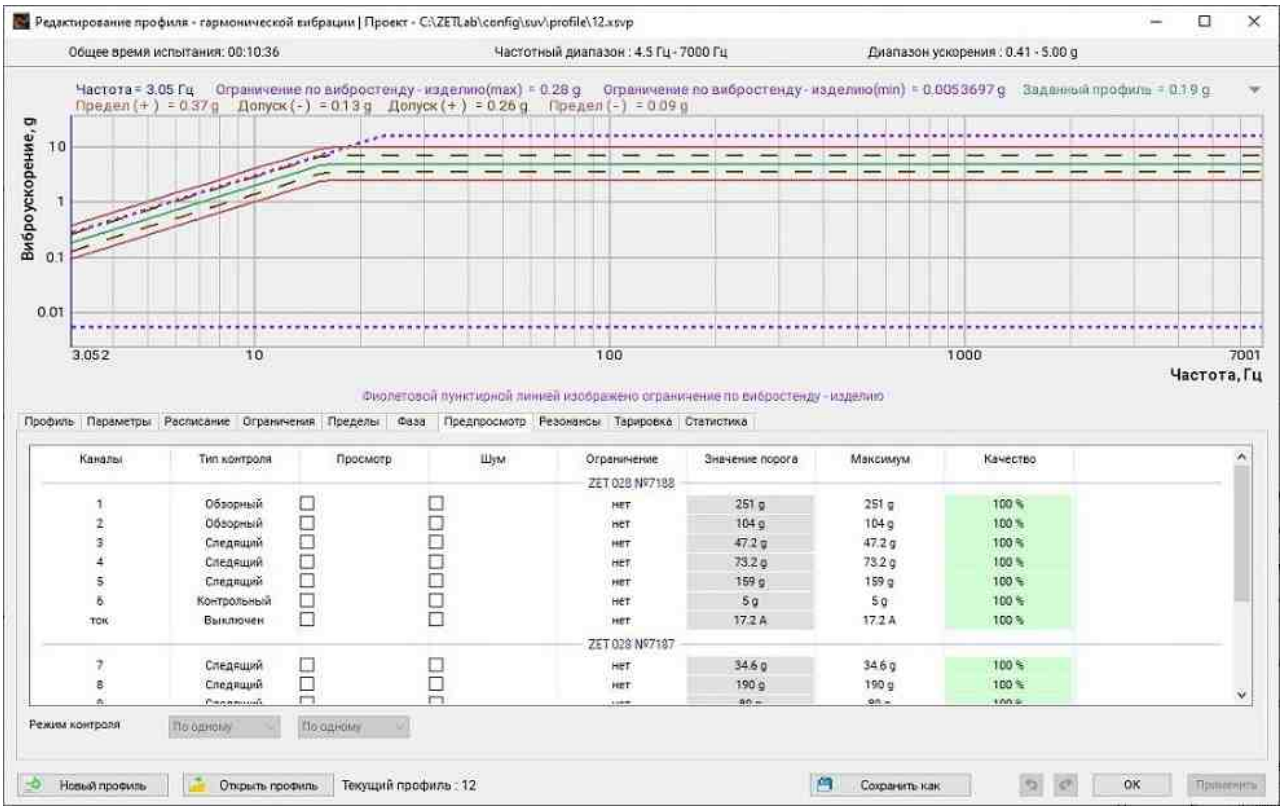


Рис. 9.12 Окно «Настройка профиля», вкладка «Предпросмотр»

Возможна визуализация как графиков уровней амплитудных значений при проведении испытаний (активация в графе «Просмотр»), так и графиков уровней шума (активация в графе «Шум») по всем доступным измерительным каналам СУВ, при этом статусы измерительных каналов (графа «Тип контроля») определяются в соответствии с назначенными статусами в окне программы «Предтест и поиск резонансов».

В случае активации контроля за расчетным уровнем генератора (активация в графе «Просмотр») выводится график генератора (*Рис. 9.13*) из расчета обеспечения на контрольном канале заданного уровня по профилю. На график выводится также линия ограничения по верхнему уровню генератора (определяется установленным пределом) и линия ограничения по нижнему уровню генератора (определяется уровнем шумов).

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

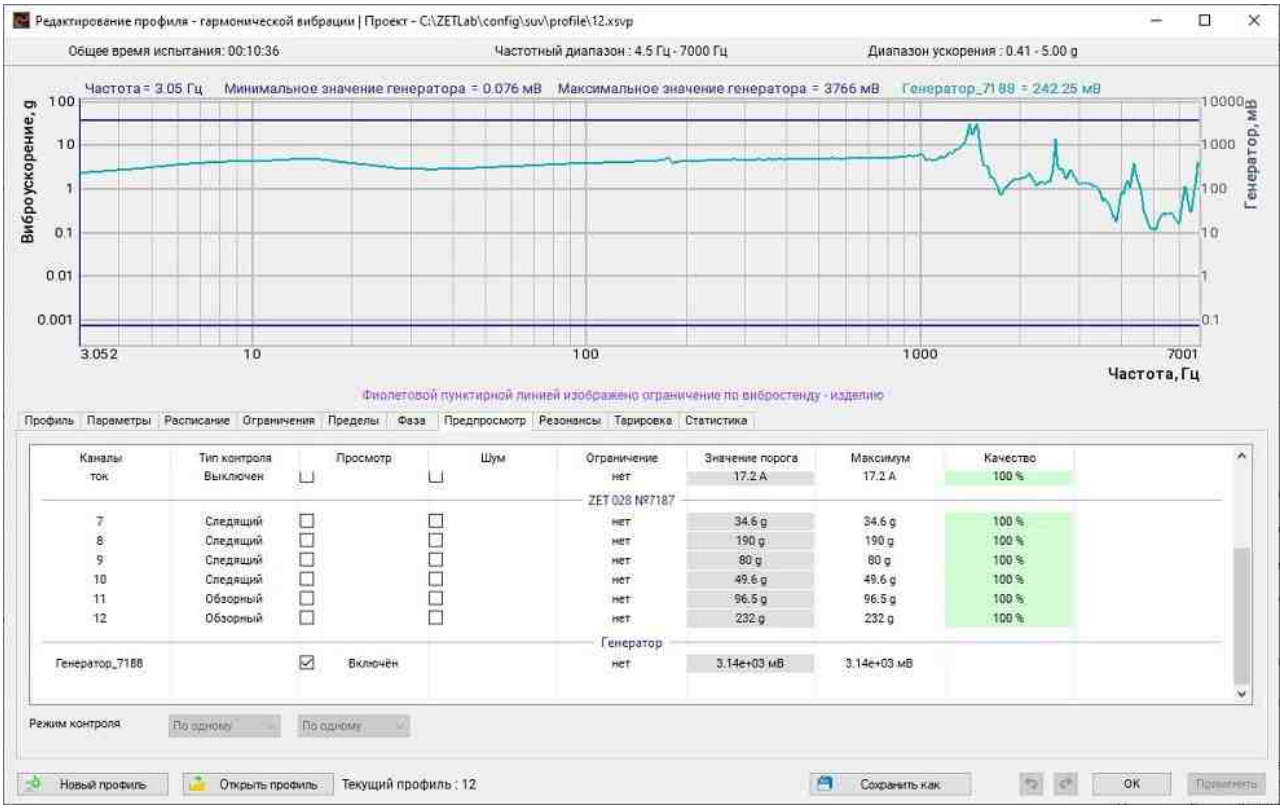


Рис. 9.13 Окно «Настройка профиля», вкладка «Предпросмотр», график генератора

Вкладка «Резонансы» .....

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике (*Рис. 9.14*).

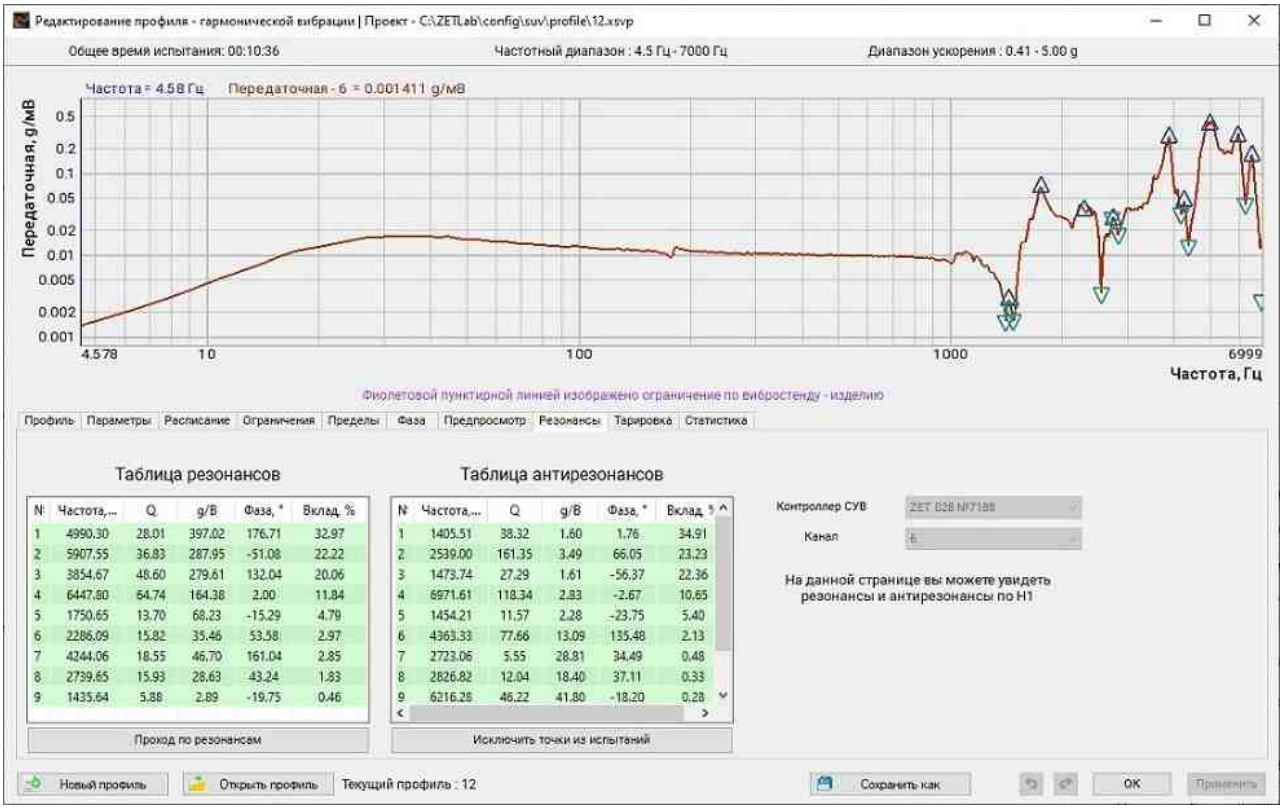


Рис. 9.14 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы»

При необходимости (для более подробного рассмотрения) масштабируйте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области (*Рис. 9.15*), при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика.

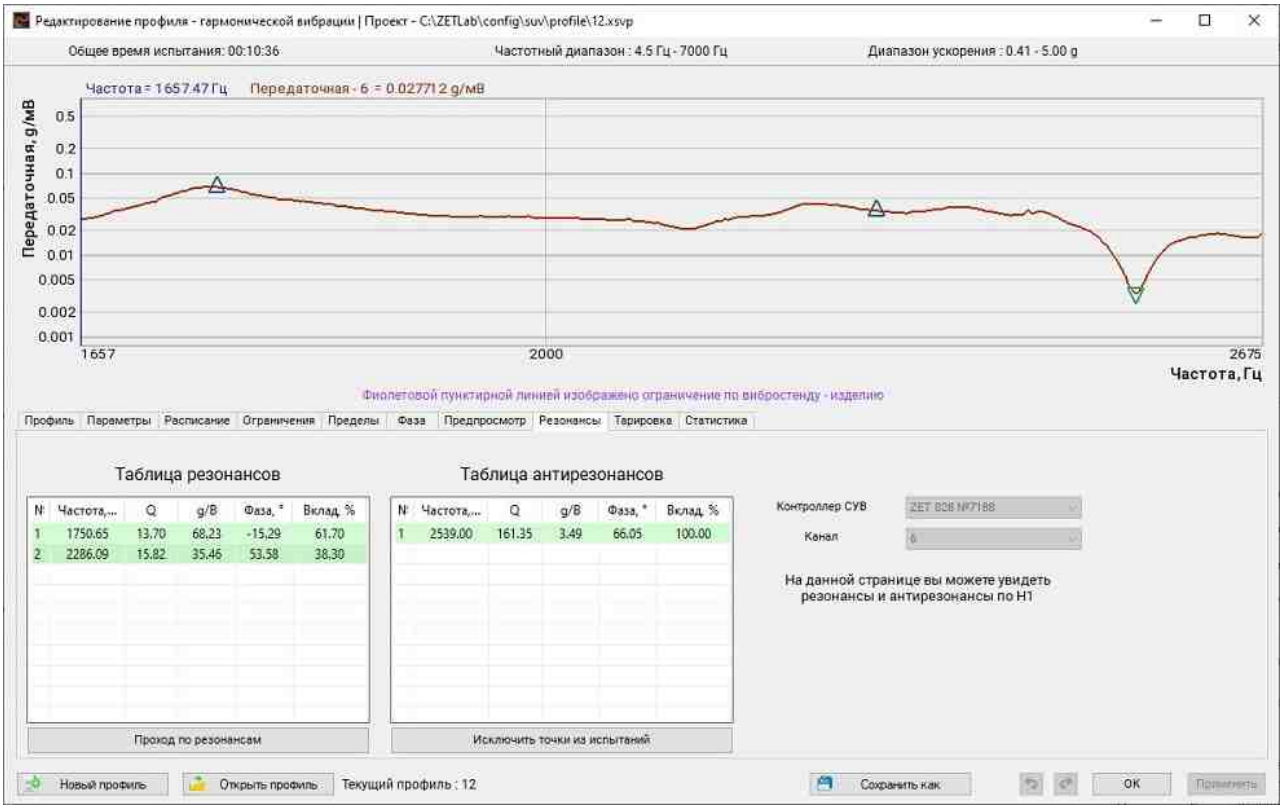


Рис. 9.15 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы», отмасштабировано

Кнопка «Проход по резонансам» позволяет построить профиль с удержанием частот на резонансах указанных в таблице резонансов.

Примечание: *при необходимости построенный автоматически профиль с удержанием частот на резонансах вы можете отредактировать вручную, исключив «лишние» граничные точки.*

Вкладка «Тарировка» .....

Тарировка предназначена для контроля за линейностью амплитудной характеристики измерительных каналов датчиков, задействованных в СУВ, и позволяет в дополнение к предтесту определить возможный диапазон проведения испытаний и качество подготовки к ним.

Внимание! *Тарировка используется только для режимов с фиксированной частотой*

колебаний, либо при удержании резонансов. Информация во вкладке «Тарировка» становится доступной после проведения и сохранение результатов тарировки.

Примечание: *другие виды использования тарировки приведены в разделе 17.2.*

Выполнение тарировки будет рассмотрено на примере 12 измерительных каналов, регистрирующих сигналы от акселерометров, установленных на расширительном столе вибростенда и измерительного канала, регистрирующего величину тока виброустановки. Подразумевается, что параметры измерительных каналов датчиков настроены согласно разделу 1, предтест пройден согласно разделу 7 и в качестве измерительных канала обратной связи (статус «Контроль») выбран один из измерительных каналов акселерометра, а остальным измерительным каналам назначен статус «Слежение» (*Рис. 9.16*).

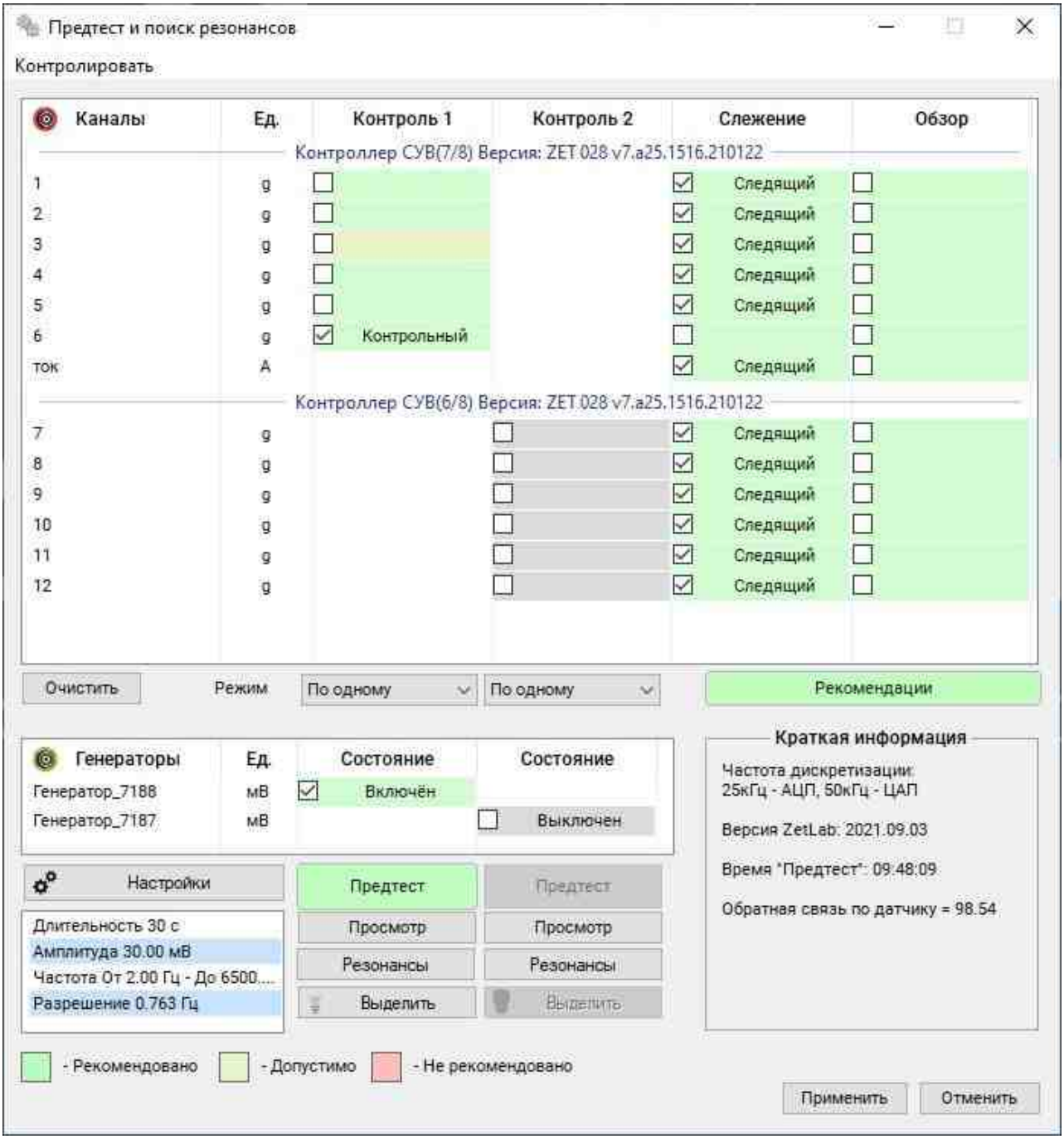


Рис. 9.16 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для выполнения тарировки необходимо построить профиль с необходимой амплитудой на фиксированной частоте и с временем на профиле не более 10 секунд при времени выхода 60 секунд, после чего провести испытания на этом профиле и сохранить результат.

Примечание: *как правило амплитуда тарировки определяется максимальной амплитудой профиля планируемых виброиспытаний*

Примечание: *фиксированную частоту для профиля тарировки рекомендуется выбирать из области профиля планируемых виброиспытаний, в которой усилитель вибростенда работает с максимальными нагрузками, при этом следует избегать выбора частоты тарировки близкой к частотам резонансов и антирезонансов*

Для построения профиля тарировки из окна программы «Гармоническая вибрация» следует активировать окно «Редактирование профиля» и во вкладке «Профиль» (*Рис. 9.17*) оставив всего одну строку в графе таблицы установить необходимые значения частоты и амплитуды (в примере 160 Гц, 10 g). Параметр тип развертки следует установить в значение «Фикс.», а параметр «Длительность» - не более 10 с.

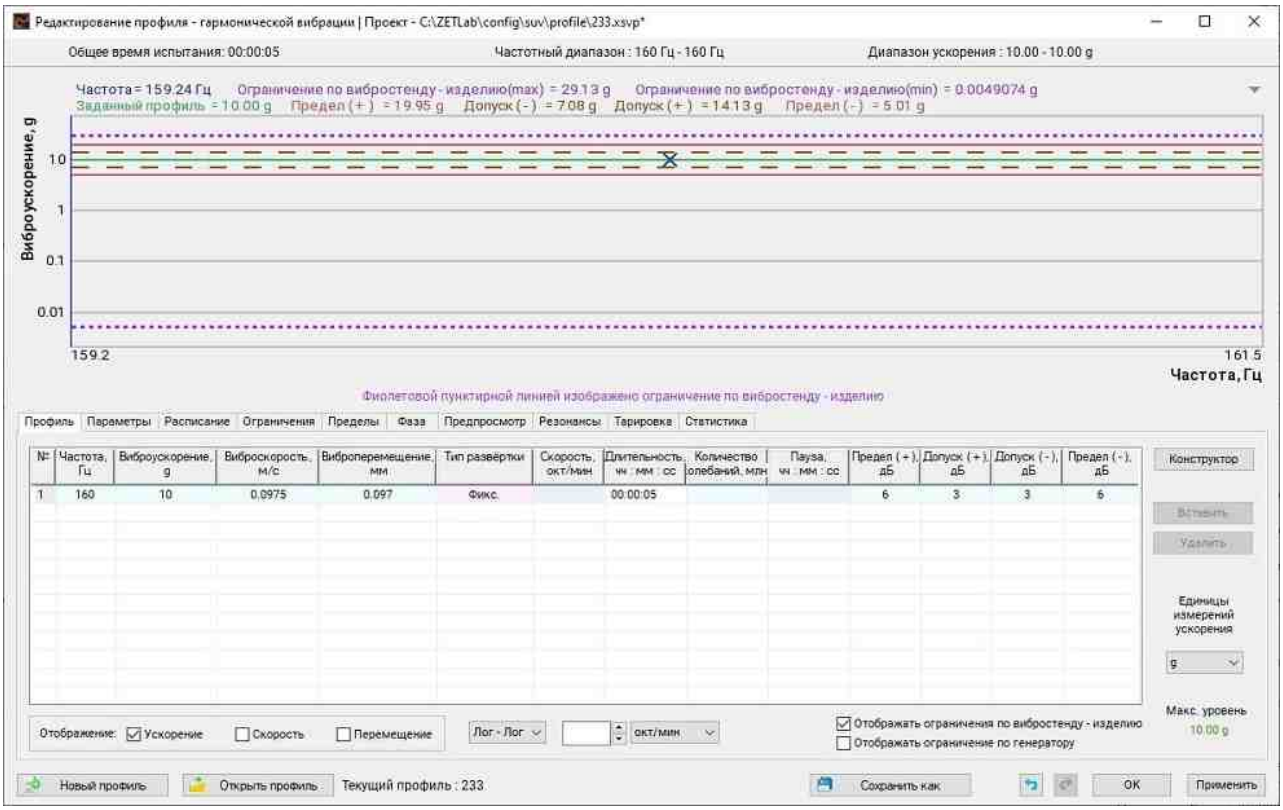


Рис. 9.17 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Во вкладке «Параметры» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.18*) следует выбрать для параметра «Тип выхода на режим» значение «Лин.», а для параметра «Время выхода на режим» значение 60 с, а также установить ограничение по напряжению генератора (*Рис. 9.19*).

Примечание: *рекомендуется немного увеличивать вручную значение напряжения генератора, относительно рассчитанного в автоматическом режиме*

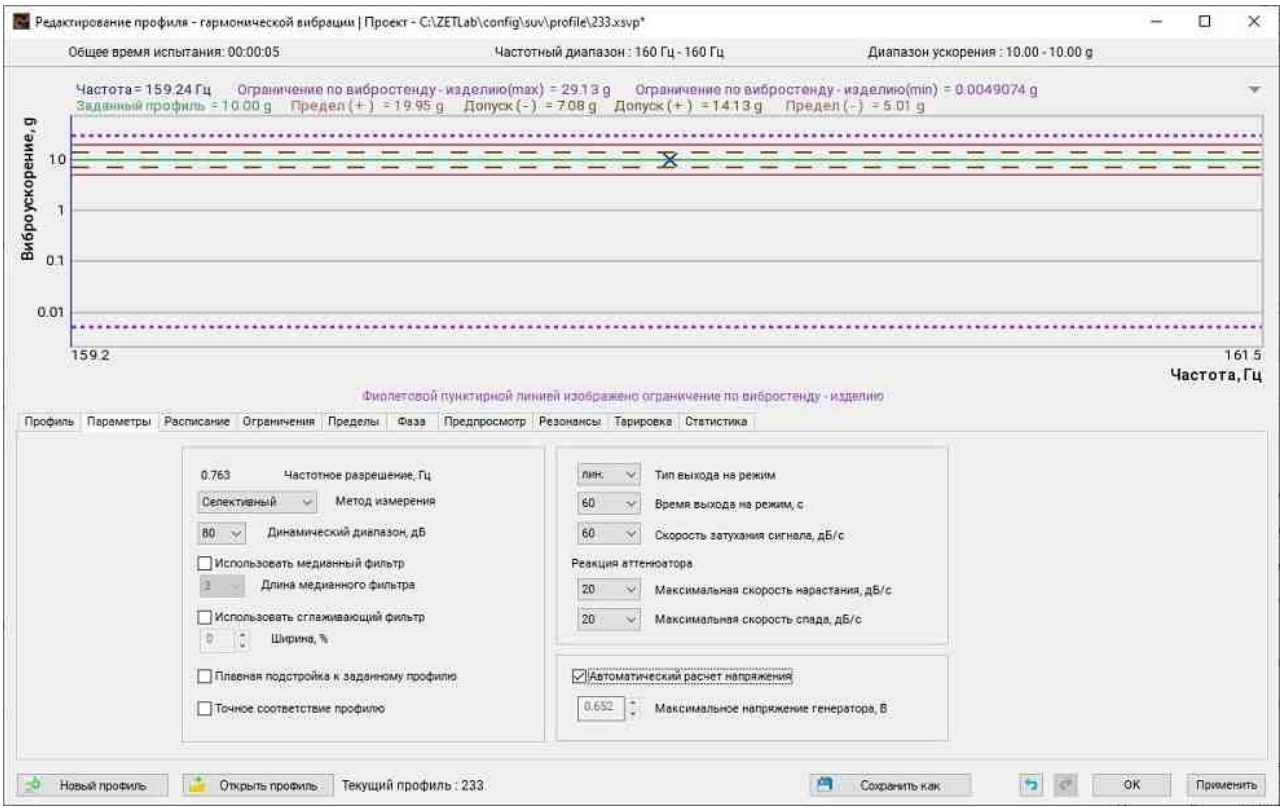


Рис. 9.18 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

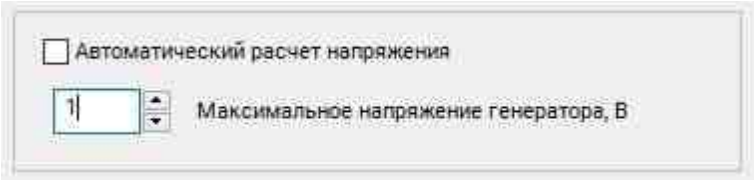


Рис. 9.19 Область установки ограничения канала управления

Используя информацию во вкладке «Резонансы» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.20*) убедиться в отсутствии резонансов и антирезонансов на частоте проведения тарировки (в примере 160 Гц).

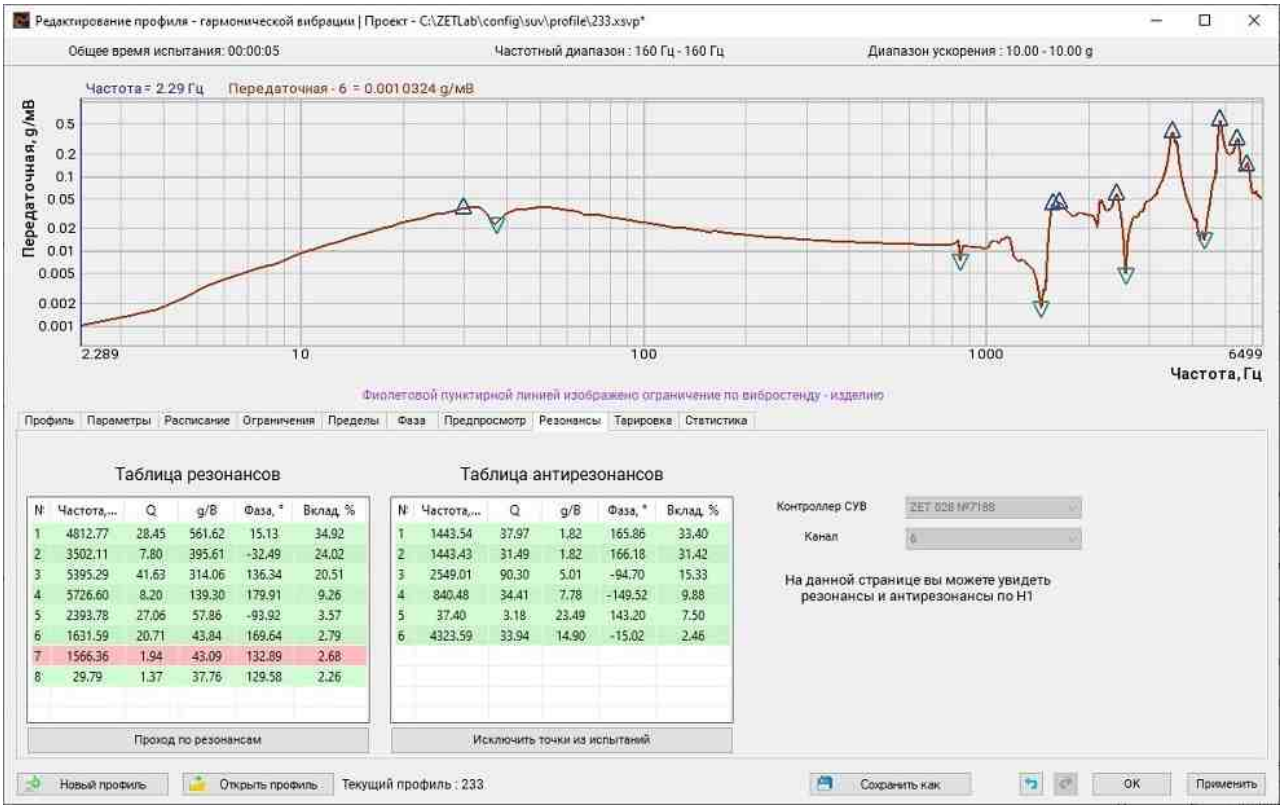


Рис. 9.20 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Используя информацию во вкладке «Статистика» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.21*) убедиться в отсутствии ограничений параметров.

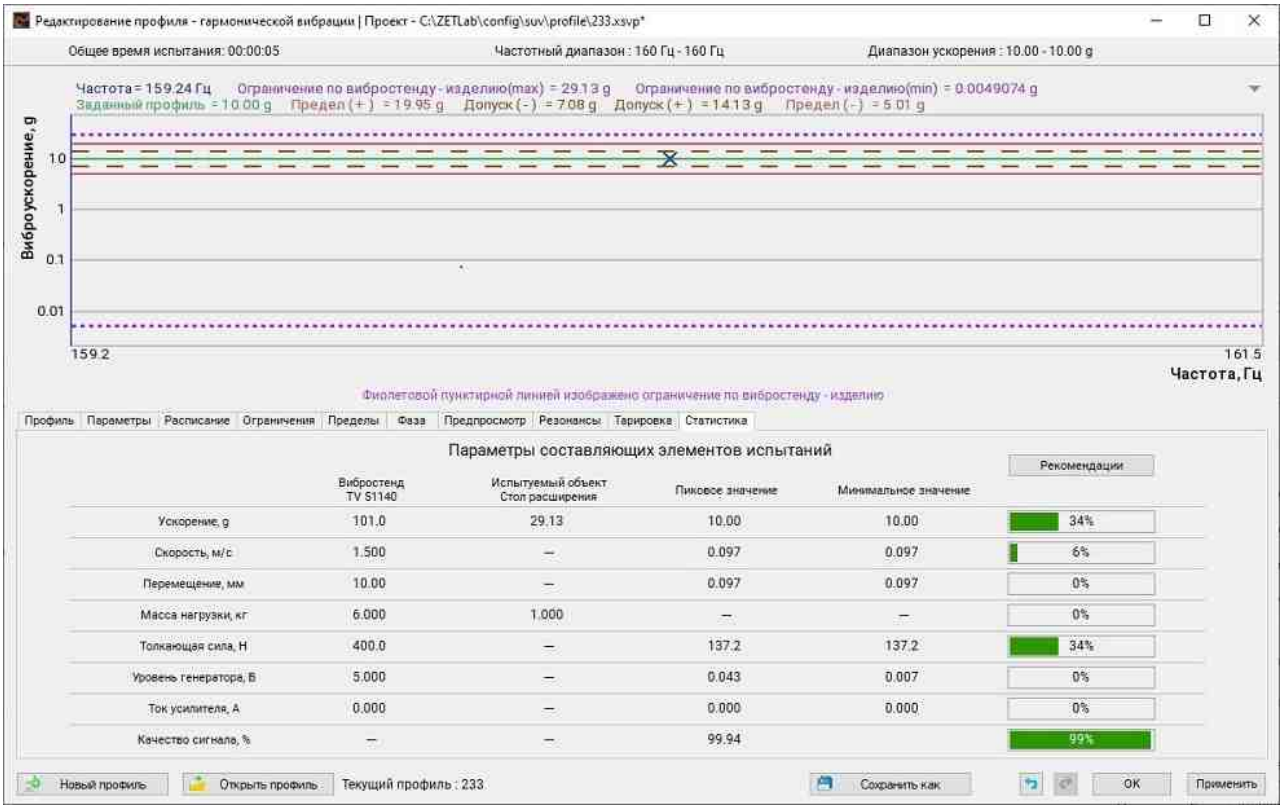


Рис. 9.21 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Статистика»

В окне программы «Редактирование профиля» активировать кнопку «ОК», после чего оно будет закрыто, и программа «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.21*) будет подготовлена к выполнению тарировки.

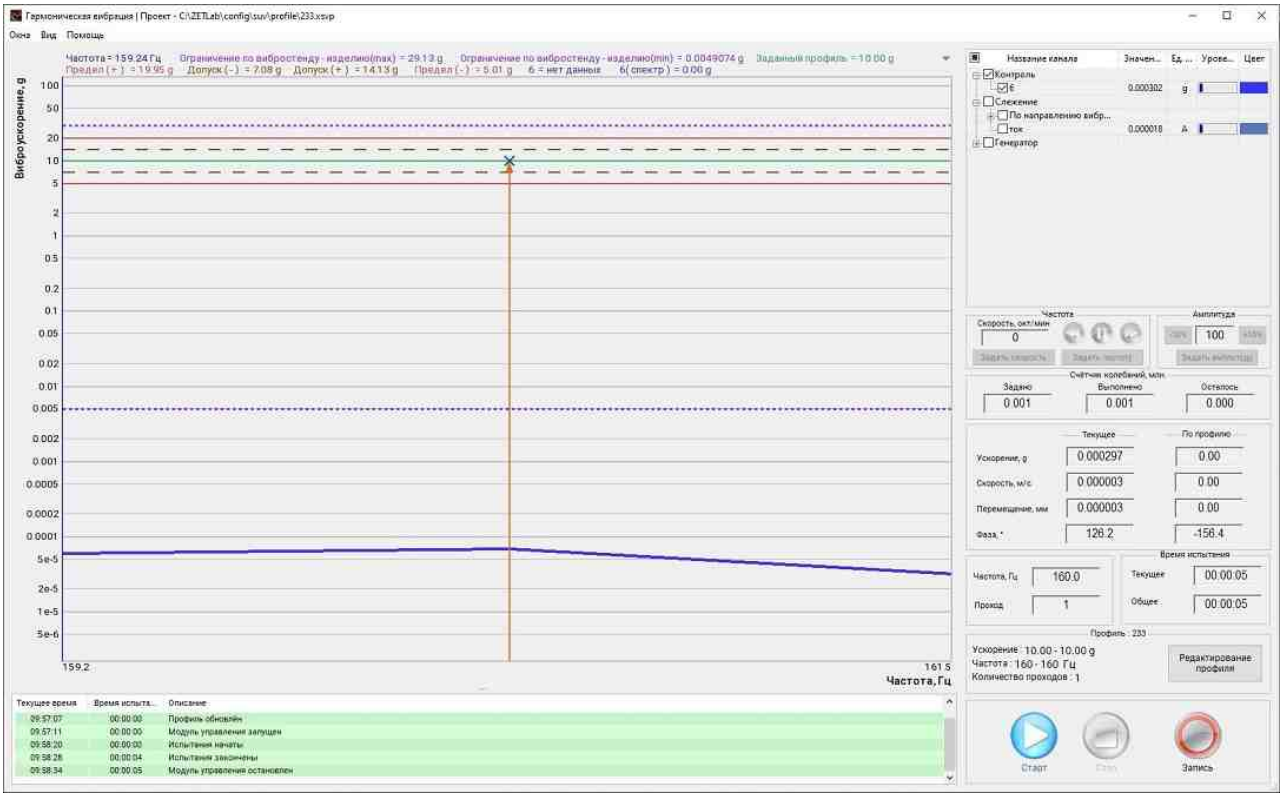


Рис. 9.22 Окно «Гармоническая вибрация»

Этап проведения тарировки заключается в выполнении подготовленного профиля (активация кнопки «Старт» в окне программы «Гармоническая вибрация»).

Тарировка производится во время выхода на режим (в течении 60 секунд). В момент линейного подъема уровня амплитуды вибрации регистрируются графики амплитуд отклика по измерительным каналам со статусом «Слежение» относительно измерительного канала со статусом «Контроль».

Для просмотра результатов тарировки в окне «Гармоническая вибрация» в разделе «Окна» (*Рис. 9.23*) следует выбрать «Тарировка» при этом будет открыто соответствующее окно (*Рис. 9.24*).

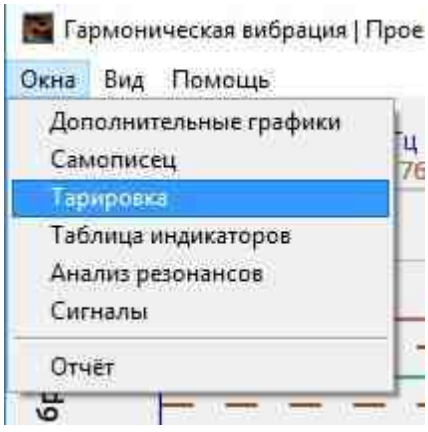


Рис. 9.23 Окно «Гармоническая вибрация», раздел «Окна»

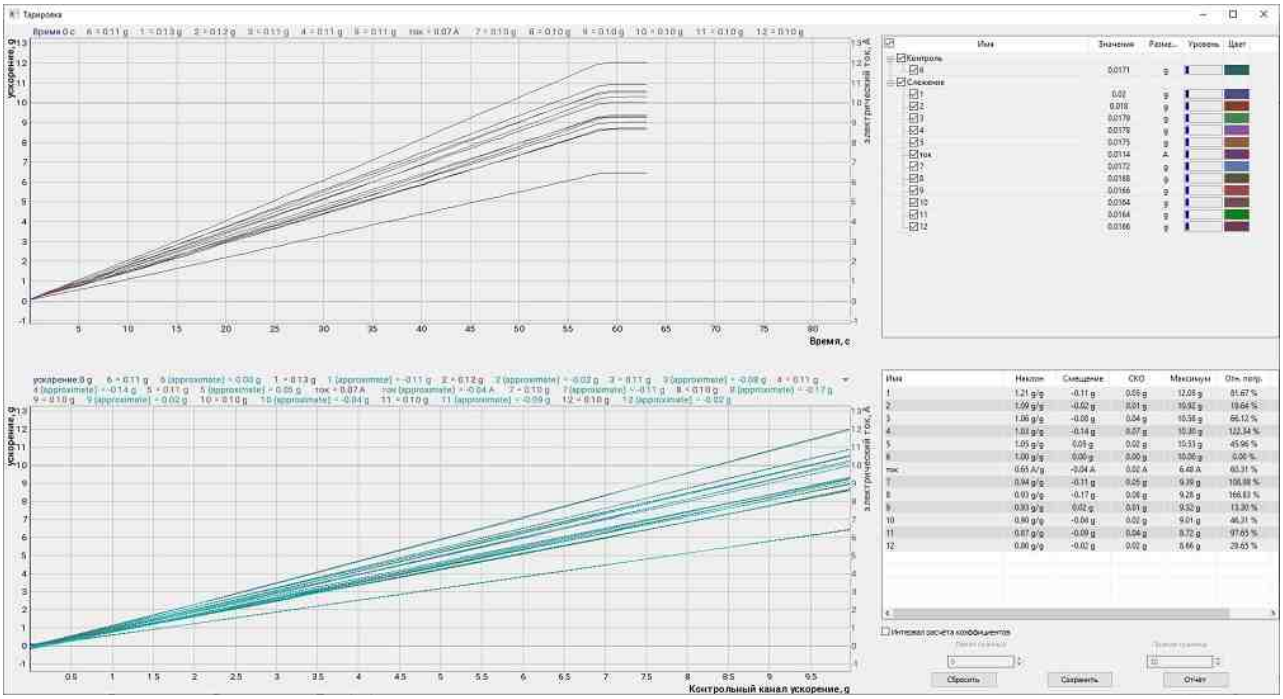


Рис. 9.24 Окно «Тарировка»

Чекбоксы в области списка измерительных каналов позволяют отключать и включать визуализацию соответствующих каналам графиков (*Рис. 9.25*).

В окне «Тарировка» следует скорректировать диапазон тарировки (*Рис. 9.25*), исключив из него область малых амплитуд (в примере до 1 g), для этого следует активировать параметр «Интервал расчета коэффициентов» и ввести соответствующее числовое значение.

Примечание: *рекомендуется исключать из диапазона тарировки область малых амплитуд из-за возможного влияния шумов на результат тарировки.*

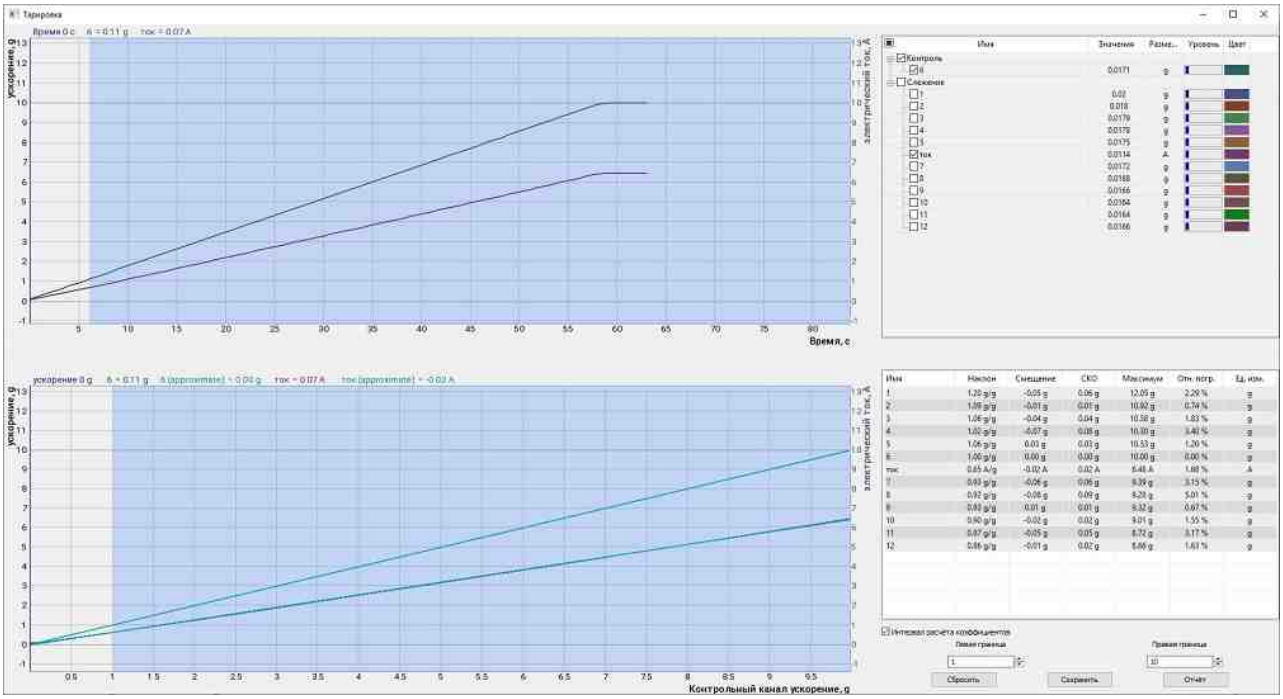


Рис. 9.25 Окно «Тарировка» с коррекцией диапазона

Чекбоксы в области списка измерительных каналов позволяют отключать и включать визуализацию соответствующих каналам графиков.

В области числовых значений выводятся (рассчитанные по результатам тарировки) статистические данные, по которым можно определить какие значения ускорений будут регистрироваться акселерометрами в процессе проведения испытаний, какова линейность амплитудной характеристики акселерометров друг относительно друга и относительно канала тока и т.п..

Для сохранения результатов в окне «Тарировка» следует активировать кнопку «Сохранить», после чего зарегистрированная информация станет доступна во вкладке «Тарировка» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.26*).

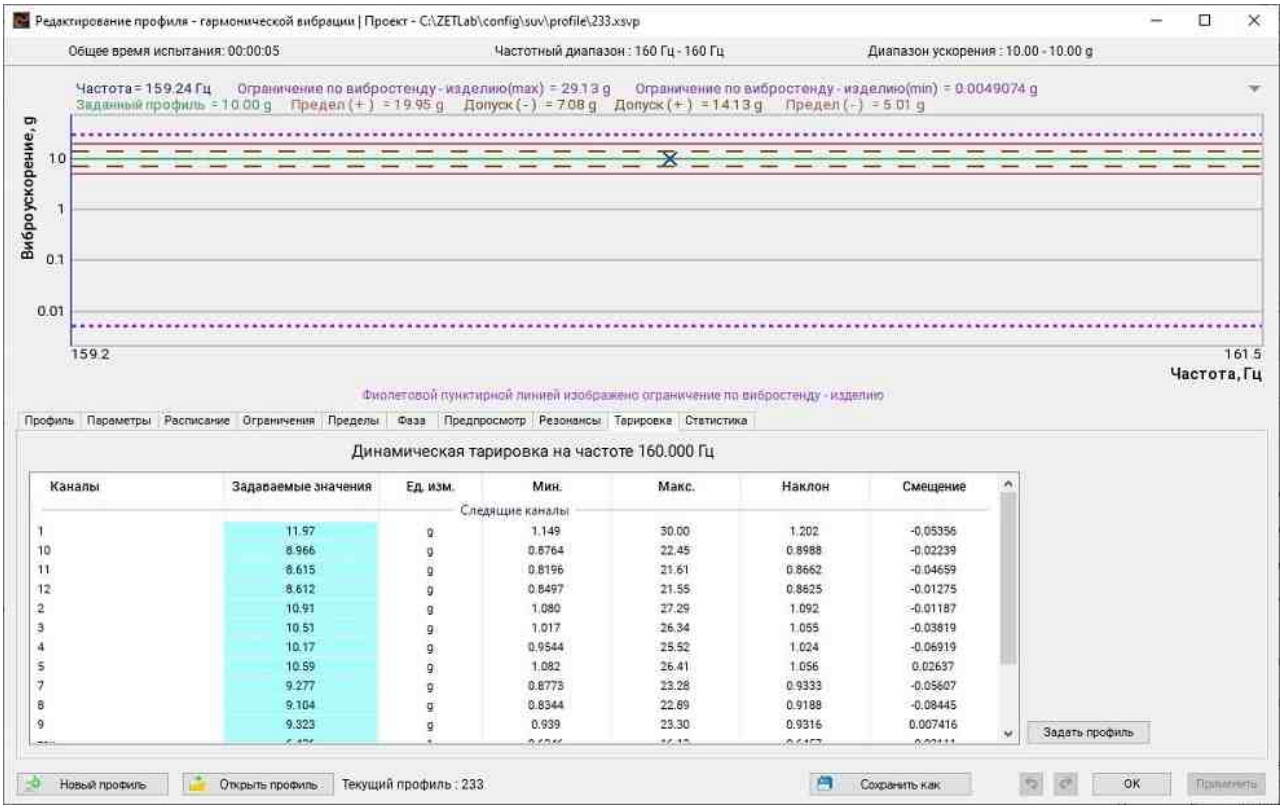


Рис. 9.26 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»

Вкладка «Статистика» .....

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании заданных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний (*Рис. 9.27*).

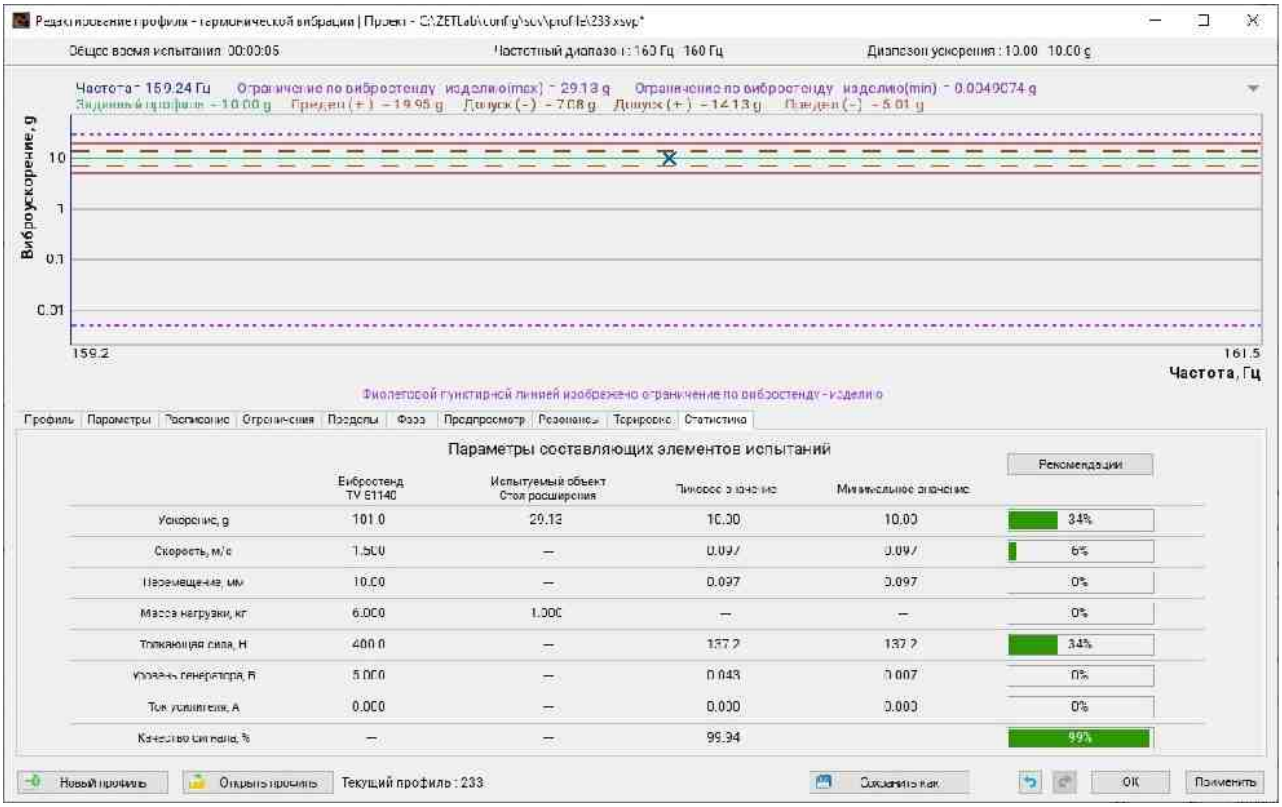


Рис. 9.27 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Статистика»

Примечание: *предельное ускорение вибростенда ограничивается суммой масс установленной оснастки и изделия. Значение предела для ускорения приводится в графе «Испытуемый объект».*

Примечание: *в режиме удержания резонанса по фазе программное обеспечение увеличивает предел регистрируемых ускорений на величину добротности резонанса. Например, если виброустановка (при указанной степени загрузки) позволяет выдавать ускорение 35g, то при удержании резонанса (с добротностью 40) предельное значение ускорения будет увеличено до уровня 35*40=1400g.*

Сохранение и загрузка профилей испытаний .....

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации», необходимо активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытания необходимо в окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации» активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 9.28*).



Рис. 9.28 Кнопка сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 9.29*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего, активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «Редактирование профиля - гармонической вибрации».*

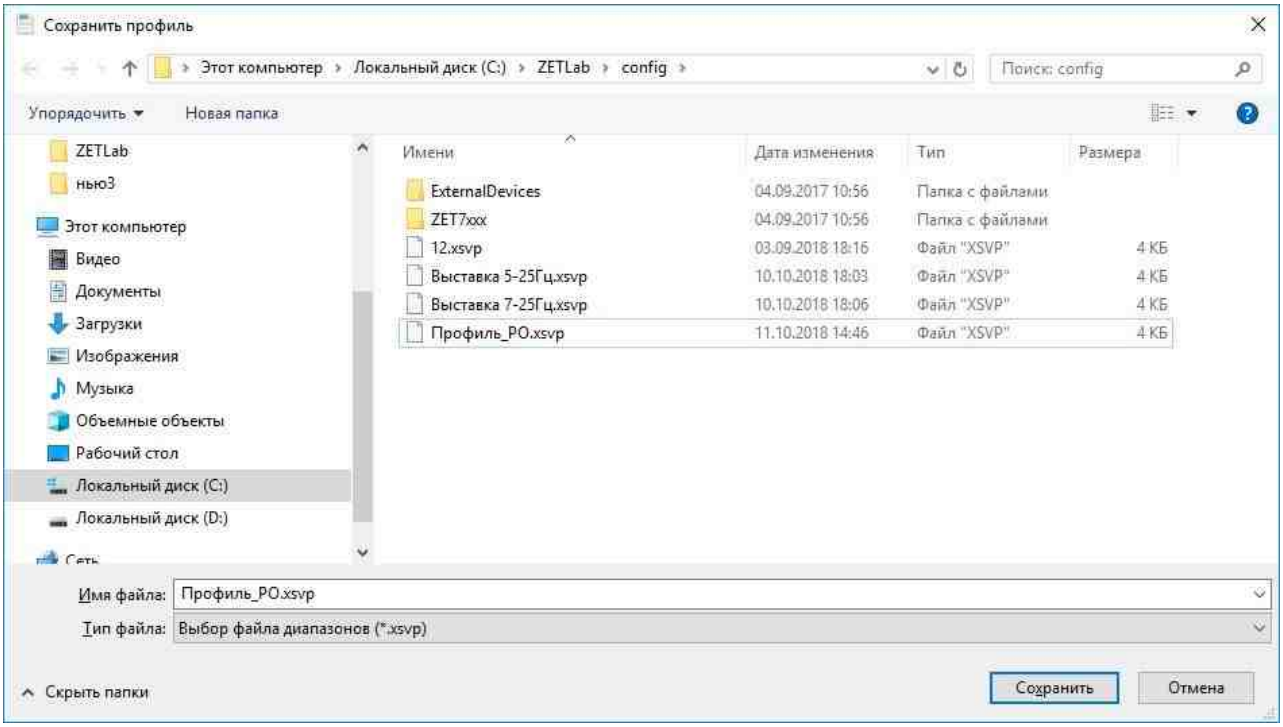


Рис. 9.29 Окно «Сохранить профиль»

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 9.30*).

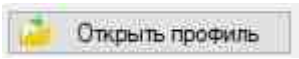


Рис. 9.30 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 9.31*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и активировать кнопку *«Открыть»*.



Рис. 9.31 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 9.32*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).

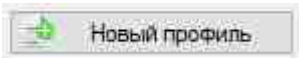


Рис. 9.32 Панель для создания нового профиля

Ошибки и предупреждения профиля .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений,

вызванных в программе "Гармоническая вибрация".

Пояснения не требуются.

Есть ошибка ввода данных. ввести правильно данные

Пройти предтест.

Проведение испытаний .....

Проведение испытаний

Проведение испытаний выполняется с помощью программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.33*).

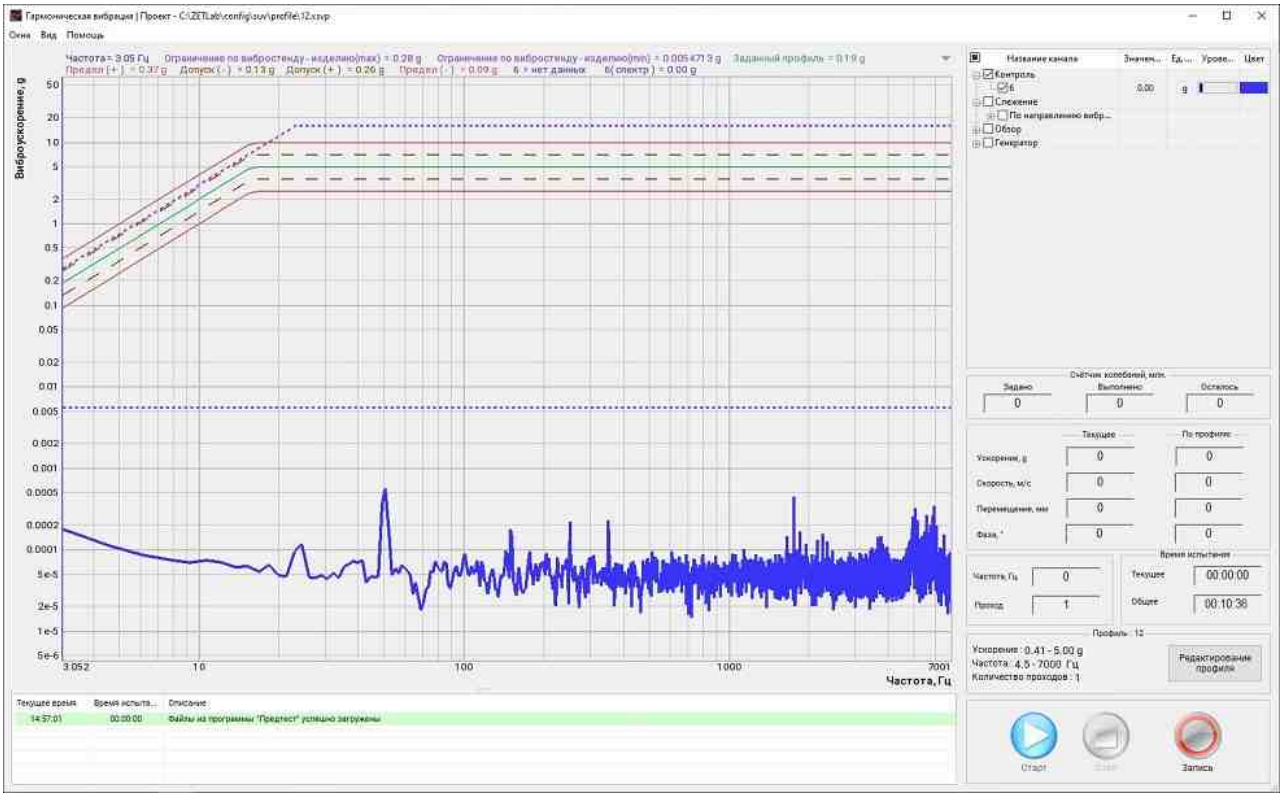


Рис. 9.33 Окно программы «Гармоническая вибрация»

Наибольшая часть окна программы «Гармоническая вибрация» отведена под область графиков с координатной сеткой в которой отображаются: график выбранного профиля испытаний (зеленого цвета), линии допусков (штриховые красного цвета), пределов

(сплошные красного цвета) и график спектра уровня шумов (синего цвета), регистрируемых по каналу обратной связи. В области графиков также могут отображаться (если данный параметр активирован) нижний и верхний пределы возможных уровней профиля (пунктирная линия фиолетового цвета) и пределы (верхний и нижний) уровня по каналу управления (сплошные линии синего цвета).

С правой стороны от области графиков располагается область регистрируемых значений и управления.

Во время проведения испытаний (*Рис. 9.34*) в областях графиков и регистрируемых значений отображаются регистрируемые значения как по всем доступным измерительным каналам СУВ, так и по каналу (каналам) управления.

Примечание: *отображаются лишь те графики, для которых установлен выбор в графе «Название канала» в области табличных значений.*

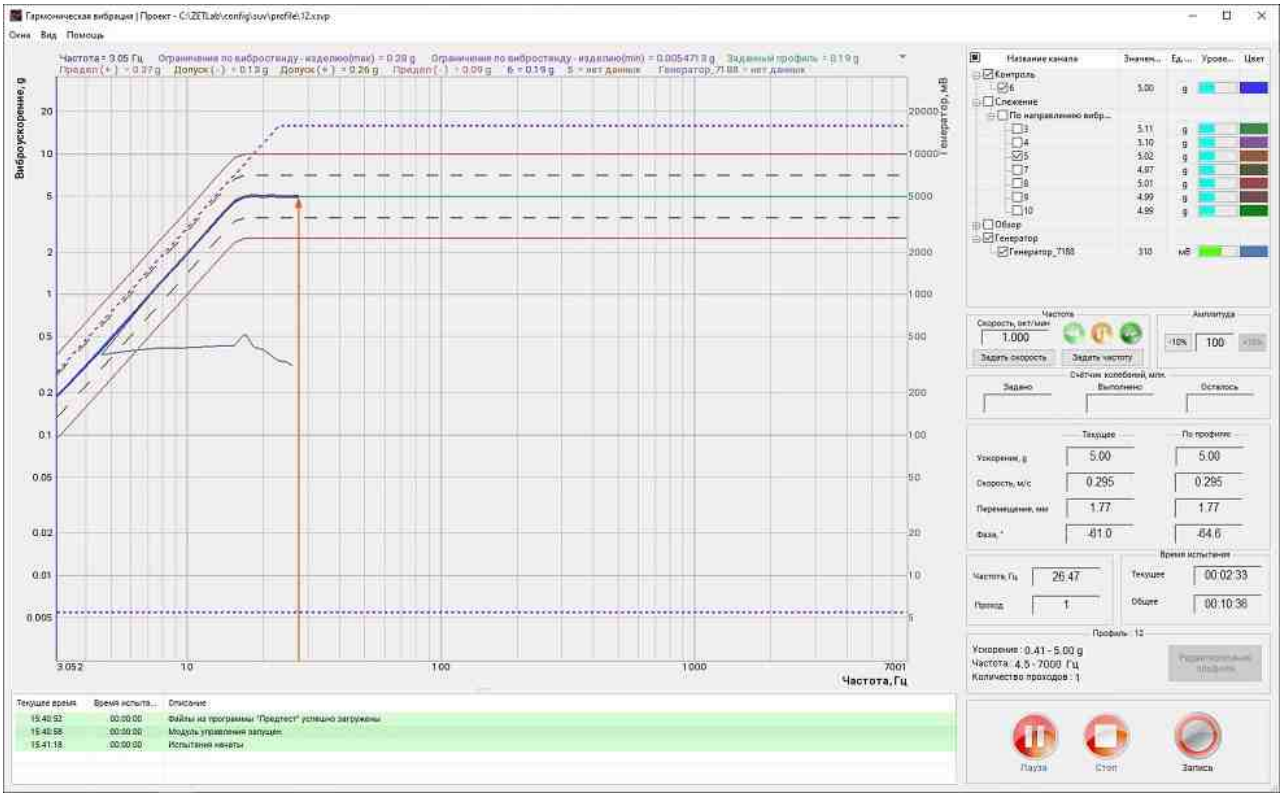


Рис. 9.34 Окно программы «Гармоническая вибрация» во время проведения испытаний

Раздел «Вид» (*Рис. 9.35*) позволяет визуализировать в области регистрируемых значений и управления поля, которые необходимы для проведения испытаний.

Примечание: *рекомендуется скрывать неиспользуемые поля с целью удаления из окна для проведения испытаний избыточной информации*

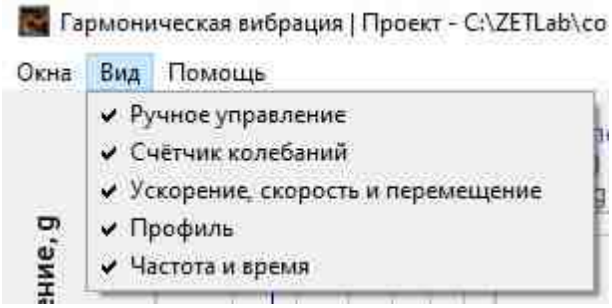


Рис. 9.35 Список раздела «Вид»

Поле «Ручное управление» (*Рис. 9.36*) предназначено для изменения во время испытания амплитуды ускорения, скорости развертки и направления прохода.

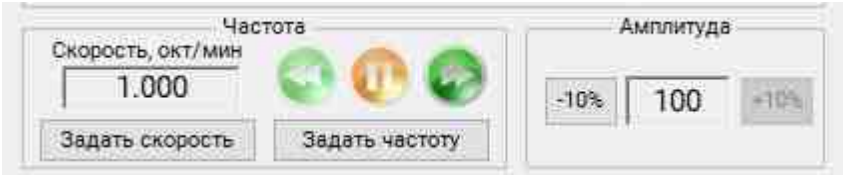


Рис. 9.36 Поле «Ручное управление»

Поле «Счетчик колебаний» (*Рис. 9.37*) используется только при испытаниях в режиме удержания частоты для контроля за количеством выполненных колебаний в процессе проведения испытаний.

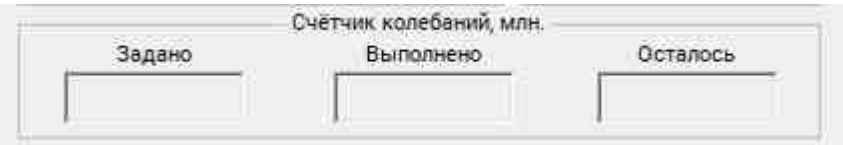


Рис. 9.37 Поле «Счетчик колебаний»

Поле «Интегральные параметры» (*Рис. 9.38*) содержит индикаторы текущего состояния параметров (ускорение, скорость, перемещение и фаза) виброиспытаний по каналу со статусом «Контроль», а также значения параметров заданные в профиле испытания.



Рис. 9.38 Поле «Интегральные параметры»

Поле «Частота и время» (*Рис. 9.39*) содержит индикатор текущей частоты и счётчики времени. Счётчик «Общее время» показывает общую продолжительность виброиспытаний. Счётчик «Текущее время» показывает прошедшее с начала испытаний время.

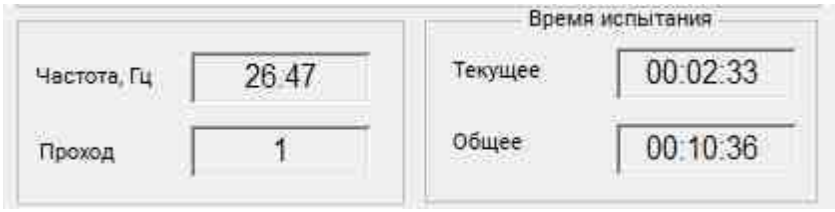


Рис. 9.39 Поле «Частота и время»

Поле «Профиль» (*Рис. 9.40*) содержит информацию о текущем профиле испытаний, а также кнопку «Редактирование профиля» для вызова соответствующего окна программы.

Примечание: *кнопка «Редактирования профиля» в момент проведения испытаний деактивируется*

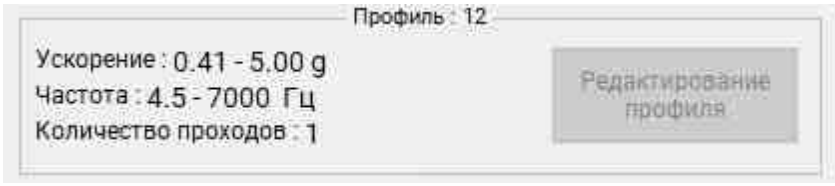


Рис. 9.40 Поле «Профиль»

В нижний части окна программы «Гармоническая вибрация» расположен журнал событий, куда сохраняется информация, связанная с работой программы, например, при открытии окна «Гармоническая вибрация» (в случае если программой детектировано

наличие актуальных результатов предтеста) в журнал событий выводится информация о успешной загрузке файлов предтеста (*Рис. 9.41*).

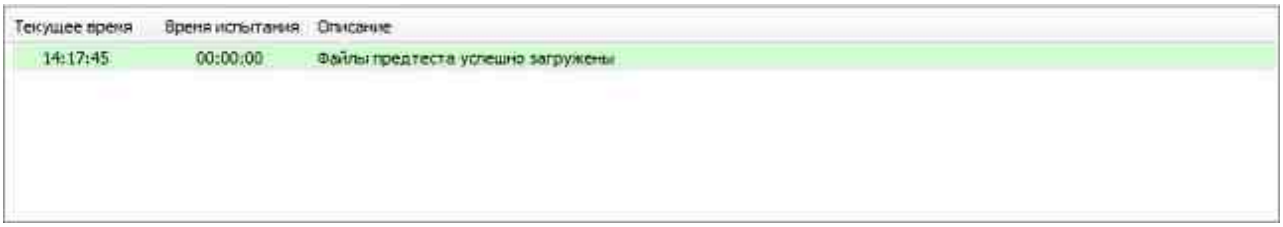


Рис. 9.41 Журнал событий программы «Гармоническая вибрация»

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 9.42*).



Рис. 9.42 Меню управления программы «Гармоническая вибрация»

Для начала виброиспытаний необходимо активировать кнопку «Старт». Для остановки испытаний в произвольный момент времени необходимо активировать кнопку «Стоп». Для временной остановки испытаний необходимо активировать кнопку «Пауза», а для возобновления испытаний – кнопку «Старт».

Нажатие кнопки «Запись» запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ.



Рис. 9.43 Отключенный (слева) и включенный (справа) вид кнопки «Запись»

. ***Примечание**: даже при отключенном статусе кнопки «Запись» программой будет произведена запись последних 10 секунд испытаний с целью возможности диагностирования причины остановки испытаний.*

. ***Примечание:** просмотр записанных сигналов производится с помощью программы «ZETSignalGallery» (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора).*

После запуска проведения испытаний (нажатие на кнопку «Старт») программа в соответствии с установленным временем выхода на режим выводит сигнал управления на заданный по профилю уровень.

При достижении текущего уровня в 95% от заданного по профилю, программа приступает к проведению виброиспытаний по заданному профилю (*Рис. 9.44*).

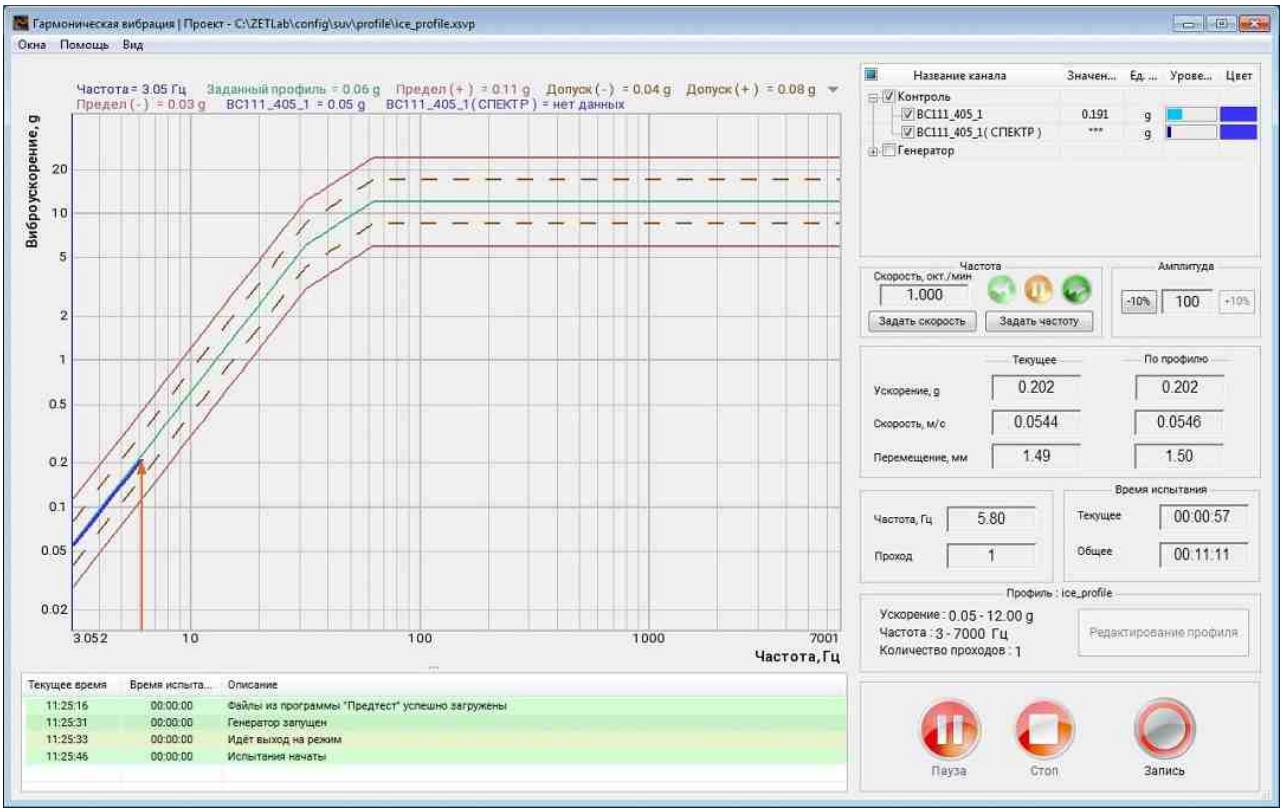


Рис. 9.44 Начало виброиспытаний

Для отображения измерительного канала в области графиков следует выбрать (активировать) в списке каналов (*Рис. 9.45*) расположенном в правой части окна программы. В состав данного списка входят все доступные измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из статусов («Контроль», «Слежение», «Обзор»).

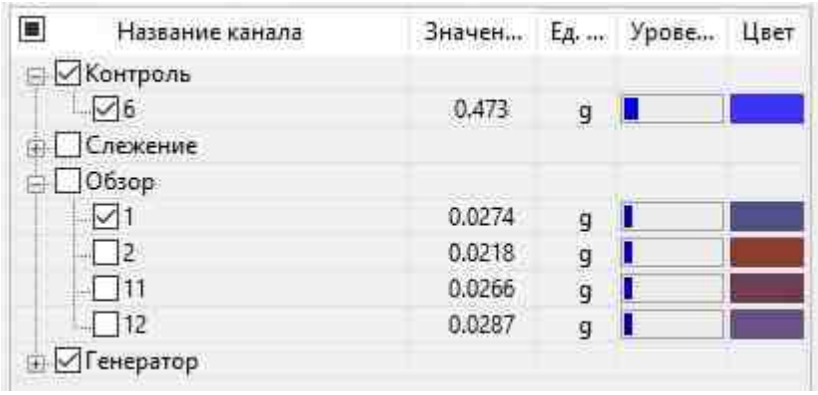


Рис. 9.45 Выбор канала для отображения на графике

Если в окне программы «Предтест и поиск резонансов» статус «Контроль» был назначен одновременно для нескольких измерительных каналов, то в списке каналов программы «Гармоническая вибрация» отобразится виртуальный измерительный канал «Общий (Средний)» или «Общий (Макс.)», рассчитанный соответственно по средним либо по максимальным значениям, регистрируемым по данным измерительным каналам (*Рис. 9.46*).

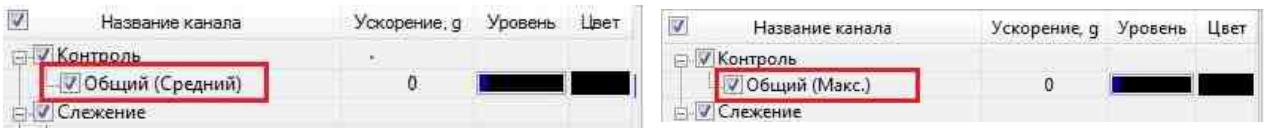


Рис. 9.46 Выбор канала для отображения на графике

Примечание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные со статусом «Контроль», меняют свой статус на «Следящие», а контрольным становится виртуальный измерительный канал, формируемый соответственно по средним или максимальным значениям.*

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) испытания будут остановлены. В журнале сообщения отобразится информация о причинах прерывания испытаний. Для возобновления виброиспытаний (после устранения причины остановки) необходимо нажать кнопку «Продолжить» (*Рис. 9.47*), при этом испытания будут продолжены с той частоты профиля, на которой они были прерваны.

.

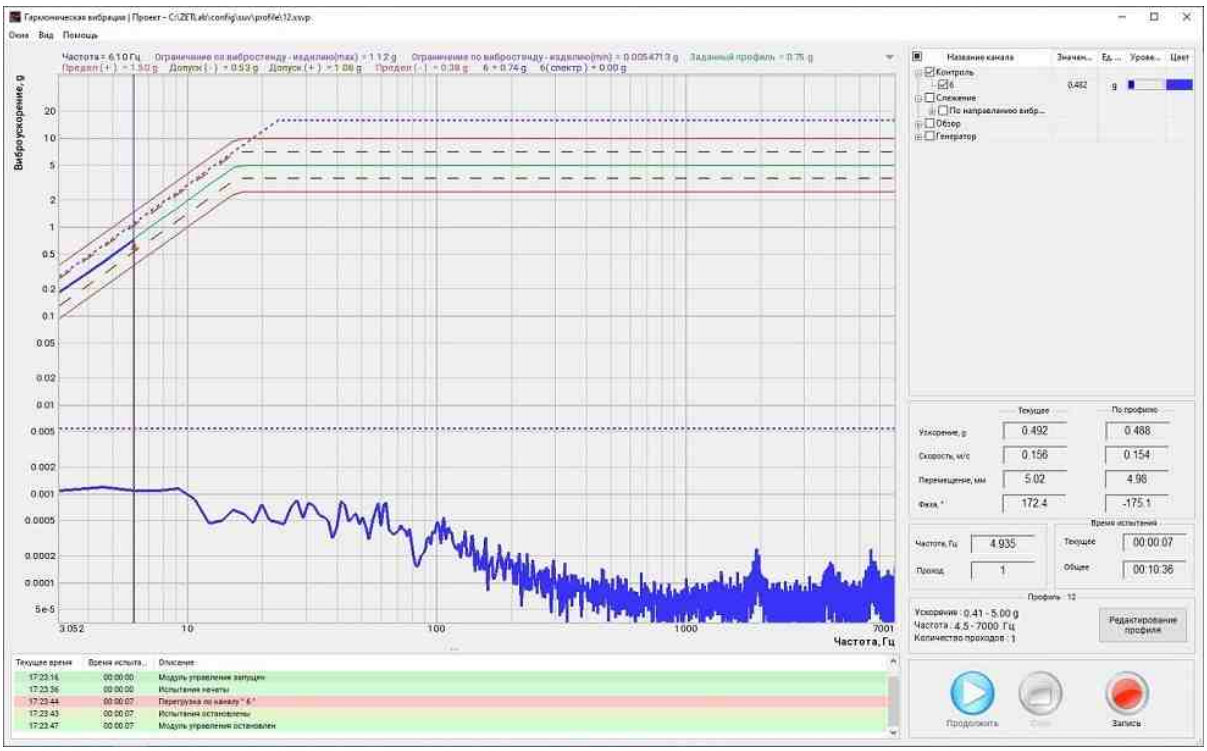


Рис. 9.47 Прерывание виброиспытаний

Дополнительные графики .....

Помимо контроля за проведением испытаний, выполняемым в окне «Гармоническая вибрация», программное обеспечение (в режиме реального времени) предоставляет возможность всестороннего контроля за большим числом параметров, регистрируемых при проведении испытаний. Для этих целей из списка раздела «Окна» (*Рис. 9.48*) следует запустить необходимые программы.

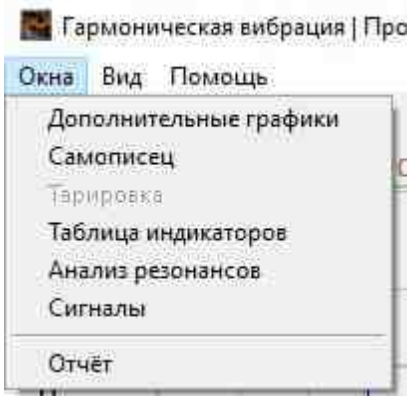


Рис. 9.48 Список программ раздела «Окна»

Окно программы «Дополнительные графики» (*Рис. 9.49*) позволяет контролировать отклонения значений параметров спектра по измерительным каналам от значений параметров спектра, сформированных по результатам предтеста.

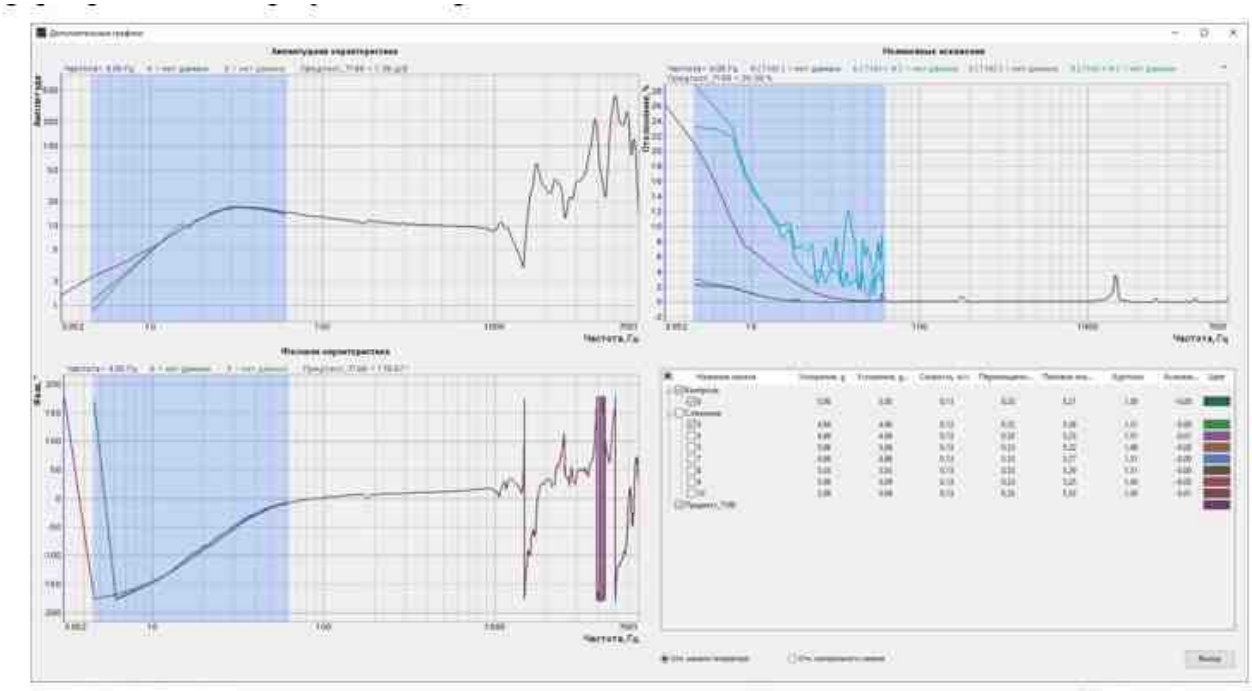


Рис. 9.49 Окно программы «Дополнительные графики»

В зависимости от выбранного параметра (*Рис. 9.50*) на графики «Амплитудная характеристика», «Фазовая характеристика» и «Нелинейные искажения» осуществляется вывод регистрируемых результатов либо относительно канала генератора, либо относительно контрольного канала.

Примечание! *при выборе «отн. контрольного канала» в поле графика «Нелинейные искажения» информация не выводится.*



Рис. 9.50 Область выбора параметра расчета

Визуализация требуемых графиков осуществляется путем активации (отметки идентификаторов) соответствующих каналов в поле «Название канала» области числовых значений окна «Дополнительные графики» (*Рис. 9.51*).

Название канала	Ускорение, g	Ускорение, g...	Скорость, м/с	Перемещени...	Пиковое зна...	Куртозис	Асимме...	Цвет
Контроль								
6	5.00	5.00	0.13	0.33	5.21	1.50	-0.00	
Слежение								
3	4.94	4.96	0.13	0.32	5.36	1.51	-0.00	
4	4.99	4.99	0.13	0.33	5.23	1.51	-0.01	
5	5.06	5.06	0.13	0.33	5.22	1.49	-0.00	
7	4.98	4.98	0.13	0.33	5.27	1.51	-0.00	
8	5.03	5.03	0.13	0.33	5.29	1.51	-0.00	
9	5.09	5.09	0.13	0.33	5.25	1.50	-0.00	
10	5.09	5.09	0.13	0.33	5.33	1.50	-0.01	
Предтест_7188								

Рис. 9.51 Область числовых значений окна «Дополнительные графики»

Самописец сигналов .....

Окно программы «Самописец» (*Рис. 9.52*) отображает информацию о временной реализации параметров, регистрируемых в ходе проведения испытаний.

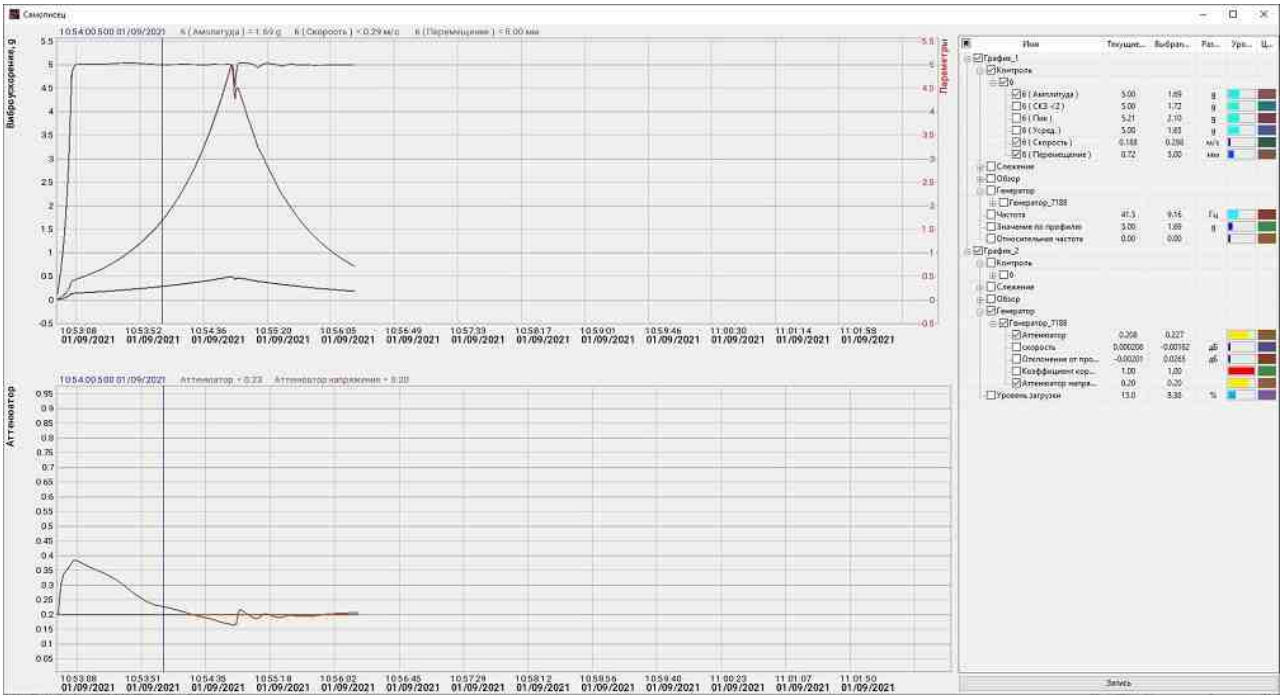


Рис. 9.52 Окно программы «Самописец»

В области числовых значений окна программы «Самописец» (*Рис. 9.53*) приведено дерево списка идентификаторов измерительных каналов и параметров, для которых можно визуализировать графики.

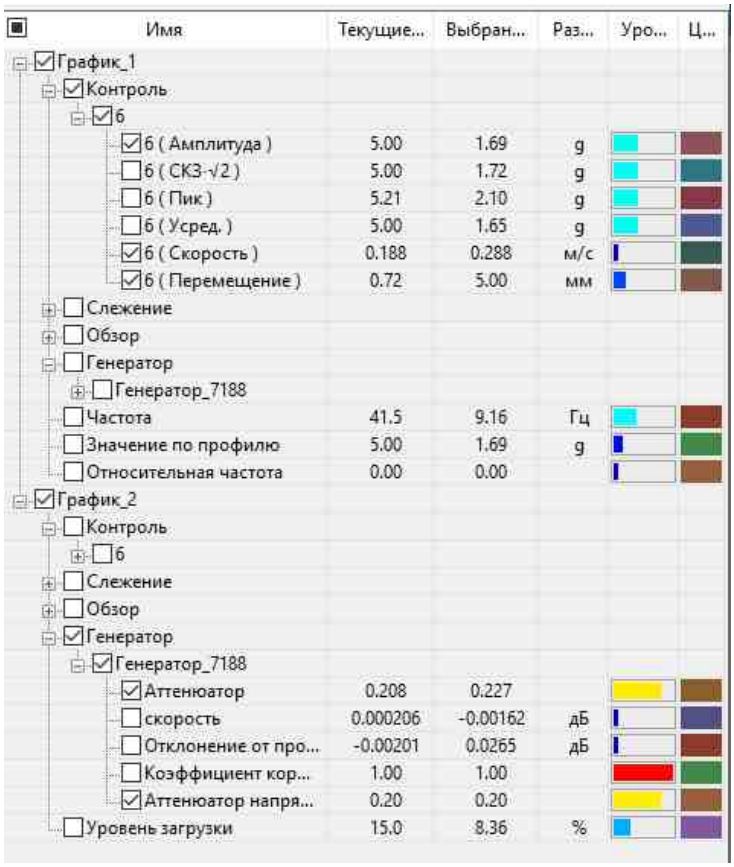


Рис. 9.53 Область числовых значений окна «Дополнительные графики»

Визуализация требуемых графиков осуществляется путем активации (отметки идентификаторов) соответствующих каналов в поле «Имя» области числовых значений окна «Самописец».

Цвет графика можно изменить, активировав параметр «Цвет» в строке соответствующего графика.

Для сохранения графиков самописца необходимо  активировать кнопку «Запись», расположенную в правом нижнем углу окна «Самописец», после чего будет открыто окно для выбора директории сохранения и указания названия для сохраняемого файла.

При сохранении формируется сразу два файле (с присоединением индексов «_1» и «_2» к заданному наименованию): один для верхних графиков самописца, второй для нижних графиков. В файлах сохраняется информация по всем графикам самописца, не зависимо от визуализации их в окне программы «Самописец» на момент сохранения.

Сохраненную в файлах информацию можно просматривать с помощью программы «Просмотр результатов» из состава ПО ZETLAB.

Окно программы «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.54*) обеспечивает удобную визуализацию числовых значений, выбранных по желанию оператора, которые подлежат контролю в ходе проведения виброиспытаний.

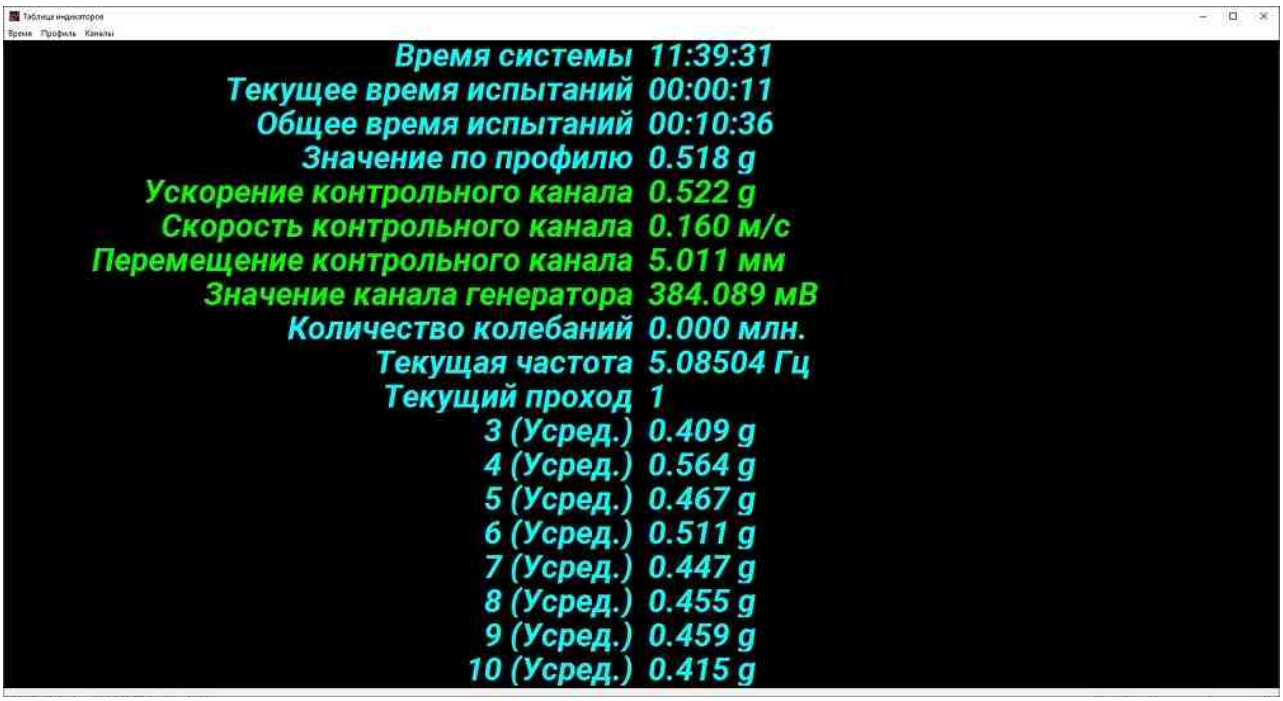


Рис. 9.54 Окно программы «Таблица индикаторов»

Визуализация необходимых параметров выполняется через списки разделов «Время» «Окна» и «Каналы» окна «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.55*).

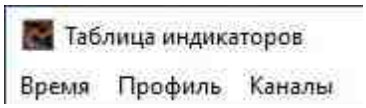


Рис. 9.55 Разделы окна «Таблица индикаторов»

В примере (*Рис. 9.56*) приведен список доступных для визуализации значений для измерительного канала с идентификатором (наименованием канала) «3».

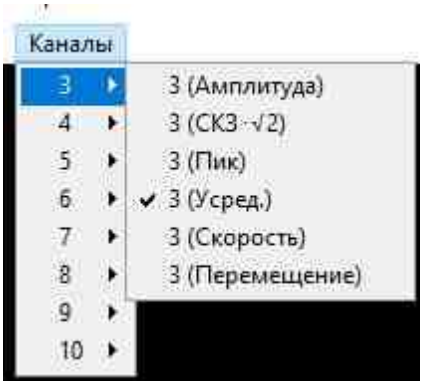


Рис. 9.56 Пример списка «Каналы»

Окно программы «Анализ резонансов» (*Рис. 9.57*) служит для отображения информации о резонансах и антирезонансах.

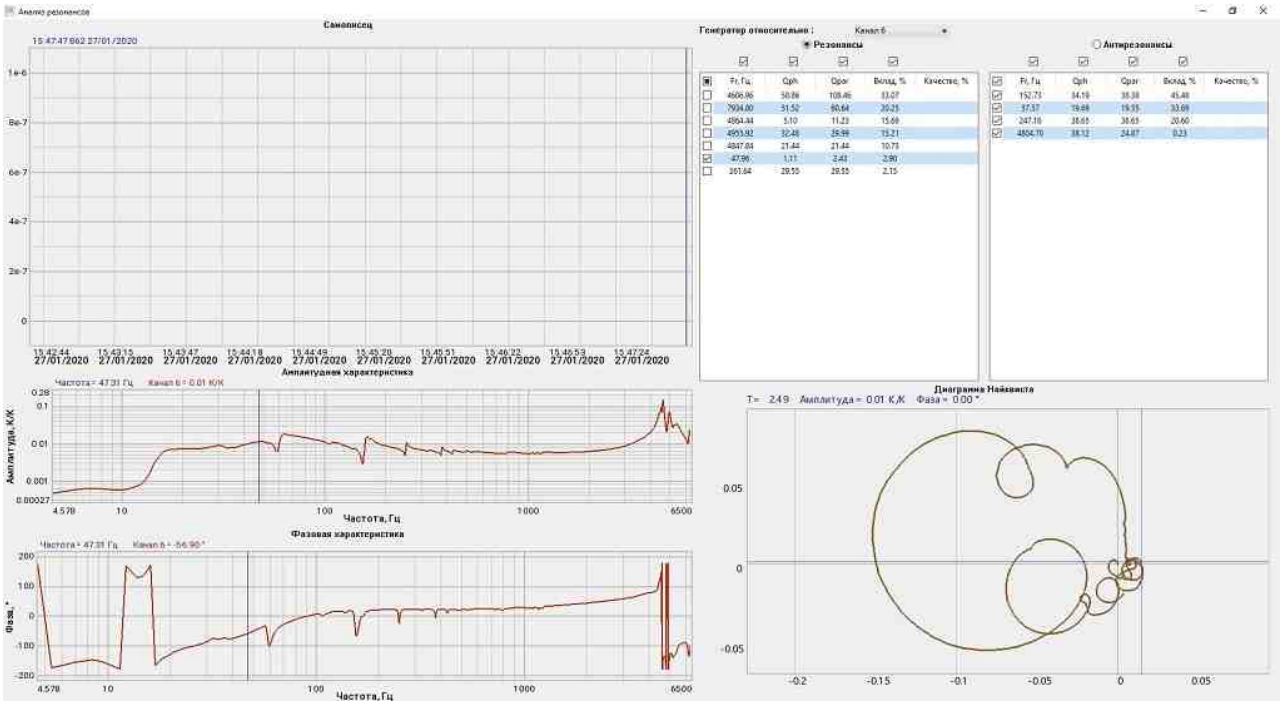


Рис. 9.57 Окно программы «Анализ резонансов»

Программа «Сигналы» выполняет запуск окна программы «Многоканальный осциллограф», которая позволяет наблюдать за сигналами, регистрируемыми с измерительных каналах СУВ.

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту **info@zetlab.com** заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Отчет .....

Программа «Отчёт» служит для создания и сохранения файла протокола испытаний. При запуске программы открывается окно «Сохранить файл отчета» в котором следует выбрать директорию сохранения файла, а также присвоить имя, с которым файл будет сохранен. Для сохранения файла следует активировать кнопку «Сохранить» в окне «Сохранить файл отчета».

Примечание! *не зависимо от сохранения файла вручную (через программу «Отчёт» в разделе «Окна») зафиксированные программами результаты (которые могут быть необходимы для составления отчета) всегда сохраняются автоматически в директорию, сформированную по умолчанию при каждом завершении виброиспытаний.*

Для просмотра файлов отчёта следует из панели СУВ нажать кнопку «Результаты испытаний». В открывшемся окне выбрать соответствующий тип испытания и перейти в папку «Результат испытания». Просмотр файлов отчёта осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо вызвать список и выбрать из него «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 9.58*).

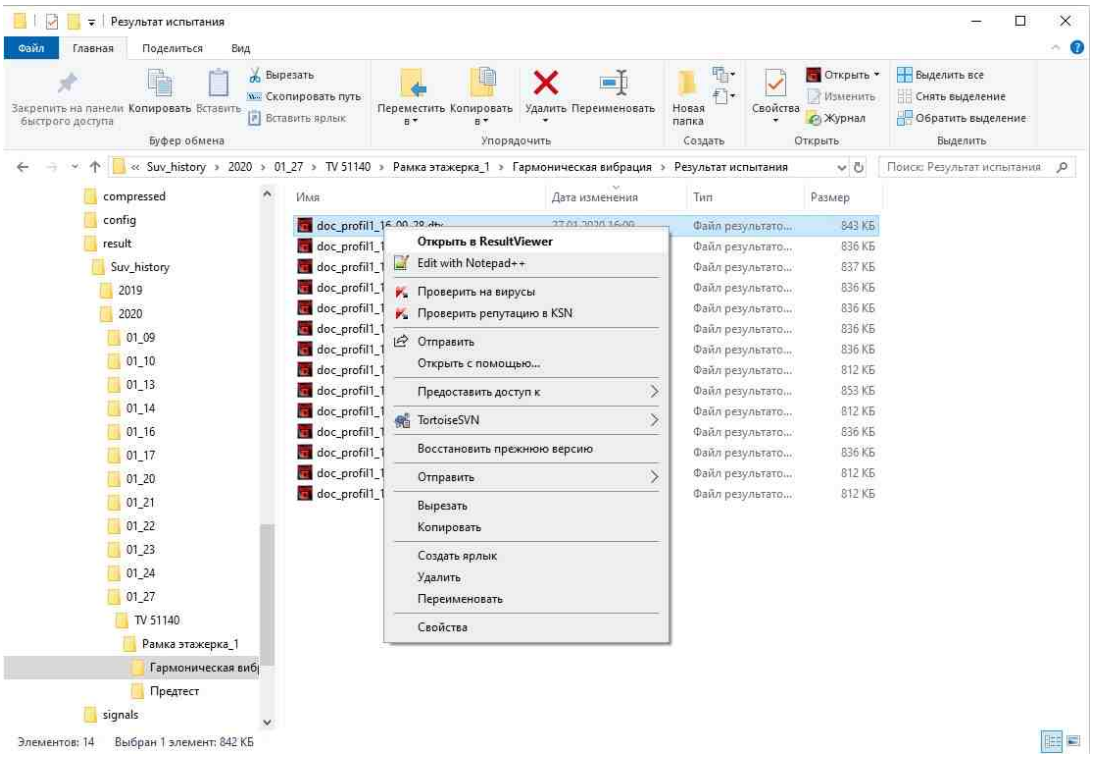


Рис. 9.58 Папка с отчетами

В программе «Просмотр результатов» на вкладке «График» отобразится графическая часть отчёта по выполненному испытанию (*Рис. 9.59*).

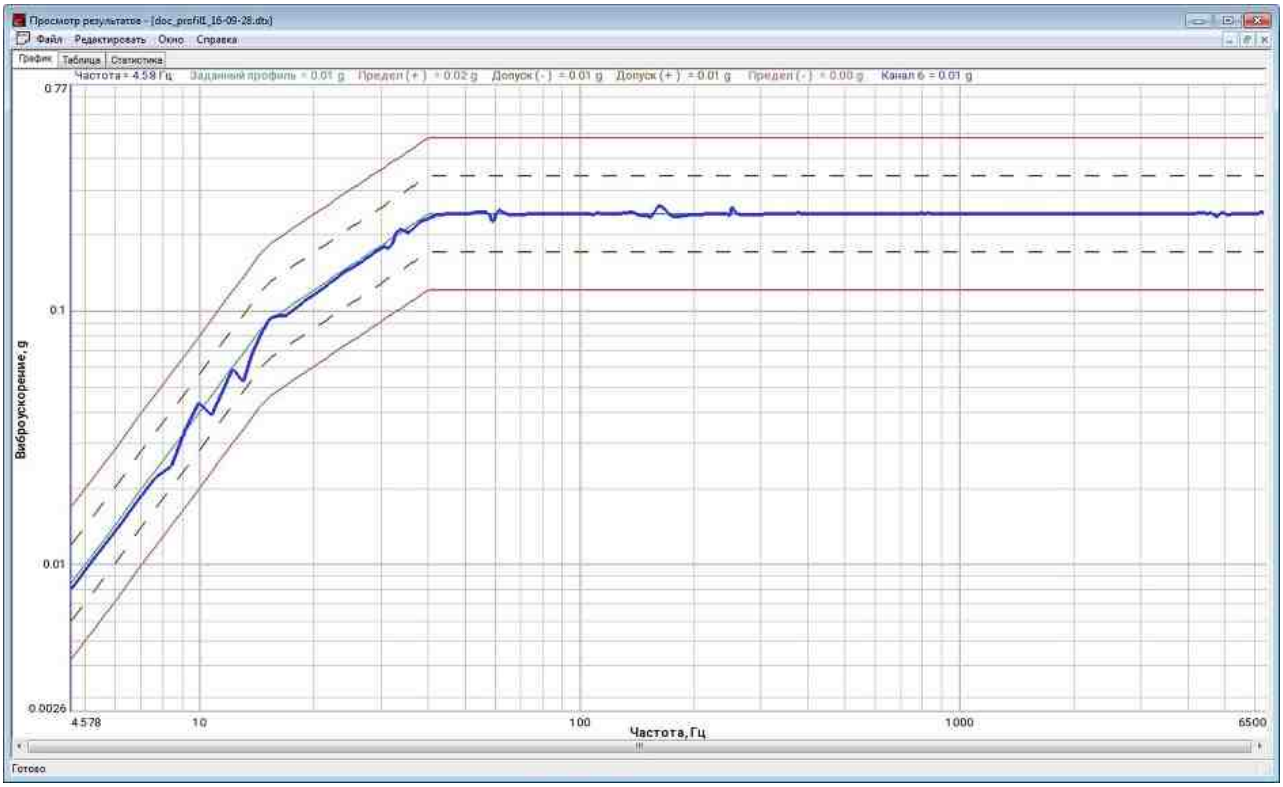


Рис. 9.59 Пример отчёта виброиспытаний

Для просмотра значений графика в табличном виде следует перейти на вкладку «Таблица» (*Рис. 9.60*).

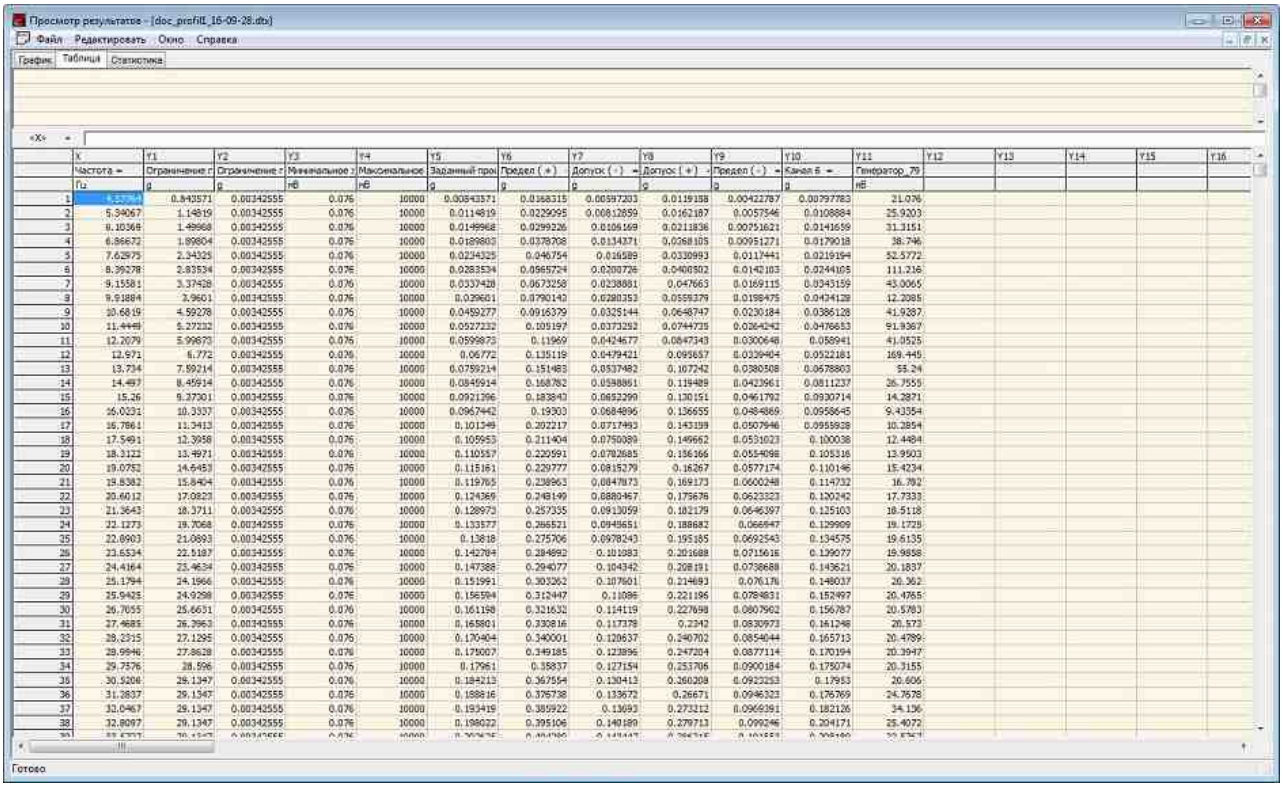


Рис. 9.60 Пример отчёта виброиспытаний

Примеры к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Примеры степеней жёсткости при испытаниях методом качания частоты

Пример проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе

Пример настройки сигнала «Стробоскоп»

Пример настройки сигнала COLA

Примеры степеней жесткости при испытаниях методом качания частоты .....

Степень жёсткости воздействия испытания определяют сочетанием трех параметров: частотного диапазона, амплитуды вибрации и длительности воздействия (выраженной

количеством циклов качания или временем).

Для различных видов оборудования ГОСТ 28203-89 определяет выбор соответствующих диапазонов частот, амплитуд и длительностей воздействия.

В таблице (*Рис. 9.61*) приведены рекомендованные в ГОСТ 28203-89 параметры синусоидальной вибрации методом качания частоты предназначенной в основном для элементов, а в таблицах (*Рис. 9.62* и *Рис. 9.63*) – предназначенной в основном для аппаратуры соответственно при низком значении частоты перехода (около 9 Гц) и высоком значении частоты перехода (около 60 Гц).

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось			Примеры применения
	Амплитуда*			
	0,35 мм или $5g_n$	0,75 мм или $10g_n$	1,5 мм или $20g_n$	
10—55	10	10		Крупные мощные промышленные установки, тяжелое вращающееся оборудование, прокатные станы, большие пассажирские и торговые суда
10—500	10	10		Сухопутный транспорт общего назначения, небольшие быстроходные суда (военные и гражданские), авиация общего назначения
10—2000		10	10	Космические корабли (20 g_n). Элементы на двигателе самолета
55—500	10	10		Применимо как для 10—500 Гц, но для прочных элементов малых размеров, у которых отсутствует резонанс ниже 55 Гц
55—2000		10	10	Применимо как для 10—2000 Гц, но для прочных элементов малых размеров, у которых отсутствует резонанс ниже 55 Гц
100—2000		10	10	Применимо как для 55—2000 Гц, но для сверхпрочных образцов очень малых размеров, например транзисторы в капсулах, диоды, резисторы и конденсаторы

* Амплитуда перемещения ниже частоты перехода и амплитуда ускорения выше частоты перехода. Частоты перехода 57—62 Гц (см. п. 5.2, табл. 5).

Рис. 9.61 Таблица степени жёсткости, предназначенных для элементов

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось			Примеры применения
	Ускорение			
	0,5 g_n	1 g_n	2 g_n	
10—150	50	—	—	Стационарная аппаратура, например: компьютеры больших габаритов и прокатные станы. Длительный срок службы
10—150	20	—	—	Стационарная аппаратура, например: радиопередатчики больших габаритов и кондиционеры воздуха. Средний срок службы
10—150	—	20	20	Аппаратура, предназначенная для установки на борту кораблей, железнодорожном или наземном транспорте, а также для перевозки на этих видах транспорта

Рис. 9.62 Таблица степени жёсткости, предназначенных для аппаратуры при низком значении частоты перехода

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось				Примеры применения
	Амплитуда*				
	0,15 мм или 2 g_n	0,35 мм или 5 g_n	0,75 мм или 10 g_n	1,5 мм или 20 g_n	
1—35**	—	100	100	—	Аппаратура, смонтированная рядом с большими вращающимися механизмами
10—55**	10	—	—	—	Аппаратура, предназначенная для мощных промышленных установок и для общего применения в промышленности
	20	20	—	—	
	100	—	—	—	
10—150	10	—	—	—	Аппаратура, предназначенная для мощных промышленных установок и для общего применения в промышленности, если известно, что имеются составляющие вибрации с частотами, превышающими 55 Гц
	20	20	—	—	
	100	—	—	—	
10—500	10	10	—	—	Аппаратура для общего применения в авиации, где высокие уровни вибрации воздействуют на аппаратуру, находящуюся рядом, но не внутри двигателя
10—2000	—	10	10	—	Аппаратура для авиации, где высокие уровни вибрации воздействуют на аппаратуру, находящуюся рядом, но не внутри двигателя
				10	Отсек двигателя

* Амплитуда перемещения ниже частоты перехода и амплитуда ускорения выше частоты перехода 57—62 Гц (табл. 5, п. 5.2).

** Испытание при постоянной амплитуде перемещения.

Рис. 9.63 Таблица степени жёсткости, предназначенных для аппаратуры при высоком значении частоты перехода

Пример проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе .....

В данном примере показан порядок проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе. В примере испытанию подвергается стальной пруток, зафиксированный на вибростенде.

Для контроля за резонансом на конце прутка был установлен акселерометр.

При проведении испытаний было задействовано следующее оборудование:

- Вибростенд TIRA TV 52120;
- Контроллер СУВ ZET 028;
- Акселерометр ВС111;
- Ноутбук (компьютер).

Проведение испытаний с удержанием резонанса по фазе включают в себя три этапа:

- этап подготовки к испытаниям;
- этап проведения предтеста и поиск резонансов;
- этап испытаний.

На этапе подготовки к испытаниям необходимо выполнить: подключение контроллера СУВ к ноутбуку (раздел 3), установку параметров задействованного в испытаниях вибростенда (*Рис. 9.64*), установку параметров изделия (*Рис. 9.65*), подключение кабеля акселерометра ко входу контроллера СУВ и настройку его измерительного канала (*Рис. 9.66*).

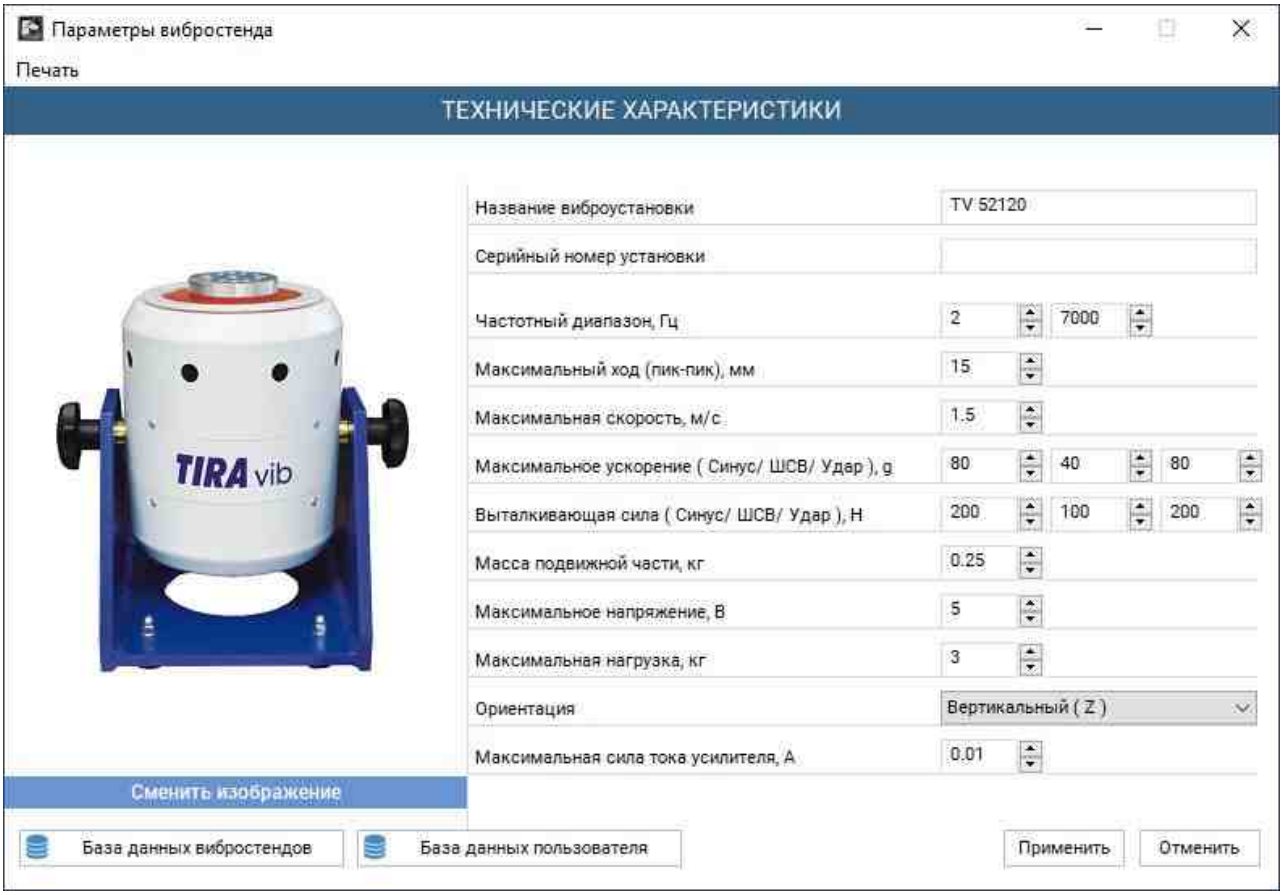


Рис. 9.64 Окно «Параметры вибростенда»

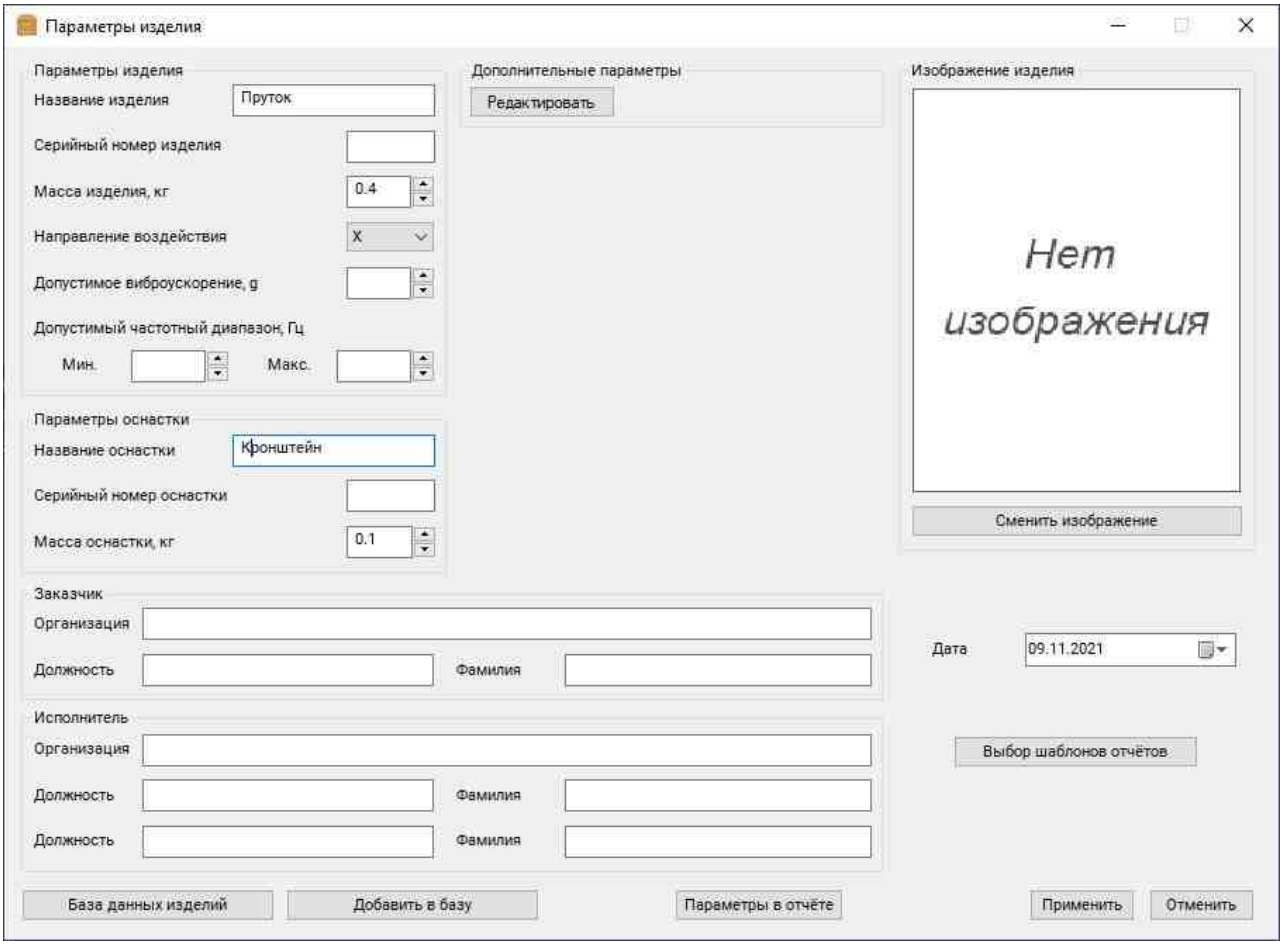


Рис. 9.65 Окно «Параметры изделия»

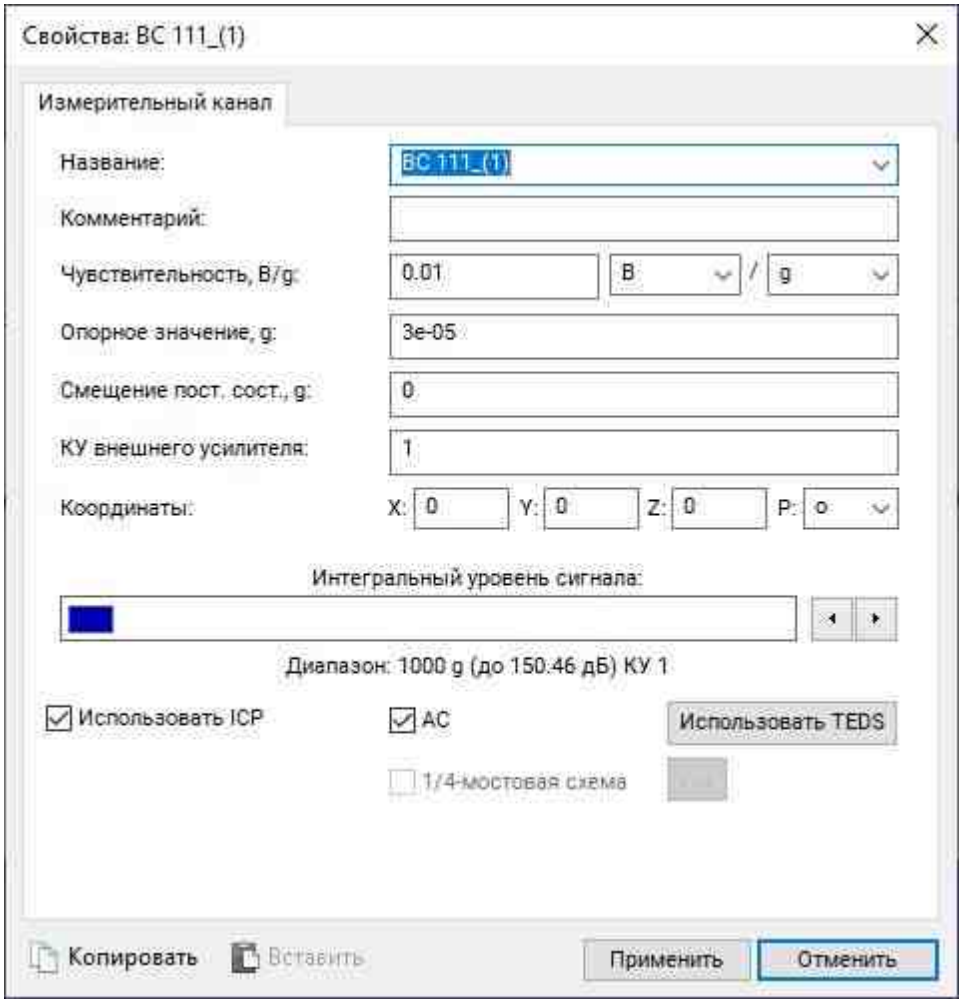


Рис. 9.66 Окно «Свойства»

На этапе проведения предтеста и поиска резонансов необходимо произвести настройку параметров проведения предтеста для этого активировать на панели СУВ кнопку «Предтест и поиск резонансов» и в открывшемся окне программы (*Рис. 9.67*) активировать кнопку «Настройка».

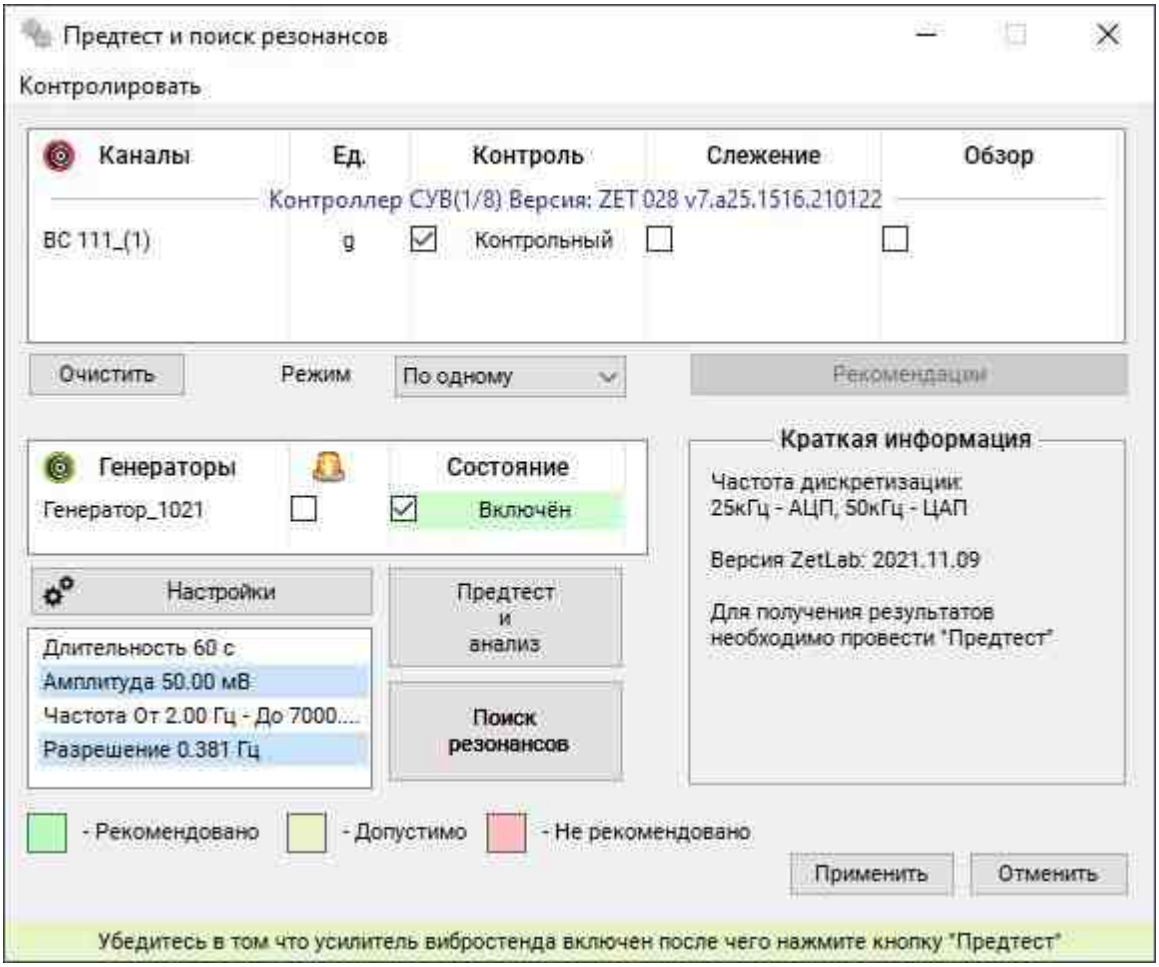


Рис. 9.67 Окно «Предтест и поиск резонансов»

В окне «Настройки» (*Рис. 9.68*) при задании параметру «Выбор частоты» значения «Индивидуально» программа позволяет выполнить установку частотного диапазона.

Частотный диапазон следует установить, таким образом, чтобы резонанс, на котором будут проводиться испытаний, располагался в пределах этого диапазона.

Примечание: *если параметру «выбор частоты» указано значение «Все устройства» частотный диапазон устанавливается максимально возможным*

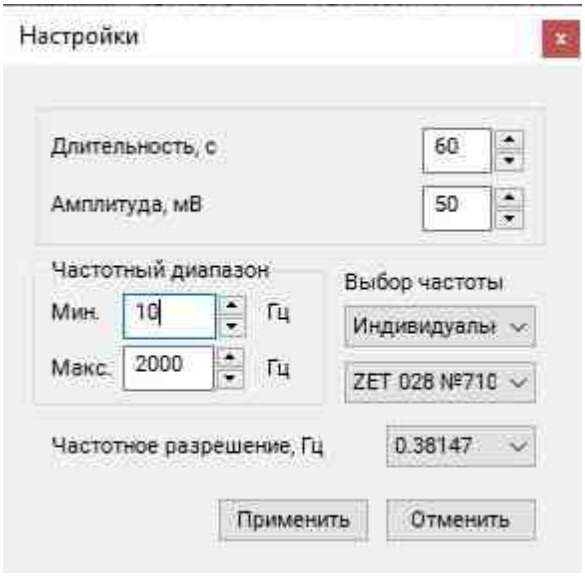


Рис. 9.68 Окно «Настройки»

Выполнить предтест, для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 9.67*) активировать кнопку «Предтест и анализ».

По завершению предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 17.5*) будут отображены три графика: «Амплитудно-частотная характеристика». «Корреляционный анализ между генератором и датчиками», «Анализ нелинейных искажений с учетом шума».

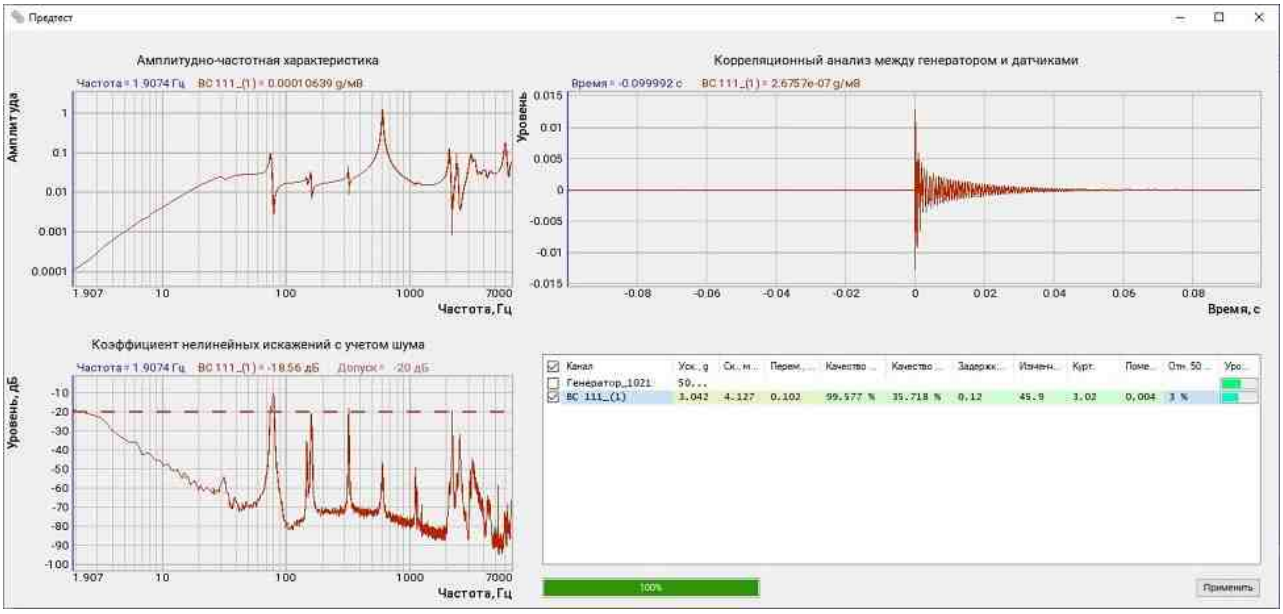


Рис. 9.69 Окно «Предтест»

По графику в поле «Амплитудно-частотная характеристика» можно оценить резонансные частоты, зафиксированные при проведении предтеста. После предварительной

оценки результатов предтеста следует активировать кнопку «Применить», для его сохранения.

По результатам проведенного предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 9.70*) приводится раскраска полей статусов («Контроль» «Слежение» «Обзор») доступных измерительному каналу и кнопки «Рекомендации».

Если по результатам предтеста программное обеспечение не выявило замечаний у подготовленной к испытаниям системе, то кнопка «Рекомендации» окрашивается в зеленый цвет, в противном случае (кнопка «Рекомендации» окрашена красным) следует ознакомиться с рекомендациями и устранив замечания пройти предтест повторно.

При положительном результате предтеста измерительному каналу назначить статус «Контроль», после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения результатов предтеста с учетом выбора статуса измерительного канала.

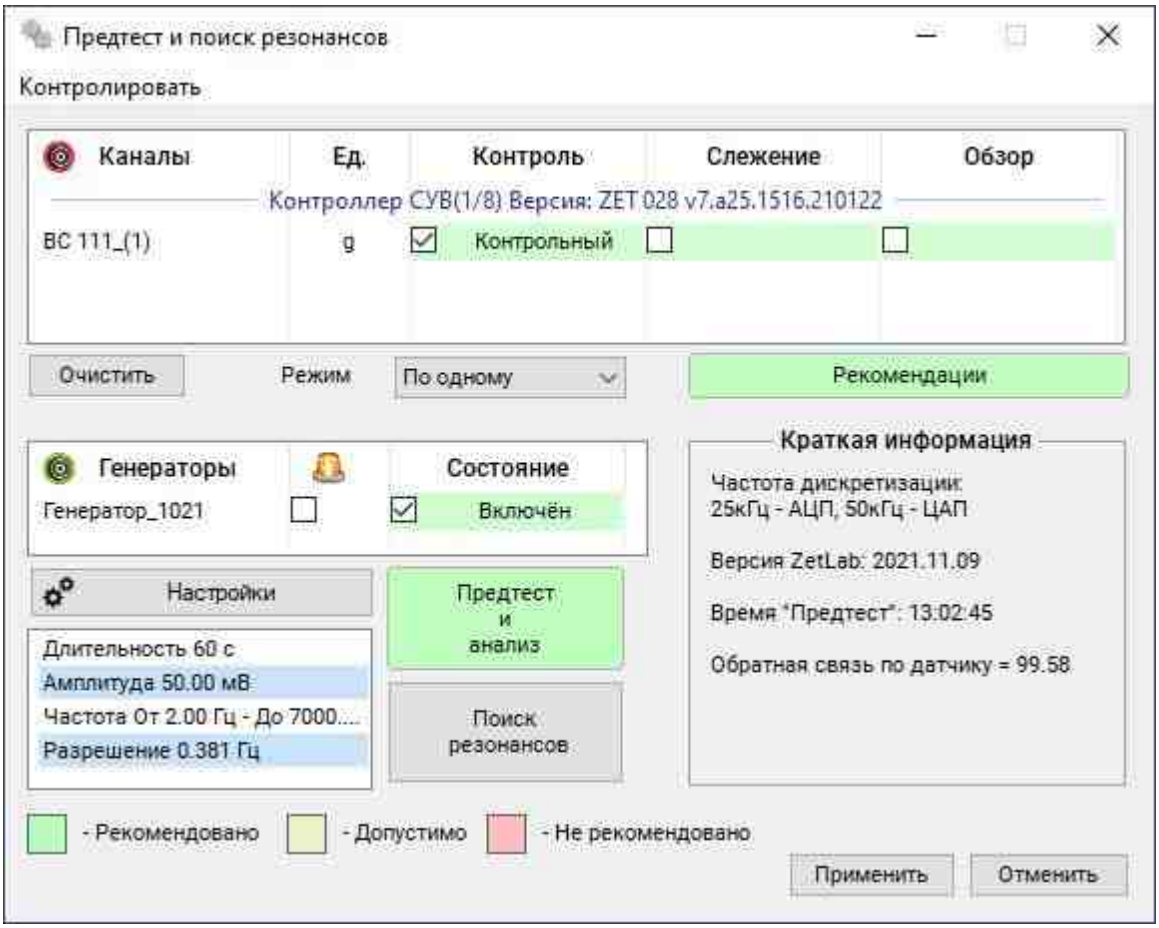


Рис. 9.70 Окно «Предтест и поиск резонансов»

На этапе испытаний необходимо из панели СУВ запустить программу «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.71*) в окне которой активировать кнопку «Редактирование профиля».

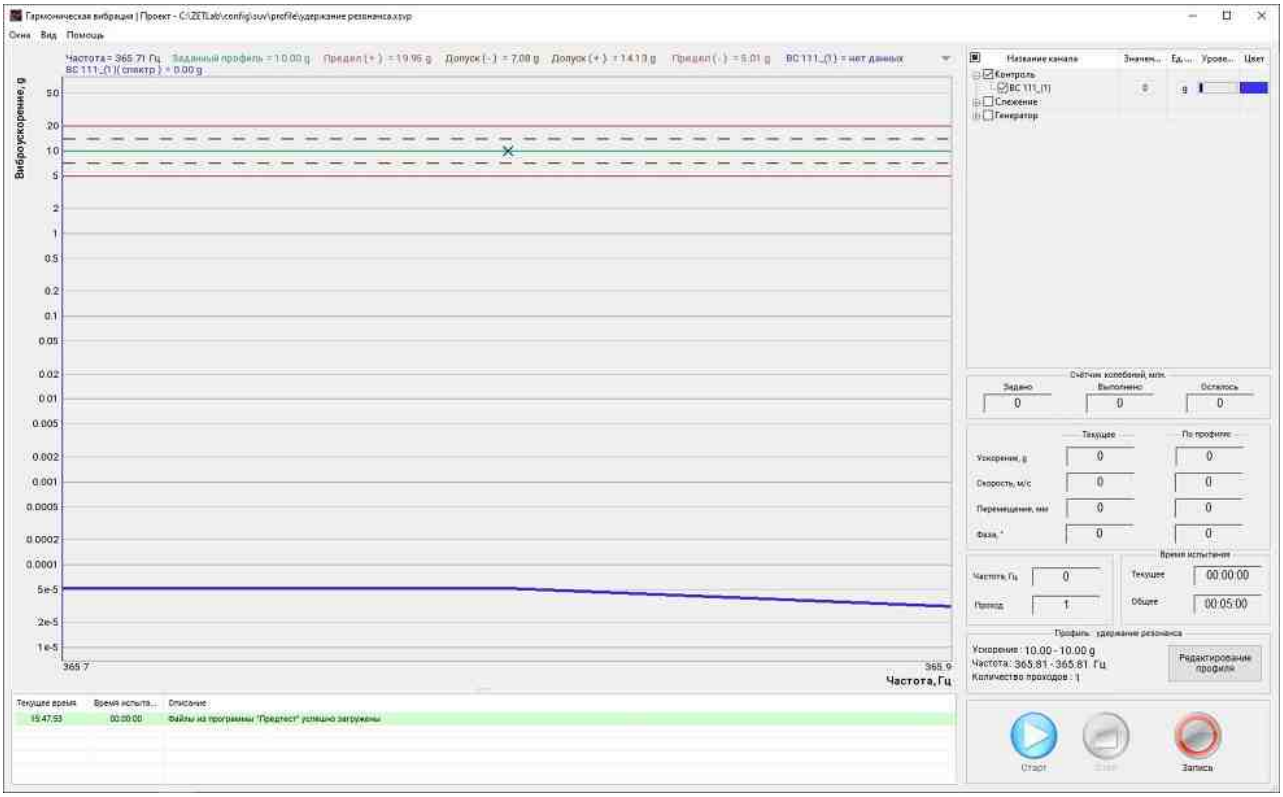


Рис. 9.71 Окно «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Резонансы» (*Рис. 9.72*) выбрать частоту резонанса и масштабировать в частотной области график таким образом, чтобы в окне остался фрагмент графика с выбранным резонансом (*Рис. 9.73*), а в «Таблице резонансов» осталась лишь соответствующая выбранному резонансу запись.

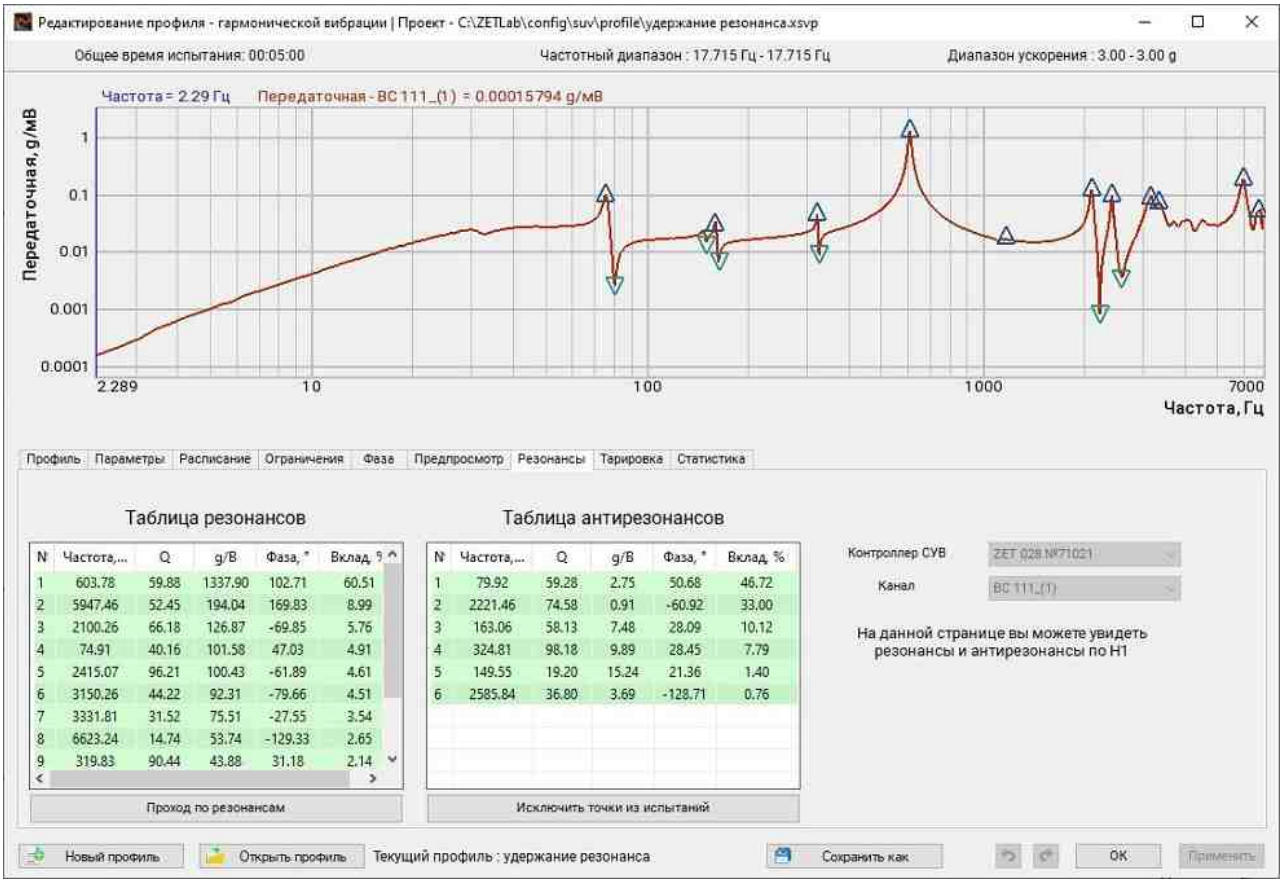


Рис. 9.72 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

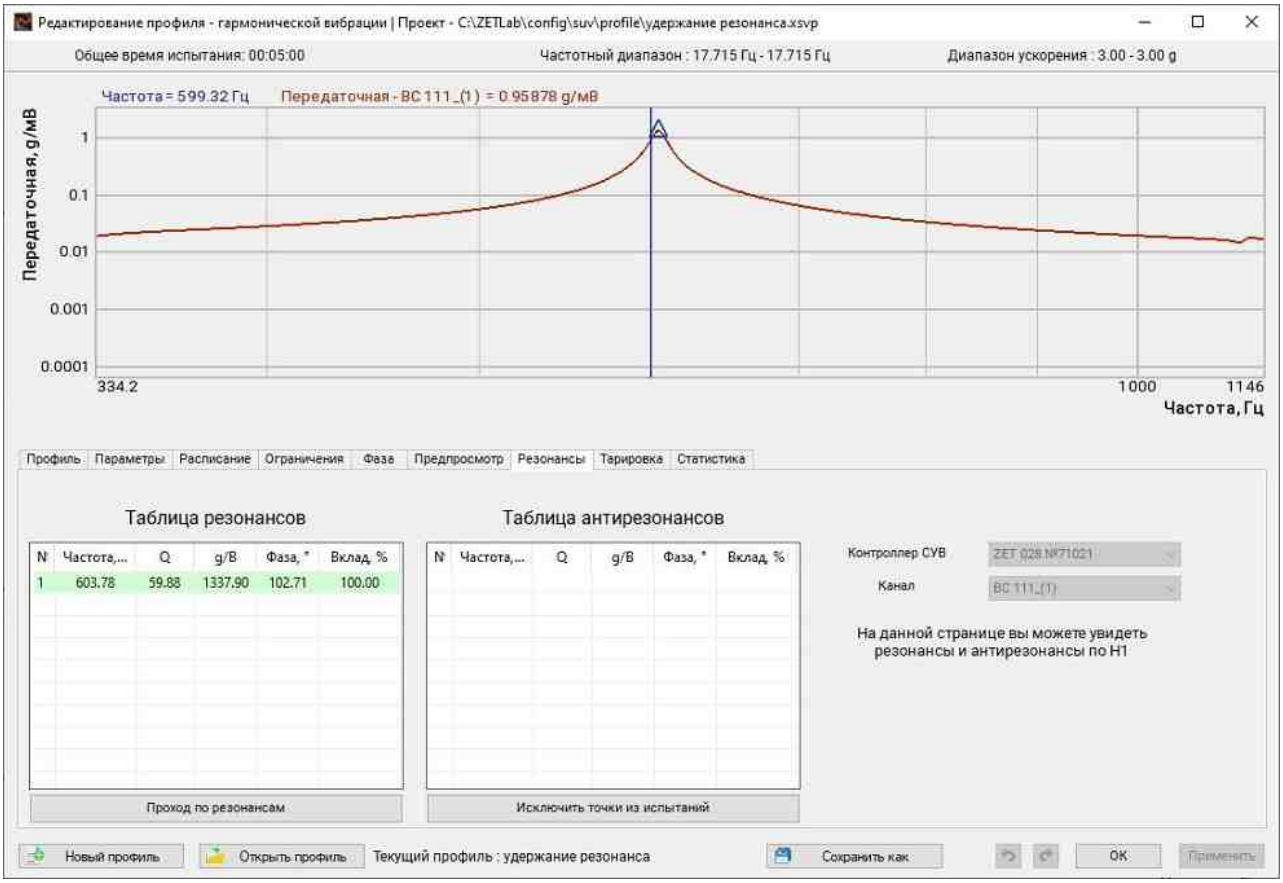


Рис. 9.73 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

После чего активировать кнопку «Проход по резонансам» и в окне «SinVibrationProfile» подтвердить создание профиля активировав кнопку «Да» (*Рис. 9.74*).

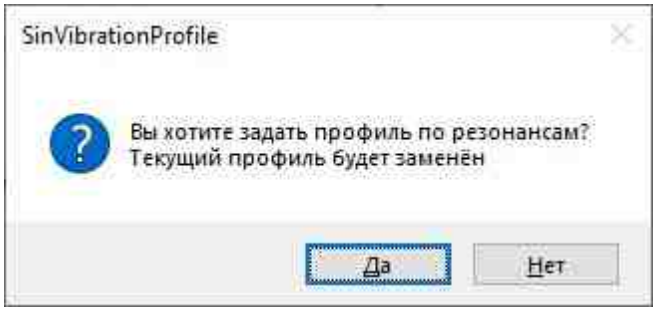


Рис. 9.74 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 9.75*) следует указать значение амплитуды виброускорения, на которой будет проводится испытание и время проведения испытаний (в примере амплитуда виброускорения 30 g, время испытаний 6 часов).

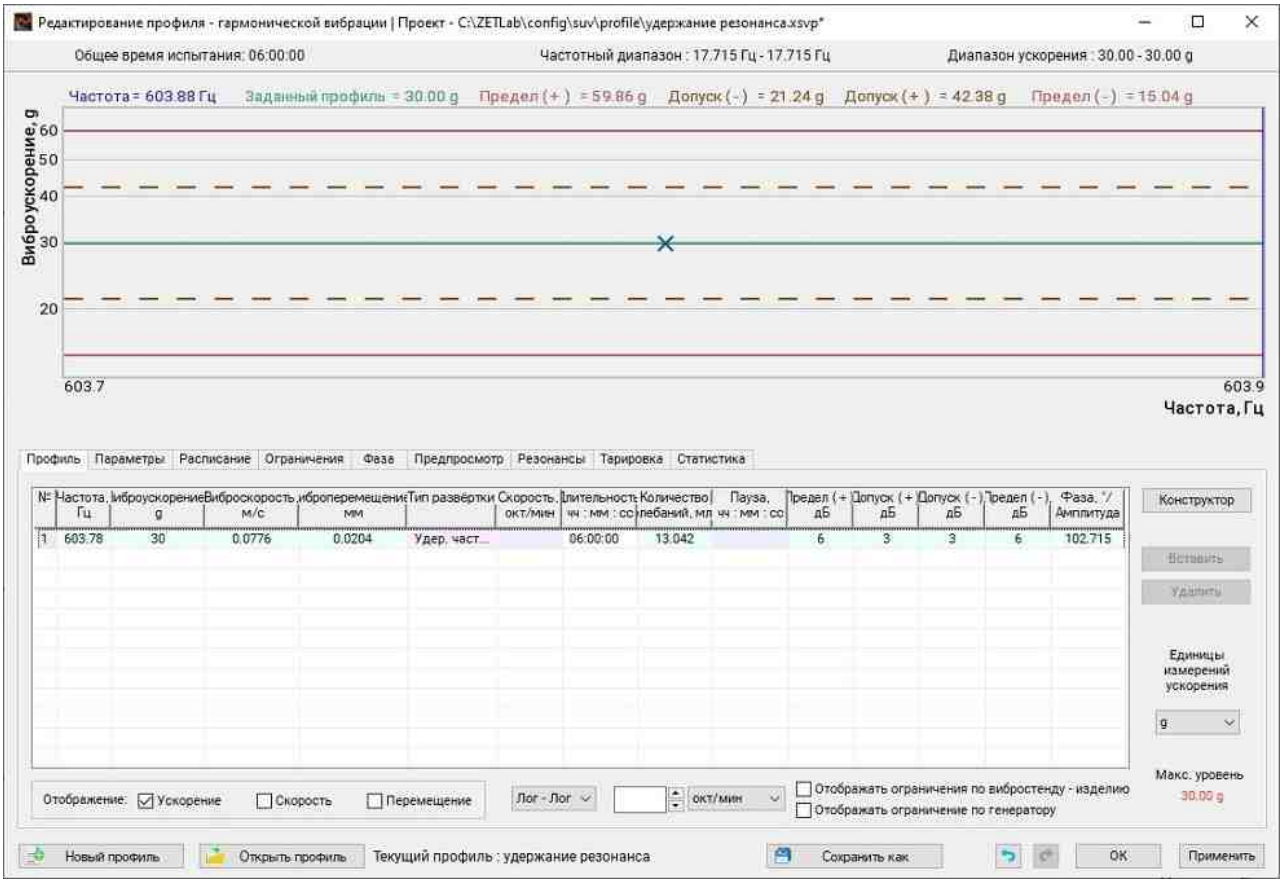


Рис. 9.75 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

В окне «Редактирование профиля» во вкладке «Параметры» установить значения параметров в соответствии с приведенными на рисунке (*Рис. 9.76*), после чего активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля испытаний.

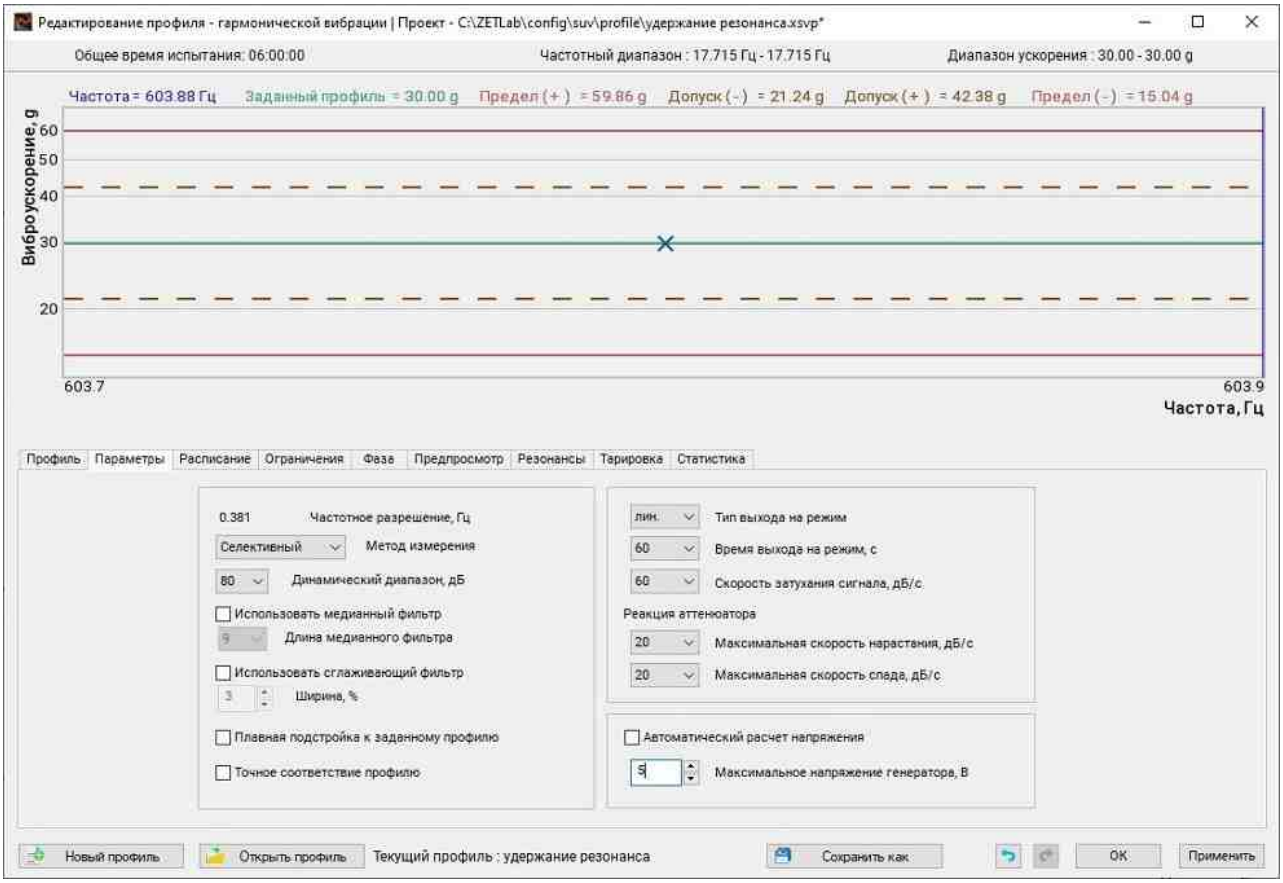


Рис. 9.76 Окно «Редактирование профиля-гармонической вибрации» вкладка «Параметры»

Запустить сконфигурированный профиль на выполнение для этого в окне программы «Гармоническая вибрация» активировать кнопку «Старт» после чего начнется выполнения профиля с удержанием резонанса по заданному профилю (*Рис. 9.77*).

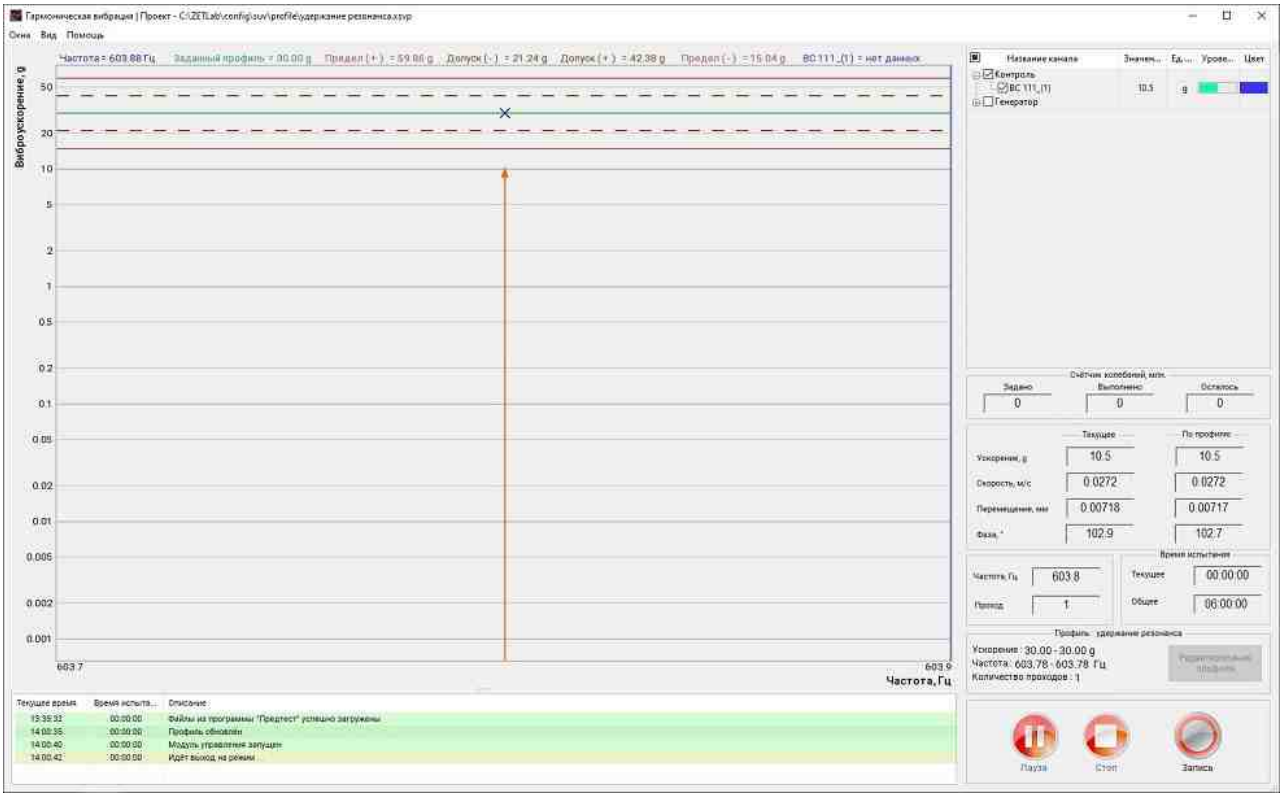


Рис. 9.77 Окно «Гармоническая вибрация»

Контроль за текущими значениями параметров, регистрируемых при проведении испытаний можно выполнять как в окне «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.77*), так и в окне «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.78*)

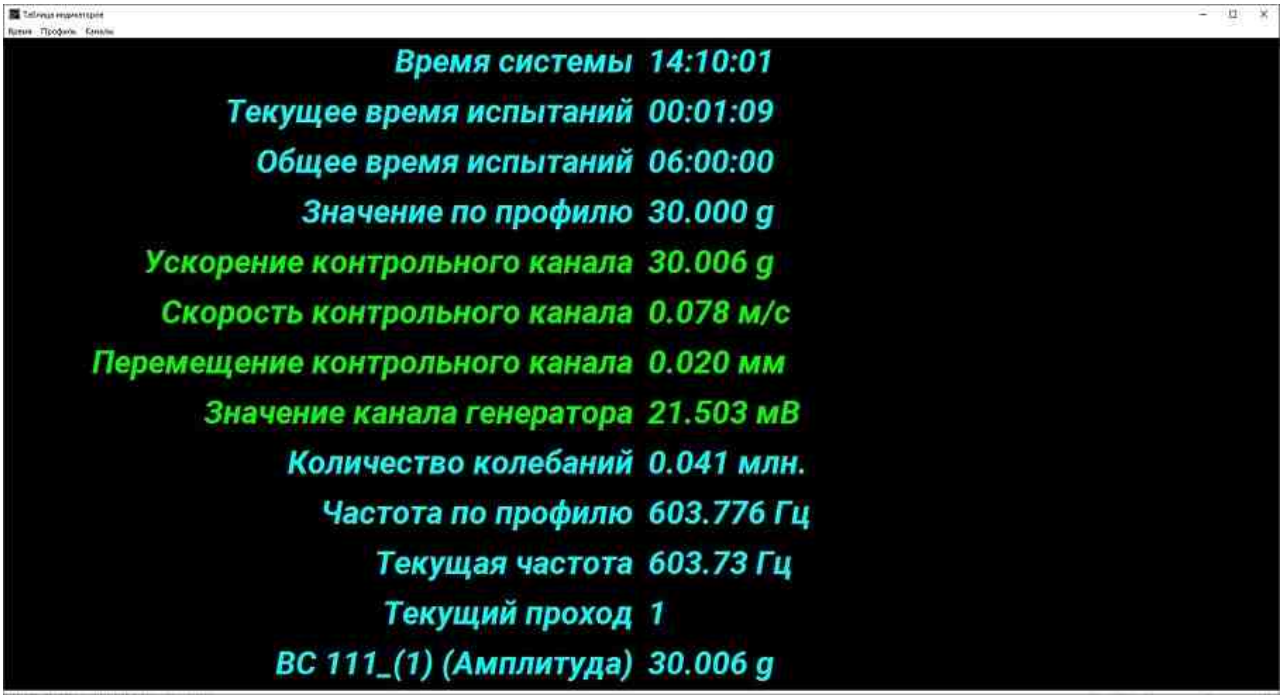


Рис. 9.78 Окно программы «Таблица индикаторов»

Разделы «Время», «Профиль» и «Каналы» в окне «Таблица индикаторов» позволяют сформировать необходимый состав отображаемых в окне параметров.

Вызов окна «Таблица индикаторов» выполняется из меню «Окна» (*Рис. 9.79*) окна «Гармоническая вибрация».

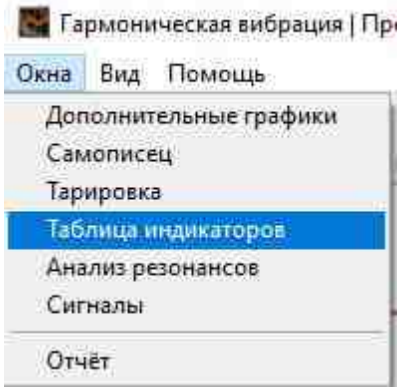


Рис. 9.79 Список меню «Окна»

Контроль за изменением регистрируемых параметров в течении времени выполняется в окне программы «Самописец» (*Рис. 9.80*), в которой для визуализации как графической, так и числовой форме доступны различные типы регистрируемых параметров.

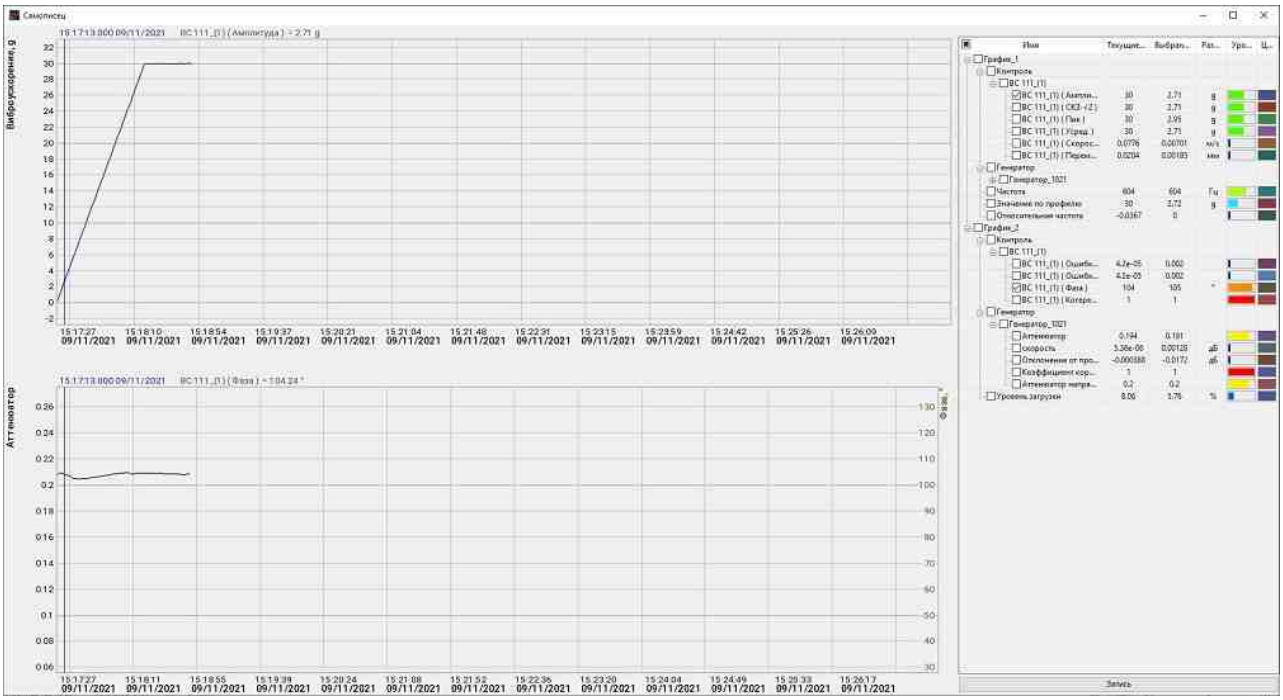


Рис. 9.80 Окно программы «Самописец»

При проведении испытаний следует исключить из визуализации графики тех параметров, за которыми контроль не требуется (в примере контролируется амплитуда и фаза регистрируемого сигнала).

Вызов окна «Таблица индикаторов» выполняется из меню «Окна» (*Рис. 9.79*) окна «Гармоническая вибрация».

Пример настройки сигнала «Стробоскоп» .....

Сигнал «Стробоскоп» формируется на контакте №8 разъема цифрового порта контроллера СУВ и представляет из себя (TTL совместимую по уровню сигнала) последовательность импульсов, синхронизированных с синусоидальным сигналом, сформированным на канале управления (канале генератора). Однако учитывая то, что стробоскопу требуется время перезарядки для формирования вспышки, для синхронизирующих импульсов выполняется прореживание путем деления частоты генератора по следующему правилу: частота импульсов сигнала «Стробоскоп» равна частоте генератора, деленной на число целых значений, полученных от деления частоты генератора на значение 30. Пример: Для значения частоты генератора равной 100 Гц целое значение от деления на 30 составит «3» (100/30=3.333) таким образом частота сигнала «Стробоскоп» составит 100/3=33.33 Гц.

Примечание: *цепь GND заведена на контакт №9 цифрового порта*

Для включения сигнала «Стробоскоп» необходимо в файле «pidRegulator.cfg» (*Рис. 9.81*) для параметра «Синхросигнал на цифровом порту» установить значение «1».

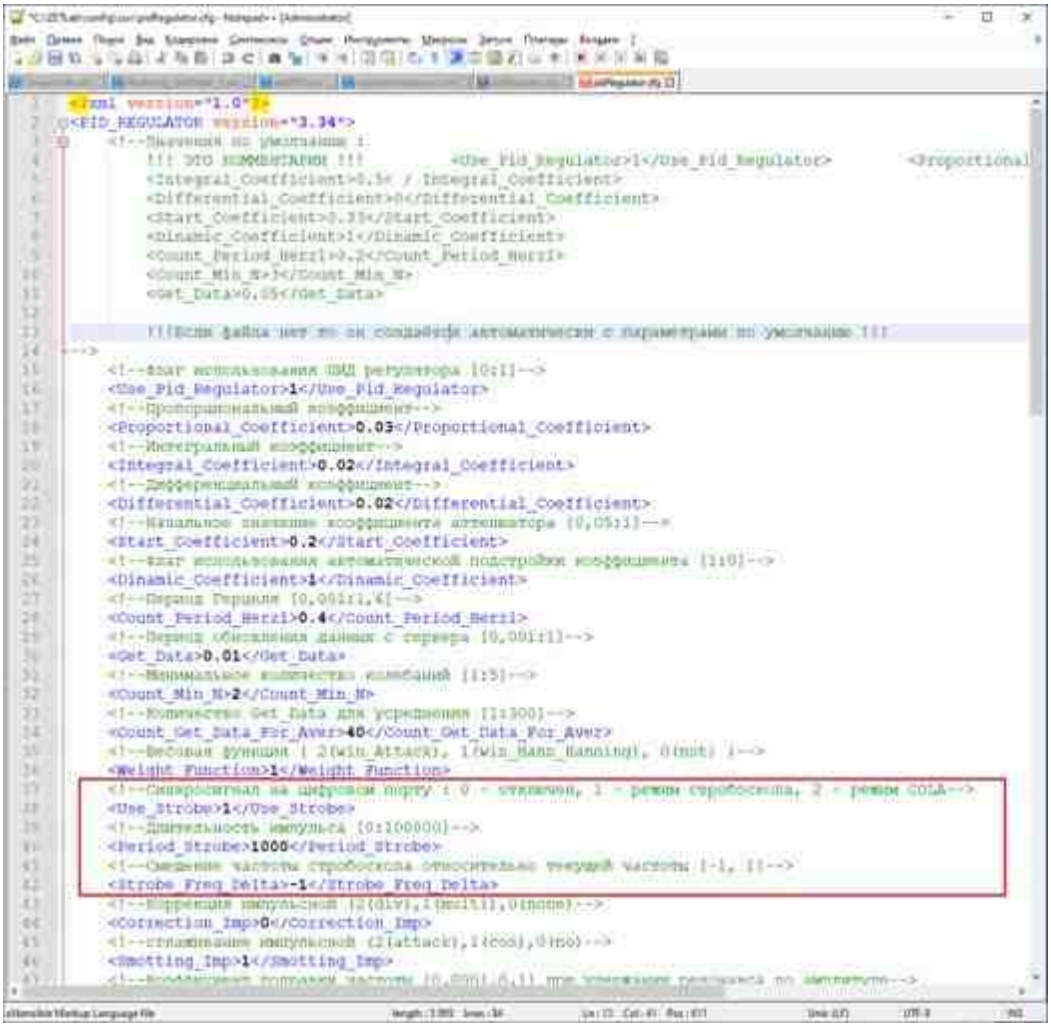


Рис. 9.81 Файл «pidRegulator.cfg»

Примечание: *файл «pidRegulator.cfg» расположен в директории C:\ZETLab\config\suv*

Параметр «Длительность импульса» определяет в единицах измерения «мкс» длительность положения сигнала на уровне логической единицы (TTL). Например, при значении параметра 1000 длительность импульса на уровне логической единицы составит 1 мс.

Параметр «Смещение частоты стробоскопа относительно текущей частоты» позволяет сдвигать частоту стробоскопа относительно частоты генератора на один Гц вверх либо вниз.

Пример настройки сигнала COLA .....

COLA (Constant Output Level Amplitude) формируется на контакте №8 разъема цифрового порта контроллера СУВ и представляет из себя импульсы постоянной амплитуды (TTL совместимые по уровню сигнала) формируемые синхронно с частотой канала управления (канале генератора).

Примечание: *цепь GND заведена на контакт №9 цифрового порта*

Для включения сигнала «COLA» необходимо в файле «pidRegulator.cfg» (*Рис. 9.82*) для параметра «Синхросигнал на цифровом порту» установить значение «2».

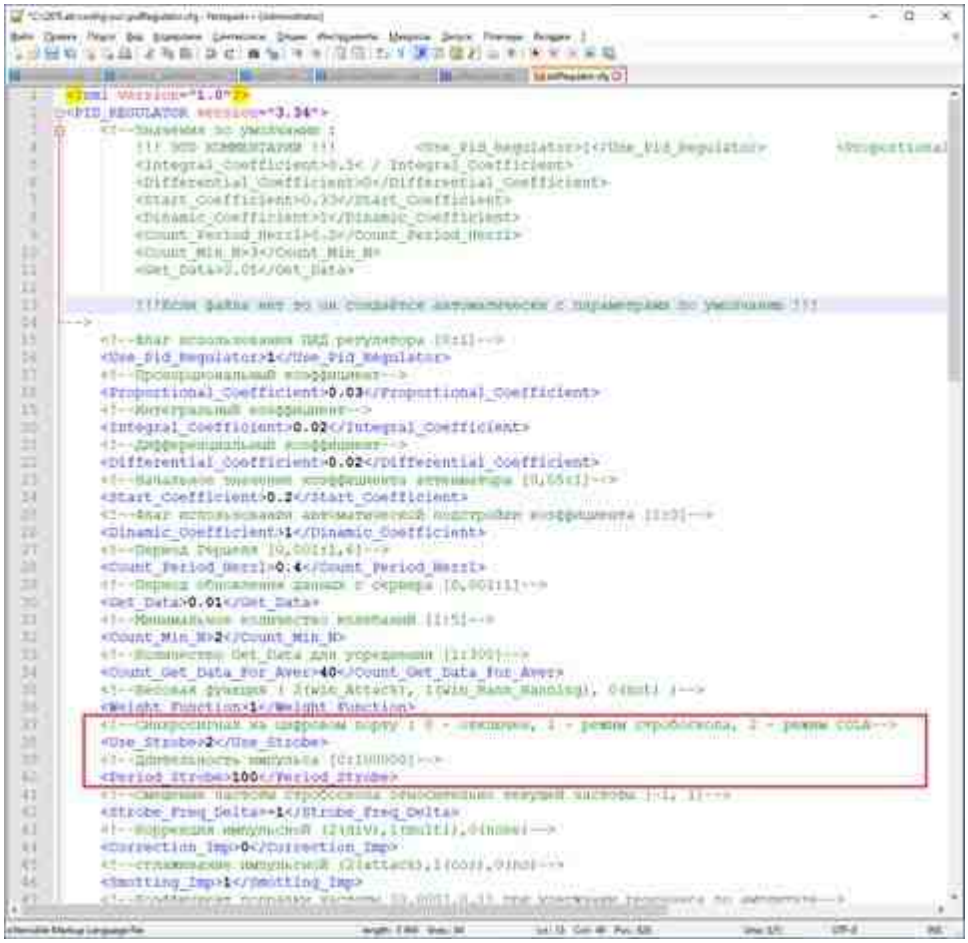


Рис. 9.82 Файл «pidRegulator.cfg»

Примечание: *файл «pidRegulator.cfg» расположен в директории C:\ZETLab\config\suv*

Параметр «Длительность импульса» определяет в единицах измерения «мкс» длительность положения сигнала на уровне логической единицы (TTL).

Внимание! *не задавайте для параметра длительность импульса значение больше половины длительности периода синусоидальной вибрации, рассчитанного для максимальной частоты испытаний. Пример для испытания на частотах до 8 кГц (период составляет 125 мкс) значение параметра не должно превышать «67» (125/2=67.5)*

Ошибки и предупреждения .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Гармоническая вибрация".

Ошибка №810 Ошибка загрузки параметров вибростенда .....

Активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры вибростенда" и выберите из базы модель используемого вибростенда. При отсутствии в базе вибростендов необходимой модели, введите параметры используемого вибростенда вручную и активируйте кнопку "Применить" для сохранения параметров.

Ошибка №920 Частотные границы заданного профиля выходят за пределы частотного диапазона предтеста .....

На панели СУВ активируйте панель "Предтест и контроль" и в окне программы "Параметры контроля" установите статус "Контроль" только для одного измерительного канала. После чего сохраните внесенные в окне "Параметры контроля" изменения путем активации кнопки "Применить".

Ошибка №1015 Не хватает производительности компьютера .....

Необходимо увеличить частотное разрешение, либо уменьшить количество включенных измерительных каналов. Для увеличения частотного разрешения активируйте на панели СУВ кнопку "Предтест и контроль", после чего в окне "Параметры контроля" активируйте кнопку "Настройки Предтест" и затем в окне "Настройки Предтест" увеличьте

значение параметра "Частотное разрешение". Для уменьшения количества включенных измерительных каналов активируйте на панели СУВ кнопку "Каналы" и в окне "Диспетчер устройств ZET" выделите идентификатор того измерительного канала, который можно исключить из работы в составе СУВ, после чего правой кнопкой манипулятора вызовите выпадающее меню в котором активируйте "Отключить". Измерительный канал будет отключен (идентификатор канала станет "светло-серым"). Повторите при необходимости операции отключения для других измерительных каналов, которые можно исключить из работы в составе СУВ.

Ошибка установки аттенюатора

Ошибка №1030 Установите частоты дискретизации для АЦП 25 кГЦ и для ЦАП 50 кГц .....

Установка частоты дискретизации производится в программе "Диспетчер устройств" расположенной в разделе "Сервисные" панели ZETLAB. Для изменения частоты дискретизации по каналам АЦП в окне программы "Диспетчер устройств" активируйте правой кнопкой мыши идентификатор устройства и выберите "Свойства". В окне "Свойства" во вкладке "Частота дискретизации" из выпадающего списка выберите значение частоты дискретизации для АЦП равное 25000 Гц, значение частоты дискретизации ЦАП будет установлено автоматически на значение 50000 Гц.

Ошибка №1040 Установите частоты дискретизации (АЦП 25кГц; ЦАП 50кГц) .....

Для корректной работы в составе СУВ у всех подключенных устройств должны быть установлены одинаковые частоты дискретизации Установка частоты дискретизации производится в программе "Диспетчер устройств" расположенной в разделе "Сервисные" панели ZETLAB. Для изменения частоты дискретизации по каналам АЦП в окне программы "Диспетчер устройств" активируйте правой кнопкой мыши идентификатор устройства и выберите "Свойства". В окне "Свойства" во вкладке "Частота дискретизации" из выпадающего списка выберите значение частоты дискретизации для АЦП равное 25000 Гц, значение частоты дискретизации ЦАП будет установлено автоматически на значение 50000 Гц.

Ошибка №1060 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. .....

Для продолжения работы необходимо перевести кнопку СТОП, расположенную на передней панели контроллера СУВ (или на выносной консоли) в неактивное состояние, для этого отожмите кнопку "СТОП".

Ошибка №1061 Ошибка генератора, требуется перезагрузка компьютера .....

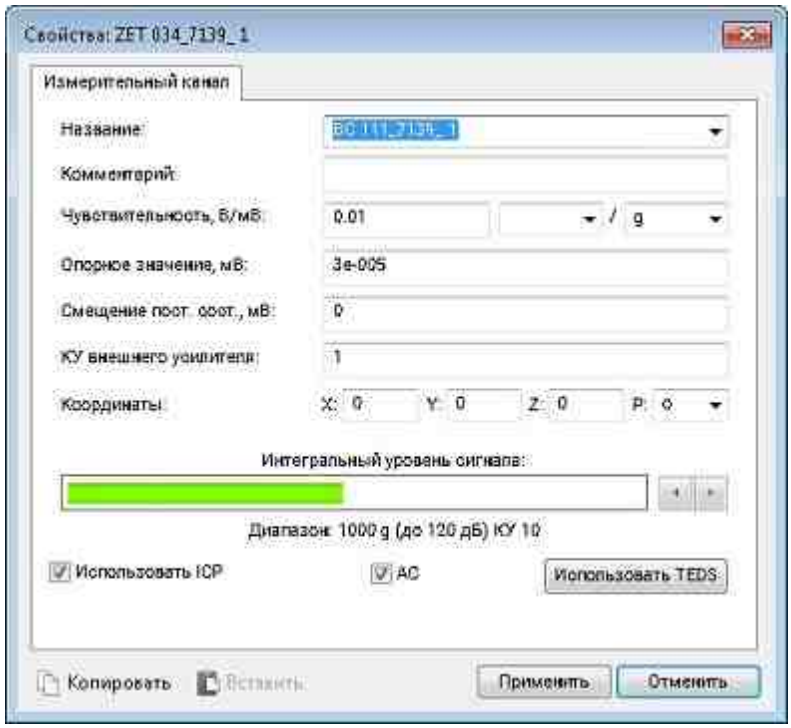
Для продолжения работы с СУВ требуется перегрузить компьютер и при необходимости перегрузить контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №1110 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала .....

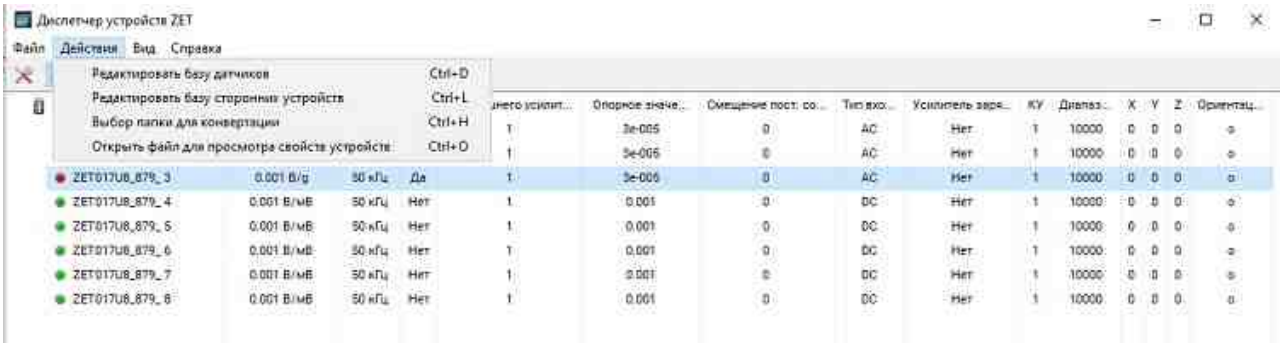
Статус измерительным каналам назначается в окне программы ""Параметры контроля". Для режима контроля "по одному" (одноточечного режим) статус "Контроль" назначается только для одного измерительного канала. Для режима контроля "по среднему" или "по максимальному" (многоточечный режим) статус "Контроль" назначается не менее чем для двух измерительных каналов.

Ошибка №5450(1111) Отсутствуют включенные измерительные каналы которым может быть назначен статус "Контроль". .....

Программой не обнаружено измерительных каналов с единицами измерения, которые могут быть задействованы в качестве каналов обратной связи (со статусом "Контроль"). Для проверки параметров настройки и включения измерительных каналов перейдите в окно программы "Диспетчер устройств ZET" для чего на панели СУВ активируйте кнопку "Каналы". В окне программы "Диспетчер устройств ZET" проверьте наличие включенных измерительных каналов. При необходимости включите измерительные каналы и настройте их параметры (единицы измерения, чувствительность и т. д.) согласно паспортным данным на подключенные к ним первичные преобразователи (акселерометры или другие используемые в составе СУВ датчики).



Существующий датчик можно выбрать из "Редактировать базу датчиков" в Диспетчере устройств.



Ошибка №5460(1120) Включите генератор в окне программы "Параметры контроля" .....

Канал генератора, который будет использован в качестве каналов управления СУВ назначается в окне программы "Параметры контроля". Активируйте на панели СУВ кнопку "Предтест и контроль" и в окне "Параметры контроля" установите состояние "Включен" у канала генератора, который будет использован в качестве канала обратной связи. В режиме

управления одновременно несколькими вибростендами следует включить соответствующее количество генераторов.

Ошибка №5470(1130) Ошибка загрузки результатов "Предтест". Необходимо пройти "Предтест" .....

Пояснения не требуются

Ошибка №1160 Превышен предел по уровню генератора .....

Детектирована ситуация, при которой для достижения заданного уровня профиля напряжение сигнала по каналу управления должно превысить предельный уровень по генератору (заданный в параметре "Максимальное напряжение" в окне программы "Параметры вибростенда"). Данная ситуация может быть связана с недостаточным коэффициентом усиления усилителя мощности вибростенда, а также с возможным значительным изменением значения передаточной характеристики в процессе проведения испытаний связанной с обрывом кабеля от датчика. Увеличьте усиление на усилителе вибростенда, повторите предтест, при необходимости замените датчик или кабель.

Ошибка №1180 Превышено время выхода на режим .....

Превышено время выхода на режим, проверьте крепление датчиков.

Пояснение:

Уровень с датчиков не дошел до допуска (-)

Ошибка №1190 Произошла ошибка в функции получении данных .....

Значения с генератора, полученные разными способами отличается более чем на 3 дБ.

Пояснение:
Для продолжения работы с СУВ требуется закрыть все программы ZETLAB после чего перезапустить ПО СУВ.
При необходимости перегрузить контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки ПИТАНИЕ, расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №1200 Ошибка генерации синуса, требуется перезапуск ПО .....

Пояснение:
При фильтрации сигнала получился NAN

Ошибка №1210 Выход за предел (-) по каналу .....

Выход за минимальный критический уровень.

Пояснение:

"Основная причина - высокая изменчивость передаточной характеристики по каналу обратной связи в частотном диапазоне профиля испытаний. Источником высокой изменчивости передаточной характеристики могут быть: низкая жесткость оснастки, используемой для крепления изделия; плохое крепление оснастки к столу вибростенда либо изделия к оснастке; не оптимальные места установки датчика(ов) используемого(ых) в качестве канала обратной связи. Проверьте крепление, измените места установки датчиков либо выберите режим контроля по средним или максимальным значениям таким образом, чтобы минимизировать изменчивость передаточной характеристики по каналу обратной связи.

В случае невозможности снижения изменчивости передаточной характеристики по каналу обратной связи увеличьте в профиле испытаний значение предельного отклонения амплитуды колебаний"

Ошибка №1220 Выход за предел (+) по каналу .....

Выход за максимальный критический уровень.

Пояснение:

"Основная причина - высокая изменчивость передаточной характеристики по каналу обратной связи в частотном диапазоне профиля испытаний. Источником высокой изменчивости передаточной характеристики могут быть: низкая жесткость оснастки, используемой для крепления изделия; плохое крепление оснастки к столу вибростенда либо изделия к оснастке; не оптимальные места установки датчика(ов) используемого(ых) в качестве канала обратной связи. Проверьте крепление, измените места установки датчиков либо выберите режим контроля по средним или максимальным значениям таким образом, чтобы минимизировать изменчивость передаточной характеристики по каналу обратной связи.

В случае невозможности снижения изменчивости передаточной характеристики по каналу обратной связи увеличьте в профиле испытаний значение предельного отклонения амплитуды колебаний"

Ошибка №1230 Ошибка управления генератором .....

Ошибка управления генератором, требуется перезапуск ПО.

Пояснение:

функция PutData вернула ошибку.

Ошибка №1240 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами .....

Следует проверить и при необходимости настроить параметры синхронизации контроллеров, Проверка и настройка параметров синхронизации производится в программе "Диспетчер устройств". При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №1250 Следящий датчик вышел за уровень (селективный метод) .....

Выход за максимальный уровень по следящему датчику (данные по датчику измеряются с помощью селективного метода).

Ошибка №1260 Следящий датчик вышел за уровень (эффективный метод) .....

Выход за максимальный уровень по следящему датчику (данные по датчику измеряются с помощью эффективного метода).

Ошибка №1270 Следящий датчик вышел за уровень (пиковое значение) .....

Выход за максимальный уровень по следящему датчику (данные по датчику измеряются с помощью пикового значения).

Ошибка №1280 Недостаточно места на жестком диске .....

Необходимо либо уменьшить время записи, либо освободить место на жестком диске, где расположена папка "Результаты обработки".

Ошибка №1290 Коэффициент передачи близок к нулю или вышел за пределы .....

Например, Частота 134.3 Гц. Коэффициент передачи упал (вырос) на 12.1 дБ. ВС 111

Пояснение:

Снять соответствующую галочку в редакторе профиля или увеличить предел.

Ошибка №1320 Идёт остановка генератора .....

Пытаемся завершить все потоки и закрыть генератор, нужно дождаться данного процесса

Ошибка №1340 Ошибка запуска .....

Обратитесь в службу технической поддержки ZETLAB в случае появления данной ошибки.

Ошибка №1350 Пид регулятор отключён .....

Удалить C:\ZETLab\config\pidRegulator.cfg, и перезапустить программу заново.

Критическая ошибка №1310 Ошибка работы с сервером .....

Ошибка работы с сервером, необходимо перезапустить ПО.

Критическая ошибка №1330 Ошибка остановки генератора .....

Пытаемся завершить все потоки и закрыть генератор, нужно дождаться данного процесса.

Широкополосная случайная вибрация .....

Программа «Широкополосная случайная вибрация» (Random)



Назначение программы

Для испытаний изделий на устойчивость к воздействию вибрации в широком диапазоне частот используется программа СУВ – широкополосная случайная вибрация (ШСВ).

Целью испытаний является определение способности изделий, элементов и аппаратуры выдерживать воздействие ШСВ заданной степени жёсткости, а также выявление возможных механических повреждений и ухудшения заданных характеристик изделий для решения вопроса о пригодности образца.

Подготовка к проведению испытаний

Во время проведения испытаний образец подвергают воздействию ШСВ с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот. Вследствие сложной механической реакции образца и его крепления — это испытание требует особой тщательности при его подготовке.

Образец крепят на вибростенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

В процессе подготовки к проведению испытаний на ШСВ необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры измерительных каналов (см. разделы 5-7), после чего провести предтест (см. раздел 8).

Для перехода к окну программы «Широкополосная случайная вибрация» необходимо на «Панели СУВ» (*Рис. 4.1*) активировать кнопку «Случайная вибрация». На экране монитора отобразится окно программы «Широкополосная случайная вибрация» (*Рис. 10.1*).

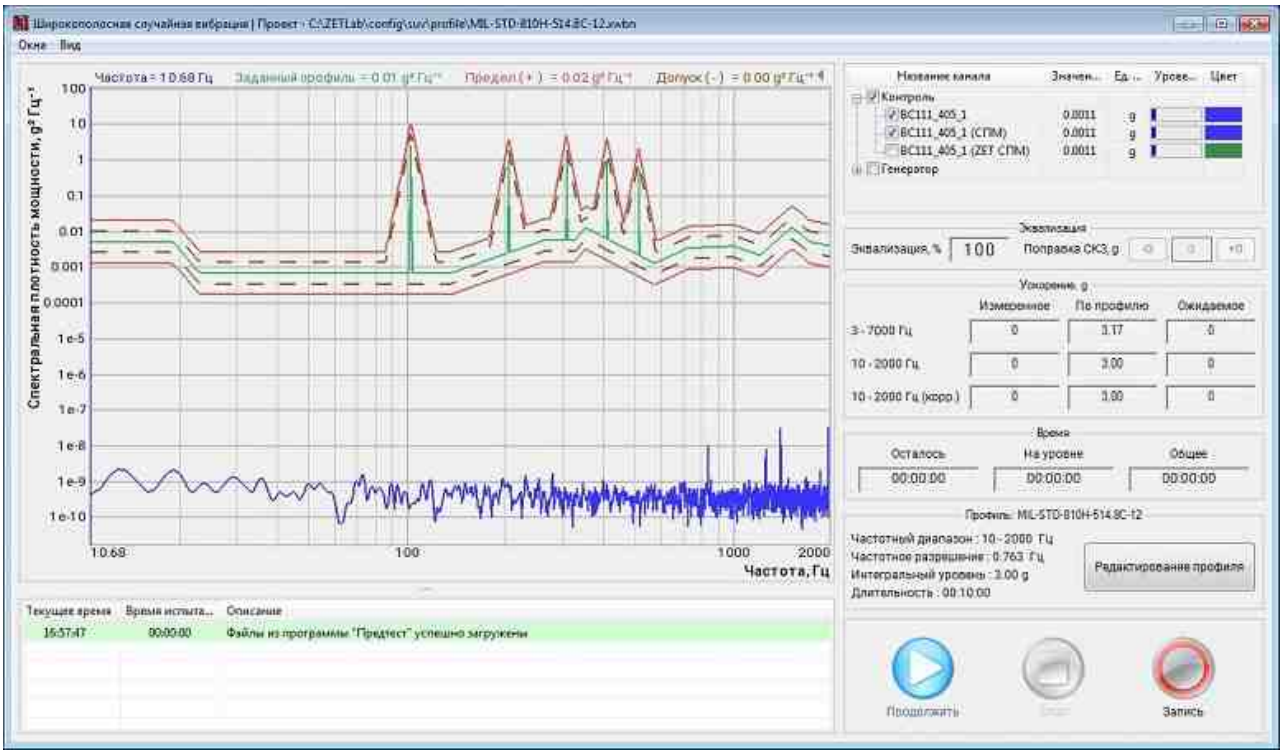


Рис. 10.1 Окно программы «Широкополосная случайная вибрация»

Внимание! *Кнопка «Случайная вибрация» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия результатов*

предтеста.

Выполнить конфигурирование необходимого профиля испытаний используя программу «Редактирование профиля» для запуска которой следует в окне программы «Широкополосная вибрация» активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

Профиль испытаний .....

Для задания профиля испытаний необходимо из главного окна программы «Широкополосная случайная вибрация» активировать кнопку «Редактирование профиля» (*Рис. 10.1а*).

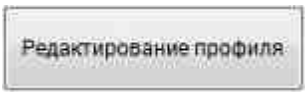


Рис. 10.1а Кнопка «Редактирование профиля»

Вкладка «Профиль» .....

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактирование профиля – ШСВ» открывается на вкладке «Профиль» (*Рис. 10.2*).

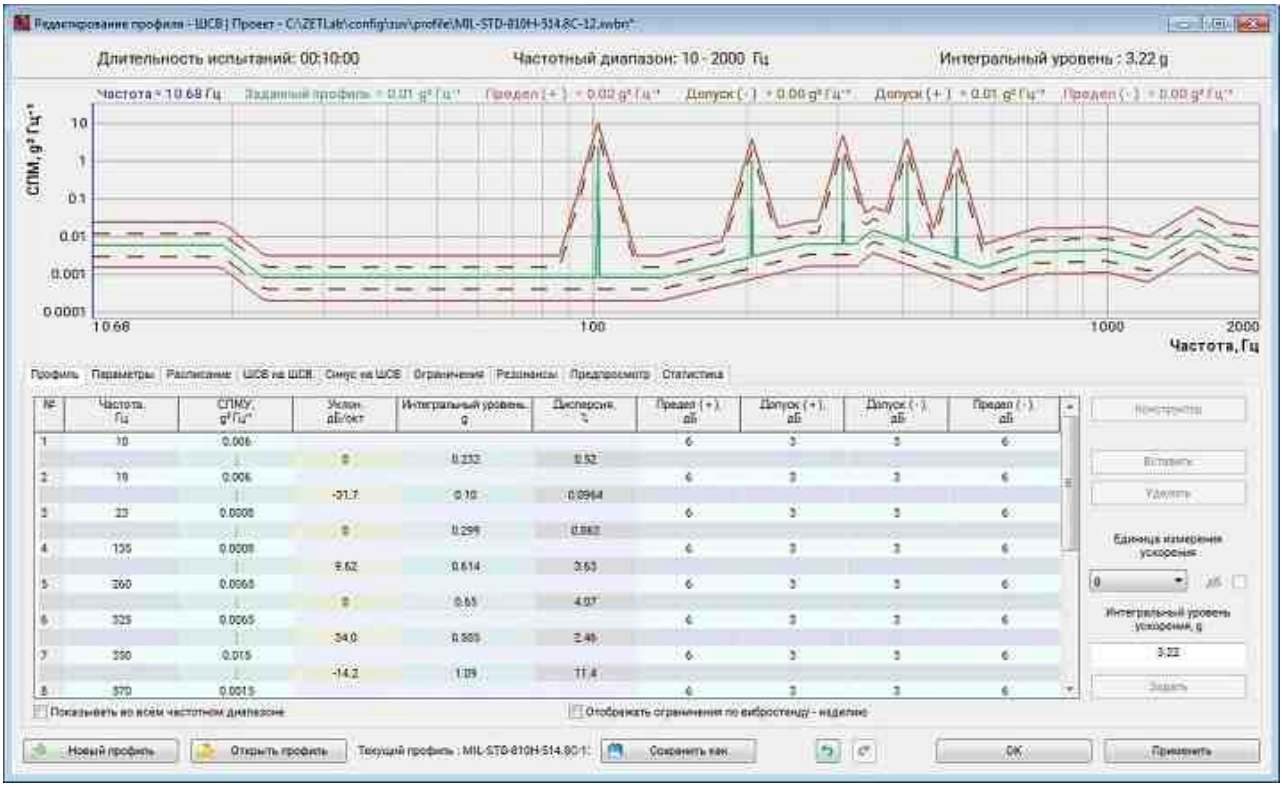


Рис. 10.2 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Профиль»

Во вкладке «Профиль» в таблице устанавливаются параметры профиля испытаний ШСВ. Для добавления новых строк в таблицу следует выделить область в таблице куда необходимо добавить строку и активировать кнопку «Вставить. В появившейся строке необходимо ввести параметры, характеризующие точку перегиба. Для удаления строки необходимо выбрать строку кликом мышки и активировать кнопку «Удалить». Для запуска виброиспытаний необходим профиль, состоящий хотя бы из двух строчек с различной частотой.

Кроме того, каждая контрольная точка имеет 4 параметра, определяющих допустимый коридор для проведения виброиспытаний «Допуск (+)», «Допуск (-)», «Предел (+)», «Предел (-)». При превышении значений параметров «Предел (+)», «Предел (-)» по контрольному каналу будут прерываться испытания. Параметры устанавливают допуски интегрального уровня ускорения в каждой точке испытаний согласно профилю. По умолчанию допуски установлены на отметке ±3, ±6 дБ соответственно, но их можно отредактировать вручную.

Параметр «Единица измерения ускорения» устанавливает единицу измерения ускорения «g» или «м/с^2» для графика профиля испытаний.

Для пропорционального изменения общего уровня шума в поле «Интегральный уровень ускорения» ввести необходимое значение и  активировать кнопку «Задать». Коэффициенты в таблице СПМУ будут автоматически пересчитаны таким образом, чтобы суммарный интегральный уровень совпал с заданным числом.

Активация параметра «Показывать во всем частотном диапазоне» позволяет отображать на графике спектра весь частотный диапазон, установленный при проведении предтеста.

При выборе параметра «Отображать ограничения по вибростенду – изделию» на графике спектра в окне «Широкополосная случайная вибрация» дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений профиля (коридор допустимых профилей).



Примечание: *Графики максимально и минимально допустимых значений профиля рассчитываются с учетом параметров вибростенда и изделия, а также результатов предтеста.*

График спектральной плотности мощности ускорения с графиками допусков отображаются в верхней части окна программы «Редактор профиля для виброиспытаний».

Вкладка «Параметры» .....

Во вкладке «Параметры» расположены настройки расчёта и отображения графиков спектра (*Рис. 10.3*).

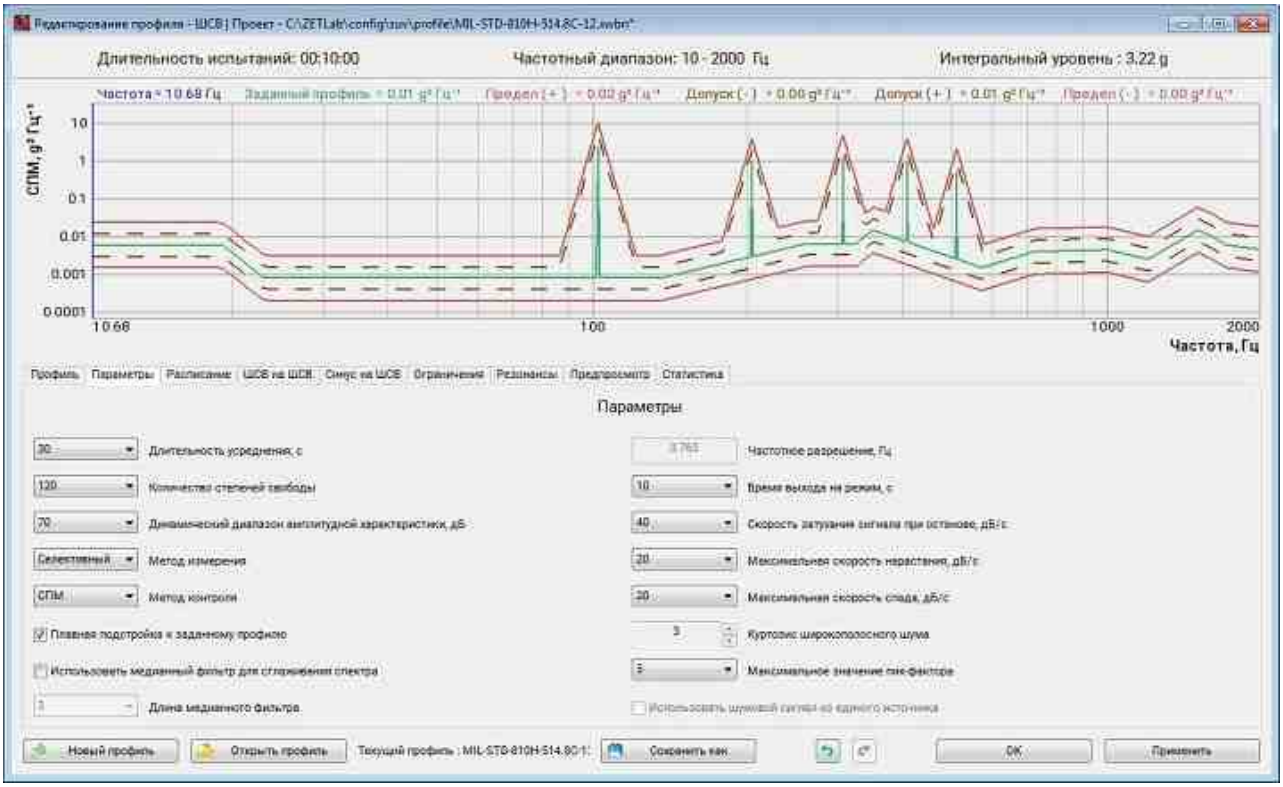


Рис. 10.3 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Параметры»

Параметр «Длительность усреднения» устанавливает длительность интервала усреднения значений на графике спектра. Таким образом на графике спектра отображаются усреднённые значения за установленный промежуток времени.

Параметр «Количество степеней свободы» определяет время накопления данных при расчете спектра с учетом заданного частотного разрешения. Данный параметр является произведением время накопления и частотного разрешения. Таким образом, чем меньше значение частотного разрешения, тем больше значение времени накопления данных при одинаковом количестве степеней свободы.

Для параметра «Динамический диапазон амплитудной характеристики» следует выбрать значение, устанавливающее разницу между максимальным и минимальным значениями спектра амплитудной характеристики.

Параметр «Метод измерения» устанавливает метод расчета значений спектральной плотности мощности (СПМ) – «Селективный» или «Эффективный». При «Селективном» методе измерений расчет значений СПМ будет осуществляться по передаточной характеристике H1 (при расчете СПМ учитывается только сигнал отклика на формируемое воздействие). При «Эффективном» методе измерений расчет значений СПМ будет

осуществляться по передаточной характеристике Hν (при расчете СПМ учитывается весь регистрируемый сигнал).

Параметр «Метод контроля» устанавливает метод, по которому будет контролироваться и отображаться СПМ регистрируемого сигнала – «СПМ» или «ZET СПМ». В «СПМ» методе контроля в качестве контролируемой величины используется спектральная мощность регистрируемого сигнала. В «ZET СПМ» методе контроля дополнительно включена цифровая обработка спектральной плотности мощности, позволяющая быстрого сглаживать и очищать от шумов график спектральной плотности мощности при недостаточной степени усреднения, а также уменьшить ошибки управления.

При выборе параметра «Плавная подстройка к заданному профилю» позволяет графику спектра возвращаться к профилю испытаний при изменении передаточной характеристики, вызванным физическими изменениями испытуемого изделия или оснастки.

Параметр «Использовать медианный фильтр для сглаживания спектра» позволяет устранить возникающие импульсы на графике спектра. Чем больше значение параметра «Размер медианного фильтра», тем более широкий импульс может быть срезан.

Параметр «Использовать шумовой сигнал из единого источника» применяется в случаях, когда в испытательной системе задействовано несколько вибростендов, управление которыми осуществляется с разных контроллеров. Для воспроизведения синхронных колебаний со всех вибростендов необходимо активировать данный параметр.

Параметр «Частотное разрешение» отображает значение частотного разрешения, установленное в программе «Параметра контроля».

Параметр «Время выхода на режим» определяет время, за которое будет увеличен сигнал от нулевого уровня до уровня профиля.

Параметр «Скорость затухания сигнала при останове» определяет с какой скорость будет производится снижение сигнала при окончании испытаний.

Параметры «Максимальная скорость нарастания» и «Максимальная скорость спада» определяют максимальную скорость увеличения и уменьшения уровня сигнала в процессе проведении испытаний.

Параметр «Куртозис широкополосного шума» (Kurtosion) обеспечивают индивидуальную настройку вероятности распределения шумовых выбросов (импульсов) для генерируемой формы сигнала. Увеличение уровня куртозиса ведёт к значительному увеличению количества шумовых выбросов (импульсов) высокой мощности.

Параметр «Максимальное значение пик-фактора» ограничивает максимально допустимое значение пик-фактора сигнала во время проведения виброиспытаний.

Вкладка «Расписание» .....

На вкладке «Расписание» устанавливается расписание виброиспытаний: количество этапов виброиспытаний, время каждого этапа, эквализация, включение/отключение функции наложения синуса и шума. (*Рис. 10.4*).

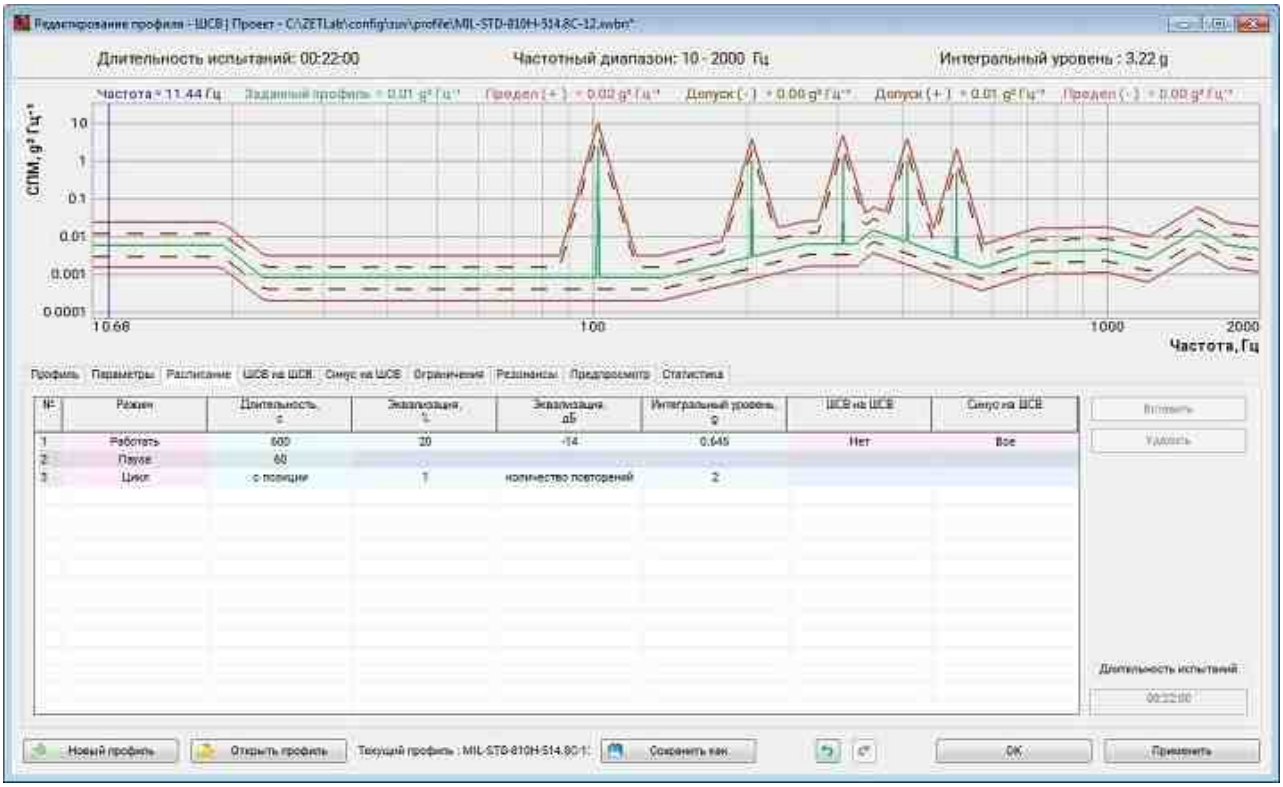


Рис. 10.4 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Расписание»

Расписание виброиспытаний представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если этапов виброиспытаний несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого этапа испытания настройка производится индивидуально.

Параметр «Режим» имеет несколько состояний:

- «Работать» – в данном режиме программа выполняет испытания согласно профилю;

- «Пауза» – в данном режиме программа приостанавливает испытания на заданное время;
- «Цикл» – в данном режиме программа повторяет действия с заданной позиции установленное количество раз.

Параметр «Длительность» устанавливает длительность этапов виброиспытания.

Параметры «Эквализация, %», «Эквализация, дБ» и «Интегральный уровень, g» задают отношение интегрального уровня ускорения на текущем этапе испытания к уровню, определяемому профилем испытаний, при этом значения одного столбца автоматически пересчитывают значения другого столбца.

Параметры «ШСВ на ШСВ» и «Синус на ШСВ» добавляют функции наложения на ШСВ узкополосного шума или синусоидальных колебаний в соответствии с настройками, произведенными на одноименных вкладках профиля виброиспытаний. Для добавления сегментов с наложением узкополосного шума и синусоидальных колебаний на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random) необходимо левой кнопкой мыши щелкнуть в соответствующих ячейках и выбрать требуемые сегменты (*Рис. 10.5*).

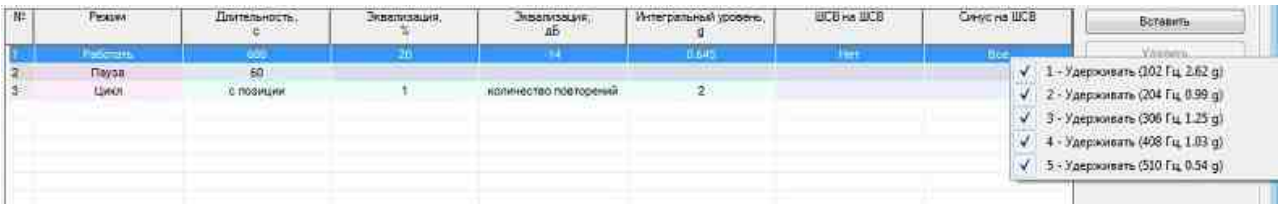


Рис. 10.5 Выбор сегментов для наложения Синус на ШСВ

Вкладка «ШСВ на ШСВ» .....

Для того чтобы включить функцию наложения узкополосного шума на ШСВ (Random-on-Random) при проведение виброиспытаний следует перейти на вкладку «ШСВ на ШСВ» (*Рис. 10.6*).

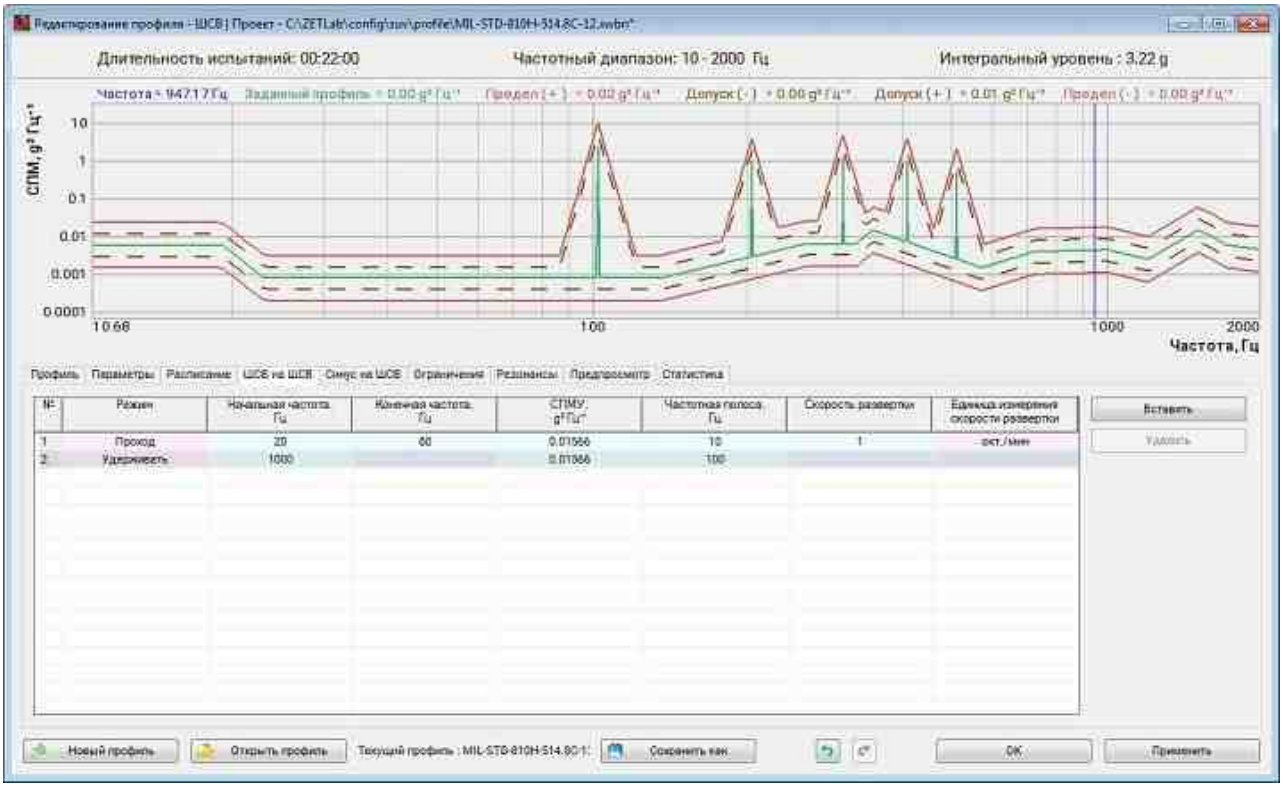


Рис. 10.6 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «ШСВ на ШСВ»

Параметры функции наложения узкополосного шума на ШСВ представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если сегментов несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого сегмента испытания настройка производится индивидуально.

Функция наложения узкополосного шума на ШСВ имеет два режима:

- Режим «Проход» – при данном режиме узкополосный шум с заданной частотной полосой последовательно перемещается от начальной частоты до конечной и обратно. В таблице необходимо установить значения начальной и конечной частоты, частотную полосу, СПМУ и скорость развертки;
- Режим «Удерживать» – при данном режиме узкополосный шум удерживается в заданной частотной полосе. В таблице необходимо установить значения начальной частоты, частотной полосы и СПМУ.

Вкладка «Синус на ШСВ» .....

Для того чтобы включить функцию наложения синусоидальных колебаний на ШСВ (Sine-on-Random) при проведение виброиспытаний следует перейти на вкладку «Синус на ШСВ» (*Рис. 10.7*).

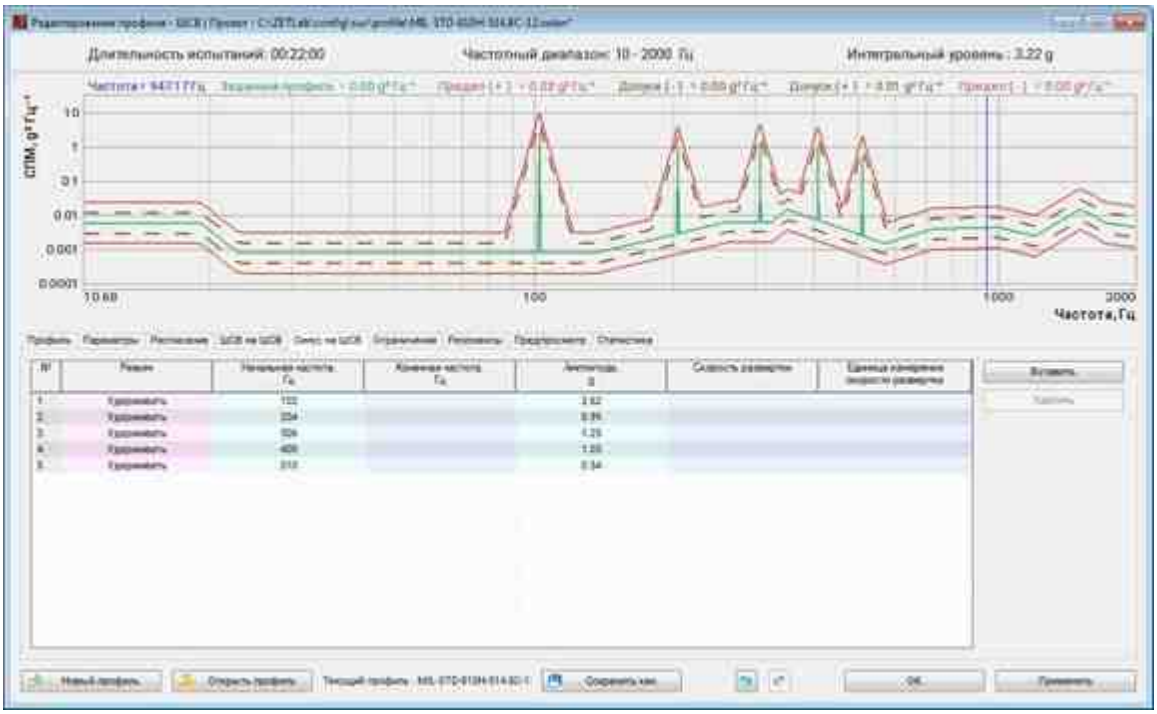


Рис. 10.7 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Синус на ШСВ»

Параметры функции наложения синусоидальных колебаний на ШСВ представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если сегментов несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого сегмента испытания настройка производится индивидуально.

Функция наложения синусоидальных колебаний на ШСВ имеет два режима:

- Режим «Проход» – при данном режиме синусоидальные колебания с заданной амплитудой последовательно перемещаются от начальной частоты до конечной и обратно. В таблице необходимо установить значения начальной и конечной частоты, амплитуду и скорость развертки;

- Режим «Удерживать» – при данном режиме синусоидальные колебания удерживаются на заданной частоте. В таблице необходимо установить значения начальной частоты и амплитуды.

График спектральной плотности мощности ускорения с наложенным синусом, а также графики допусков отображаются в верхней части окна программы «Редактирование профиля виброиспытаний».

Вкладка «Ограничение» .....

На вкладке «Ограничения» (*Рис. 10.8*) задаются допустимые пределы испытаний для контрольных и следящих измерительных каналов. По тем параметрам, по которым контроль активирован (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут экстренно остановлены.

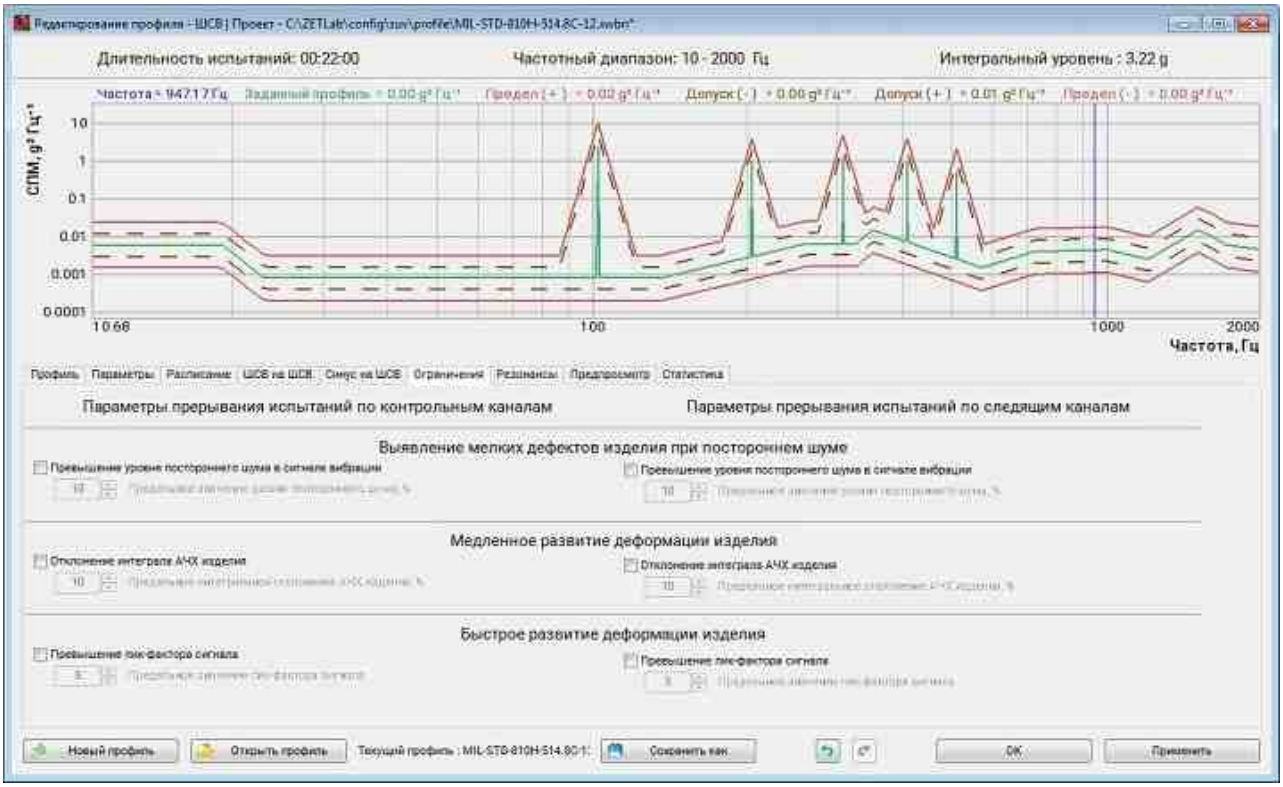


Рис. 10.8 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Ограничения»

Для включения контроля по параметру следует активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметр, а для отключения – деактивировать (убрать отметку в ячейке).

Возможно установить ограничения по контрольным и следящим каналам для следующих параметров:

- «Превышение уровня постороннего шума в сигнале вибрации;
- «Отклонение интеграла АЧХ»;
- «Превышение пик-фактора сигнала».

Вкладка «Резонансы» .....

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике (*Рис. 10.9*).

Примечание: *При необходимости (для более подробного рассмотрения) масштабируйте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области, при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика*

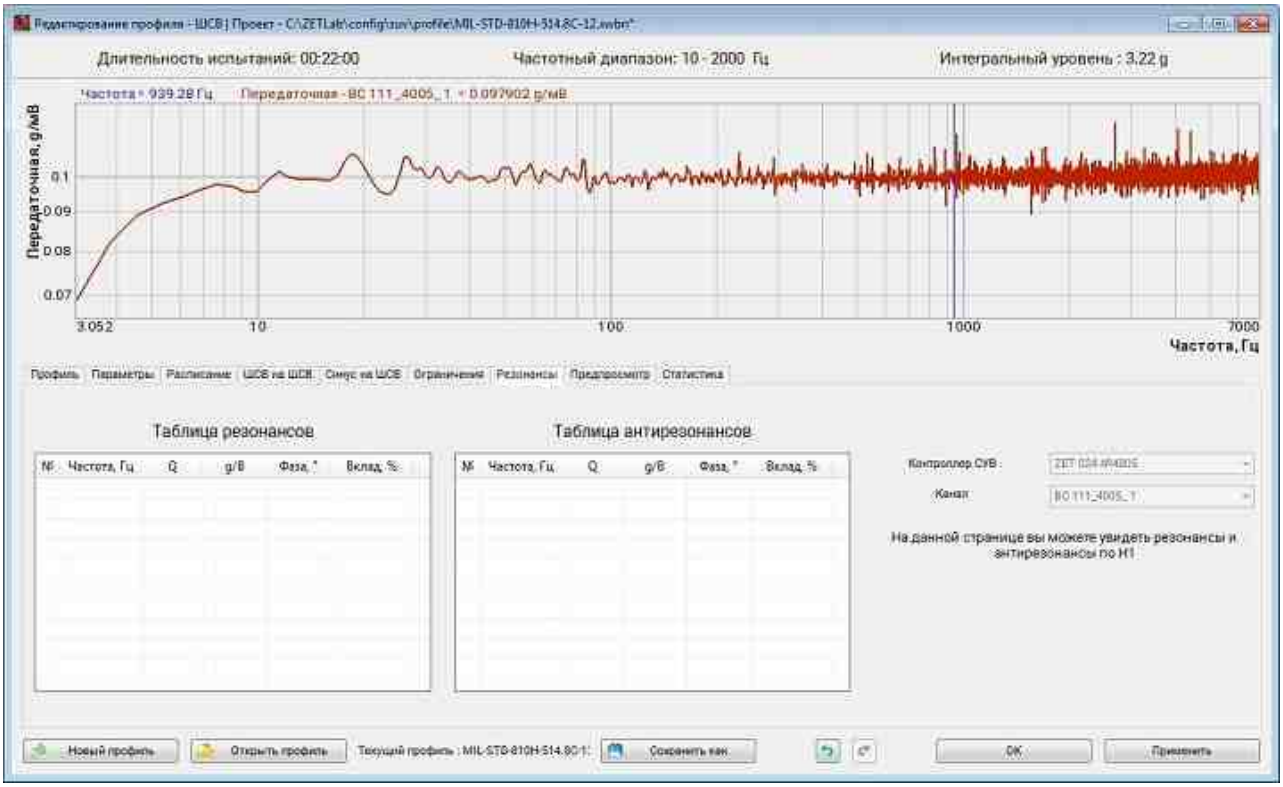


Рис. 10.9 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Резонансы»

Вкладка «Предпросмотр» .....

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками виброиспытаний по заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста (*Рис. 10.10*).

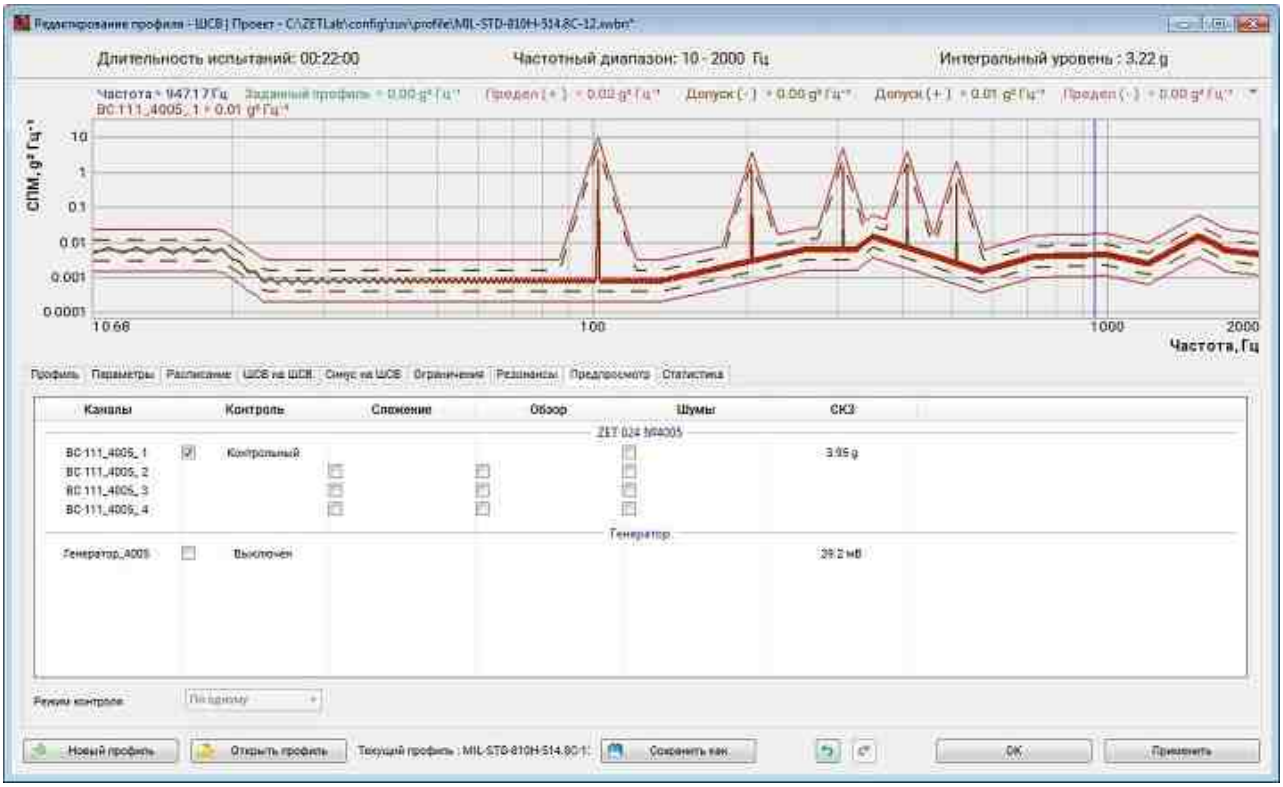


Рис. 10.10 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Предпросмотр»

Графики представлены по всем измерительным каналам контроллера СУВ, при этом каждому из измерительных каналов можно назначить произвольный тип контроля (контроль, слежение, обзор, а также проверить уровень шума по каналу. Для отображения желаемого графика вибрации необходимо установить отметку в соответствующей ячейке таблицы.

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

Вкладка «Статистика» .....

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, предоставляя пользователю возможность оценить степень нагрузки на вибростенд при проведении виброиспытаний (*Рис. 10.11*).

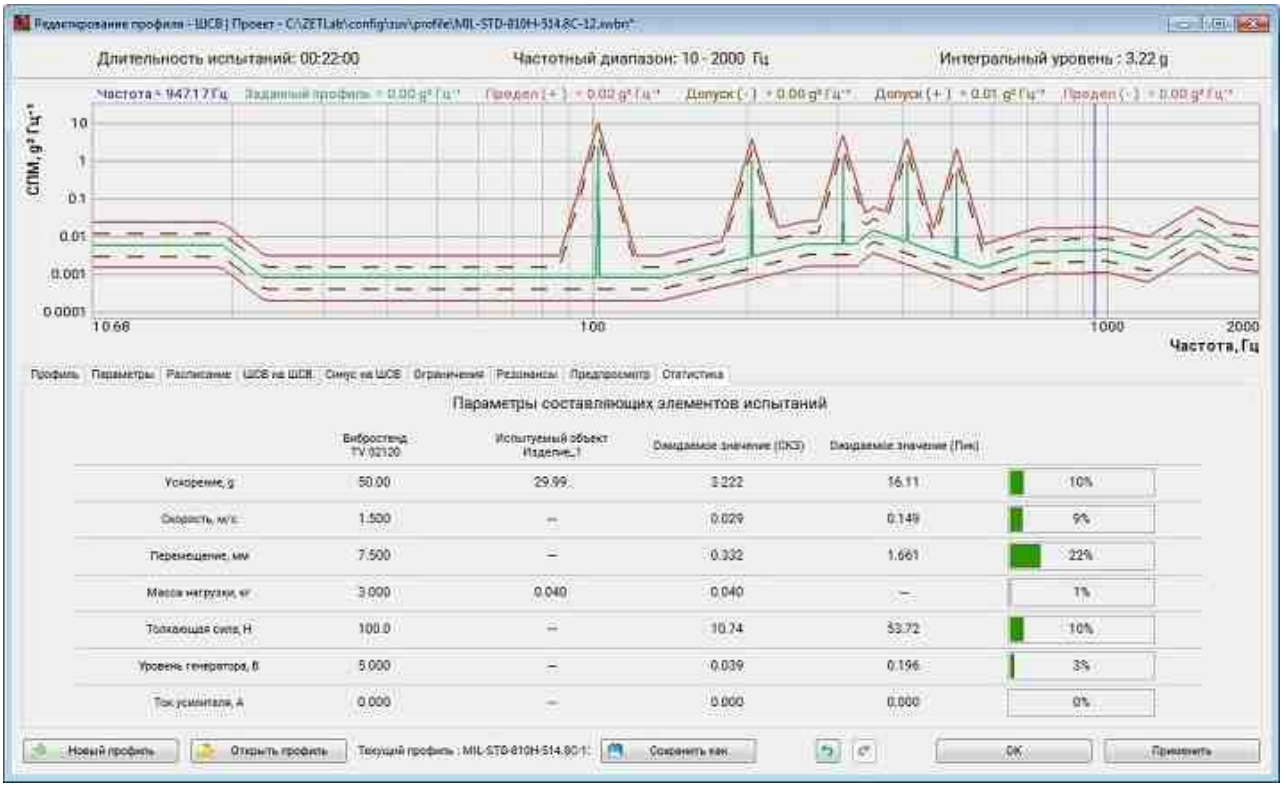


Рис. 10.11 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Статистика»

Сохранение и загрузка профилей испытаний .....

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - ШСВ», необходимо активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактирование профиля - ШСВ» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытания необходимо в окне программы «Редактирование профиля - ШСВ» активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 10.12*).



Рис. 10.12 Панель для сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 10.13*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего, активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «Редактирование профиля - ШСВ».*

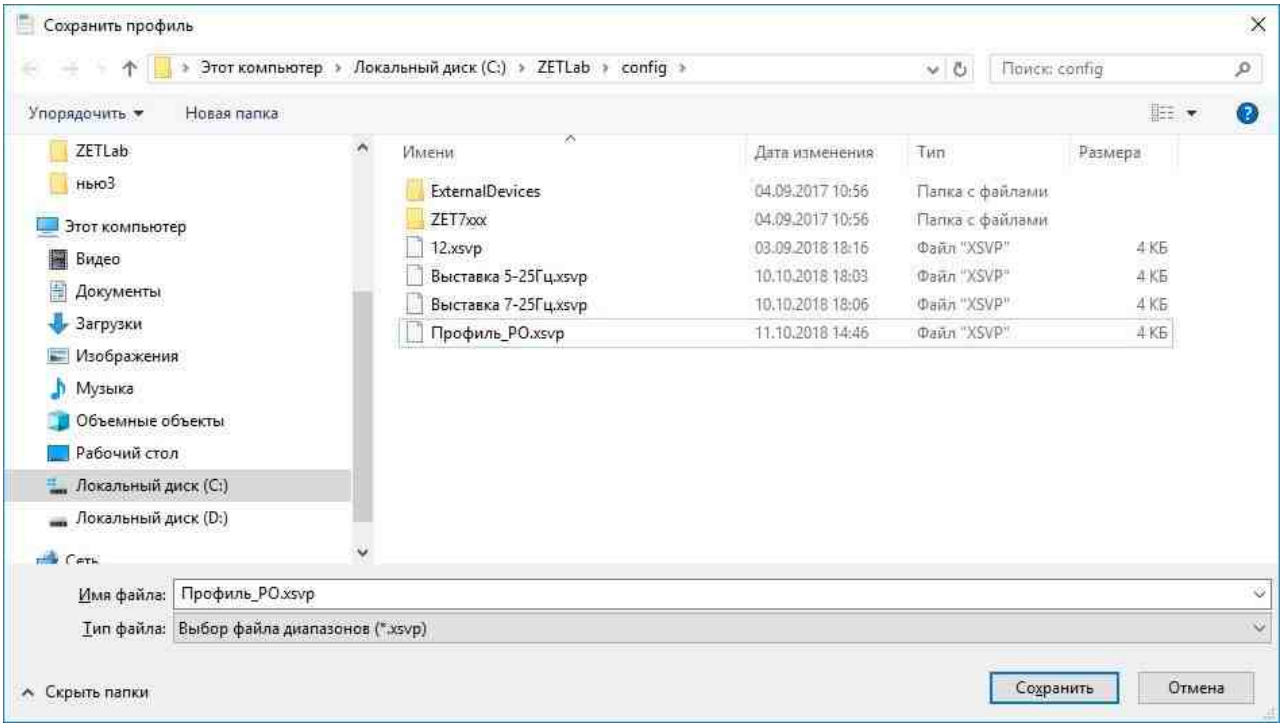


Рис. 10.13 Папка сохранения профиля испытаний

Для загрузки ранее сохраненного профиля испытаний необходимо выбрать функцию «Открыть профиль». В открывшемся окне следует выбрать нужный файл профиля испытаний и активировать кнопку «Открыть».

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 10.14*).



Рис. 10.14 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 10.15*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и активировать кнопку *«Открыть»*.



Рис. 10.15 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 10.16*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).



Рис. 10.16 Панель для создания нового профиля

Ошибки и предупреждения профиля .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Широкополосная вибрация".

Ошибка №2930 Ошибка сохранения профиля .....

Ошибка сохранения профиля.

Ошибка №2940 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла. Загружен профиль по умолчанию .....

Пояснения не требуются.

Проведение испытаний .....

В нижний части программы «Широкополосная случайная вибрация» отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой. После запуска программы в журнале событий должна отобразиться информация о успешной загрузке файлов предтеста (*Рис. 10.17*).

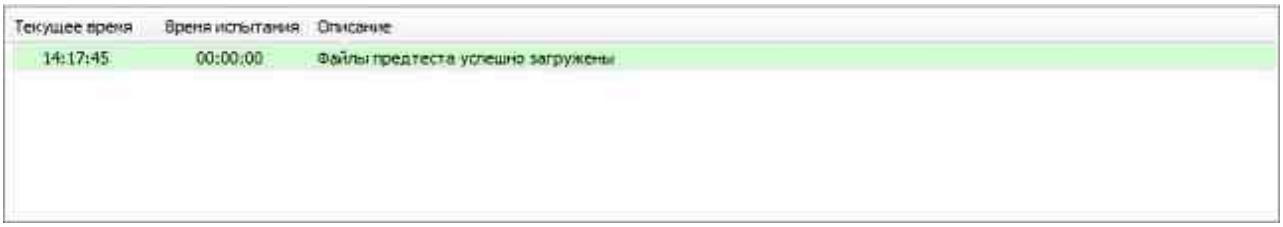


Рис. 10.17 Журнал событий

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 10.18*).



Рис. 10.18 Меню управления виброиспытаниям

Кнопка *«Старт»* предназначена для запуска или возобновления виброиспытаний.

Кнопа *«Стоп»* предназначена для остановки виброиспытаний в произвольный момент времени.

Кнопка *«Пауза»* предназначена для удержания испытаний при условиях, соответствующих текущему этапу. То есть при нажатии кнопки «Пауза» испытания будут продолжаться, но время испытаний по текущему этапу будет приостановлено до момента повторного нажатия кнопки «Старт».

Нажатие кнопки «Запись» запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ.

Просмотр записанных сигналов производится в программе «Просмотр результатов» из меню «Отображение панели ZETLAB» (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора).

Для начала виброиспытаний следует активировать кнопку «Старт», после чего программа будет постепенно выводить испытательную систему на заданный режим (*Рис. 10.19*).

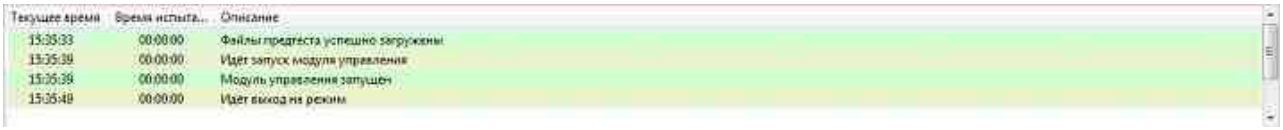


Рис. 10.19 Журнал событий

При достижении требуемого СКЗ ускорения программа начнёт проводить виброиспытания, о чём будет сообщено в информационном поле (*Рис. 10.20*).

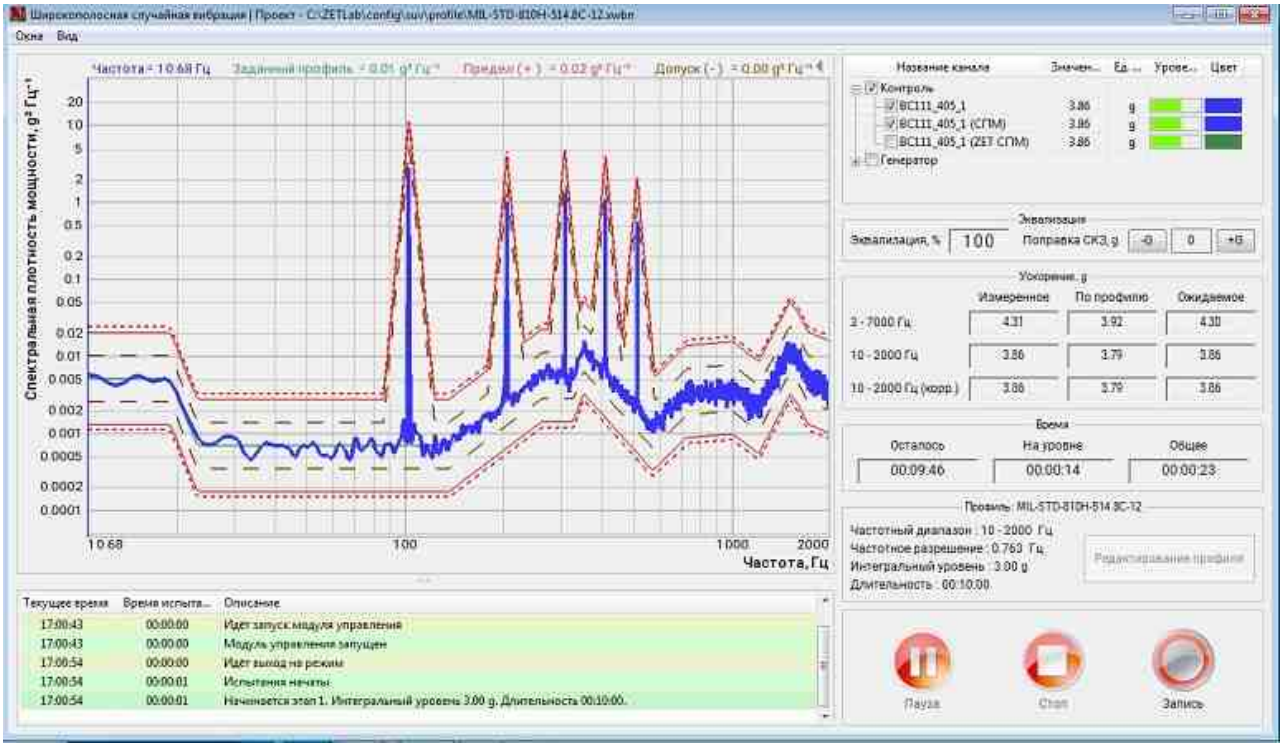


Рис. 10.20 Запуск виброиспытаний

Для отображения измерительного канала на графике следует выбрать его из списка каналов, расположенного в правой части окна программы (*Рис. 10.21*). В состав данного списка входят все измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из типов контроля за испытаниями («Контроль», «Слежение», «Обзор»). В одной строке с измерительным каналом также отображается информация о текущем ускорении и интегральном уровне загрузки по данному каналу.

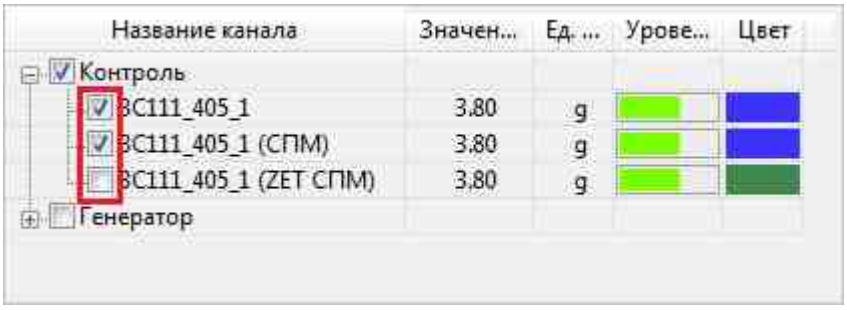


Рис. 10.21 Меню выбора каналов для отображения на графике

Если в программе «Предтест и поиск резонансов» в качестве контрольных было определенно несколько измерительных каналов, то в списке каналов программы

«Широкополосная случайная вибрация» отобразится дополнительный канал «Общий (Средний)» или «Общий (Макс.)» в зависимости от заданных параметров (*Рис. 10.22*).

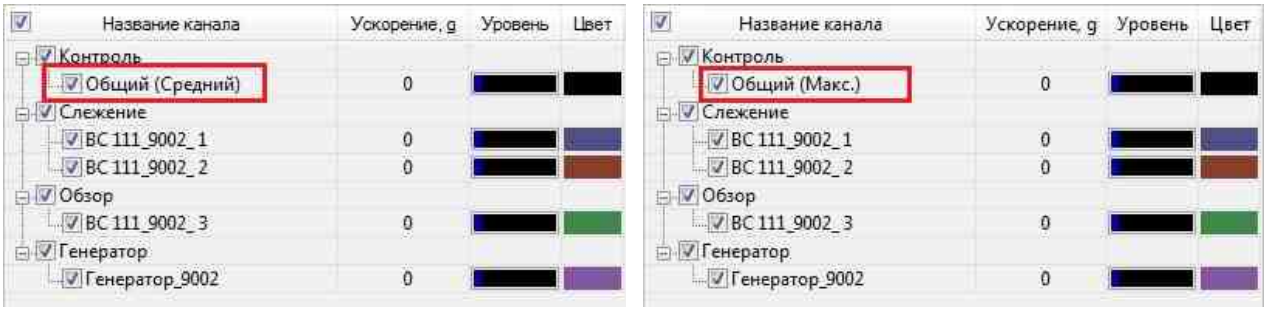


Рис. 10.22 Контрольные каналы «Общий (Средний)» и «Общий (Макс.)»

Примечание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные в качестве контрольных, меняют свой статус на следящие, а контрольным становится канал, формируемый соответственно по средним или максимальным значениям.*

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) испытания будут остановлены. В журнале сообщения отобразиться информация о причинах прерывания испытаний. Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо активировать кнопку «Продолжить» (***Рис.*** *10.23*).

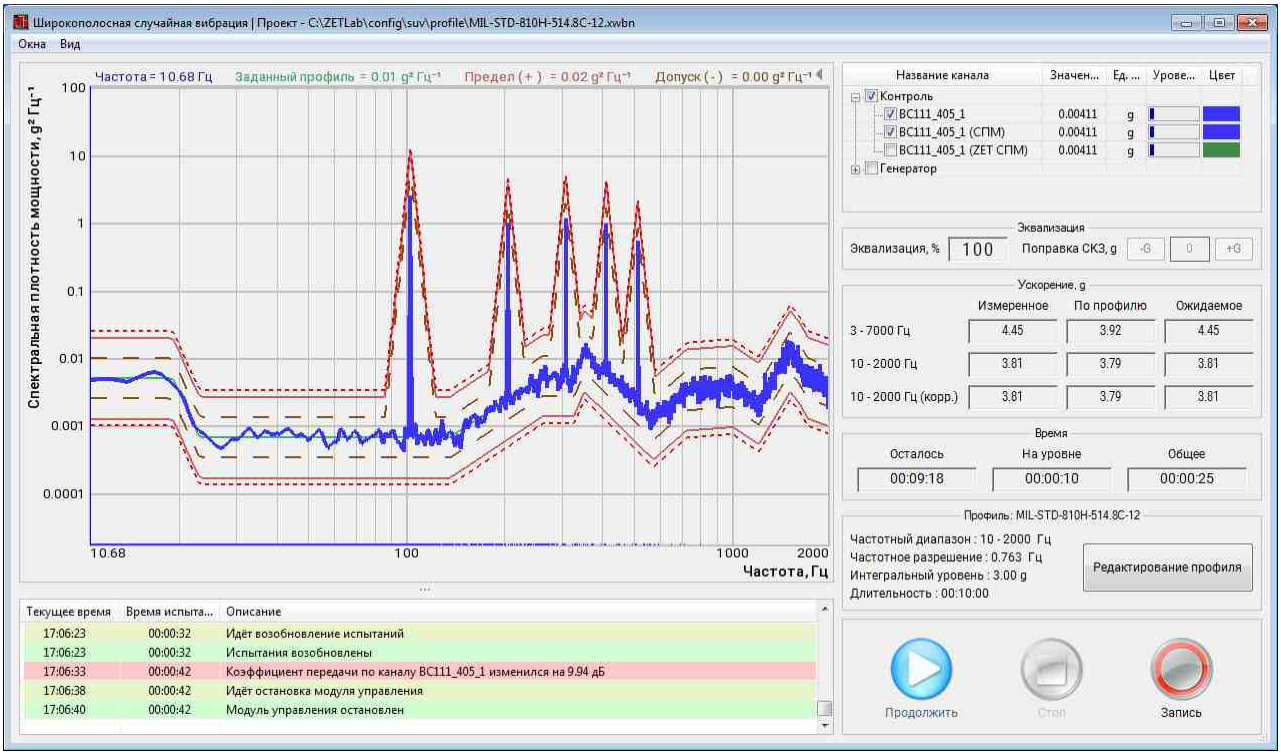


Рис. 10.23 Остановка виброиспытаний

Дополнительные графики .....

Во время проведения испытаний существует возможность в режиме реального времени отслеживать изменение состояния испытуемого изделия в точке (точках) установки контрольного канала. Для этого из меню «Окна» следует запустить программу «Дополнительные графики» (***Рис.*** *10.24*).

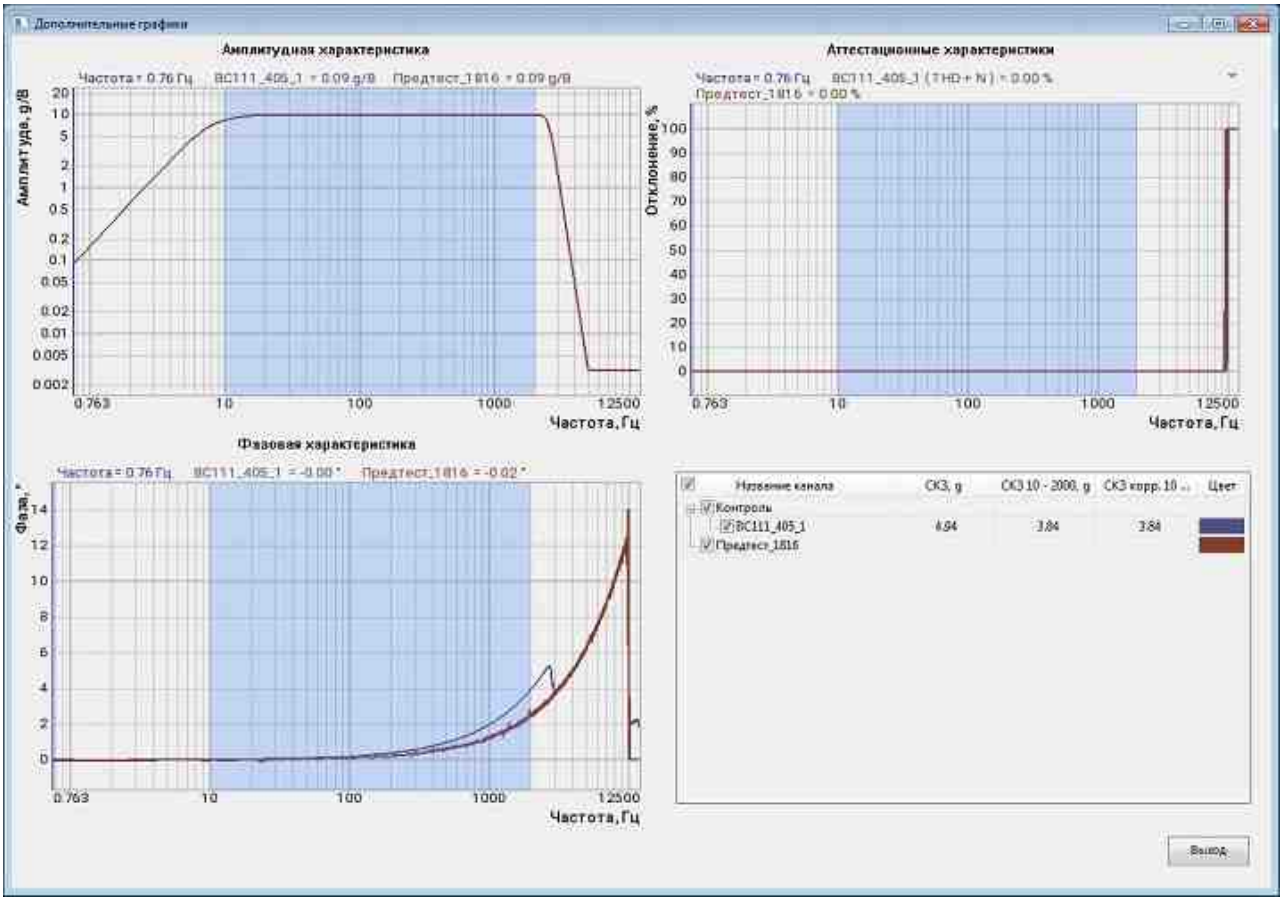


Рис. 10.24 Окно программы «Дополнительные графики»

На графиках программы «Дополнительные графики» отображаются отклонения текущих значений параметров спектра выбранного канала от значений параметров спектра контрольного канала, сформированных в профиле испытаний после прохождения предтеста.

Самописец сигналов .....

Для отображения информации о временной реализации параметров сигналов необходимо запустить программу «Самописец» из меню «Окна» программы «Широкополосная случайная вибрация». В открывшемся окне «Самописец» (***Рис.*** *10.25*) будет отображаться информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

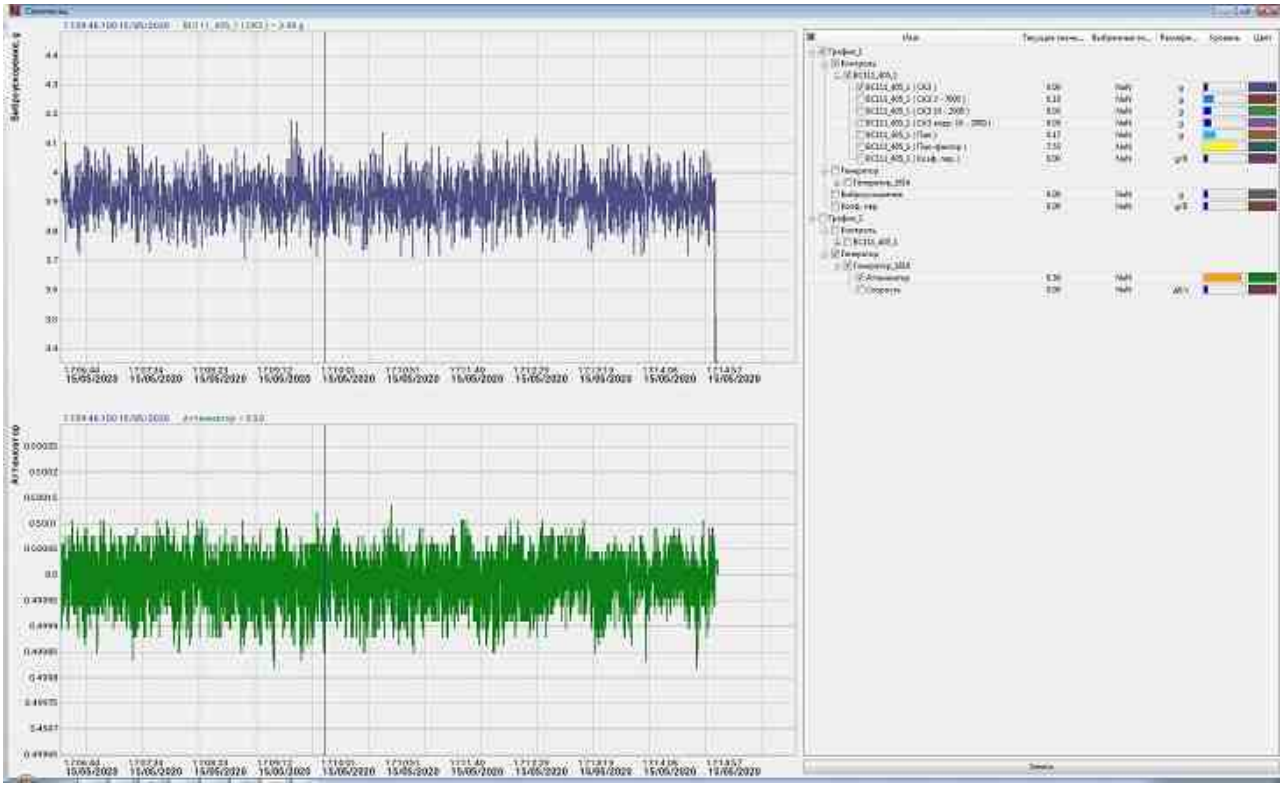


Рис. 10.25 Окно программы «Самописец»

В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. Для сохранения показаний самописца необходимо активировать на кнопку «Запись». Сохраняется только выбранные графики, которые можно просмотреть программой Просмотр результатов».

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту info@zetlab.com заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Отчет .....

Для сохранения отчёта необходимо запустить программу «Отчёт» из меню «Окна» программы «Широкополосная случайная вибрация».

В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчёта и указать директорию его сохранения, после чего активировать кнопку «Сохранить» (*Рис. 10.26*).

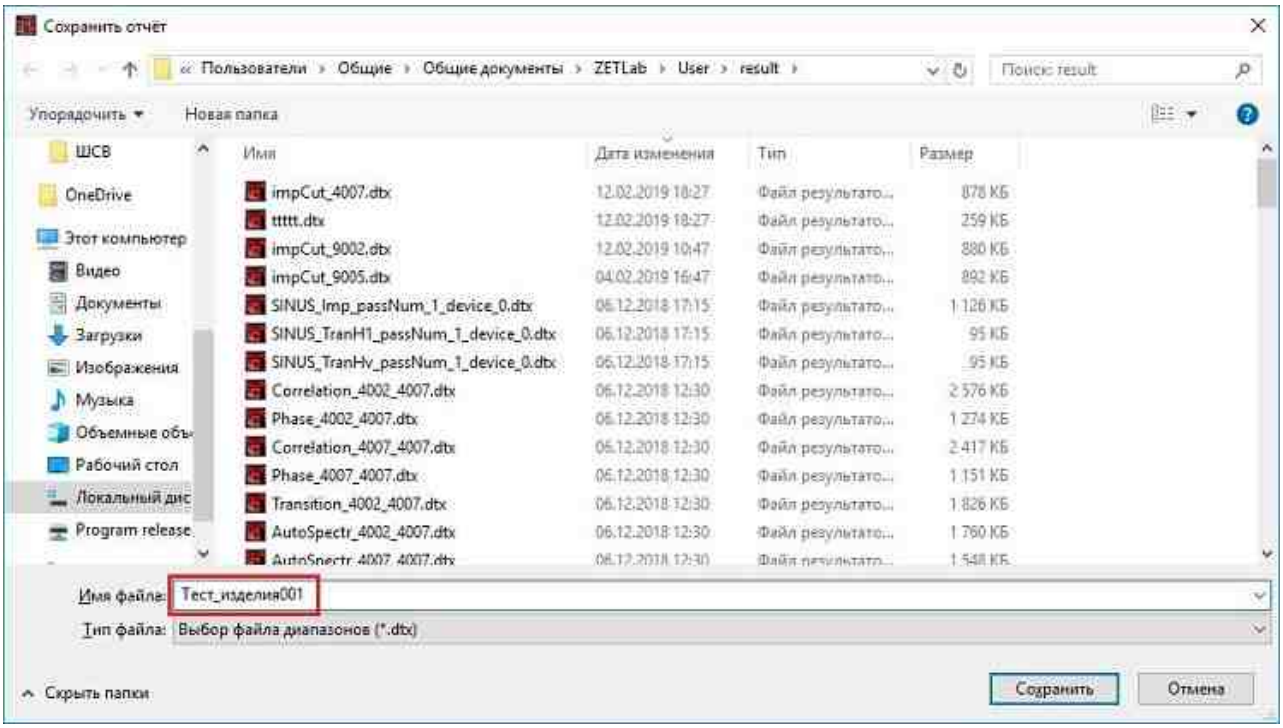


Рис. 10.26 Указание имени файла при сохранении отчёта с результатами испытаний

Просмотр файла отчёта осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо щелкнуть по файлу правой клавишей мыши и выбрать из контекстного меню «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 10.27*).

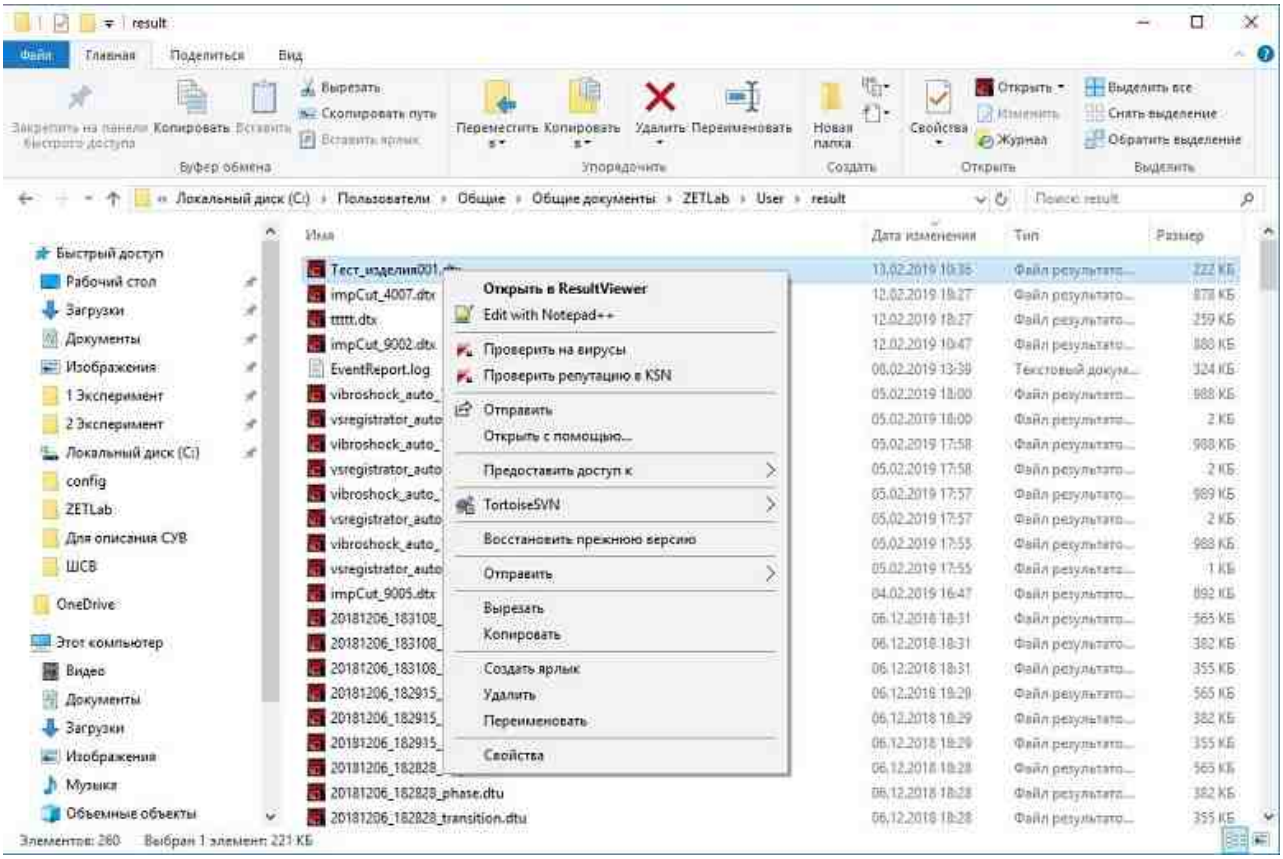


Рис. 10.27 Выбор файла из директории с результатами испытаний]

В программе «Просмотр результатов» на вкладке «График» отобразится графическая часть отчёта по выполненному испытанию (*Рис. 10.28*).

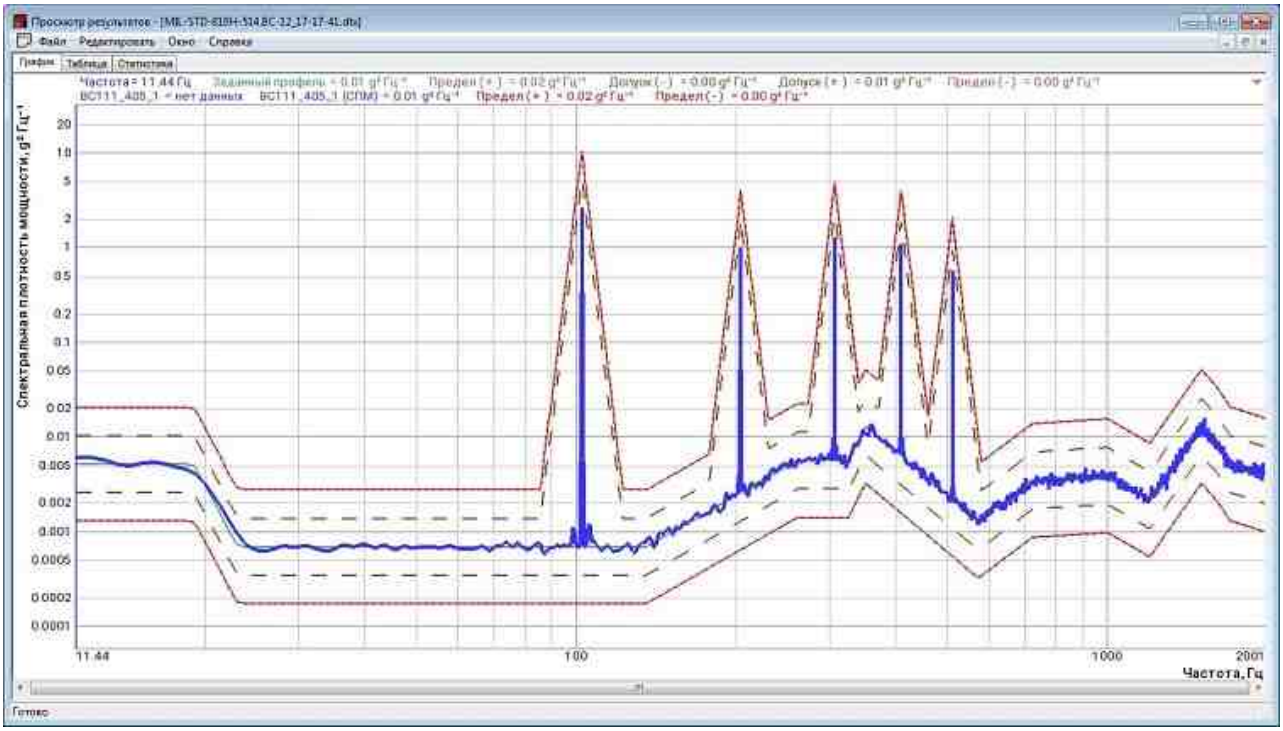


Рис. 10.28 Вкладка «График» окна «Просмотр результатов»

Для просмотра значений графика в табличном виде следует перейти на вкладку «Таблица» (*Рис. 10.29*).

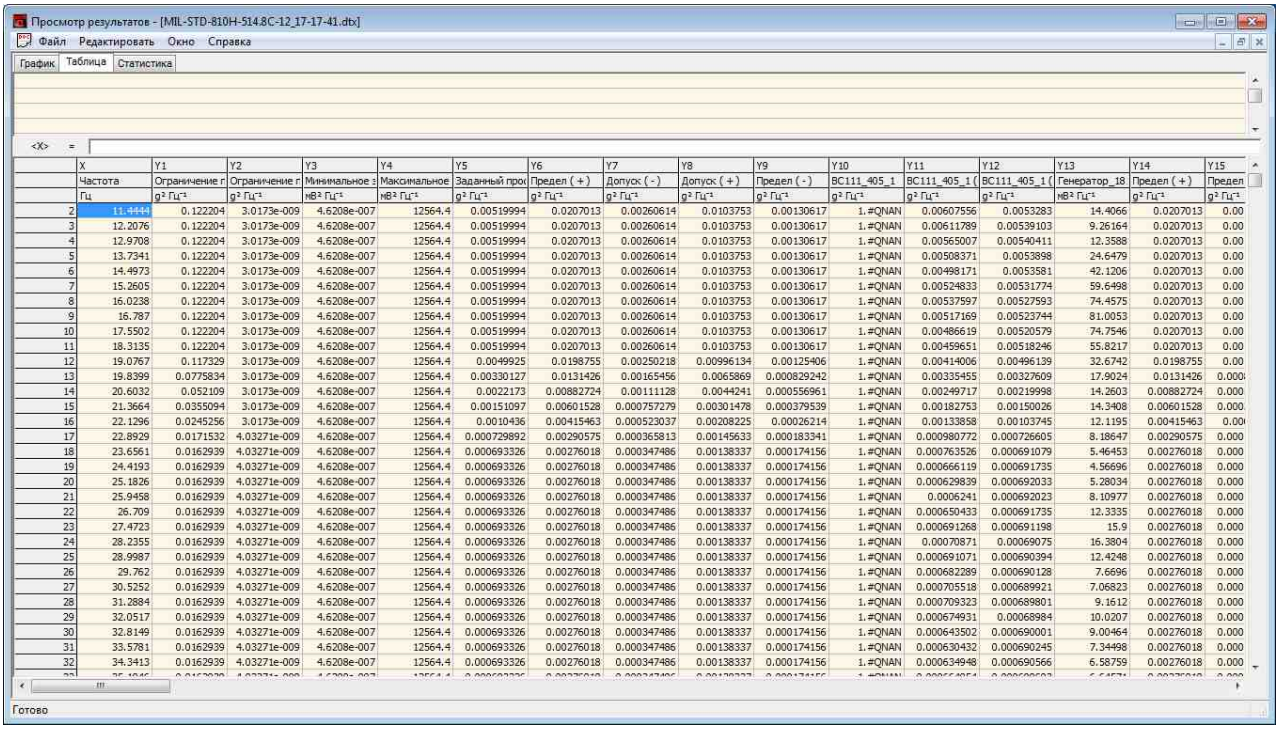


Рис. 10.29 Вкладка «Таблица» окна «Просмотр результатов»

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Теория испытаний ШСВ

Теория испытаний ШСВ .....

Для испытаний образца (изделия) на воздействие вибрации требуется определенная степень воспроизводимости, особенно для квалификационных и приемочных испытаний, проводимых для испытания одного и того же типа образцов различными организациями, такими как поставщик и потребитель изделий электронной техники.

Как сказано в ГОСТ 28220-89 слово «Воспроизводимость» не означает сходимости результатов, полученных в условиях испытаний и в условиях эксплуатации образца

(реальных условиях), а подразумевается получение аналогичных результатов испытаний, полученных в разных испытательных центрах различным обслуживающим испытания персоналом.

Большое расхождение требований к различным значениям допусков при определенном уровне жёсткости, а также обеспечение достоверности результатов испытаний приводит к введению трех воспроизводимостей: высокая, средняя и низкая. Для каждой воспроизводимости можно сделать выбор метода подтверждения, принимая во внимание как динамические характеристики испытуемого образца, так и наличие испытательного оборудования.

Требования обеспечения воспроизводимости включают в себя контроль за уровнем вибрации в пределах узкой полосы частот. Несмотря на то, что выравнивание частот в узкой полосе обеспечивает лучшую воспроизводимость, чем в широкой полосе, выравнивание частот в узкой полосе в меньшей мере учитывает влияние окружающей среды на испытуемый образец. Однако выравнивание в широкой полосе частот приводит к тому, что резонанс внутри образца изменяет испытательный уровень настолько, что могут возникать пики и провалы. При эксплуатации условия окружающей среды обычно способствует возникновению пиков и провалов в следствии влияния окружающей среды на образец. Кроме того, мало вероятно, чтобы эти пики и провалы совпали с пиками и провалами, возникающими при испытаниях в лаборатории.

При высокой и средней воспроизводимости образец следует подвергать воздействию синусоидальной вибрации для снятия частотной характеристики. При этом испытание синусоидальной вибрацией проводят в обоих направлениях по всему частотному диапазону испытаний.

В нормативно-технической документации также может встречаться требование испытаний на обнаружение резонансов, а также проверки механических характеристик перед выдержкой.

В процессе испытаний образец подвергают вибрации в соответствии с требованиями ГОСТ на соответствующий вид испытаний.

После завершения испытаний проводятся заключительные измерения, при которых выполняется проверка механических характеристик образца, для сравнения с результатами проверки механических характеристик, полученных до проведения испытаний.

Ошибки и предупреждения .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Гармоническая вибрация".

Сообщение №2920 Была нажата кнопка "Стоп" .....

Испытания были остановлены, потому что была нажата кнопка "Стоп".

Ошибка №2950 Контроллер СУВ отключен! .....

К компьютеру не подключено ни одного устройства, либо не активировано подключение по Ethernet. Активация подключения по Ethernet производится при помощи программы "Подключение устройств", для запуска которой перейдите в раздел "Сетевые программы" на панели ZETLAB.

Ошибка №2960 Произошла ошибка запуска модуля управления .....

Произошла ошибка запуска модуля управления, требуется перезапуск программного обеспечения

Ошибка №2970 Произошла ошибка остановки модуля управления .....

Произошла ошибка остановки модуля управления, требуется перезапуск программного обеспечения.

Ошибка №2980 Произошла ошибка работы модуля управления .....

Произошла ошибка работы модуля управления, требуется перезапуск программного обеспечения

Ошибка №2990 Произошла ошибка работы модуля измерений .....

Произошла ошибка работы модуля измерений, требуется перезапуск программного обеспечения.

Ошибка №3000 Нарушена синхронизация по PTP между устройствами .....

Следует проверить и при необходимости настроить параметры синхронизации контроллеров, Проверка и настройка параметров синхронизации производится в программе "Диспетчер устройств". При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №3010 Произошла ошибка возобновления испытаний .....

Описания нет.

Ошибка №3020 Интегральный уровень ускорения по профилю превышает максимально допустимый .....

Описания нет.

Ошибка №3030 Ожидаемое амплитудное значение виброскорости по профилю превышает максимально допустимое .....

Описания нет.

Ошибка №3040 Ожидаемое амплитудное значение перемещения по профилю превышает максимально допустимое .....

Описания нет.

Ошибка №3050 Перегрузка усилителя мощности по току .....

Описания нет.

Ошибка №3060 Перегрузка усилителя мощности по напряжению .....

Описания нет.

Ошибка №3070 Перегрузка по каналу "XXX" .....

Описания нет.

Ошибка №3080 Коэффициент передачи по каналу "XXX" изменился на Y дБ .....

На измерительном канале (со статусом "Контроль") регистрируется значительное изменение отклика на сигнал возбуждения относительно значений, зарегистрированных в ходе проведения предтеста. Проверьте качество крепления соответствующего датчика, убедитесь в том, что с момента проведения предтеста значение усиления на усилителе вибростенда не менялся, а также в отсутствии срабатывания защит усилителя вибростенда. При необходимости повторно пройдите предтест.

Ошибка №3090 Пик-фактор по каналу "XXX" (Y) превысил максимально допустимый пик-фактор (Z) .....

Описания нет.

Ошибка №3100 Спектральная плотность мощности ускорения вышла за допустимые пределы (Частота X Гц, Канал "XXX") .....

Описания нет.

Ошибка №3110 Ускорение по каналу "XXX" (Y g) превышает максимально допустимое ускорение (Z g) .....

Описания нет.

Ошибка №3120 СКЗ сигнала постороннего шума по каналу "XXX" в полосе испытаний увеличилось до Y% .....

Зарегистрирован некоррелированный с сигналом возбуждения посторонний шум (дребезг). Убедитесь в том, что элементы проверяемого изделия надежно зафиксированы. Для отмены контроля за параметром во вкладке "Ограничения" окна "Редактирование профиля" деактивируйте параметр "Превышение уровня постороннего шума в сигнале возбуждения".

Ошибка №3130 Интегральное значение АЧХ по каналу "XXX" изменилось на Y% .....

Зарегистрировано изменение уровня регистрируемого сигнала по указанному каналу. Убедитесь в надежности крепления датчика, с которого формируется сигнал на соответствующий измерительный канал, а также в отсутствии повреждений элемента

изделия, на котором установлен датчик. Для отмены контроля за параметром во вкладке "Ограничения" окна "Редактирование профиля" деактивируйте параметр "Отклонение интеграла АЧХ изделия".

Классический удар .....

Программа «Классический удар» (Shock)



Назначение программы

Программа «Классический удар» предназначена для проведения испытаний на воздействие классического удара.

Согласно ГОСТ 28213-89 испытания на одиночные удары применяются для элементов аппаратуры, которые во время транспортирования или эксплуатации подвергаются относительно нечастым одиночным ударам. Испытание на воздействие одиночного удара может также применяться как способ определения качества конструкции образца, а также оценки его структурной прочности и как средство контроля качества образца. Испытание проводят путем воздействия на образец одиночных ударов со стандартными формами импульсов определенной длительности и пиковым ускорением.

Программа «Классический удар» позволяет генерировать сигналы следующих форм: синусоидальная, треугольная, прямоугольная, пилообразная, трапецеидальная и гаверсинус.

Подготовка к проведению испытаний

Образец крепят на вибростенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

В процессе подготовки к проведению испытаний на классический удар необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры измерительных каналов (см. разделы 5-7), после чего провести предтест (см. раздел 8).

Для перехода к окну программы «Классический удар» необходимо на «Панели СУВ» (Рис. 4.1) активировать кнопку «Классический удар». На экране монитора отобразится окно программы «Классический удар» (Рис. 11.1).

Внимание! *Кнопка «Классический удар» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуальных результатов предтеста.*

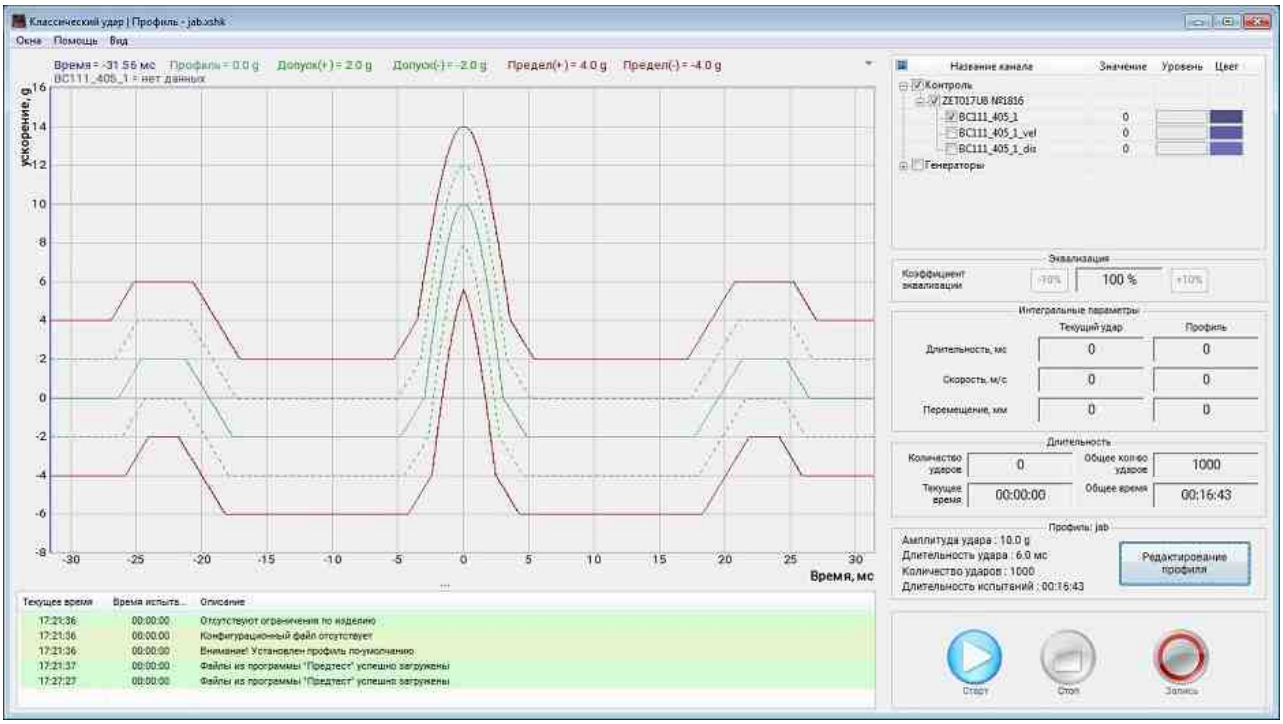


Рис. 11.1 Окно «Классический удар»

Выполнить конфигурирование необходимого профиля испытаний используя программу «Редактирование профиля» для запуска которой следует в окне программы «Классический удар» активировать кнопку *«Редактирование профиля».*

Профиль испытаний .....

Для задания профиля испытаний необходимо в окне программы «Классический удар» активировать кнопку «Редактирование профиля» (Рис. 11.1*а*).

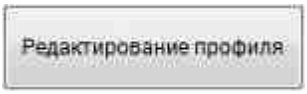


Рис. 11.1а Кнопка «Редактирование профиля»

Вкладка «Параметры» .....

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактор профиля виброиспытаний» открывается на вкладке «Параметры» (*Рис. 11.2*).

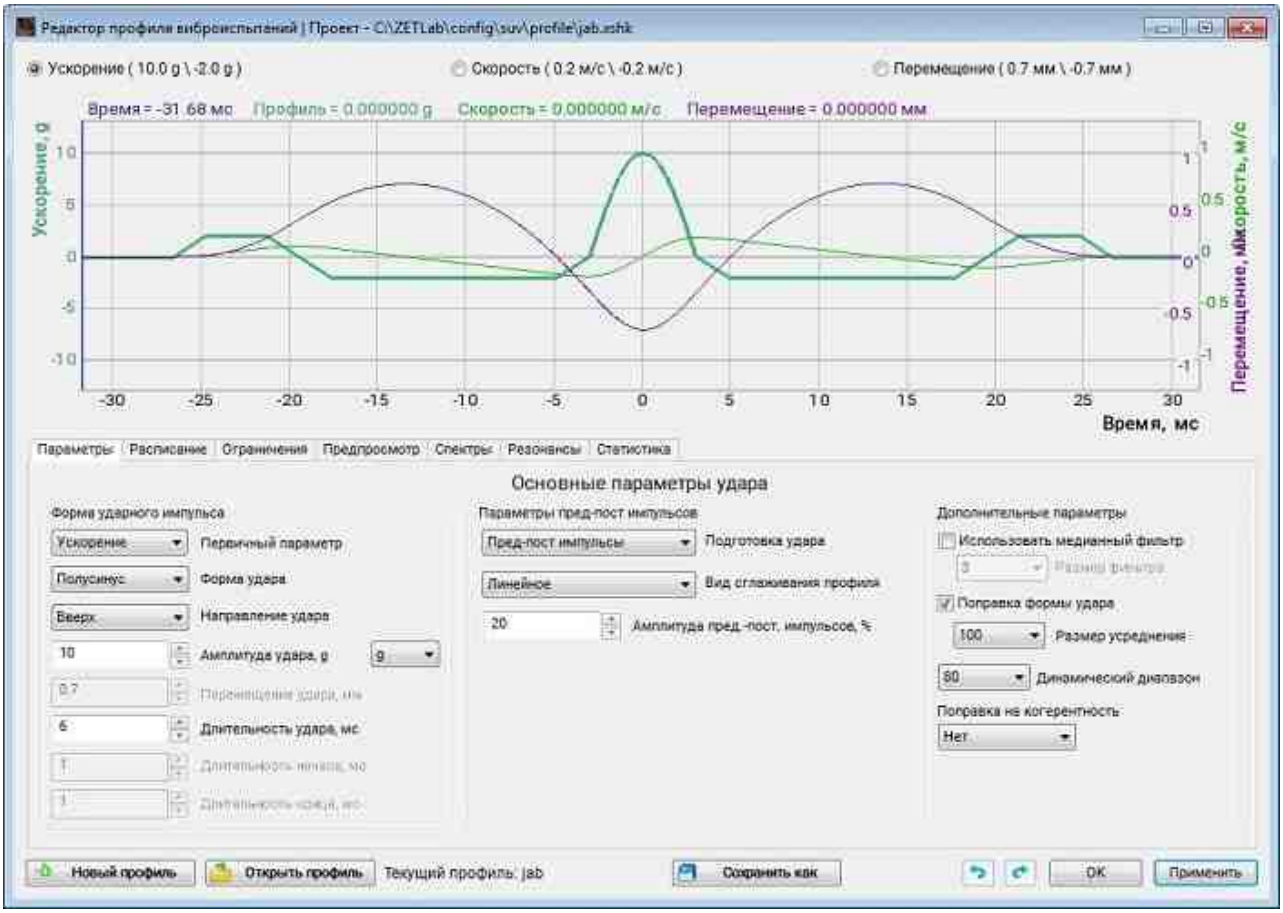


Рис. 11.2 Окно «Редактор профиля», вкладка «Параметры»

Во вкладке «Параметры» задается первичный параметр, по которому будет формироваться удар: «ускорение» либо «перемещение».

В случае выбора параметра «Ускорение» необходимо задать амплитуду и длительность формируемых ударов. В случае выбора параметра «Перемещение» - перемещение и длительность.

Внимание! *Предельно допустимые для вибростенда параметры «Перемещение», «Скорость» и «Ускорение» ограничивают пределы для задания амплитуды и длительности удара. Перед началом испытаний проверяйте во вкладке Статистика возможность выполнения на вибростенде заданного профиля.*

Внимание! *Параметр «Частотное разрешение», устанавливаемый в настойках предтеста, влияет на максимально возможную длительность сформированных ударов. Для задания ударов с длительностью более 20 мс установите частоту дискретизации АЦП на контроллере СУВ равную 5 кГц и проведите предтест с значением частотного разрешения не более чем 0.5.*

В качестве параметра «Форма удара» можно задавать:

- полусинус;
- треугольник;
- прямоугольник;
- пила (пик в начале);
- пила (пик в конце);
- трапеция;
- гаверсинус.

Параметр «Направление» устанавливает направление удара – «вверх» или «вниз».

Параметр «Пред-пост–импульсы» включает наличие предварительных сигналов для уравновешивания скорости и перемещения вибростенда. В качестве параметров пред и пост импульсов при формировании удара может быть выбрано:

- Без пред-пост импульсов;
- Только пост импульсы;
- Только пред импульсы;
- Пред и пост импульсы.

В качестве параметров сглаживания отображаемого профиля ударного воздействия может быть выбрано:

- Без сглаживания;
- Линейное;

- Ханна;
- Синусоидальное.

Для точного определения требуемого напряжения генератора при воспроизведении ударного импульса следует установить значение параметра «Амплитуда пред.-пост. импульсов». Значение пред.-пост импульсов устанавливается в процентах, от значения, установленного для параметра «Амплитуда удара».

Параметр «Поправка формы удара» обеспечивает подстройку формы в процессе проведения испытаний в случае отличия регистрируемой формы удара от формы по профилю.

Параметр «Использовать медианный фильтр» используется для «выравнивания» спектра амплитудной характеристики. Чем больше значение параметра «Длина медианного фильтра», тем больше величина выравнивания.

Параметр «Динамический диапазон» ограничивает разницу между максимальным и минимальным значениями спектра амплитудной характеристики.

Вкладка «Расписание» .....

Для перехода во вкладку «Расписание» (Рис. 11.*3*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

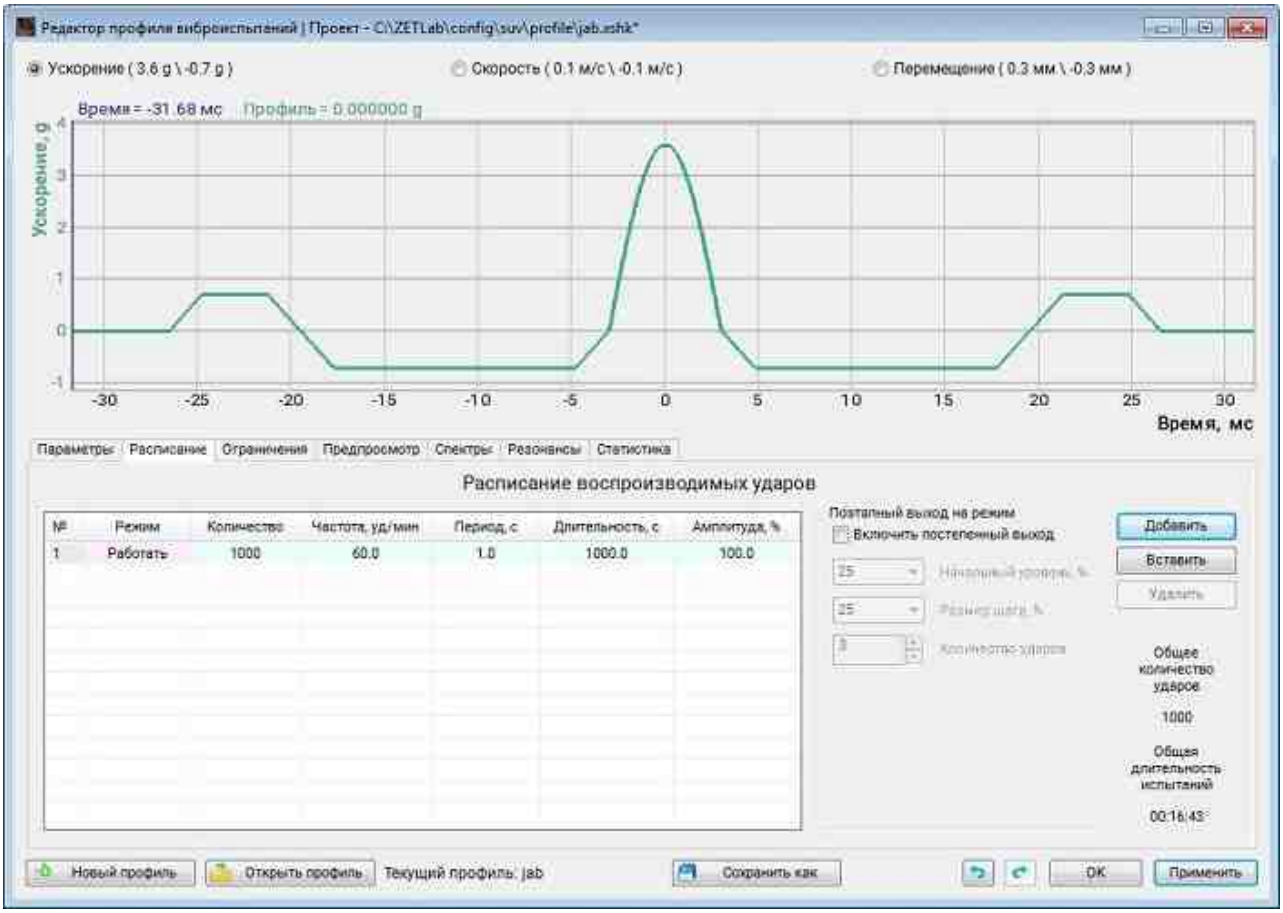


Рис. 11.3 Окно «Редактор профиля», вкладка «Расписание»

Расписание виброиспытаний представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если этапов виброиспытаний несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого этапа испытания настройка производится индивидуально.

Параметр «Режим» имеет несколько состояний:

- «Работать» – в данном режиме программа выполняет испытания согласно профилю;
- «Пауза» – в данном режиме программа приостанавливает испытания на заданное время;
- «Цикл» – в данном режиме программа повторяет действия с заданной позиции установленное количество раз.

Параметр «Длительность» устанавливает длительность этапов виброиспытания.

Параметры «Эквализация, %», «Эквализация, дБ» и «Интегральный уровень, g» задают отношение интегрального уровня ускорения на текущем этапе испытания к уровню,

определяемому профилем испытаний, при этом значения одного столбца автоматически пересчитывают значения другого столбца.

В столбце «Количество» устанавливается общее количество ударов в испытании.

В столбце «Частота уд/мин» устанавливается количество ударов в минуту.

В столбце «Период, с» устанавливается период, с которым будут происходить удары.

В столбце «Длительность, с» устанавливается общее время проведения испытания.

В столбце «Амплитуда, %» устанавливается амплитуда ударного импульса, в процентном отношении к значению, установленному для параметра «Амплитуда удара».

Параметр «Поэтапный выход на режим» осуществляет постепенный выход на режим, с каждым шагом равномерно увеличивая уровень воспроизводимых ударов.

Вкладка «Ограничение» .....

Для перехода во вкладку «Ограничения» (*Рис. 11.4*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

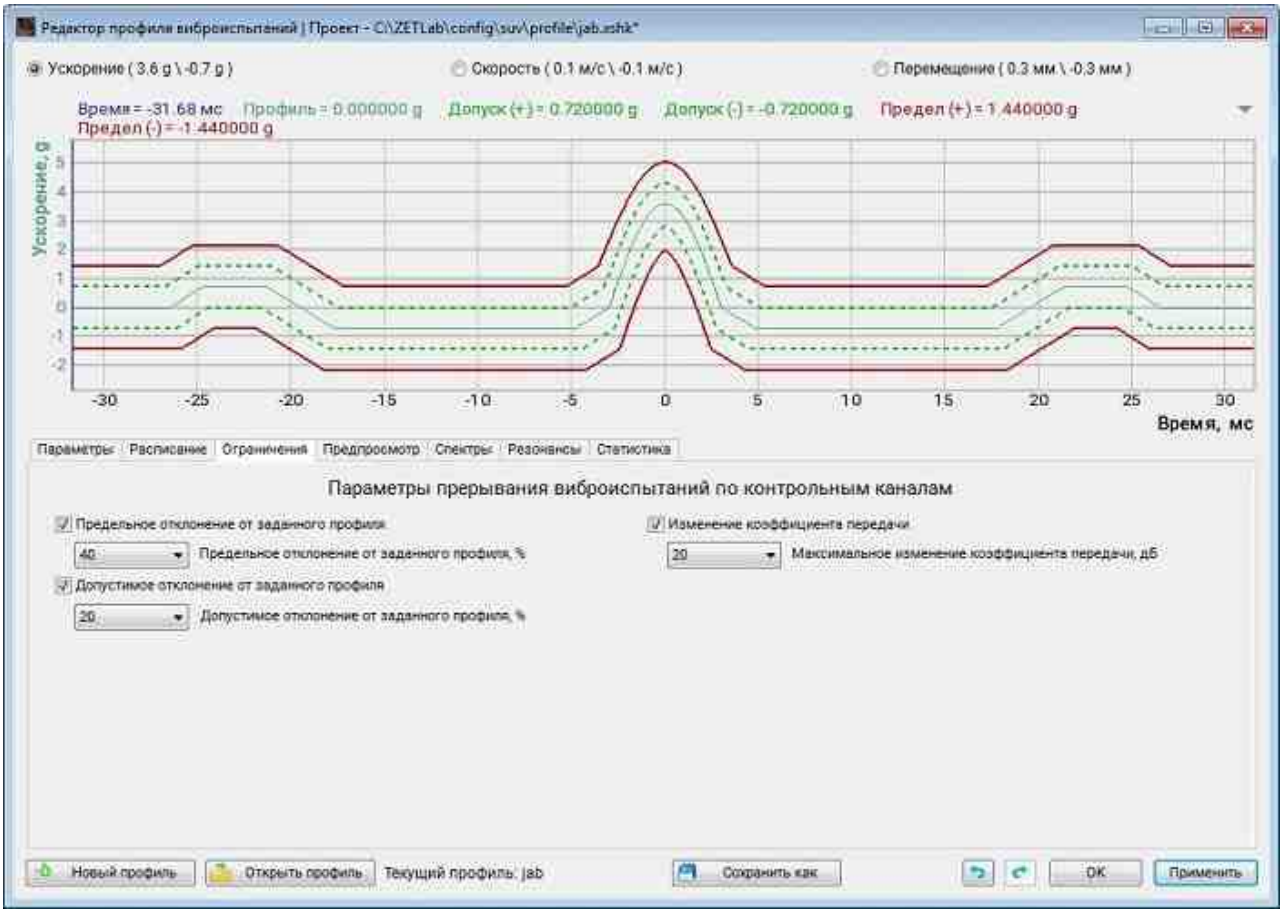


Рис. 11.4 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ограничения»

На вкладке «Ограничения» задаются допустимые пределы испытаний (в единицах измерения дБ и %) для контрольного канала. По тем параметрам, по которым контроль активирован (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут экстренно остановлены.

Для включения контроля по параметру следует  активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметру, а для отключения – деактивировать (убрать отметку в ячейке).

Для контрольного канала можно установить ограничения для следующих параметров:

- «Предельное отклонение от заданного профиля»;
- «Допустимое отклонение от заданного профиля»;
- «Изменение коэффициента передачи».

Вкладка «Предпросмотр» .....

Для перехода во вкладку «Предпросмотр» (*Рис. 11.5*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

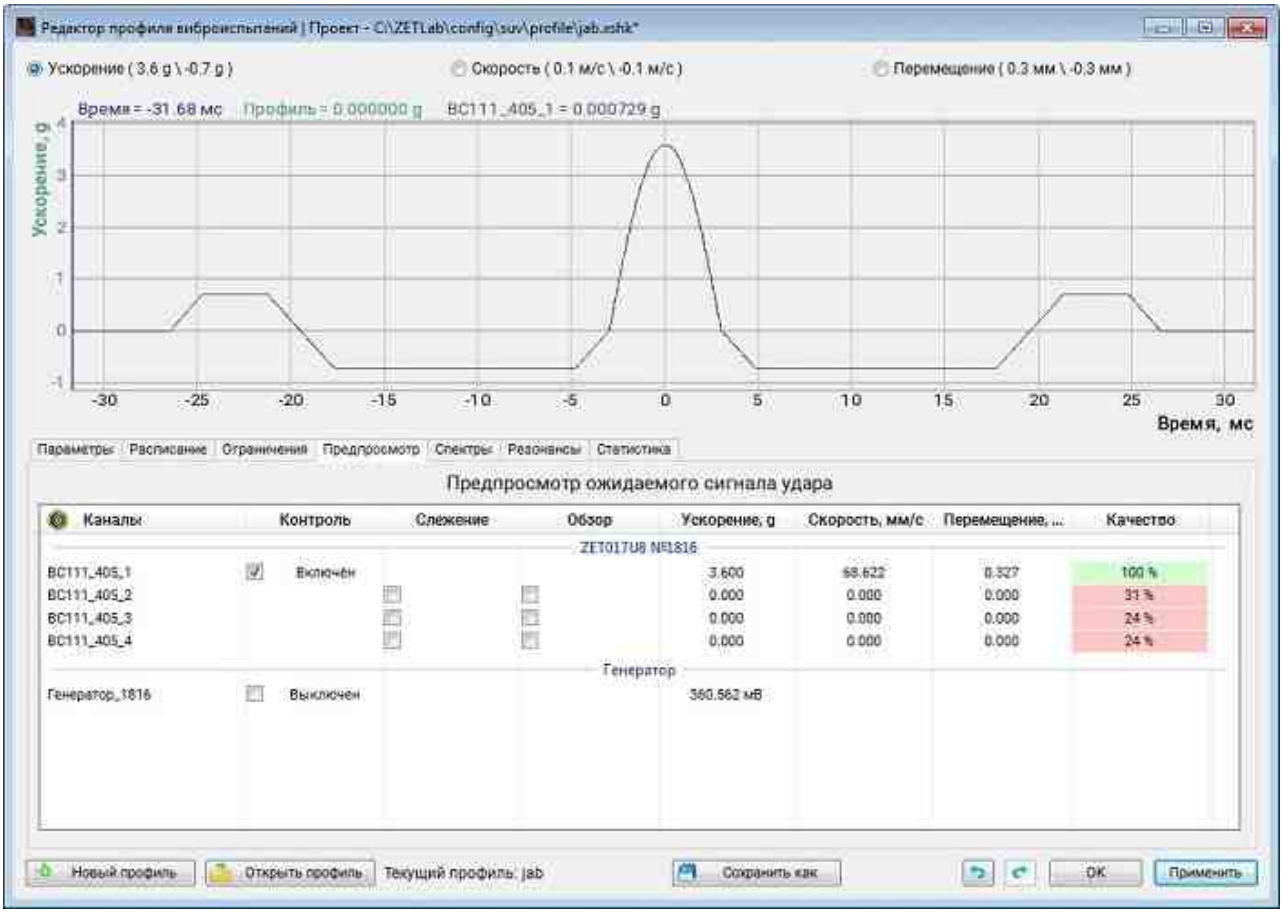


Рис. 11.5 Окно «Редактор профиля», вкладка «Предпросмотр»

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками ударного спектра согласно заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста.

Графики представлены по всем измерительным каналам контроллера СУВ, выбранным на этапе проведения предтеста, при этом каждому из измерительных каналов можно назначить произвольный тип контроля (контроль, слежение, обзор, а также проверить уровень шума по каналу. Для отображения желаемого графика вибрации необходимо установить отметку в соответствующей ячейке таблицы.

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

Вкладка «Спектры» .....

Для перехода во вкладку «Спектры» (*Рис. 11.6*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

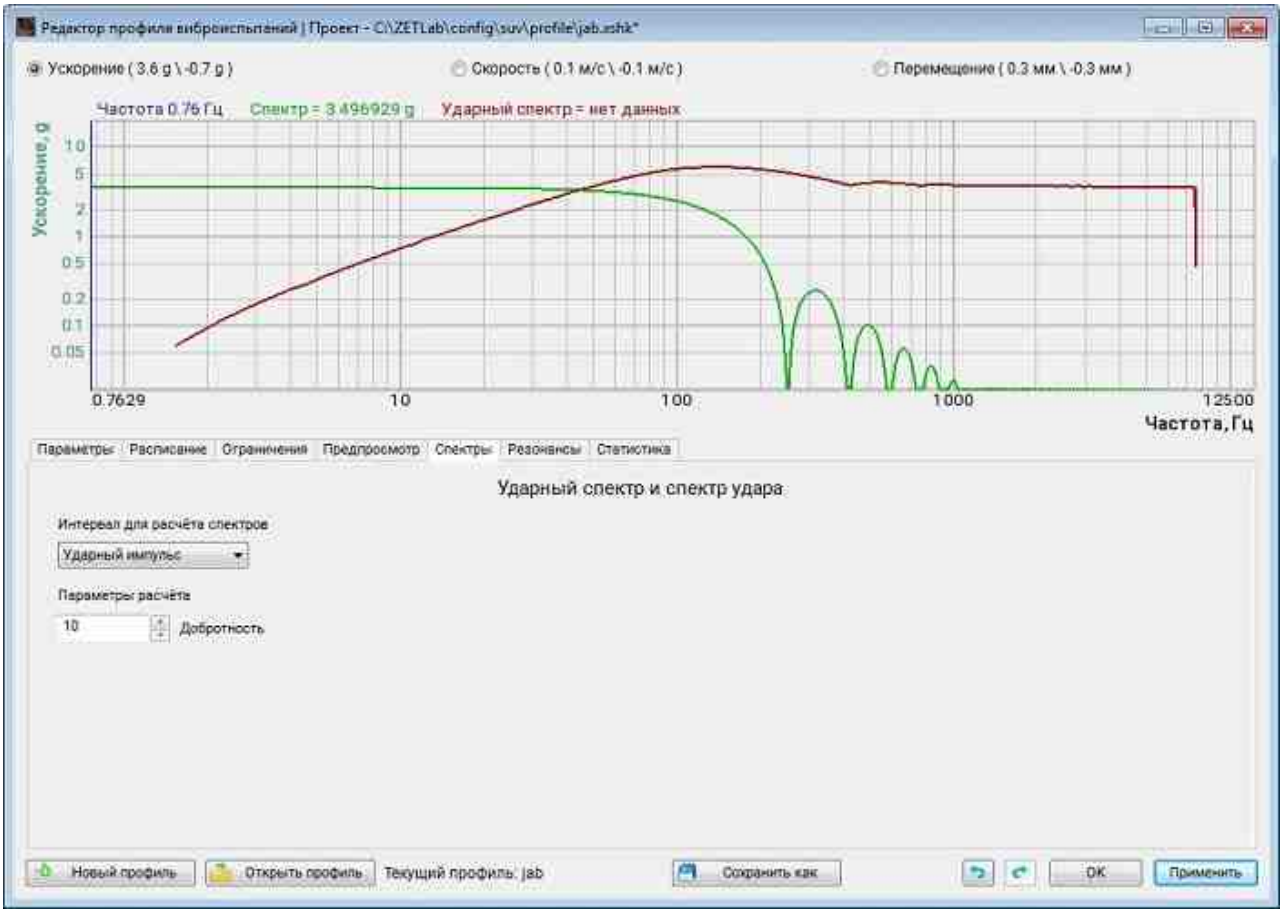


Рис. 11.6 Окно «Редактор профиля», вкладка «Спектры»

Вкладка «Резонансы» .....

Для перехода во вкладку «Резонансы» (*Рис. 11.7*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

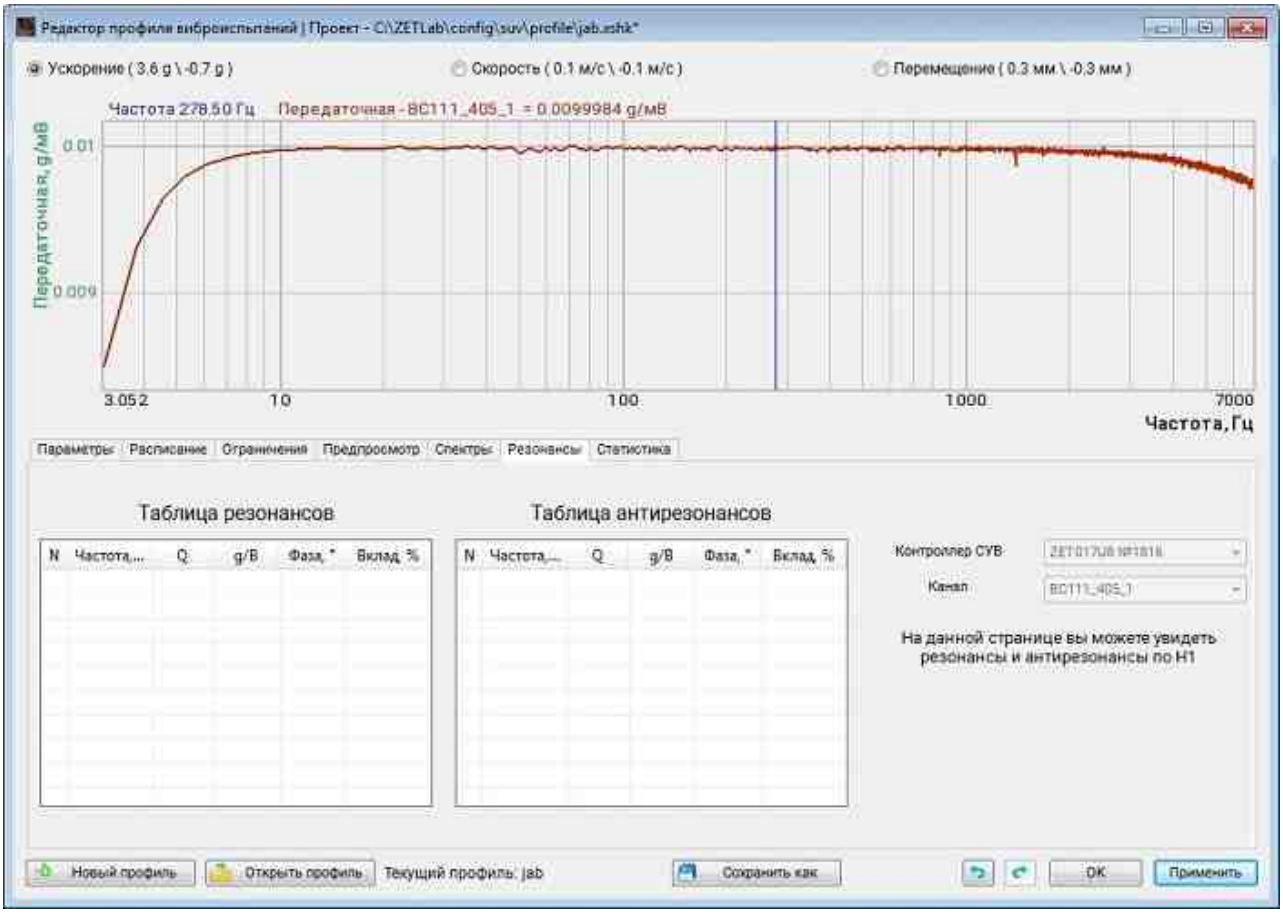


Рис. 11.7 Окно «Редактор профиля», вкладка «Резонансы»

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике.

Примечание: *При необходимости (для более подробного рассмотрения) приближайте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области, при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика.*

Вкладка «Статистика» .....

Для перехода во вкладку «Статистика» (*Рис. 11.8*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

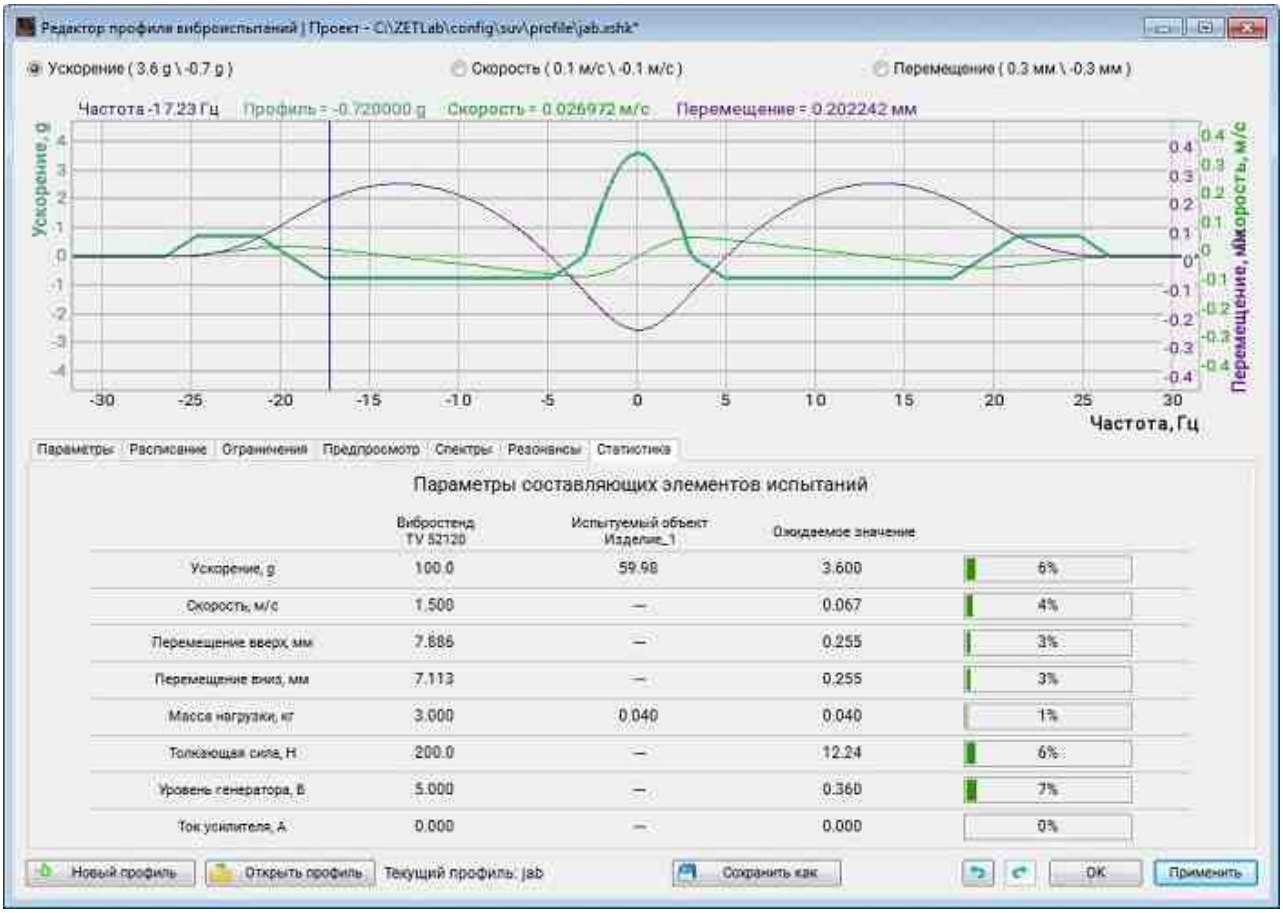


Рис. 11.8 Окно «Редактор профиля», вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании выставленных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний.

Сохранение и загрузка профилей испытаний .....

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - Виброудар», необходимо активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактирование профиля - Виброудар» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытания необходимо в окне программы «Редактирование профиля - Виброудар» активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 12.11*).



Рис. 12.11 Панель для сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 12.12*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего, активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «*Редактирование профиля - Виброудар*».*

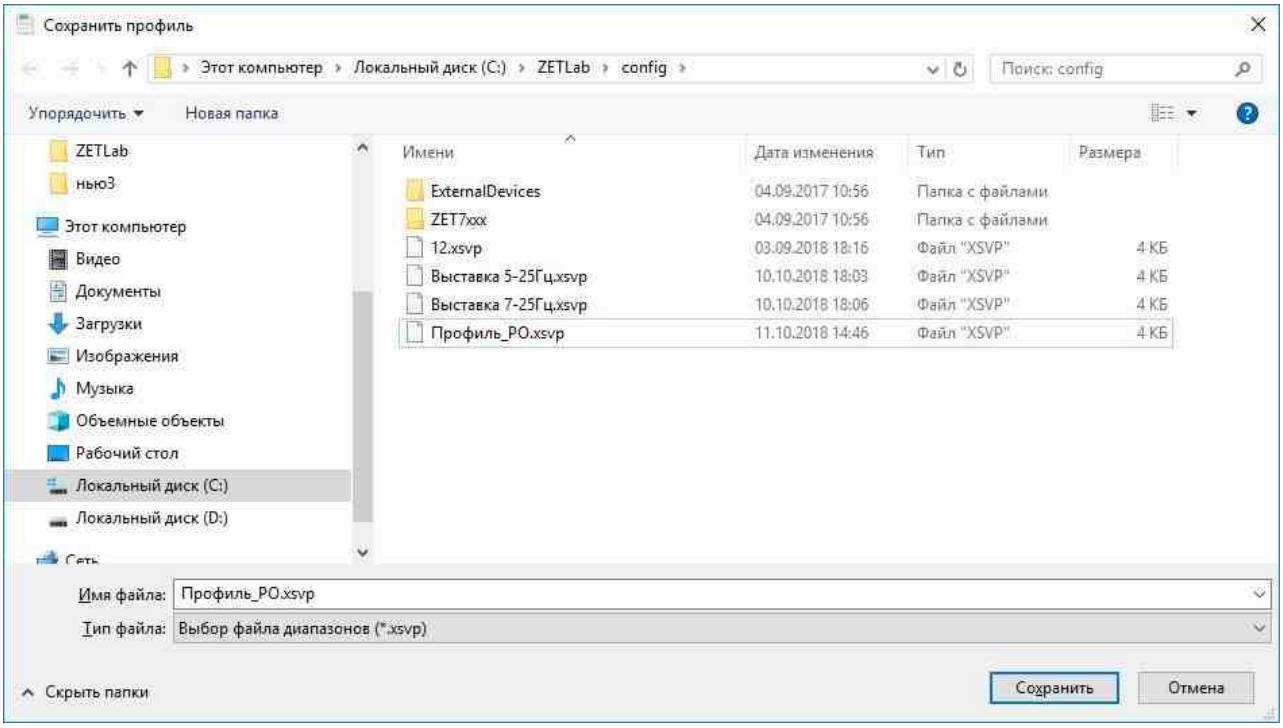


Рис. 12.12 Папка сохранения профиля испытаний

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 12.13*).



Рис. 12.13 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 12.14*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и активировать кнопку *«Открыть»*.

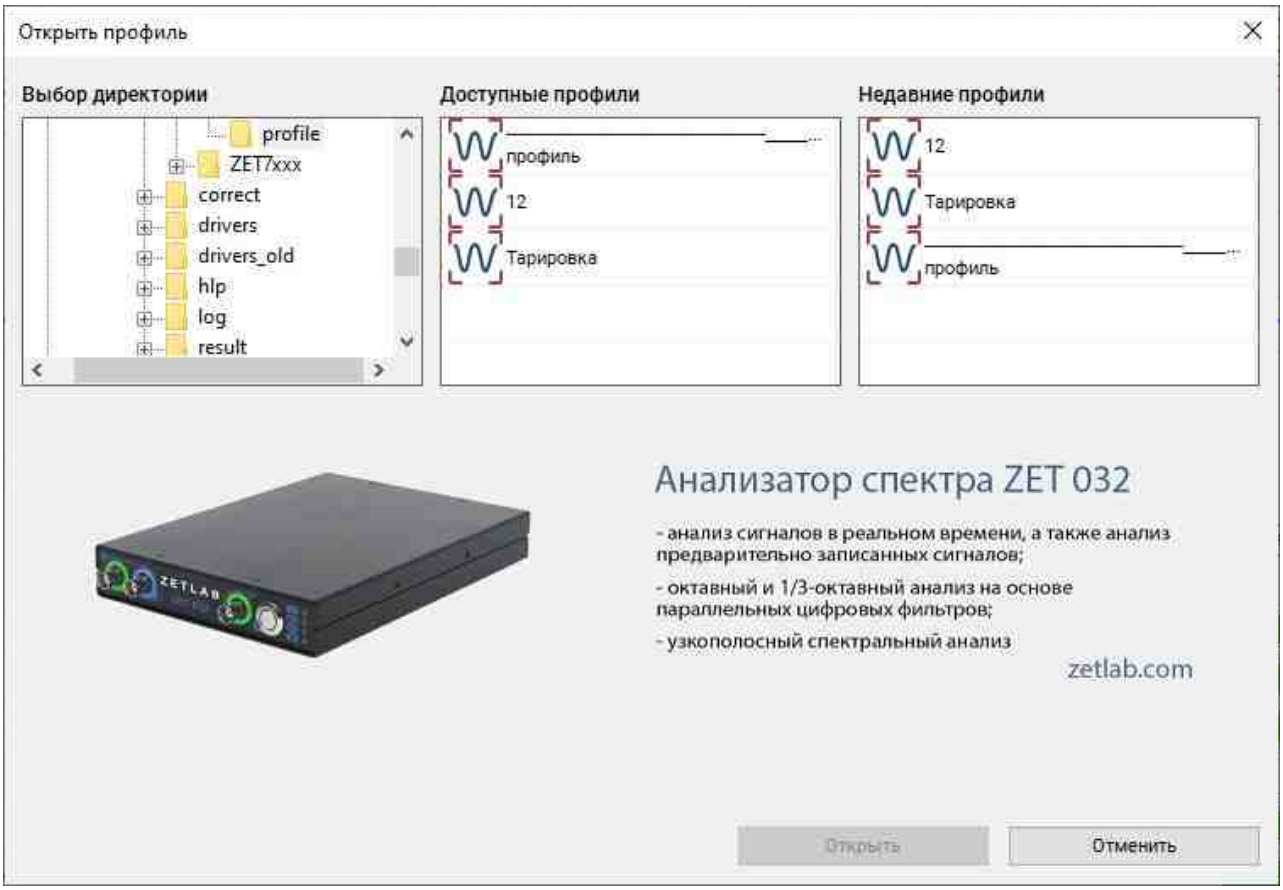


Рис. 12.14 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 12.15*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).



Рис. 12.15 Панель для создания нового профиля

Ошибки и предупреждения профиля .....

Ошибка №5380 Ошибка загрузки параметров профиля из указанного файла. Загружен профиль по умолчанию .....

Пояснения не требуются.

Ошибка №5500 Не задано количество основных ударов .....

В расписании задать количество ударов равное нулю. Нужно исправить на количество ударов не равное нулю.

Ошибка №5560 Максимальная выталкивающая сила превышает параметры вибростенда .....

В программе "Параметры изделия" изменить в поле "Масса изделия" значение большее чем указано в программе "Редактор параметров вибростенда" в поле "Максимальная нагрузка" на меньшее. Запустить программу "Редактор профиля", нажать кнопку "ОК" или "Применить".

Ошибка №5570 Максимальное напряжения на входе усилителя превышает параметры вибростенда .....

В программе "Параметры изделия" изменить в поле "Масса изделия" значение большее чем указано в программе "Редактор параметров вибростенда" в поле "Максимальная нагрузка" на меньшее. Запустить программу "Редактор профиля", нажать кнопку "ОК" или "Применить".

Ошибка №5580 Амплитуда удара при эквилизации меньше минимально вопроизводимого значения 0.1 g .....

Необходимо увеличить амплитуду эквилизации чтобы уровень воспроизводимой амплитуды удара превышал 0,1 g.

Ошибка №5581 Заданное ускорение виброиспытаний превышает параметры вибростенда .....

В параметрах удара изменить большое значение для амплитуды на меньшее.

Нажать кнопку "Применить".

Ошибка №5582 Скорость по профилю превышает максимально допустимое .....

Необходимо уменьшить скорость по профилю.

Ошибка №5583 Перемещение по профилю превышает максимально допустимое .....

Необходимо уменьшить перемещение по профилю.

Ошибка №5584 Толкающая сила по профилю превышает максимально допустимое .....

Необходимо уменьшить толкающую силу по профилю.

Ошибка №5585 Напряжение по генератору превышает максимально допустимое .....

Необходимо уменьшить напряжение по генератору.

Ошибка №5586 Максимальная полезная нагрузка превышает параметры вибростенда .....

В программе "Параметры изделия" изменить в поле "Масса изделия" значение большее чем указано в программе "Редактор параметров вибростенда" в поле "Максимальная нагрузка" на меньшее. Запустить программу "Редактор профиля", нажать кнопку "ОК" или "Применить".

Ошибка №5587 Качество сигнала меньше допустимой величины .....

Проверьте крепление датчика. Установите датчик в другое место на стенде. Пройдите предтест заново. Или выберите другой датчик в качестве контрольного.

Проведение испытаний .....

В центре окна программы находится координатная сетка с графиками. Во время проведения виброиспытаний на ней отображаются графики ускорения последнего зафиксированного удара, минимальный допуск и максимальный допуск.

Справа вверху находится поле «Интегральные параметры», которое содержит индикаторы текущего состояния виброиспытаний (длительность, скорость, перемещение), а также значения параметров испытаний, заданных в профиле испытания.

Справа внизу находится поле «Длительность», которое содержит счётчики ударов и счётчики времени. Счётчик «Общее время» показывает общую продолжительность виброиспытаний. Счётчик «Текущее время» показывает прошедшее с начала испытаний время. Счётчик «Количество ударов» показывает количество зафиксированных ударов. Счётчик «Общее количество ударов» показывает требуемое количество ударов за время испытаний. Виброиспытания автоматически завершаются, когда счётчик «Количество ударов» достигнет значения «Общего количество ударов».

В нижний части программы «Классический удар» отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой. После запуска программы в

журнале событий должна отобразиться информация о успешной загрузке файла предтеста (*Рис. 11.9*).

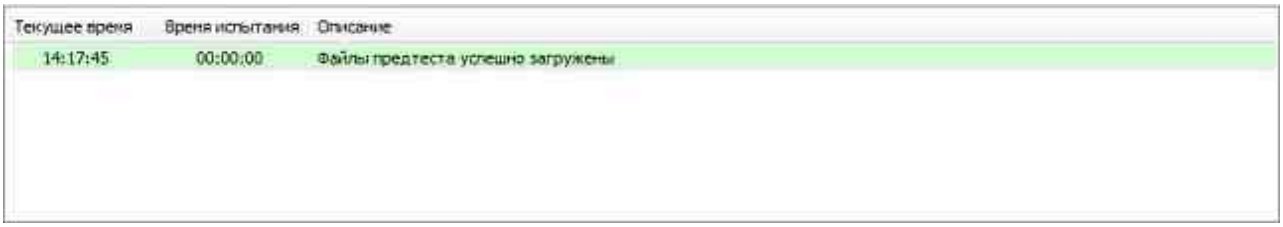


Рис. 11.9 Журнал событий

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 11.10*).



Рис. 11.10 Меня управления виброиспытаниями

Для начала виброиспытаний необходимо активировать кнопку «Старт». Для остановки испытаний в произвольный момент времени необходимо активировать кнопку «Стоп». Для временной остановки испытаний необходимо активировать кнопку «Пауза», для возобновления испытаний – кнопку «Старт».

Нажатие кнопки «Запись» запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ. Просмотр записанных сигналов производится в программе «Галерея сигналов» из меню «Отображение панели ZETLAB» (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора).

После нажатия на кнопку «Старт» программа начнёт проводить виброиспытания, о чём будет сообщено в журнале событий (*Рис. 11.11*).

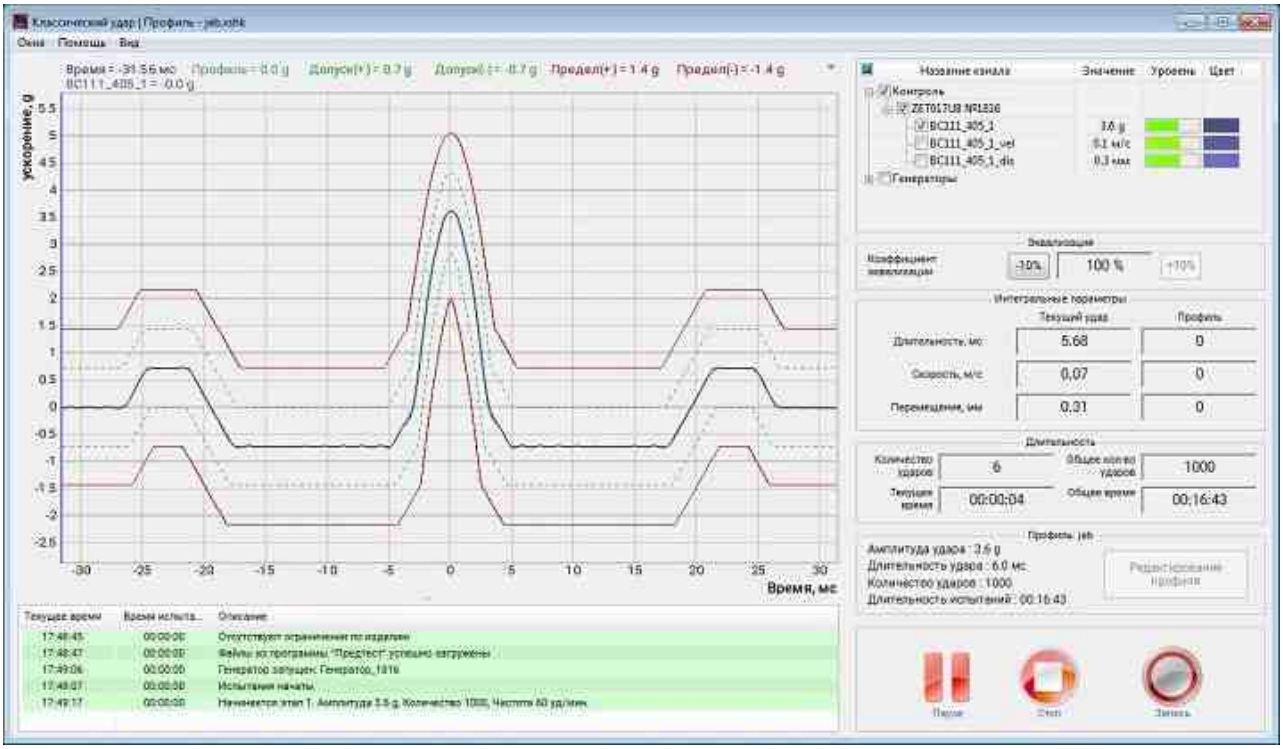


Рис. 11.11 Окно программы «Классический удар»

Для отображения измерительного канала на графике следует выбрать его из списка каналов, расположенного в правой части окна программы (*Рис. 11.12*). В состав данного списка входят все измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из типов контроля за испытаниями («Контроль», «Слежение», «Обзор»). В одной строке с измерительным каналом также отображается информация о текущем ускорении и интегральном уровне загрузки по данному каналу.



Рис. 11.12 Меня выбора каналов для отображения на графике

При проведении испытаний, в случае выхода значения контрольного канала за допустимые пределы, установленные на вкладке «Контроль», в журнале событий должна

отобразиться информация о выходе значения за установленный предел, при этом испытания будут остановлены (*Рис. 11.13*).

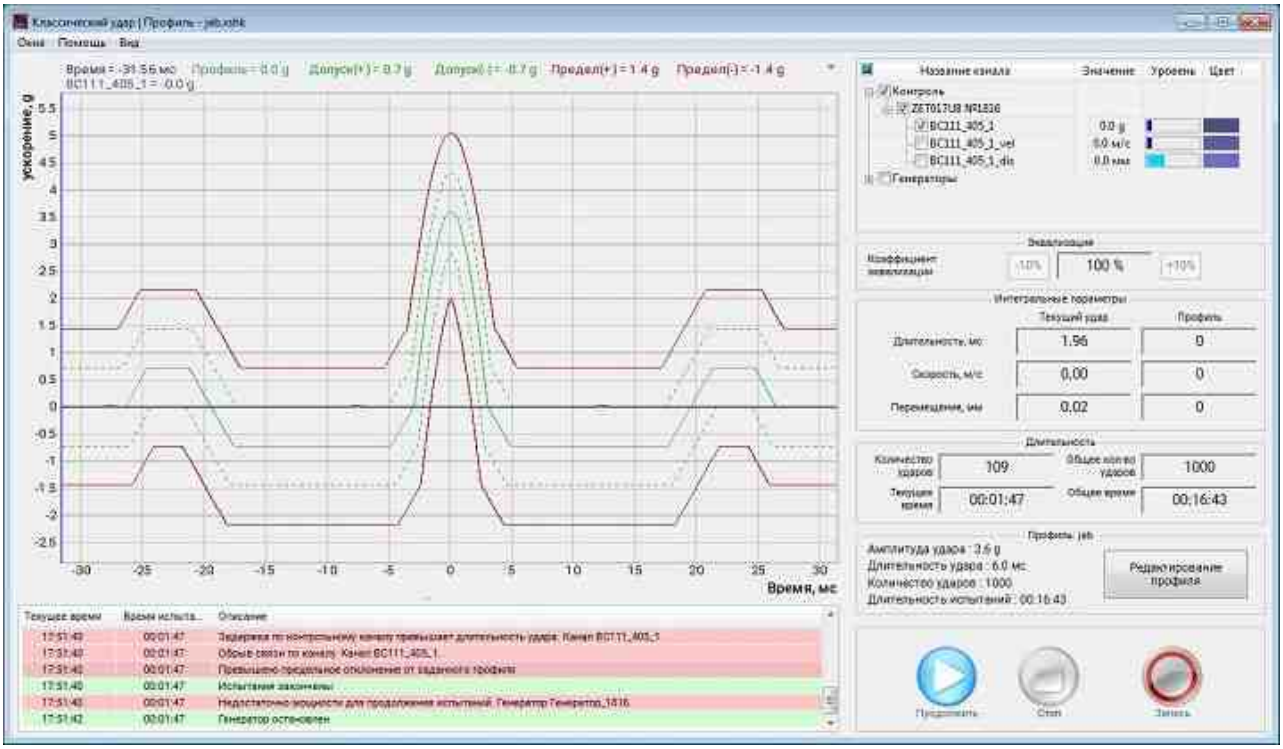


Рис. 11.13 Остановка виброиспытаний

Дополнительные графики .....

Во время проведения испытаний существует возможность в режиме реального времени отслеживать изменение состояния испытуемого изделия в точке (точках) установки контрольного канала. Для этого из меню «Окна» следует запустить программу «Дополнительные графики» (*Рис. 11.14*).

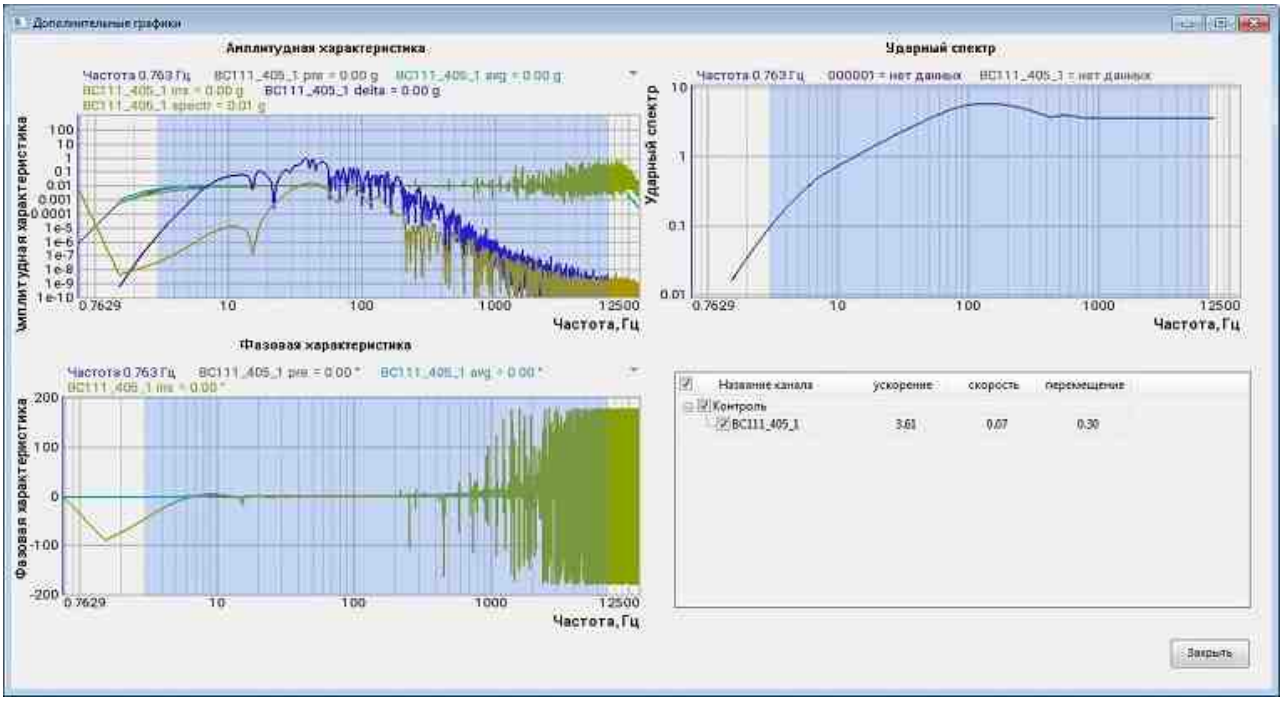


Рис. 11.14 Окно программы «Дополнительные графики»

На графиках программы «Дополнительные графики» отображаются отклонения текущих значений параметров спектра выбранного канала от значений параметров спектра контрольного канала, сформированных в профиле испытаний после прохождения предтеста. Расчёт может осуществляется относительно контрольного канала, либо канала генератора.

Самописец сигналов .....

Для отображения информации о временной реализации параметров сигналов необходимо запустить программу «Самописец» из меню «Окна» программы «Классический удар». В открывшемся окне «Самописец» (*Рис. 11.15*) будет отображаться информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

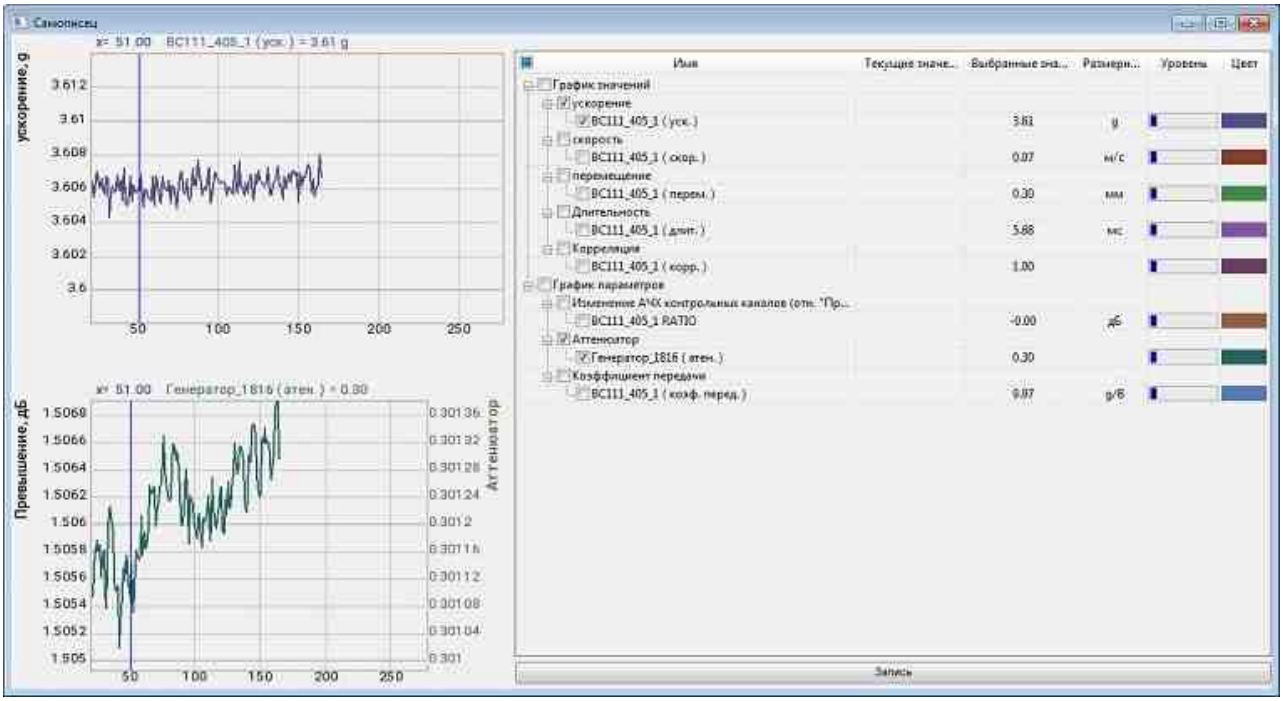


Рис. 11.15 Окно программы «Самописец»

В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. Для сохранения показаний самописца необходимо активировать на кнопку «Запись». Сохраняется только выбранные графики, которые можно просмотреть программой Просмотр результатов».

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту **info@zetlab.com** заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Отчет .....

Для сохранения отчёта необходимо запустить программу «Отчёт» из меню «Окна» программы «Классический удар». В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчёта и указать директорию его сохранения и активировать кнопку «Сохранить» (*Рис. 11.16*).

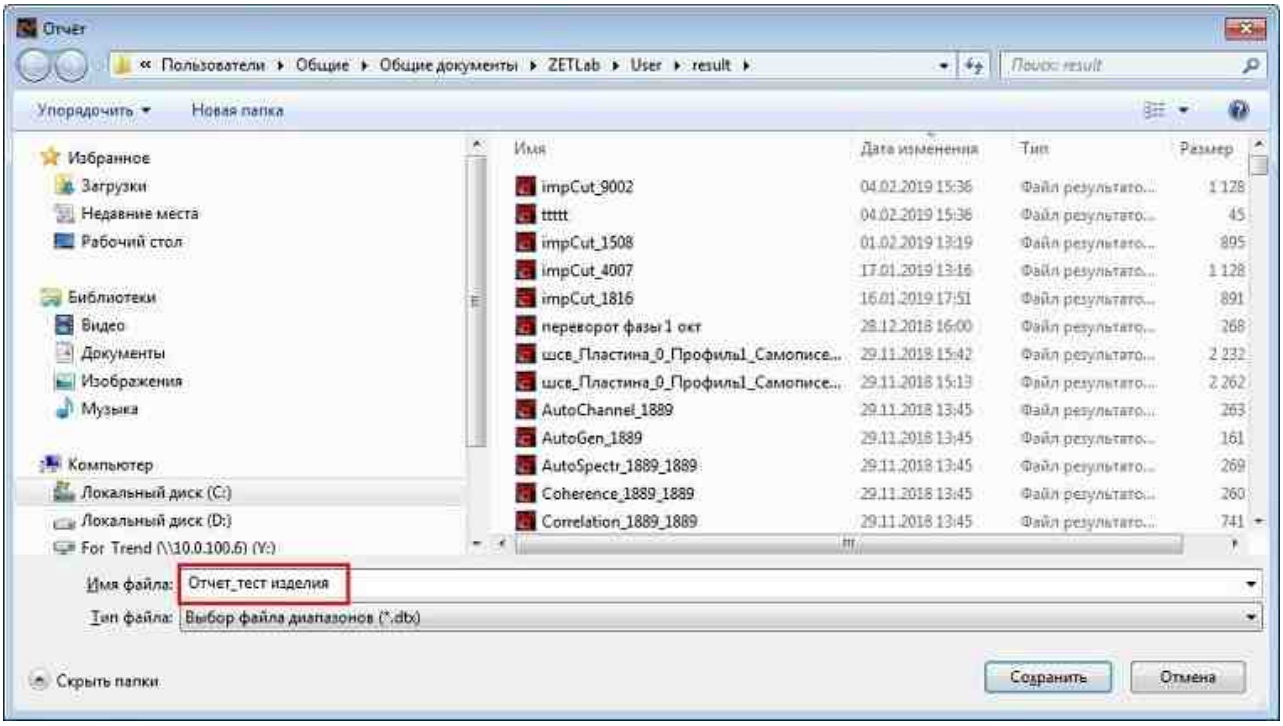


Рис. 11.6 Сохранение файла отчёта по виброиспытаниям

Просмотр файла отчёта осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо щелкнуть по файлу правой клавишей мыши и выбрать из контекстного меню «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 11.17*).

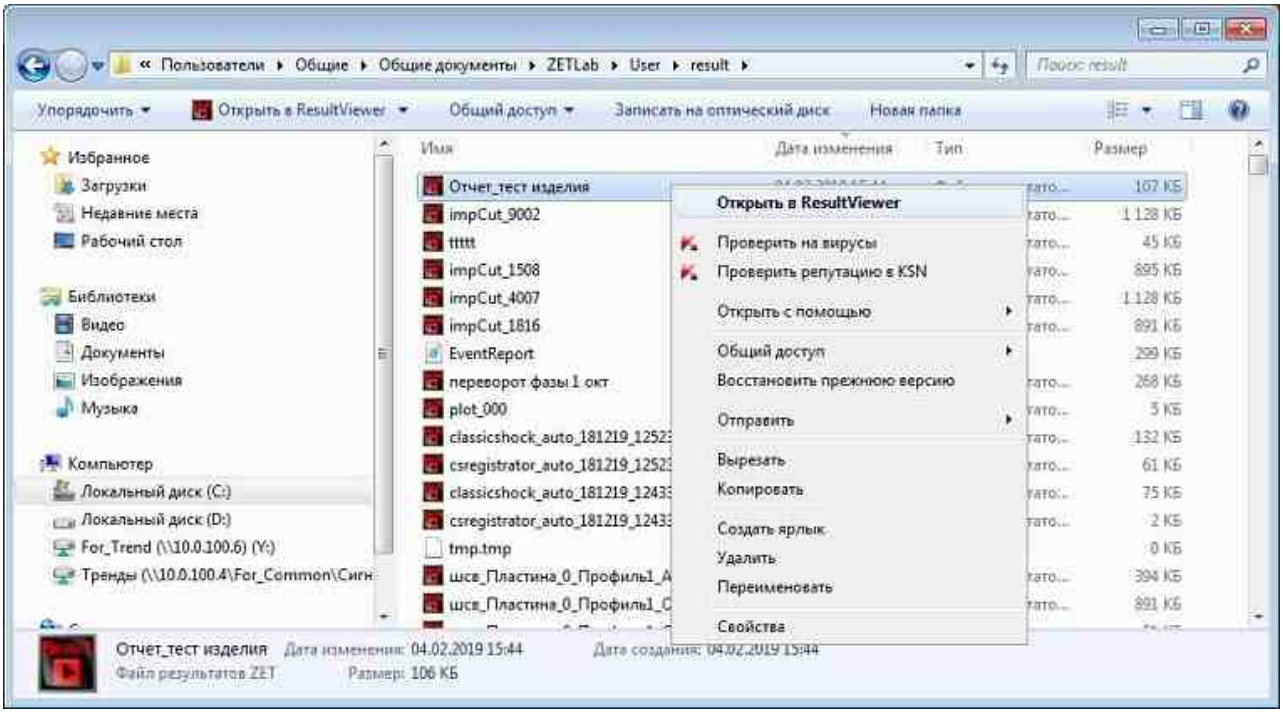


Рис. 11.17 Просмотр файла отчёта по виброиспытаниям

Примеры. Формы акселерограмм ударных импульсов .....

На рисунках (*Рис. 11.18*…*Рис. 11.22)* представлены формы акселерограмм генерируемых сигналов с обозначением задаваемых параметров.

T (длительность удара, мс) – время действия сигнала соответствующей формы.

A (амплитуда удара, g) – пиковое значение виброускорения.

T1 (время нарастания, мс) – время достижения максимального значения, для трапецеидального сигнала.

T2 (время спада, мс) – время спада сигнала до минимального значения, для трапецеидального и пилообразного импульсов.

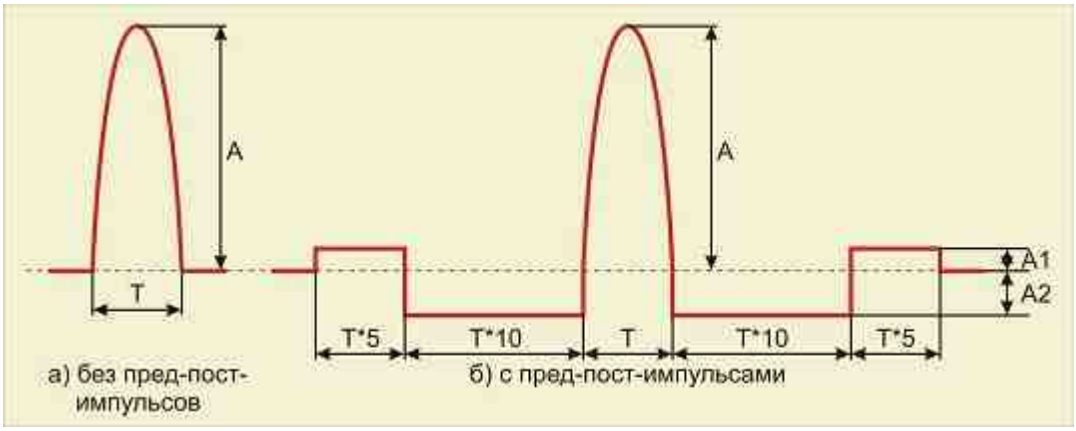


Рис. 11.8 Синусоидальная форма

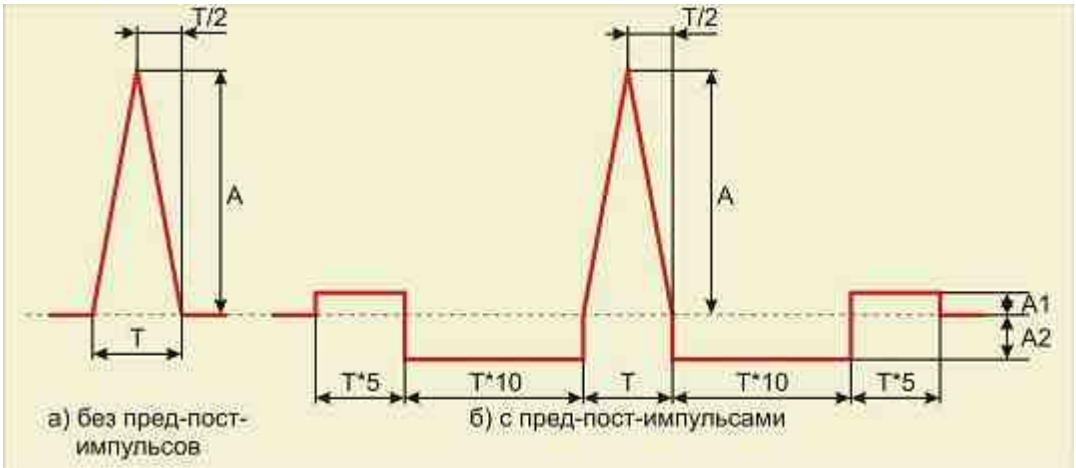


Рис. 11.19 Треугольная форма

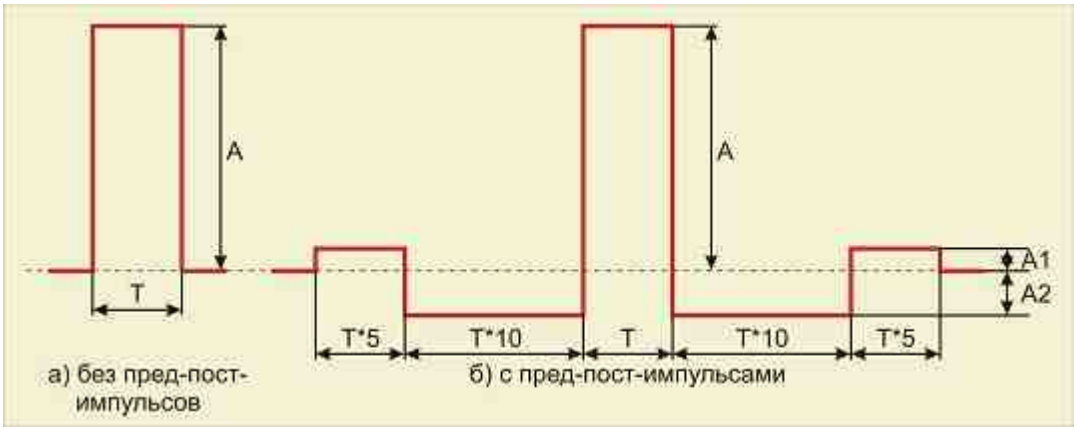


Рис. 11.0 Трапецеидальная форма

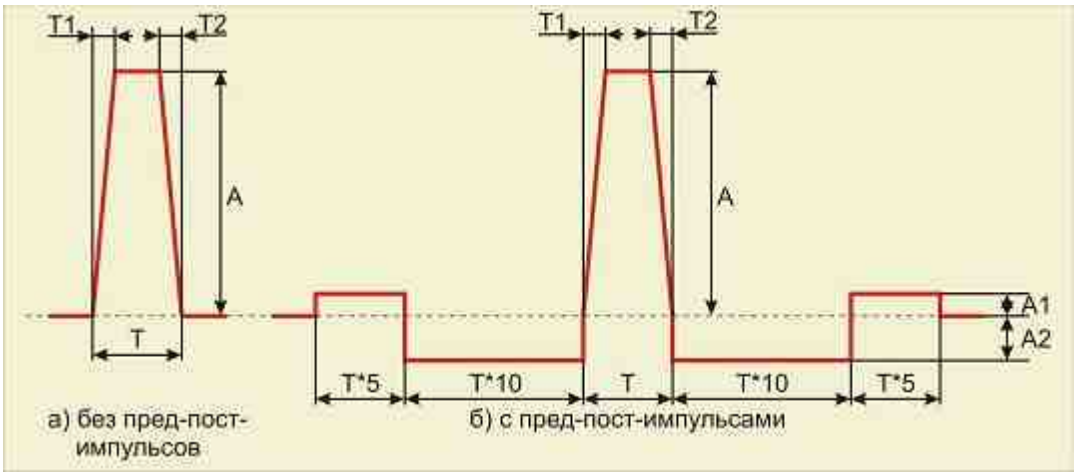


Рис. 11.21 Пилообразная форма

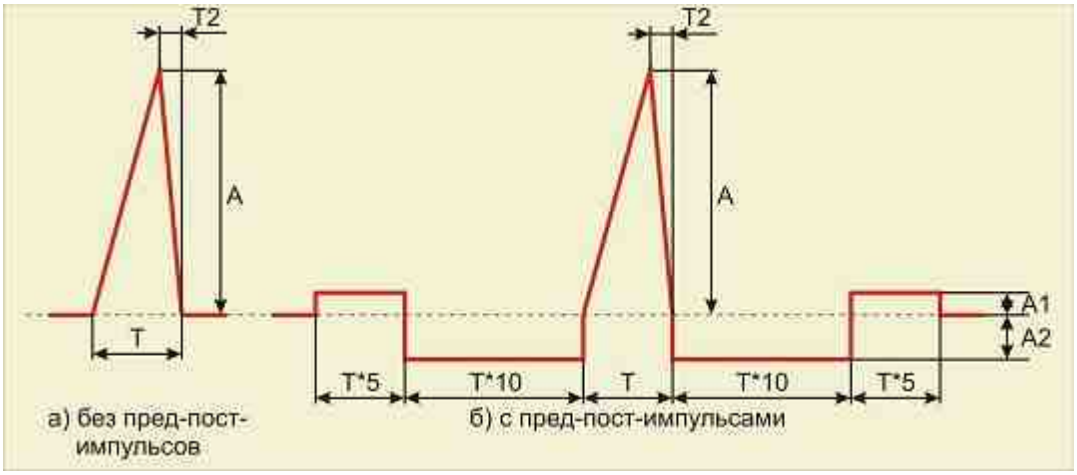


Рис. 11.22 Пилообразная форма

Ошибки и предупреждения .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Классический удар".

Сообщение №5060 Результаты "Предтест" не актуальны. Необходимо пройти "Предтест" .....

Запустите программу предтеста и пройдите предтест. Измените дату на компьютере на следующий день. Запустите программу испытаний и нажмите кнопку "Старт".

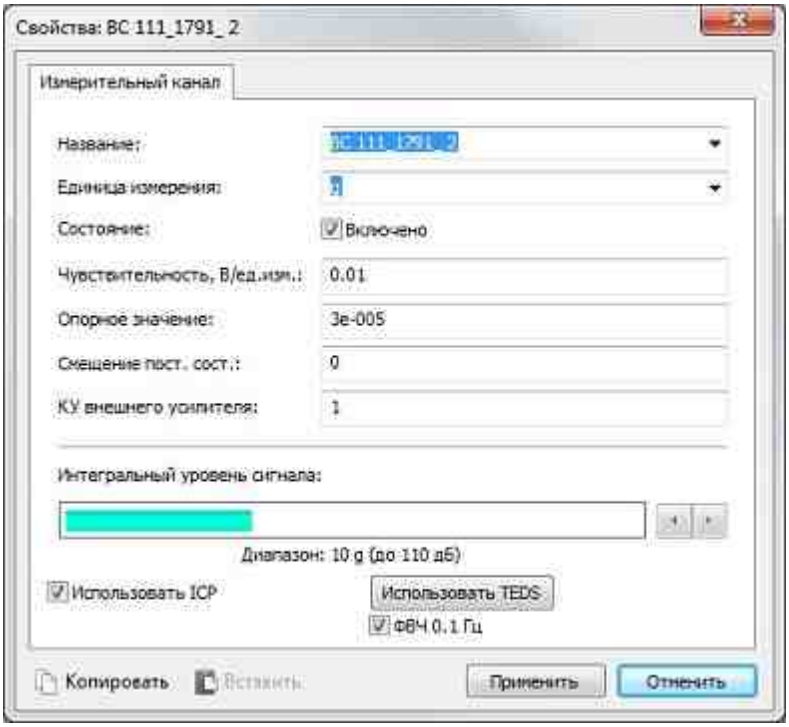
Пояснения не требуются

Сообщение №5650 Напряжение генератора достигло максимального значения .....

Напряжение генератора достигло максимального значения. Необходимо уменьшить напряжение.

Ошибка №5000 Конфигурационный файл отсутствует .....

Необходимо запустить программу "Диспетчер устройств" и провести настройку анализатора и измерительных каналов.



Ошибка №5015 Контроллер СУВ отключен! .....

К компьютеру не подключено ни одного устройства, либо не активировано подключение по Ethernet. Активация подключения по Ethernet производится при помощи программы "Подключение устройств", для запуска которой перейдите в раздел "Сетевые программы" на панели ZETLAB.

Ошибка №5016 Ошибка загрузки файлов предтеста .....

Открываем папку "..\config\suv\" и удаляем файл ControlParameters.cfg.

Ошибка загрузки файлов предтеста, необходимо пройти его заново.

Ошибка №5017 Не хватает производительности компьютера .....

Необходимо увеличить частотное разрешение, либо уменьшить количество включенных измерительных каналов. Для увеличения частотного разрешения активируйте на панели СУВ кнопку "Предтест и контроль", после чего в окне "Параметры контроля"

активируйте кнопку "Настройки Предтест" и затем в окне "Настройки Предтест" увеличьте значение параметра "Частотное разрешение". Для уменьшения количества включенных измерительных каналов активируйте на панели СУВ кнопку "Каналы" и в окне "Диспетчер устройств ZET" выделите идентификатор того измерительного канала, который можно исключить из работы в составе СУВ, после чего правой кнопкой манипулятора вызовите выпадающее меню в котором активируйте "Отключить". Измерительный канал будет отключен (идентификатор канала станет "светло-серым"). Повторите при необходимости операции отключения для других измерительных каналов, которые можно исключить из работы в составе СУВ.

Ошибка №5020 Необходимо настроить параметры вибростенда .....

Необходимо запустить программу "Редактор параметров вибростендов", задать в неё параметры текущего вибростенда или выбрать их из базы и нажать кнопку "Применить".

Ошибка №5030 Необходимо настроить параметры контрольных каналов .....

Необходимо настроить параметры контрольных каналов.

Ошибка №5040 Нажата кнопка "СТОП" на передней панели контроллера СУВ либо на выносной консоли. .....

Для продолжения работы необходимо перевести кнопку СТОП, расположенную на передней панели контроллера СУВ (или на выносной консоли) в неактивное состояние, для этого отожмите кнопку "СТОП".

Ошибка №5050 Частотный диапазон профиля не входит в частотный диапазон предтеста .....

Частотный диапазон профиля не входит в частотный диапазон предтеста!

Пояснение:

Необходимо запустить программу предтеста и задать частотный диапазон не меньше, чем частотный диапазон текущего профиля.

Ошибка №5070 Программа работает в демонстрационном режиме .....

Необходимо подключить к компьютеру контроллер виброиспытаний.

Ошибка №5080 Максимальный уровень на выходе генератора превышает допустимое значение .....

Пояснение:

Превышен предел, заданный в программе параметры вибростенда.

Ошибка №5090 Высокий уровень шумов. Проверьте крепление контрольного датчика .....

Проверьте крепление контрольного датчика.

Пояснение:

На первичный преобразователь значительное влияние оказывает высокий уровень внешней вибрации. Для продолжения проведения виброиспытаний рекомендуется устранить причину возникновения повышенной вибрации.

Ошибка №5110 Ошибка сервера - xx. Перезапустите программу. .....

Ошибка сервера - xx. Перезапустите программу.

Ошибка №5130 Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора .....

Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора.

Пояснение:

2. Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора.

Причина возникновения этой ошибки в разрыве связи с каналом генератора. Необходимо проверить соединение по аналогии с пунктом 1 (см. ниже).

Другая причина может быть в высоком уровне шумов. Для её устранения необходимо либо устранить шумы (заземление, изменение диапазона и т.д.), либо повысить мощность усилителя.

Перед началом испытаний программа "Гармоническая вибрация" генерирует шумовой сигнал. С помощью этого сигнала программа проверяет показания датчиков.

Маловероятна, но возможна ситуация, когда датчик установлен на поверхность с высокой добротностью, и она сильно искажает сигнал. В этом случае датчик следует переставить в другое место.

Примечание:

1. «Обратная связь слишком слабая по датчику SSSS».

Причина возникновения данной ошибки — это отсутствие измеримой реакции контрольного датчика при увеличении напряжения на генераторе. Причиной этому может быть разрыв в кабеле датчика. Для проверки работоспособности датчика необходимо постучать крепёжному столу вибростенда и на «многоканальном осциллографе» наблюдать отклик. При отсутствии реакции датчика необходимо проверить датчик, подключив его к другому каналу анализатора, возможно, испорчен вход анализатора.

Другой причиной может быть низкий коэффициент передачи на низких частотах, данная особенность характерна для многих усилителей с переменным коэффициентом усиления. Для решения этой проблемы необходимо увеличить коэффициент усиления усилителя (одновременно с этим рекомендуется уменьшить максимальное напряжение генератора в программе «Настройка параметров вибростенда»).

Третья причина – рассинхронизация генератора и измерительного канала. Это можно проверить в программе «Время ZETServer». Если текущее время по каналам генератора и измерительным каналам стоит или расходится больше чем на 10 секунд необходимо программы перезапустить.

При отсутствии реакции вибростенда (движение стола, гудение) на подаваемое напряжение необходимо проверить работоспособность всех элементов системы.

Ошибка №5140 При измерении АЧХ обнаружена нестабильность сигнала .....

Ошибка №5140 При измерении АЧХ обнаружена нестабильность сигнала.

Пояснение:

Необходимо добиться стабильности сигнала, проверьте крепления датчиков.

Ошибка №5150 Произошли изменения среди задействованных каналов .....

Настройки каналов были изменены.
Необходимо провести предтест заново.

Пояснение:

Проведите предтест. Убедитесь, что программа предтеста создала файлы.

Ошибка №5160 Канал генератора занят .....

Генератор запустили из другой программы.

Пояснение:

Для продолжения работы с СУВ необходимо закрыть программу, использующую генератор либо закрыть все программы ZETLAB после чего перезапустить ПО СУВ. При необходимости перегрузить контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки ПИТАНИЕ, расположенной на задней панели контроллера.

Ошибка №5170 Включите генератор в окне программы "Параметры контроля" .....

Канал генератора, который будет использован в качестве каналов управления СУВ назначается в окне программы "Параметры контроля". Активируйте на панели СУВ кнопку "Предтест и контроль" и в окне "Параметры контроля" установите состояние "Включен" у канала генератора, который будет использован в качестве канала обратной связи. В режиме управления одновременно несколькими вибростендами следует включить соответствующее количество генераторов.

Ошибка №5180 Ошибка подключения к генератору .....

Произошла ошибка запуска генератора, требуется перезапуск ПО.

Ошибка №5190 Ошибка подключения к генератору из-за частот генератора или канала .....

Произошла ошибка запуска генератора, необходимо правильно установить частоту генератора и частоту канала.

Ошибка №5200 Коэффициент передачи вышел за предел .....

В редакторе профиля на вкладке "Ограничения" включаем галочку "Изменение коэффициента передачи" и ставим значение 3 дБ.

Если есть переключатель-делитель, то внедряем его между выходом генератора и входом контрольного канала, и во время испытаний переключаем его.

Если его нет, то настраиваем канал формулы на реальный измерительный канал и умножаем его на 1. Во время испытаний изменяем 1 на 2 в одно действие.

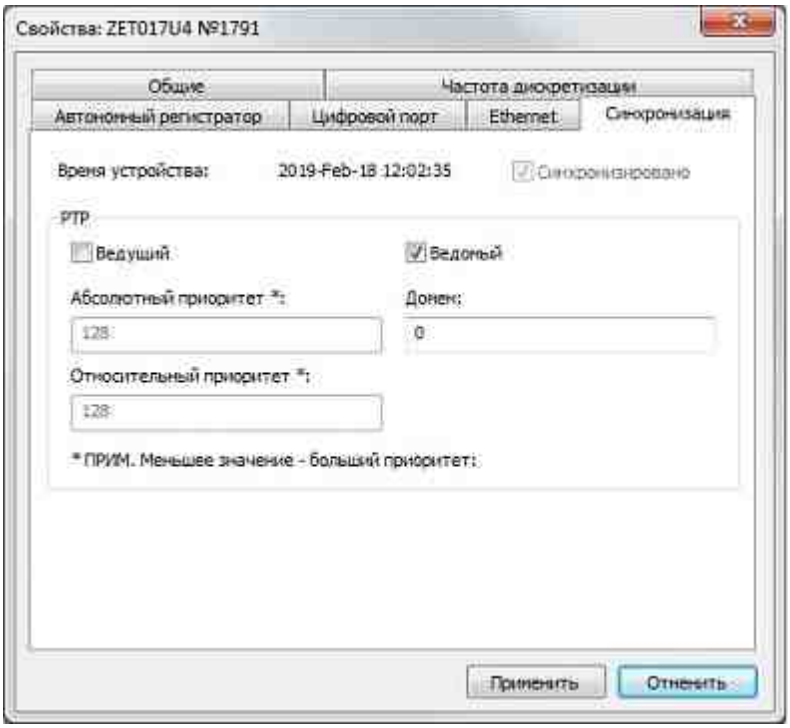
Ошибка №5210 Нарушена обратная связь по каналу .....

Возможно повреждение кабеля или датчика. Проверьте качество соединения датчика с контроллером СУВ, при необходимости замените кабель или датчик.

Ошибка №5220 Нарушена синхронизация .....

Диагностирована задержка между сигналом управления и сигналом, регистрируемым по измерительному каналу со статусом "Контроль" (канал обратной связи) связанная с потерей синхронизации. При использовании нескольких контроллеров в составе СУВ проверьте настройку синхронизации между контроллерами. Настройка синхронизации производится во вкладке "Синхронизация" окна "Свойства" соответствующего контроллера СУВ. Вызов окна "Свойства" производится из окна программы "Диспетчер устройств ZET". При необходимости перезагрузите компьютер и перегрузите контроллер СУВ путем

отключения и включения кнопки "ПИТАНИЕ", расположенной на задней панели контроллера.



Ошибка №5230 Превышено предельное отклонение от заданного профиля .....

Остановка испытаний связана с тем, что регистрируемый сигнал по измерительному каналу со статусом "Контроль" (канал обратной связи) вышел за установленное в профиле предельное отклонение. Изменение значения параметра "Предельное отклонение от заданного профиля" производится во вкладке "Ограничения" окна программы "Редактор профиля виброиспытаний".

Ошибка №5240 Ускорение превысило максимальное значение вибростенда .....

Ожидаемое пиковое значение напряжения превышает настройки вибростенда.

Пояснение:

Необходимо увеличить коэффициент усиления вибростенда.

Ошибка №5250 Скорость превысила максимальное значение вибростенда .....

Например, скорость превысила максимальное значение вибростенда ВС111 : 1.52 м/с > 1.50 м/с.

Пояснение:

Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и увеличить параметр «Максимальная скорость», если она не превышает значения, указанного в паспорте вибростенда. Если в параметрах вибростенда указанно значение по паспорту и увеличить его нельзя, то необходимо уменьшить соответствующие значения в профиле виброиспытаний.

Ошибка №5260 Перемещение превысило максимальное значение вибростенд .....

Возможно повреждение кабеля или датчика. Проверьте качество соединения датчика с контроллером СУВ, при необходимости замените кабель или датчик.

Ошибка №5270 Пиковое значение сигнала генератора превысило допустимое .....

Например, Пиковое значение сигнала генератора превысило допустимое значение 10.2 В.

Пояснение:

Необходимо увеличить коэффициент усиления вибростенда.

Ошибка №5280 Превышен предел по уровню генератора .....

Детектирована ситуация, при которой для достижения заданного уровня профиля напряжение сигнала по каналу управления должно превысить предельный уровень по генератору (заданный в параметре "Максимальное напряжение" в окне программы "Параметры вибростенда"). Данная ситуация может быть связана с недостаточным коэффициентом усиления усилителя мощности вибростенда, а также с возможным значительным изменением значения передаточной характеристики в процессе проведения испытаний связанной с обрывом кабеля от датчика. Увеличьте усиление на усилителе вибростенда, повторите предтест, при необходимости замените датчик или кабель.

Ошибка №5285 Произошла ошибка работы модуля управления .....

Произошла ошибка работы модуля управления, требуется перезапуск программного обеспечения.

Ошибка №5290 Контроллер СУВ отключен! .....

К компьютеру не подключено ни одного устройства, либо не активировано подключение по Ethernet. Активация подключения по Ethernet производится при помощи программы "Подключение устройств", для запуска которой перейдите в раздел "Сетевые программы" на панели ZETLAB.

Ошибка №5300 Анализатор спектра не подключен .....

Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора.

Пояснение:

2. Сигнал датчика не коррелирует с сигналом генератора.

Причина возникновения этой ошибки в разрыве связи с каналом генератора. Необходимо проверить соединение по аналогии с пунктом 1 (см. ниже).

Другая причина может быть в высоком уровне шумов. Для её устранения необходимо либо устранить шумы (заземление, изменение диапазона и т.д.), либо повысить мощность усилителя.

Перед началом испытаний программа "Гармоническая вибрация" генерирует шумовой сигнал. С помощью этого сигнала программа проверяет показания датчиков.

Маловероятна, но возможна ситуация, когда датчик установлен на поверхность с высокой добротностью, и она сильно искажает сигнал. В этом случае датчик следует переставить в другое место.

Примечание:

1. «Обратная связь слишком слабая по датчику SSSS»

Причина возникновения данной ошибки — это отсутствие измеримой реакции контрольного датчика при увеличении напряжения на генераторе. Причиной этому может быть разрыв в кабеле датчика. Для проверки работоспособности датчика необходимо постучать крепёжному столу вибростенда и на «многоканальном осциллографе» наблюдать отклик. При отсутствии реакции датчика необходимо проверить датчик, подключив его к другому каналу анализатора, возможно, испорчен вход анализатора.

Другой причиной может быть низкий коэффициент передачи на низких частотах, данная особенность характерна для многих усилителей с переменным коэффициентом усиления. Для решения этой проблемы необходимо увеличить коэффициент усиления усилителя (одновременно с этим рекомендуется уменьшить максимальное напряжение генератора в программе «Настройка параметров вибростенда»).

Третья причина – рассинхронизация генератора и измерительного канала. Это можно проверить в программе «Время ZETServer». Если текущее время по каналам генератора и

измерительным каналам стоит или расходится больше чем на 10 секунд необходимо программы перезапустить.

При отсутствии реакции вибростенда (движение стола, гудение) на подаваемое напряжение необходимо проверить работоспособность всех элементов системы.

Ошибка №5310 Отсутствует канал генератора .....

Генератор запустили из другой программы или отключен прибор.

Пояснение:

Для продолжения работы с СУВ необходимо закрыть программу, использующую генератор либо закрыть все программы ZETLAB после чего перезапустить ПО СУВ. При необходимости перегрузить контроллер СУВ путем отключения и включения кнопки ПИТАНИЕ, расположенной на задней панели контроллера.

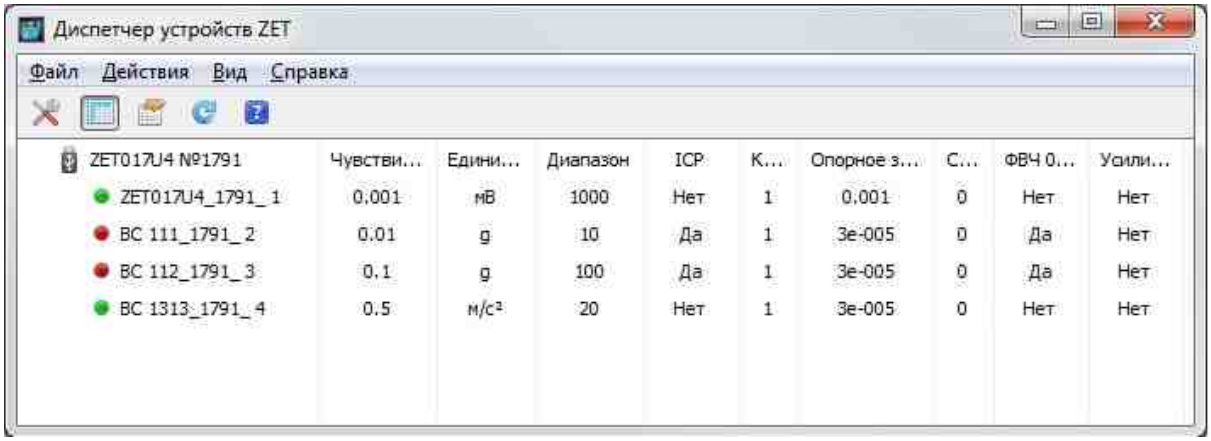
Ошибка №5320 Ошибка загрузки параметров вибростенда .....

Активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры вибростенда" и выберите из базы модель используемого вибростенда. При отсутствии в базе вибростендов необходимой модели, введите параметры используемого вибростенда вручную и активируйте кнопку "Применить" для сохранения параметров.

Ошибка №5330 Отсутствуют включенные изм. каналы со статусом «Контроль» .....

Программой не обнаружено измерительных каналов с единицами измерения, которые могут быть задействованы в качестве каналов обратной связи (со статусом «Контроль»). Для проверки параметров настройки и включения измерительных каналов перейдите в окно программы «Диспетчер устройств ZET» для чего на панели СУВ  активируйте кнопку

«Каналы». В окне программы «Диспетчер устройств ZET» проверьте наличие включенных измерительных каналов. При необходимости включите измерительные каналы и настройте их параметры (единицы измерения, чувствительность и т. д.) согласно паспортным данным на подключенные к ним первичные преобразователи (акселерометры или другие используемые в составе СУВ датчики).



ZET017U4 №1791	Чувстви...	Едини...	Диапазон	ICP	К...	Опорное з...	С...	ФВЧ 0...	Усили...
ZET017U4_1791_1	0.001	мВ	1000	Нет	1	0.001	0	Нет	Нет
BC 111_1791_2	0.01	g	10	Да	1	3e-005	0	Да	Нет
BC 112_1791_3	0.1	g	100	Да	1	3e-005	0	Да	Нет
BC 1313_1791_4	0.5	м/с²	20	Нет	1	3e-005	0	Нет	Нет

Ошибка №5340 Проверка допустимости профиля для вибростенда и изделия .....

Проверка допустимости профиля для вибростенда и изделия.

Ошибка №5350 Нажмите кнопку на передней панели анализатора .....

Для продолжения работы с СУВ необходимо перевести кнопку СТОП, расположенную на передней панели контроллера СУВ в неактивное состояние.

Ошибка №5360 Необходимо назначить статус "Контроль" хотябы для одного измерительного канала .....

Статус измерительным каналам назначается в окне программы "Параметры контроля". Для режима контроля "по одному" (одноточечного режим) статус "Контроль" назначается только для одного измерительного канала. Для режима контроля "по среднему" или "по максимальному" (многоточечный режим) статус "Контроль" назначается не менее чем для двух измерительных каналов.

Ошибка №5370 В параметрах контроля установите статус «Контроль» только для одного канала .....

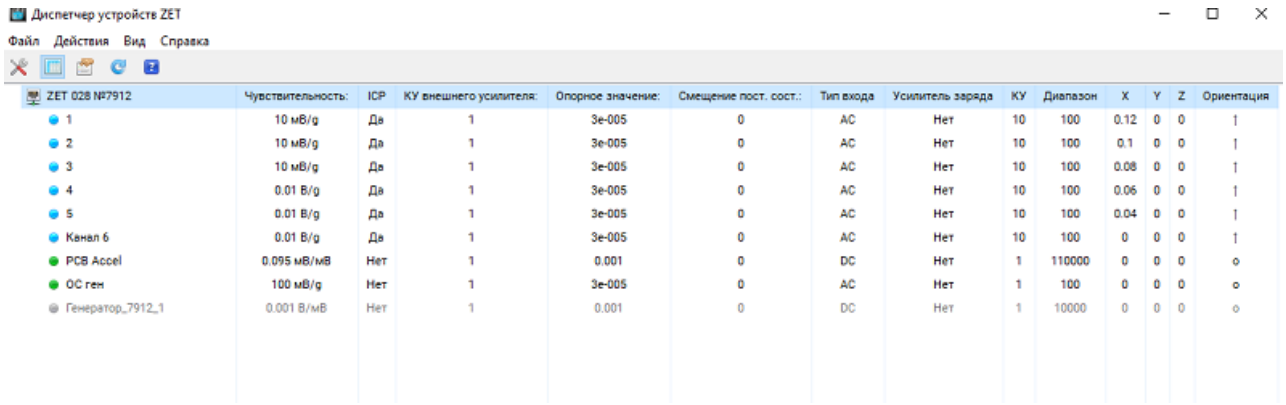
На панели СУВ активируйте панель "Предтест и контроль" и в окне программы "Параметры контроля" установите статус "Контроль" только для одного измерительного канала. После чего сохраните внесенные в окне "Параметры контроля" изменения путем активации кнопки "Применить".

Ошибка №5390 Отсутствует файл device.cfg .....

Отсутствует файл device.cfg.

Пояснение:

Настроить правильно каналы в Анализаторе спектра, можно в программе «Диспетчер устройств» из меню "Сервисные".



Ошибка №5400 Невозможно открыть файл логов .....

Отказано в доступе к файлу. Необходимо уменьшить уровень контроля учётных записей. Также проблема может быть в том, что файл логов защищён от записи или вся директория защищена от изменений. Необходимо разрешить запись в файл логов.

Ошибка №5410 Были изменены настройки измерительных каналов. Необходимо пройти "Предтест" .....

Для продолжения работы активируйте на панели СУВ кнопку "Диспетчер устройств и каналов" и в окне "Диспетчер устройств ZET" проверьте соответствие параметров для измерительных каналов, после чего пройдите "Предтест".

Ошибка №5420 Проверка по устройствам относительно которых был проведен предтест .....

Были изменены настройки измерительных каналов. Необходимо провести предтест.

Ошибка №5430 Были изменены параметры изделия или оснастки. Необходимо пройти "Предтест" .....

Для продолжения работы активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры изделия" и проверьте соответствие параметров для установленного на вибростенде изделия и оснастки, при необходимости внесите необходимые изменения, после чего пройдите "Предтест".

Ошибка №5440 Были изменены параметры вибростенда. Необходимо пройти "Предтест" .....

Для продолжения работы активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры вибростенда" и проверьте соответствие параметров для используемого вибростенда, при необходимости откорректируйте параметры, после чего пройдите "Предтест".

Ошибка №5450 Отсутствуют включенные измерительные каналы, которым может быть назначен статус "Контроль". .....

Были изменены настройки измерительных каналов. Необходимо провести предтест.

Программой не обнаружено измерительных каналов с единицами измерения, которые могут быть задействованы в качестве каналов обратной связи (со статусом "Контроль"). Для проверки параметров настройки и включения измерительных каналов перейдите в окно программы "Диспетчер устройств ZET" для чего на панели СУВ активируйте кнопку "Каналы". В окне программы "Диспетчер устройств ZET" проверьте наличие включенных измерительных каналов. При необходимости включите измерительные каналы и настройте

их параметры (единицы измерения, чувствительность и т. д.) согласно паспортным данным на подключенные к ним первичные преобразователи (акселерометры или другие используемые в составе СУВ датчики).

Ошибка №5470 Ошибка загрузки результатов "Предтест". Необходимо пройти "Предтест" .....

Пояснения не требуются.

Ошибка №5480 На контрольном канале должен быть включен аппаратный фильтр .....

Нужно зайти в программу "Диспетчер устройств", открыть свойства канала, выбранного как контрольный, и установить галочку АС.

Ошибка №5490 Ошибка загрузки параметров вибростенда .....

Активируйте на панели СУВ кнопку "Параметры вибростенда" и выберите из базы модель используемого вибростенда. При отсутствии в базе вибростендов необходимой модели, введите параметры используемого вибростенда вручную и активируйте кнопку "Применить" для сохранения параметров.

Ошибка №5590 Отсутствуют ограничения по изделию .....

Описания нет.

Ошибка №5610 Произошла рассинхронизация времени .....

Произошла рассинхронизация времени, требуется перезапуск программного обеспечения.

Ошибка №5620 Произошла остановка модуля управления .....

Произошла остановка модуля управления, требуется перезапуск программного обеспечения.

Ошибка №5630 Предварительный импульс превысил ожидаемое значение на - xx .....

Предварительный импульс превысил ожидаемое значение на - xx, необходимо уменьшить предварительный импульс.

Ошибка №5640 Обнаружено значительное изменение коэффициента передачи .....

Обнаружено значительное изменение коэффициента передачи. Необходимо пройти "Предтест".

Виброудар .....



Программа «Виброудар» (Vibroshock)

Назначение программы

Программа предназначена для проведения испытаний на воздействие виброудара одиночного или многократного действия. Программа позволяет генерировать серии ударов с заданными временными параметрами, заполненные шумом в определённом диапазоне частот.

Подготовка к проведению испытаний

При подготовке к проведению испытаний на виброудар необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры каналов (см. разделы 1-1), после чего провести предтест согласно разделу 1.

Для перехода к окну программы «Виброудар» необходимо на «Панели СУВ» (Рис. *4.1*) активировать кнопку «Виброудар». На экране монитора отобразится окно программы «Виброудар» (*Рис. 12.1*).

Внимание! *Кнопка «Виброудар» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуальных результатов предтеста.*

Профиль испытаний .....

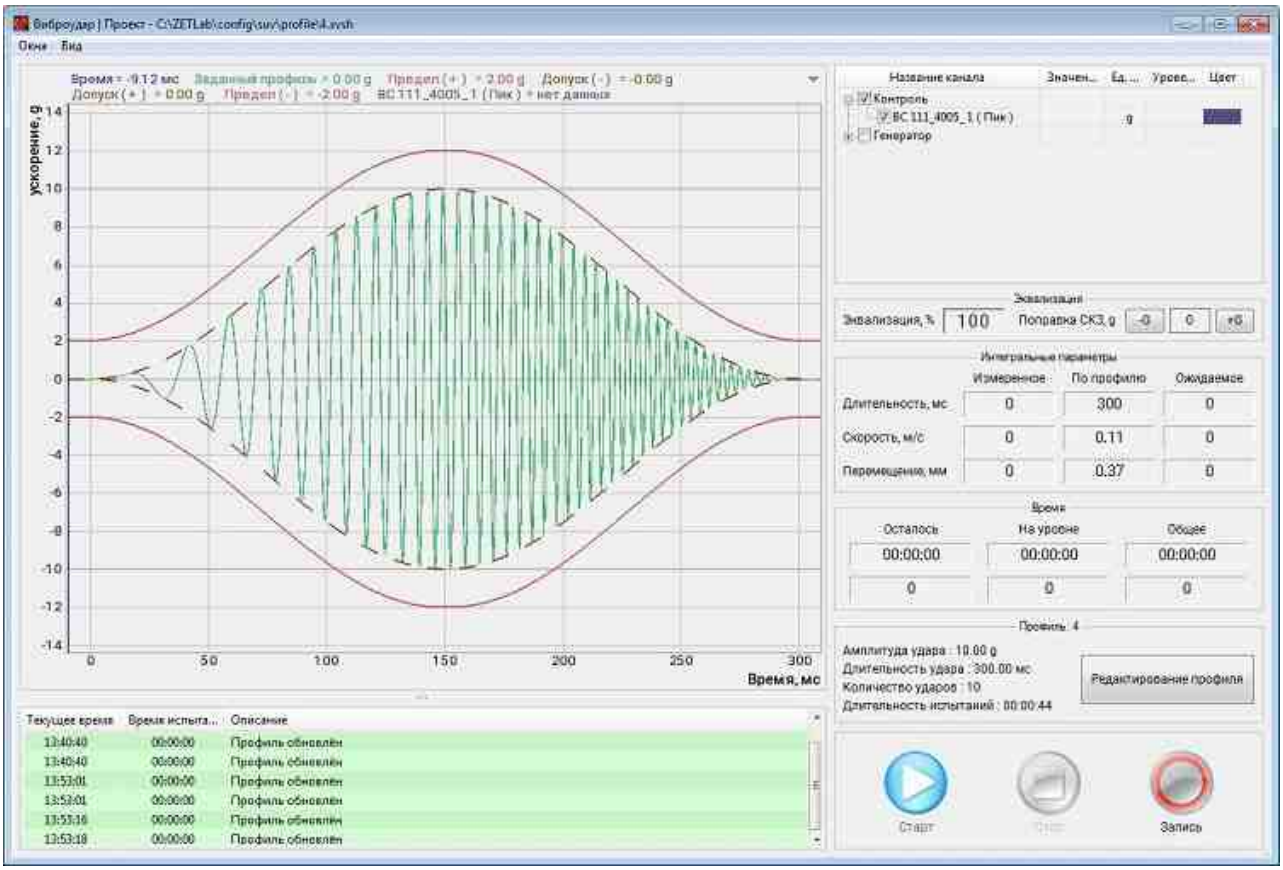


Рис. 12.1 Окно «Виброудар»

Выполнить конфигурирование необходимого профиля испытаний используя программу «Редактирование профиля» для запуска которой следует в окне программы «Гармоническая вибрация»  активировать кнопку *«Редактирование профиля».*

Вкладка «Огибающая» .....

Откроется окно программы «Редактор профиля виброиспытаний» с активной вкладкой «Огибающая» (*Рис. 12.2*).

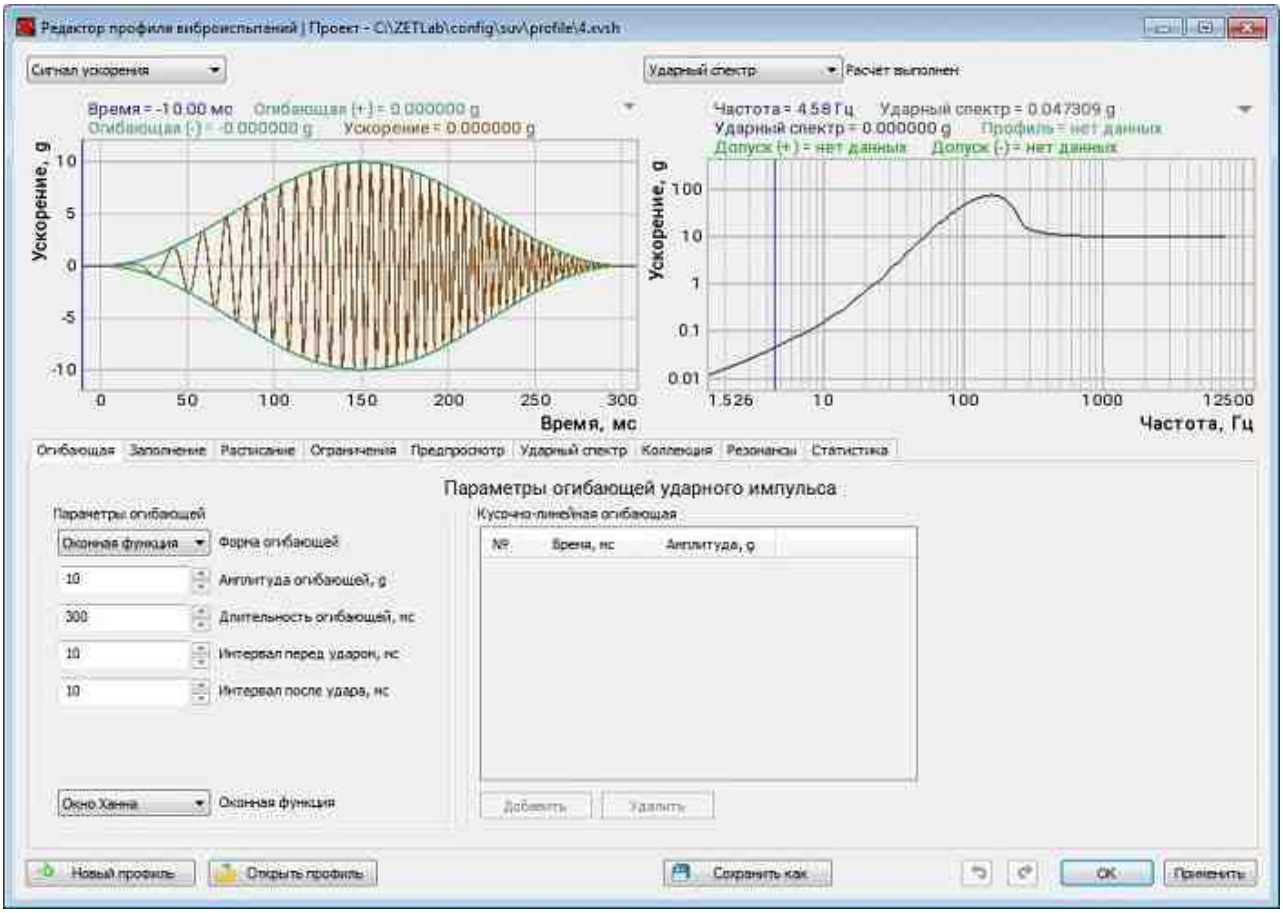


Рис. 12.2 Окно «Редактор профиля», вкладка «Огибающая»

Во вкладке «Огибающая» задаются параметры огибающей ударного импульса.

В качестве параметра «Форма огибающей» можно установить:

- Прямоугольная;
- Трапецеидальная;
- Затухающая;
- Каплевидная;
- Оконная функция;
- Кусочно-линейная.

Параметр «Амплитуда огибающий» задает максимальную амплитуду огибающей ударного импульса в единицах измерения «g».

Параметр «Длительность огибающей» задает длительность огибающей ударного импульса в единицах измерения «мс».

Параметры «Интервал перед ударом» и «Интервал после удара» устанавливают интервалы перед и после ударным импульсом в единицах измерения «мс».

Параметры «Возрастающий склон» и «Ниспадающий склон» задают в процентах угол наклона боковых ребер огибающей ударного импульса при выборе формы, огибающей – «Трапецеидальная».

Параметры «Коэффициент затухания» устанавливает коэффициент затухания огибающей ударного импульса при выборе формы, огибающей «Затухающая» или «Каплевидная».

Параметр «Оконная функция» становится активным при выборе формы, огибающей «Оконная функция». Для выбора доступно два варианта оконной функции:

- Синус-окно;
- Окно Ханна.

При выборе формы, огибающей «Кусочно-линейная» для редактирования становится активной соответствующая таблица на вкладке «Огибающая».

Для добавления новых строк в таблице следует активировать кнопку «Добавить».

Вкладка «Заполнение» .....

Для перехода во вкладку «Заполнение» (*Рис. 12.3*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

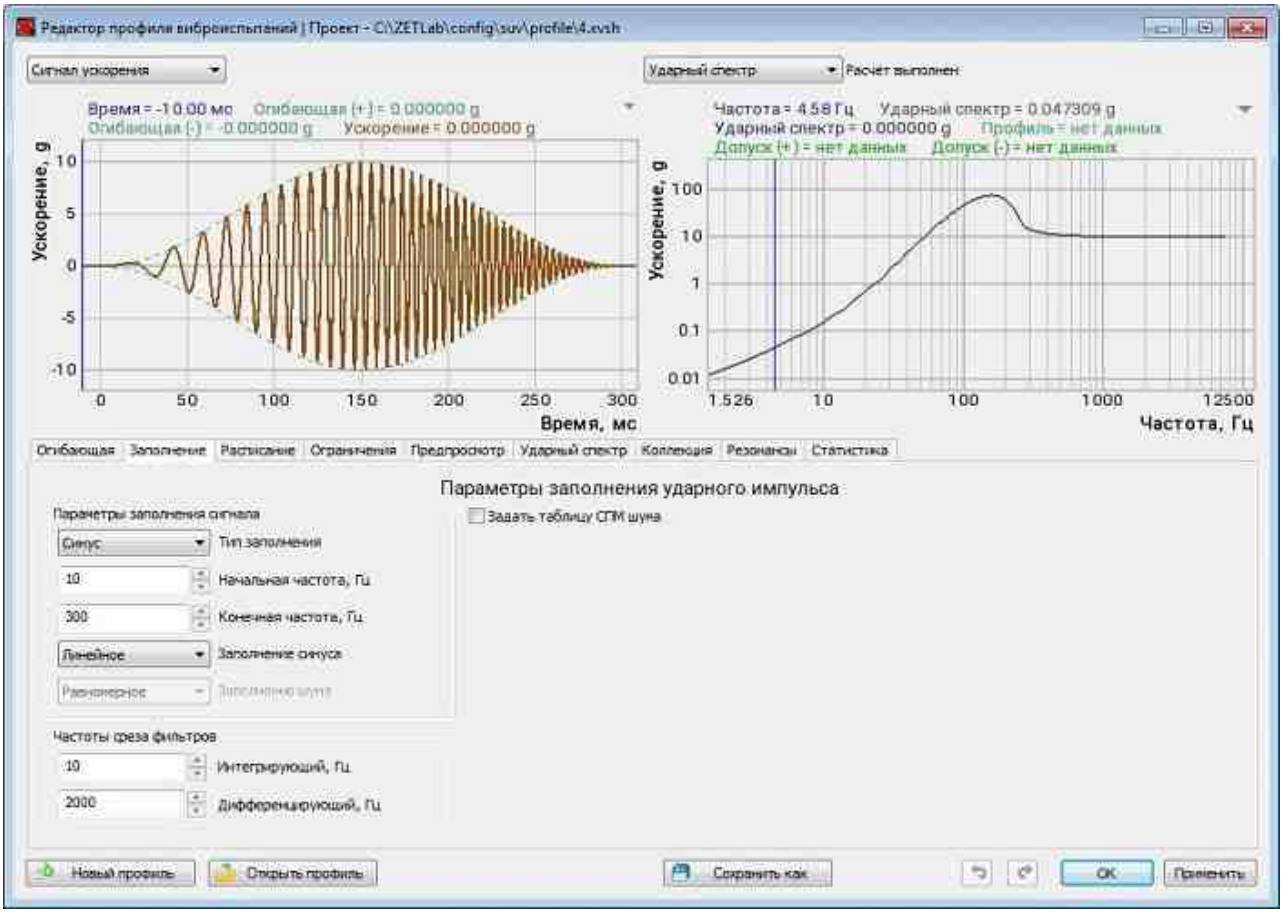


Рис. 12.3 Окно «Редактор профиля», вкладка «Заполнение»

Во вкладке «Заполнение» задаются параметры спектральной составляющей ударного импульса.

Для параметра «Тип заполнения» доступны следующие варианты заполнения ударного импульса:

- Синус;
- Шум.

Параметрами «Начальная частота» и «Конечная частота» устанавливаются границы частот при заполнении ударного импульса.

Для типа заполнения «Синус» доступны методы заполнения «Линейное» и «Логарифмическое».

Для типа заполнения «Шум» доступны методы заполнения «Равномерное» и «Табличное». При выборе метода заполнения ударного импульса

«Табличное» для редактирования становится активной соответствующая таблица на вкладке «Заполнение». Для добавления новых строк в таблице следует активировать кнопку «Добавить».

Вкладка «Расписание» .....

Для перехода во вкладку «Расписание» (*Рис. 12.4*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

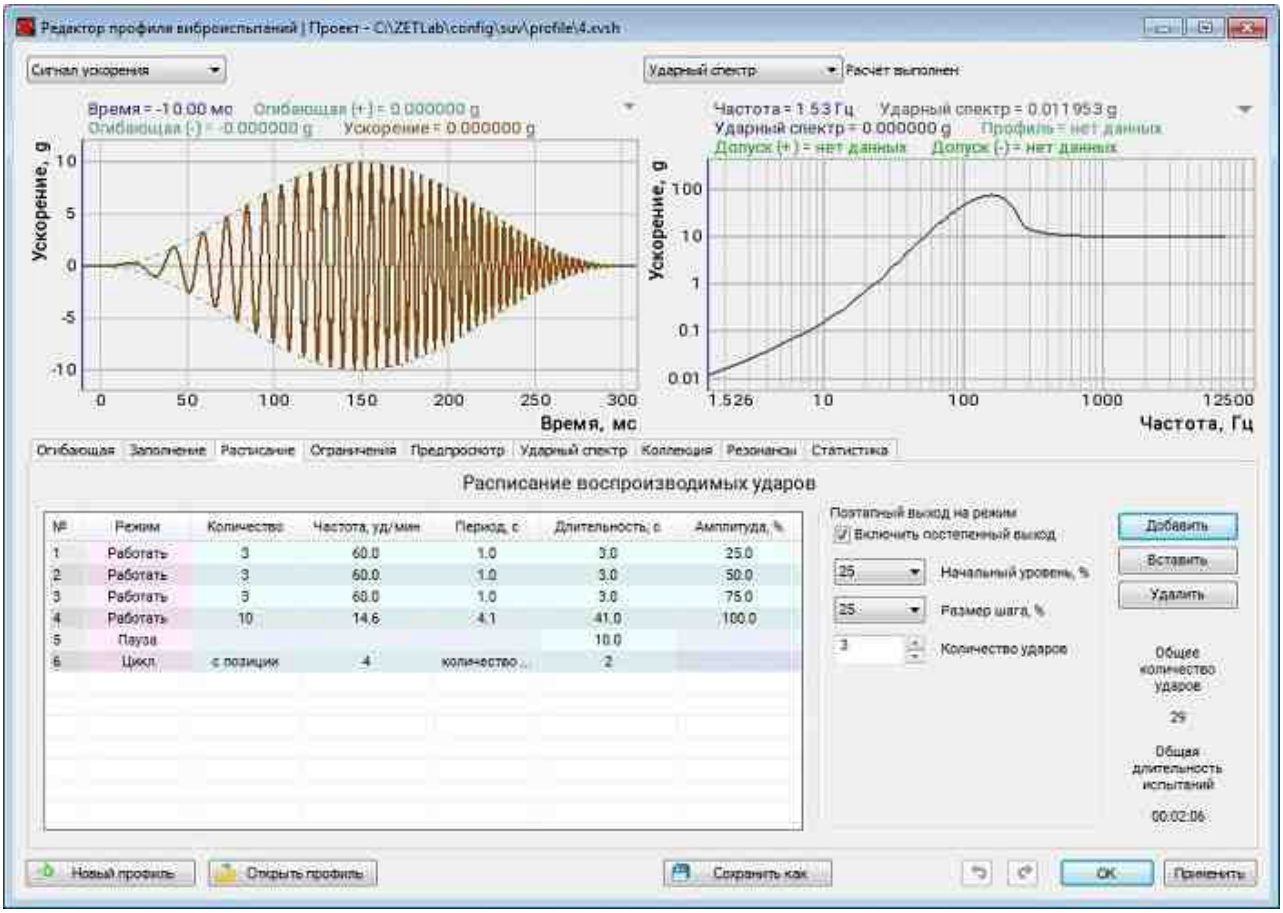


Рис. 12.4 Окно «Редактор профиля», вкладка «Расписание»

На вкладке «Расписание» устанавливается расписание испытаний, в частности количество ударов, частота, длительность, период и отношение текущей амплитуды удара к амплитуде, определяемой профилем испытаний.

Расписание виброиспытаний представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу «Расписание воспроизводимых ударов» следует активировать кнопку «Добавить», столько раз сколько необходимо добавить диапазонов испытаний.

В столбце «Количество» устанавливается общее количество ударов в испытании.

В столбце «Частота уд/мин» устанавливается количество ударов в минуту.

В столбце «Длительность, с» устанавливается общее время проведения испытания.

В столбце «Амплитуда, %» устанавливается амплитуда ударного импульса, в процентном отношении к значению, установленному для параметра «Амплитуда удара».

Параметр «Поэтапный выход на режим» осуществляет постепенный выход на режим, с каждым шагом равномерно увеличивая уровень воспроизводимых ударов.

Вкладка «Параметры» .....

Для перехода во вкладку «Параметры» (*Рис. 12.5*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

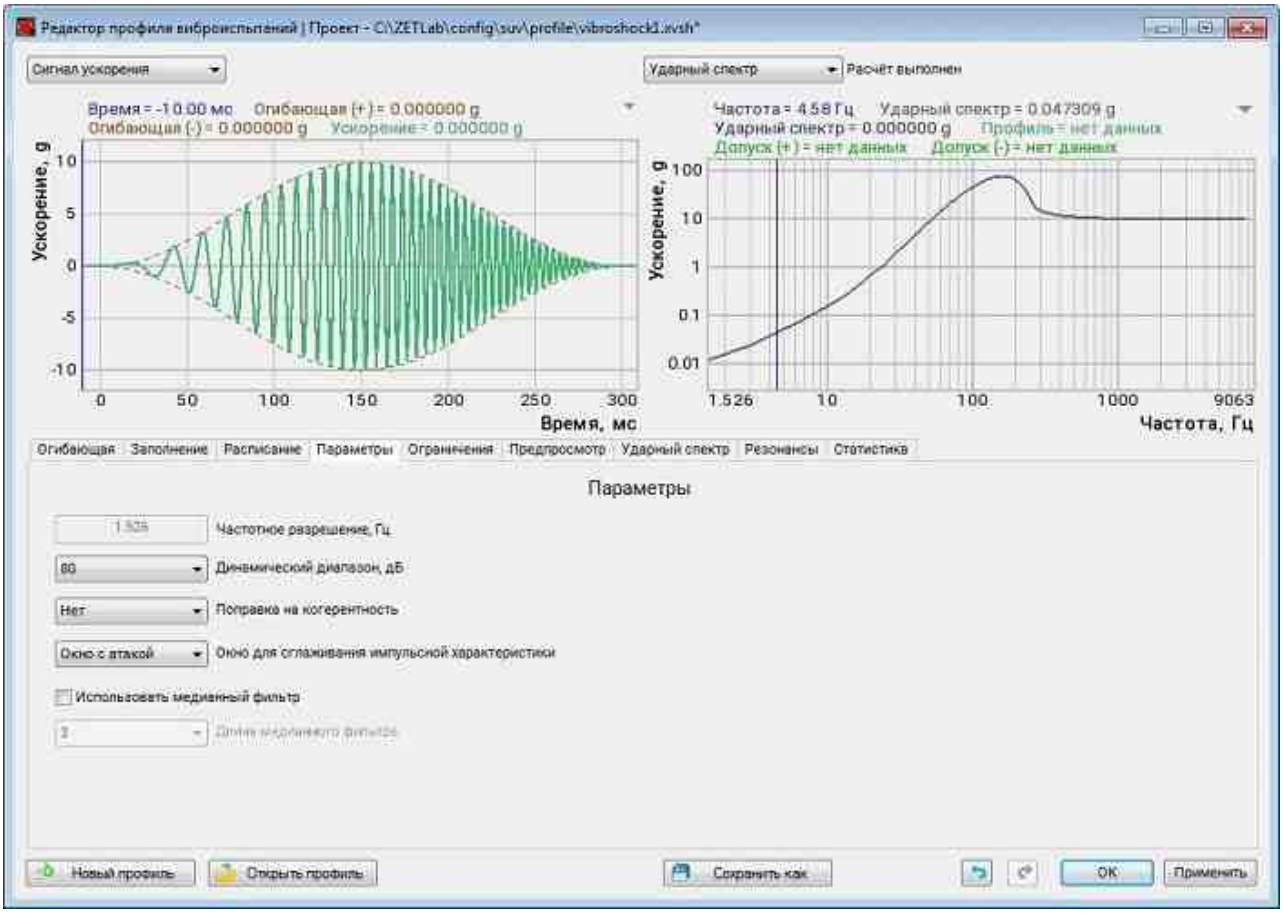


Рис. 12.5 Окно «Редактор профиля», вкладка «Параметры»

Вкладка «Ограничение» .....

Для перехода во вкладку «Ограничения» (*Рис. 12.6*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

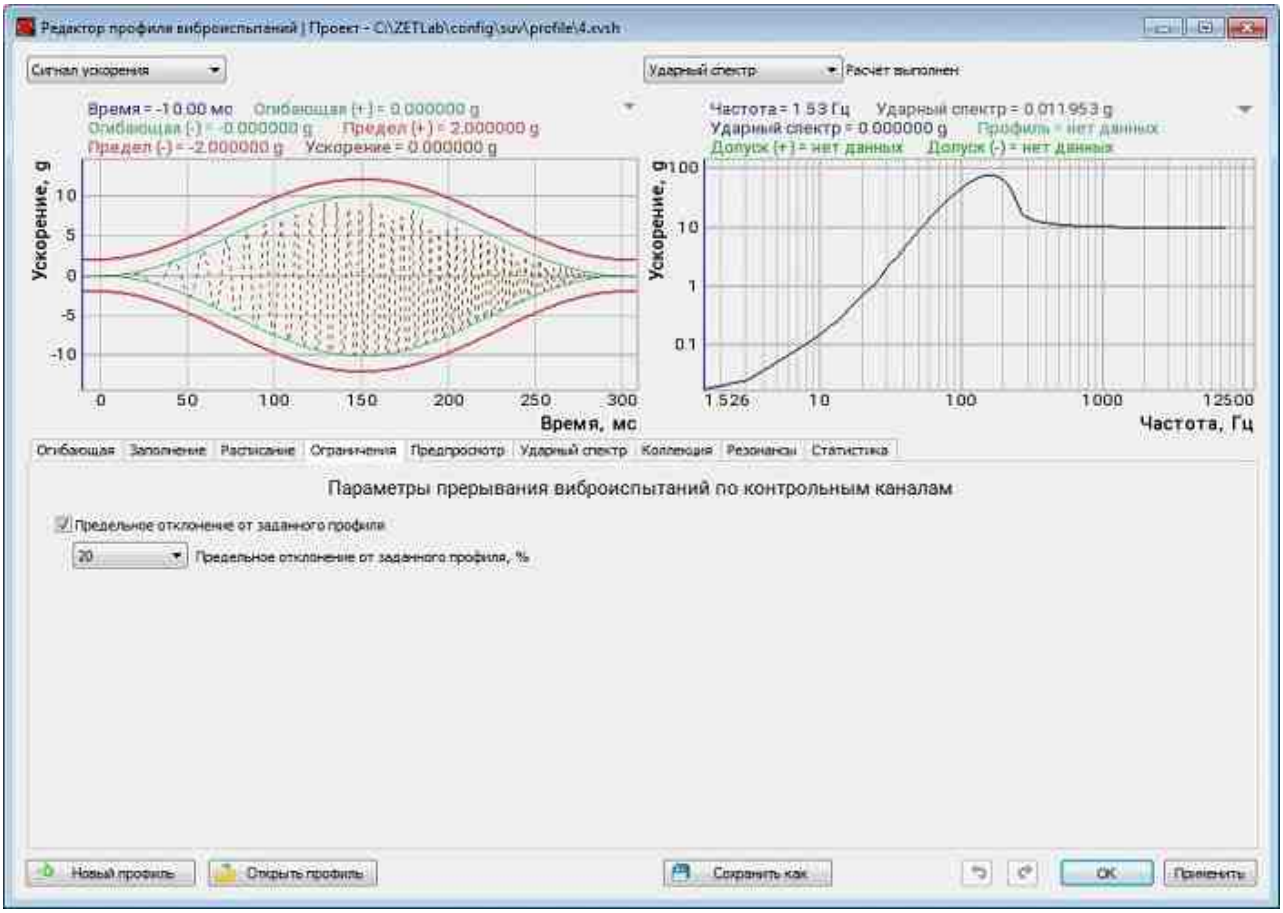


Рис. 12.6 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ограничения»

На вкладке «Ограничения» задаются допустимые пределы испытаний (в единицах измерения %) для контрольного канала. По тем параметрам, по которым контроль активирован (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут экстренно остановлены.

Для включения контроля по параметру следует активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметру, а для отключения

– деактивировать (убрать отметку в ячейке).

Для контрольного канала можно установить ограничения для следующих параметров:

- «Предельное отклонение от заданного профиля».
- «Изменение коэффициента передачи»;
- «Изменение мгновенного коэффициента передачи».

Вкладка «Предпросмотр» .....

Для перехода во вкладку «Предпросмотр» (*Рис. 12.7*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

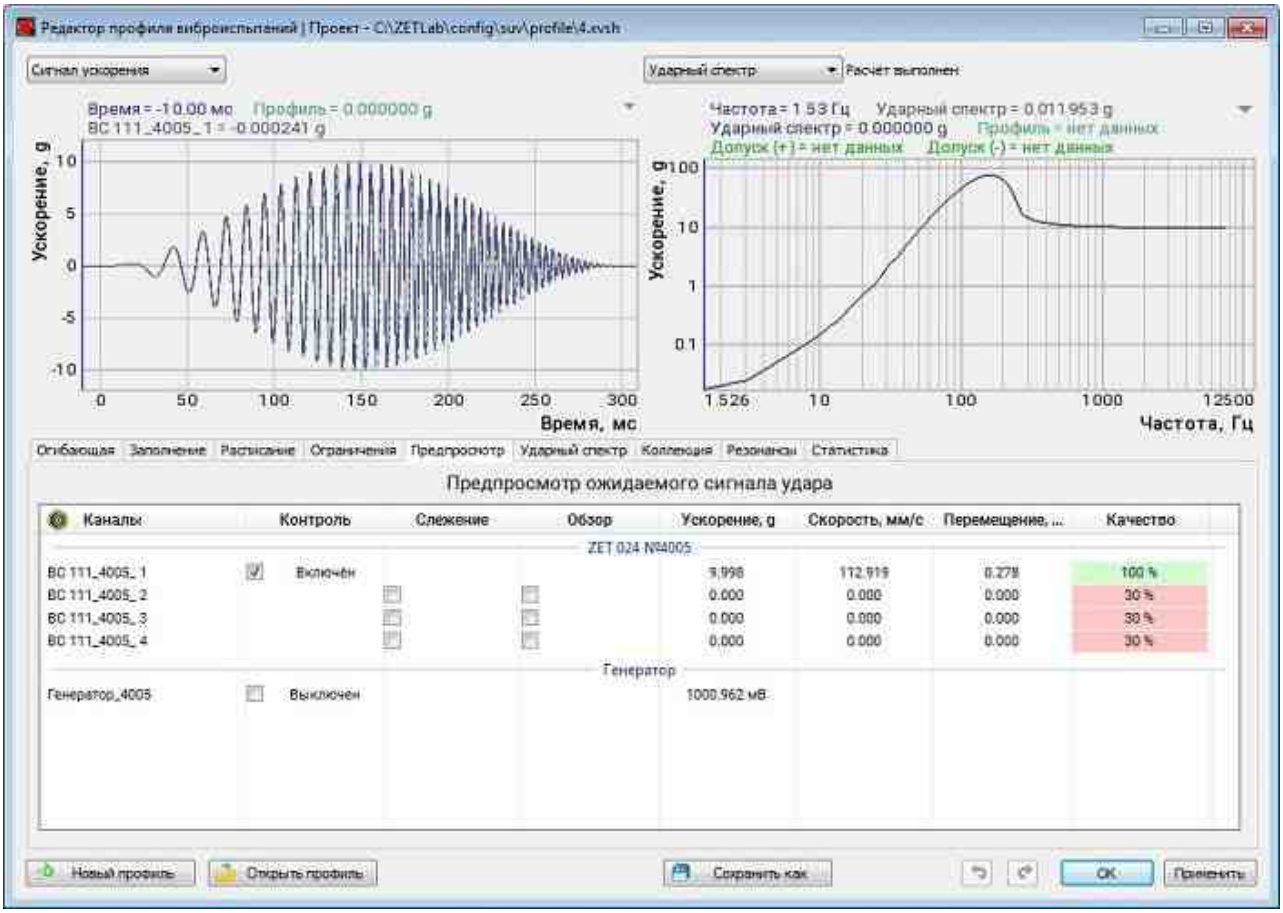


Рис. 12.7 Окно «Редактор профиля», вкладка «Предпросмотр»

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками ударного спектра согласно заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста.

Графики представлены по всем измерительным каналам контроллера СУВ, выбранным на этапе проведения предтеста, при этом каждому из измерительных каналов можно назначить произвольный тип контроля (контроль, слежение, обзор, а также проверить уровень шума по каналу. Для отображения желаемого графика вибрации необходимо установить отметку в соответствующей ячейке таблицы.

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

Вкладка «Ударный спектр» .....

Для перехода во вкладку «Ударный спектр» (*Рис. 12.8*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

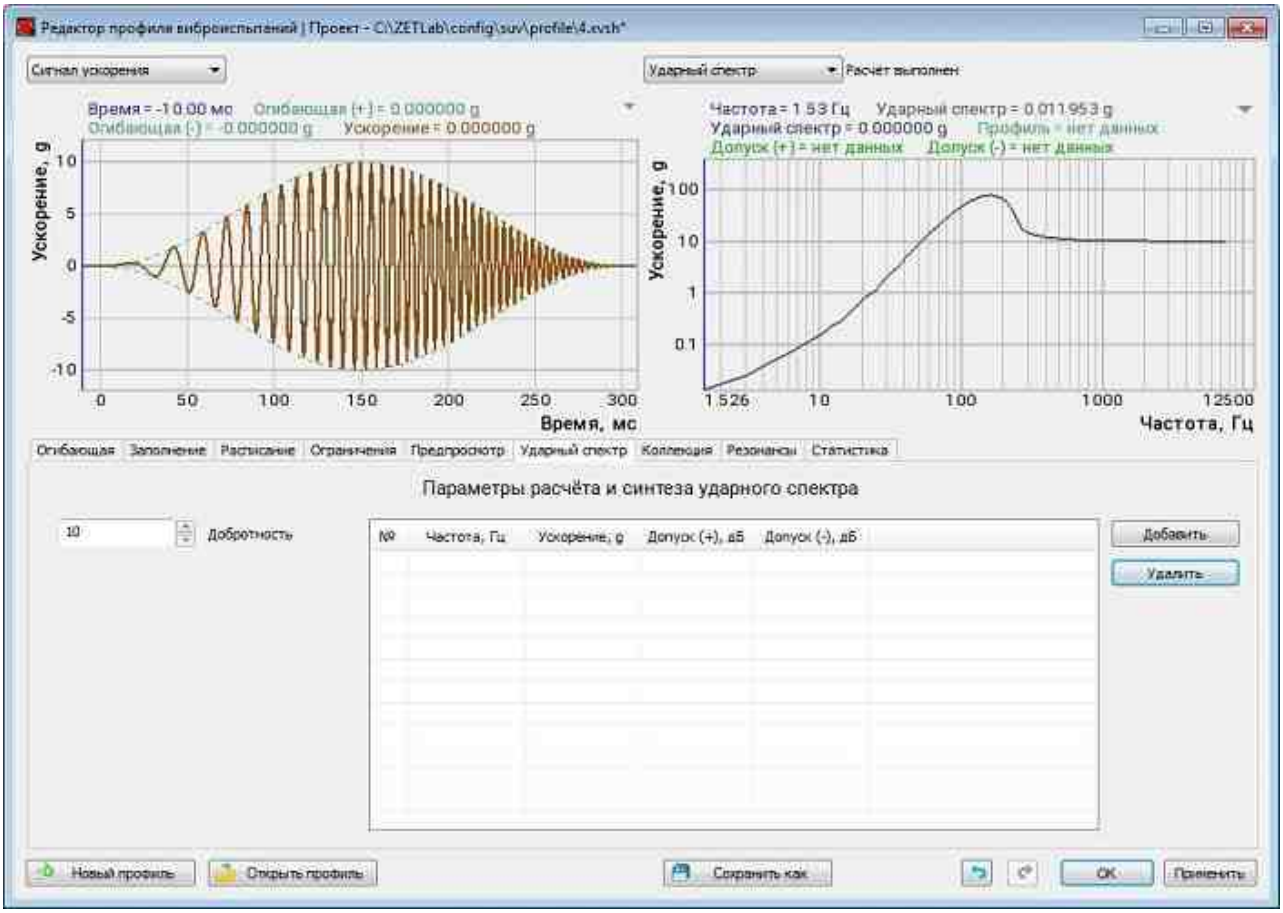


Рис. 12.8 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ударный спектр»

На вкладке «Ударный спектр» устанавливаются параметры расчета ударного спектра.

Вкладка «Резонансы» .....

Для перехода во вкладку «Резонансы» (*Рис. 12.9*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

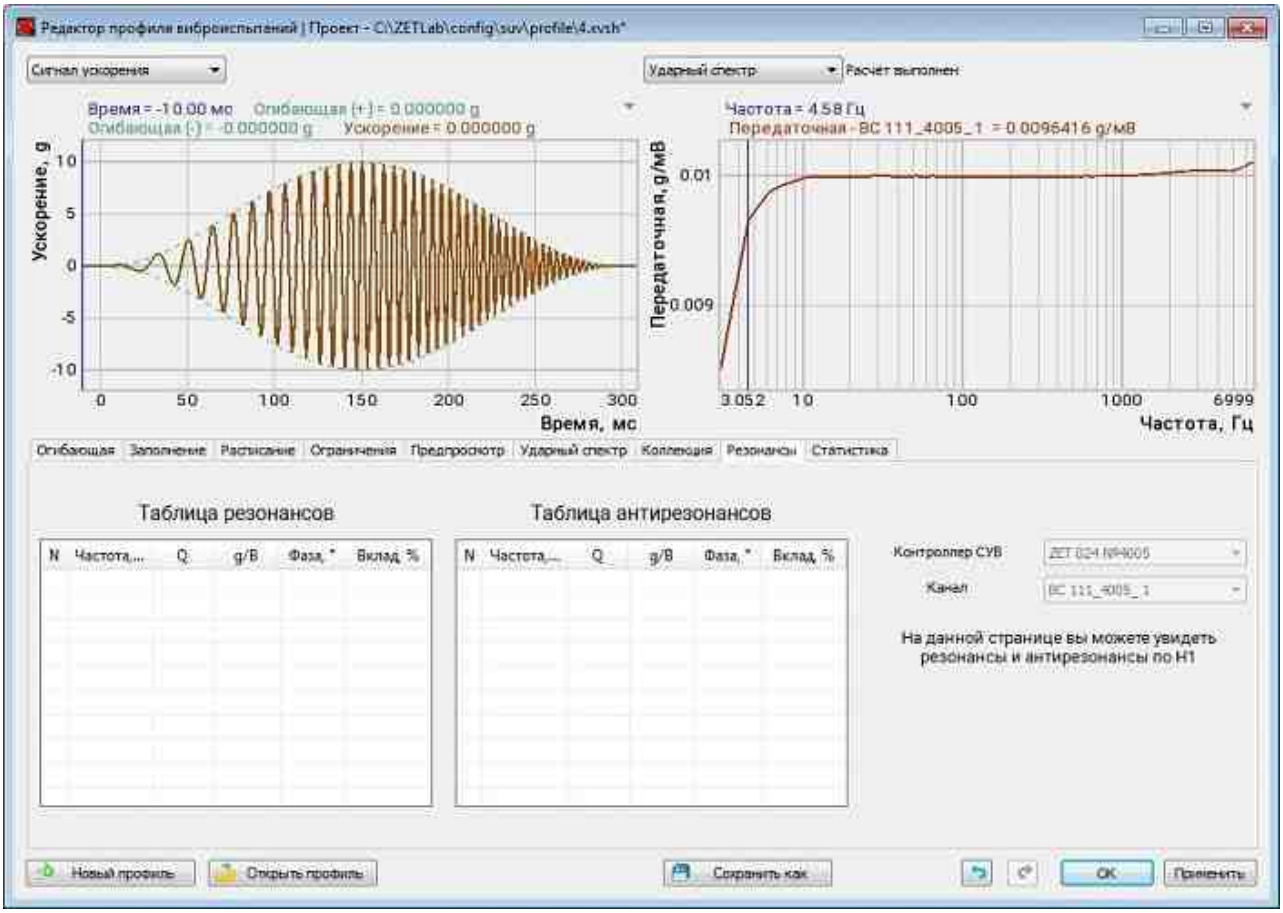


Рис. 12.9 Окно «Редактор профиля», вкладка «Резонансы»

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике.

Примечание: *При необходимости (для более подробного рассмотрения) приближайте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области, при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика.*

Вкладка «Статистика» .....

Для перехода во вкладку «Статистика» (*Рис. 12.10*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

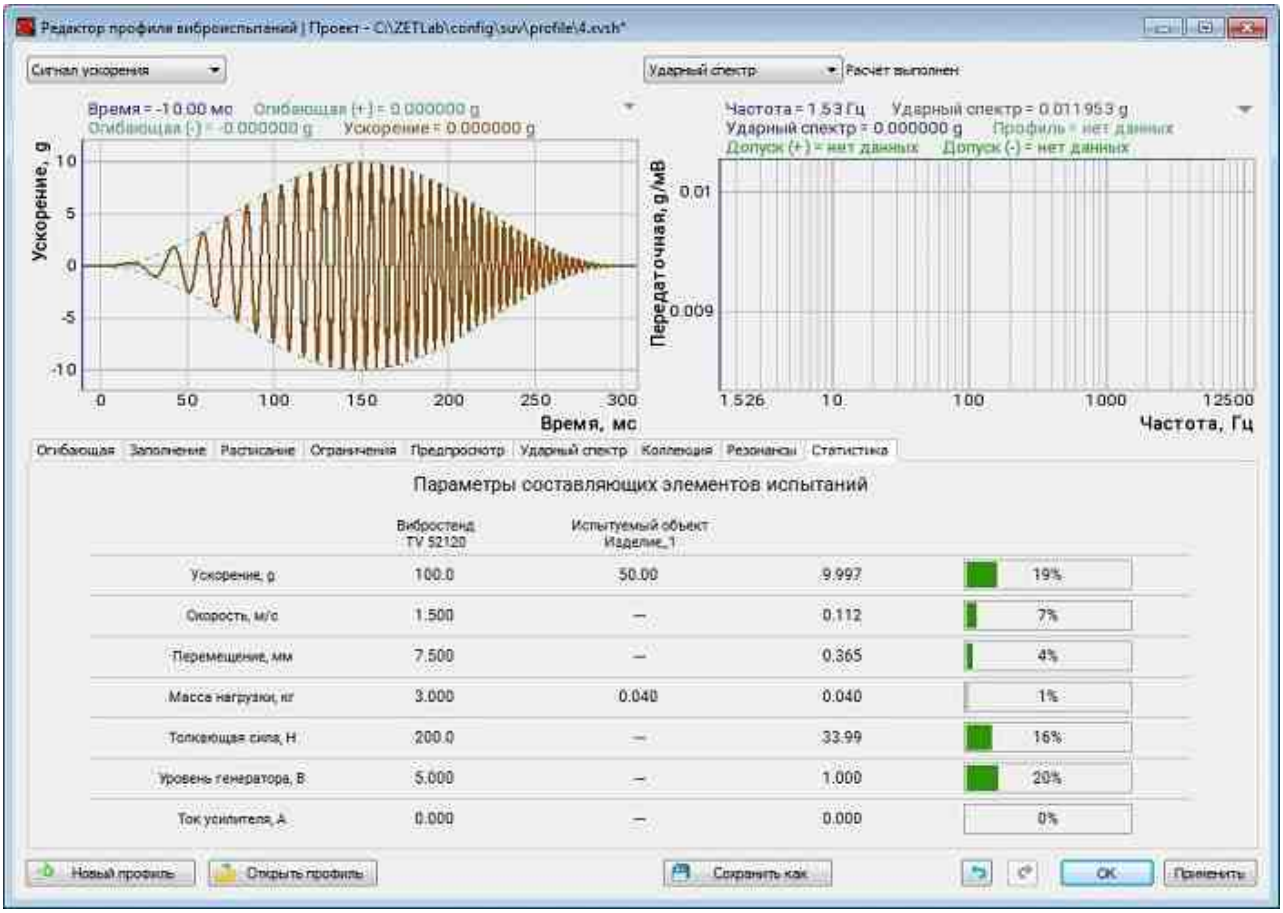


Рис. 12.10 Окно «Редактор профиля», вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании выставленных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний.

Сохранение и загрузка профилей испытаний .....

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - Виброудар», необходимо активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактирование профиля - Виброудар» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытания необходимо в окне программы «Редактирование профиля - Виброудар» активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 12.11*).



Рис. 12.11 Панель для сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 12.12*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего, активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «*Редактирование профиля - Виброудар*».*

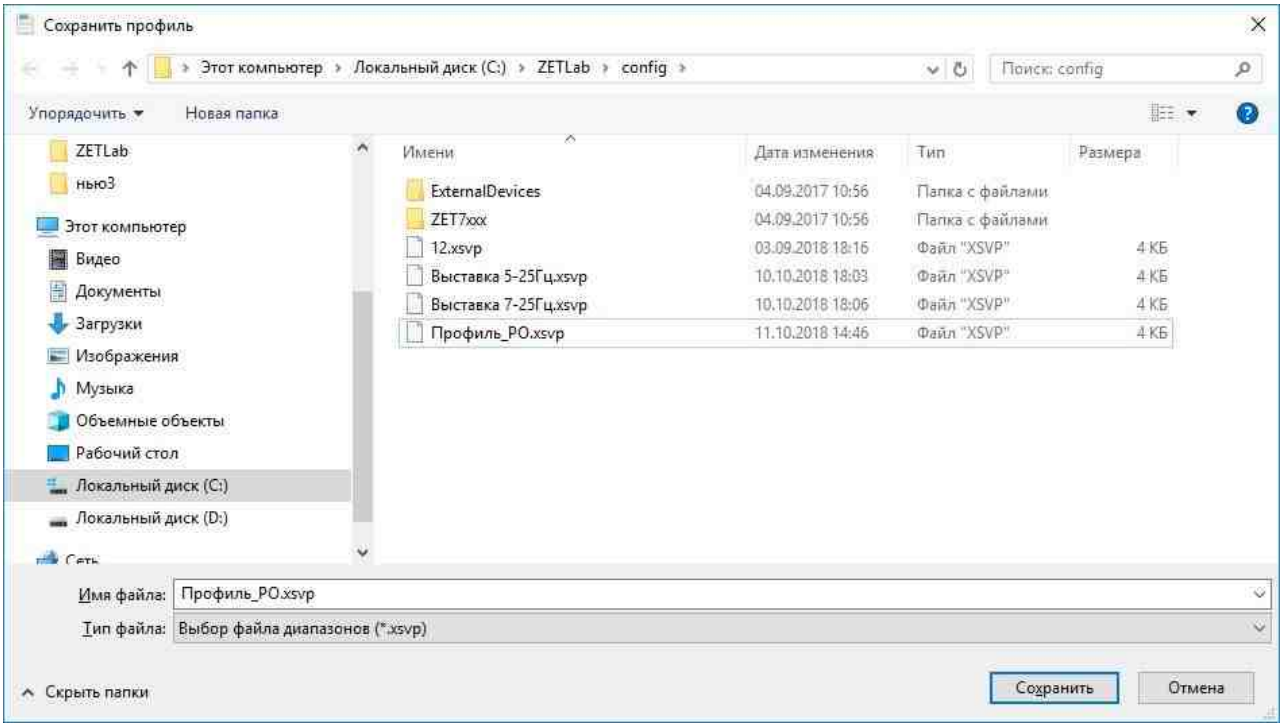


Рис. 12.12 Папка сохранения профиля испытаний

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 12.13*).



Рис. 12.13 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 12.14*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и активировать кнопку *«Открыть»*.

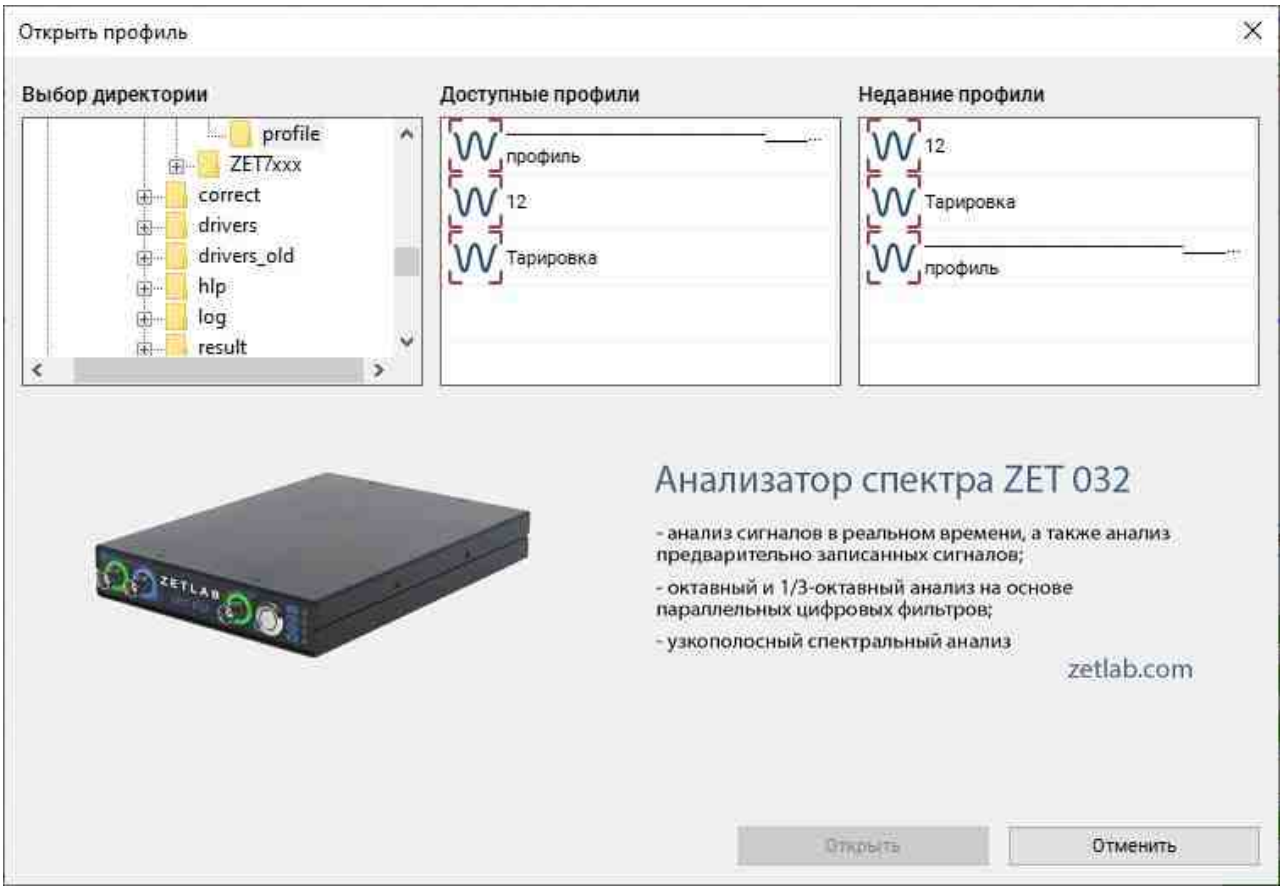


Рис. 12.14 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 12.15*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).



Рис. 12.15 Панель для создания нового профиля

Ошибки и предупреждения профиля .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Широкополосная вибрация".

Ошибка сохранения профиля.

Загружен профиль по умолчанию.

Пояснения не требуются.

Необходимо либо уменьшить время записи, либо освободить место на жестком диске, где расположена папка "Результаты обработки".

Проведение испытаний .....

В центре окна программы находится координатная сетка с графиками. Во время проведения виброиспытаний на ней отображаются графики ускорения последнего зафиксированного удара, минимальный допуск и максимальный допуск.

Справа вверху находится поле «Интегральные параметры», которое содержит индикаторы текущего состояния виброиспытаний (длительность, скорость, перемещение), а также значения параметров испытаний, заданных в профиле испытания.

Справа внизу находится поле «Время», которое содержит счётчики ударов и счётчики времени. Счётчики «Общее» показывает общую продолжительность виброиспытаний и количество ударов. Счётчики «На уровне» показывает прошедшее с начала испытаний время и количество ударов. Счётчики «Осталось» показывает оставшееся время и количество ударов. Виброиспытания автоматически завершаются, когда счётчик «На уровне» достигнет значения «Общего количество ударов».

В нижний части программы «Виброудар» отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой. После запуска программы в журнале событий должна отобразиться информация о успешной загрузке файла предтеста (*Рис. 12.16*).

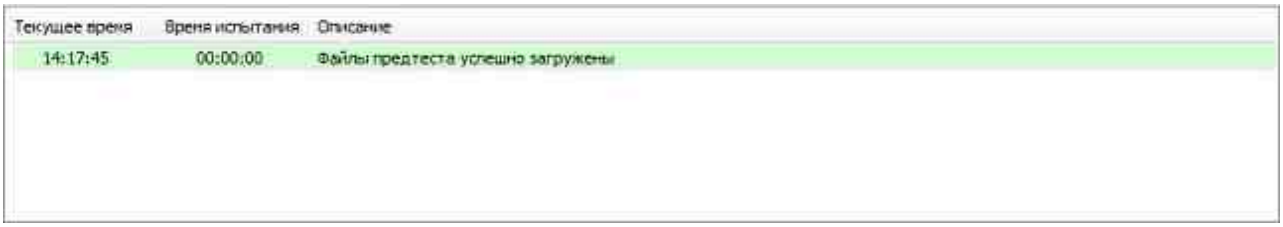


Рис. 12.16 Журнал событий

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 12.17*).



Рис. 12.17 Меня управления виброиспытаниями

Для начала виброиспытаний необходимо активировать кнопку «Старт». Для остановки испытаний в произвольный момент времени необходимо активировать кнопку «Стоп». Для временной остановки испытаний необходимо активировать кнопку «Пауза», для возобновления испытаний – кнопку «Старт».

Нажатие кнопки «Запись» запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ.

Просмотр записанных сигналов производится в программе «Галерея сигналов» из меню «Отображение панели ZETLAB» (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора).

После чего активировать «Старт» программа начнёт проводить виброиспытания, о чём будет сообщено в журнале событий (*Рис. 12.18*).

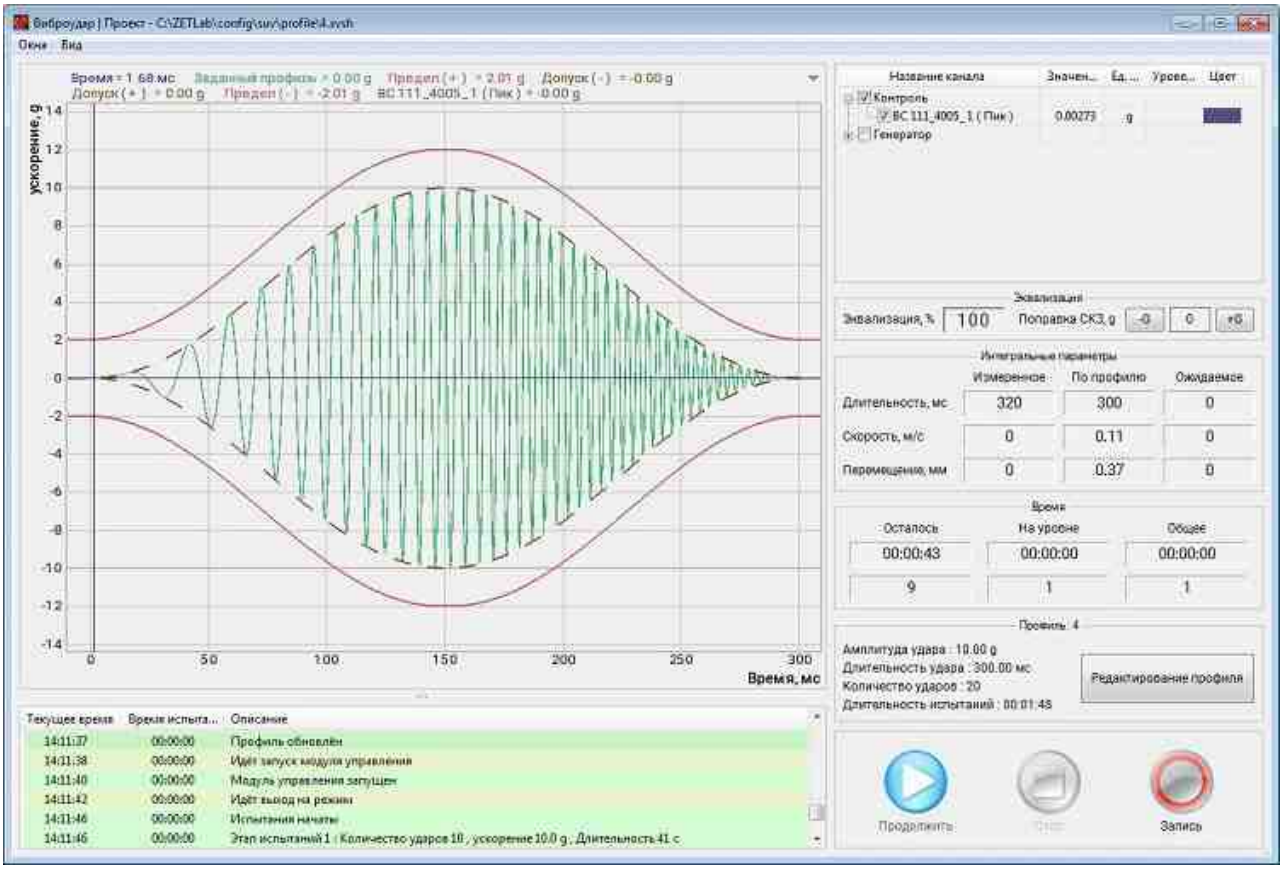


Рис. 12.18 Окно программы «Виброудар»

Для отображения измерительного канала на графике следует выбрать его из списка каналов, расположенного в правой части окна программы (*Рис. 12.19*). В состав данного списка входят все измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из типов контроля за испытаниями («Контроль», «Слежение», «Обзор»). В одной строке с измерительным каналом также отображается информация о текущем ускорении и интегральном уровне загрузки по данному каналу.

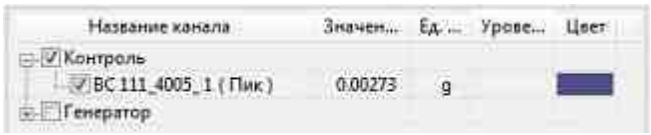


Рис. 12.19 Меня выбора каналов для отображения на графике

При проведении испытаний, в случае выхода значения контрольного канала за допустимые пределы, установленные на вкладке «Контроль», в журнале событий должна отобразиться информация о выходе значения за установленный предел, при этом испытания будут остановлены. Поверх всех запущенных программ отобразится окно с предложением

«становить виброиспытания» и вариантами ответов – «Остановить» и «Продолжить» (*Рис. 12.20*).

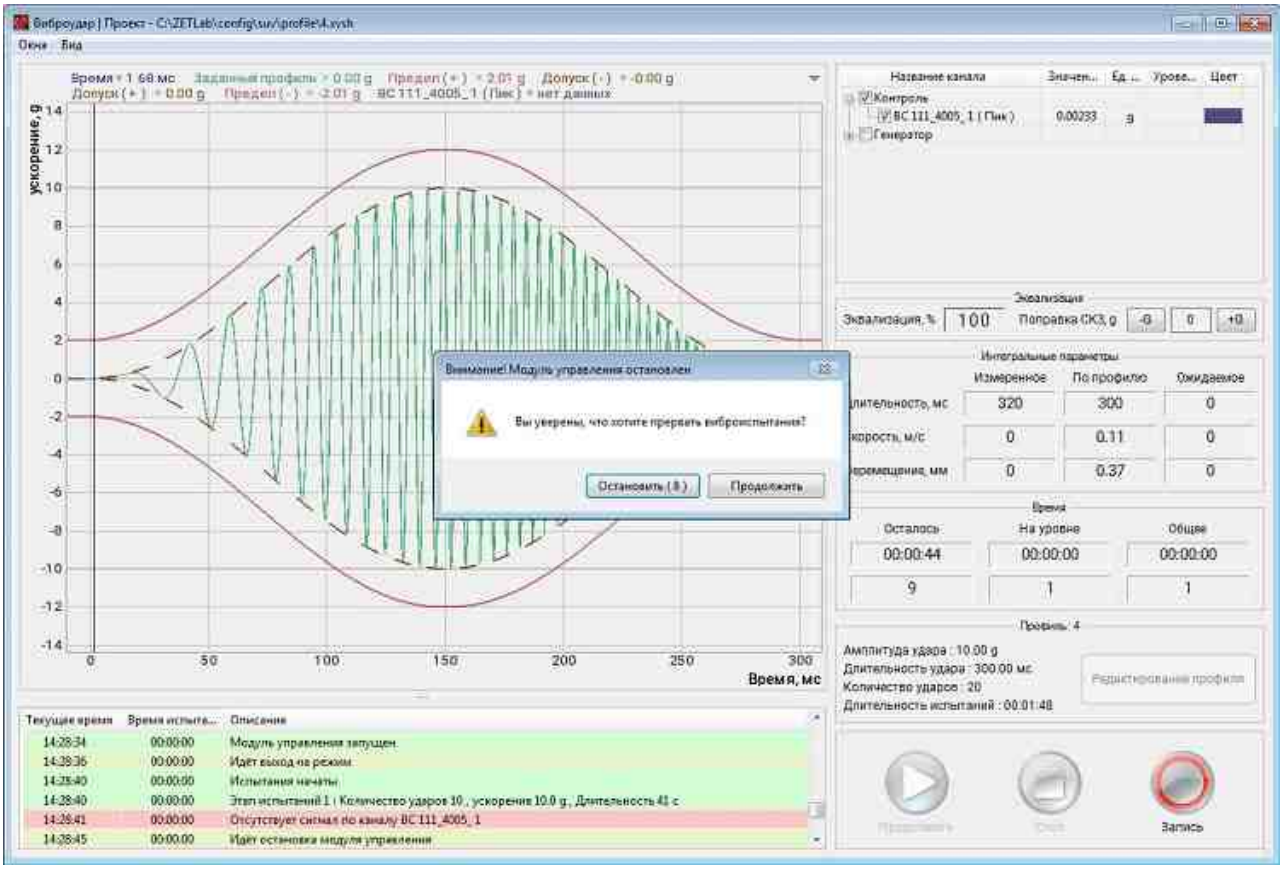


Рис. 12.20 Остановка виброиспытаний

Во время проведения испытаний существует возможность в режиме реального времени отслеживать изменение состояния испытуемого изделия в точке (точках) установки контрольного канала.

Дополнительные графики .....

Для этого из меню «Окна» следует запустить программу «Дополнительные графики» (*Рис. 12.21*).

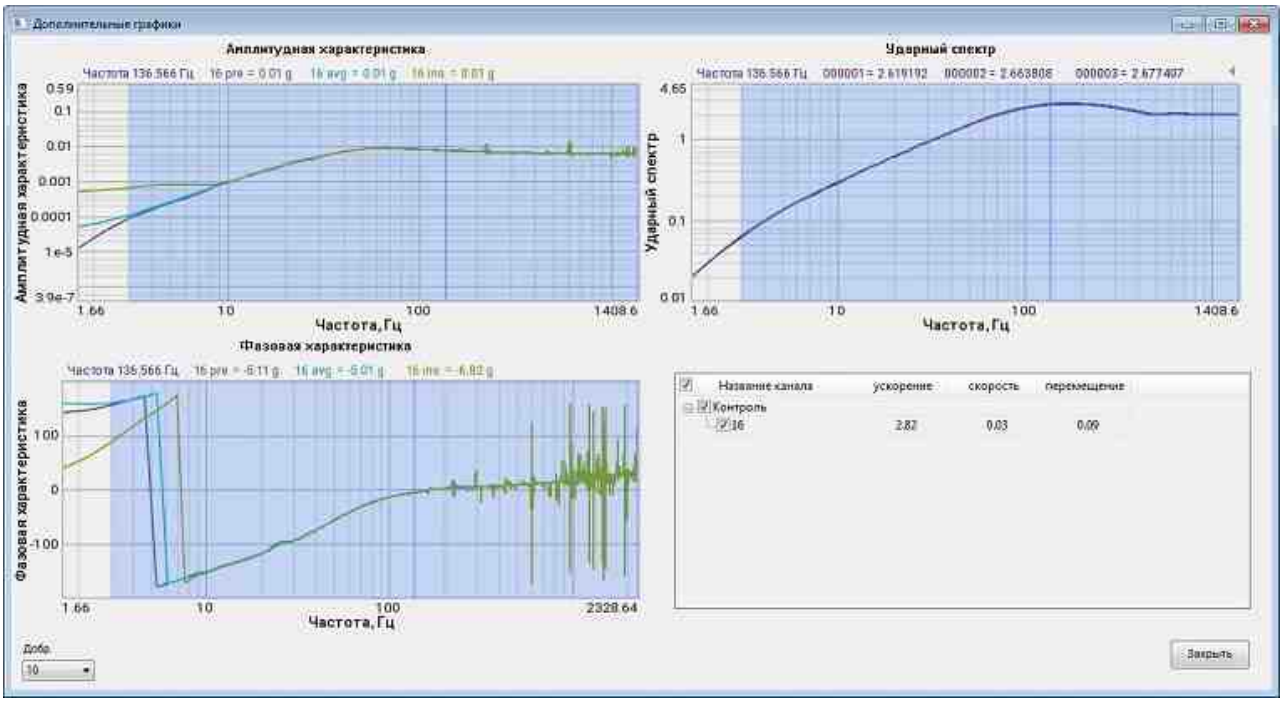


Рис. 12.21 Окно программы «Дополнительные графики»

На графиках «Амплитудная характеристика», «Фазовая характеристика» и «Ударный спектр» (SRS) в окне программы «Дополнительные графики» отображаются текущие значения параметров спектра по выбранным каналам, а также графики параметров спектра, сформированных по результатам прохождения предтеста, что позволяет легко наблюдать за тенденцией изменений в процессе проведения испытаний.

Самописец сигналов .....

Для отображения информации о временной реализации параметров сигналов необходимо запустить программу «Самописец» из меню «Окна» программы «Виброудар». В

открывшемся окне «Самописец» (*Рис. 12.22*) будет отображаться информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

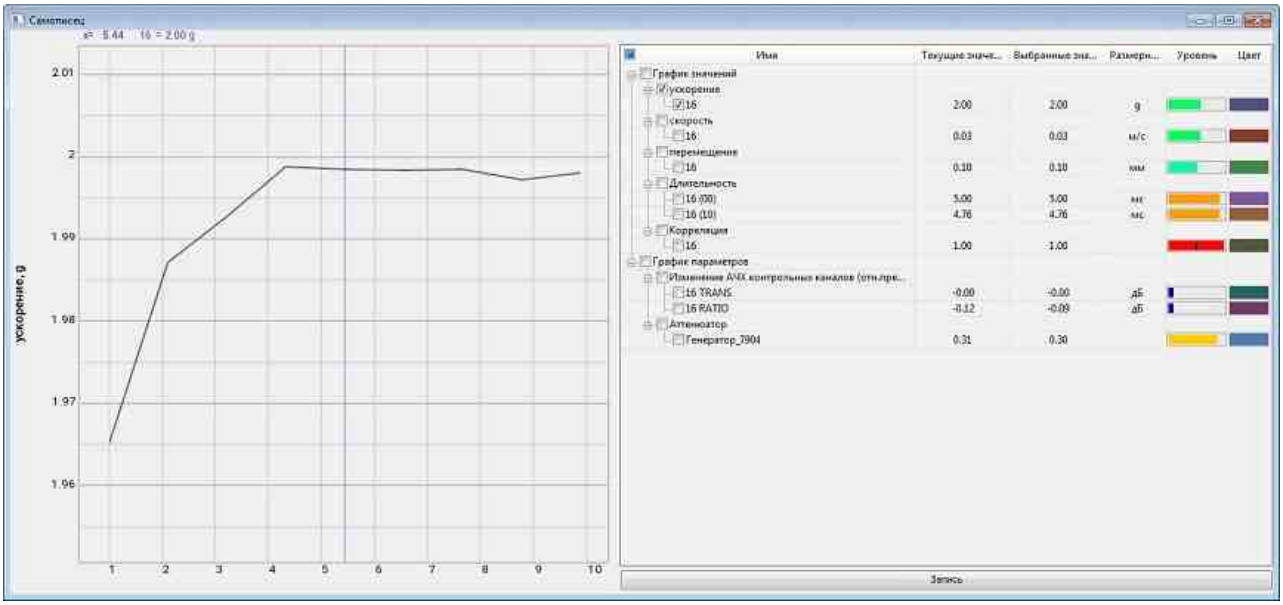


Рис. 12.22 Окно программы «Самописец»

В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. Для сохранения показаний самописца необходимо активировать на кнопку «Запись». Сохраняется только выбранные графики, которые можно просмотреть программой Просмотр результатов».

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту **info@zetlab.com** заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Отчет .....

Для сохранения отчёта необходимо запустить программу «Отчёт» из меню «Окна» программы «Виброудар». В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчёта и указать директорию его сохранения и  активировать кнопку «Сохранить» (*Рис. 12.23*).

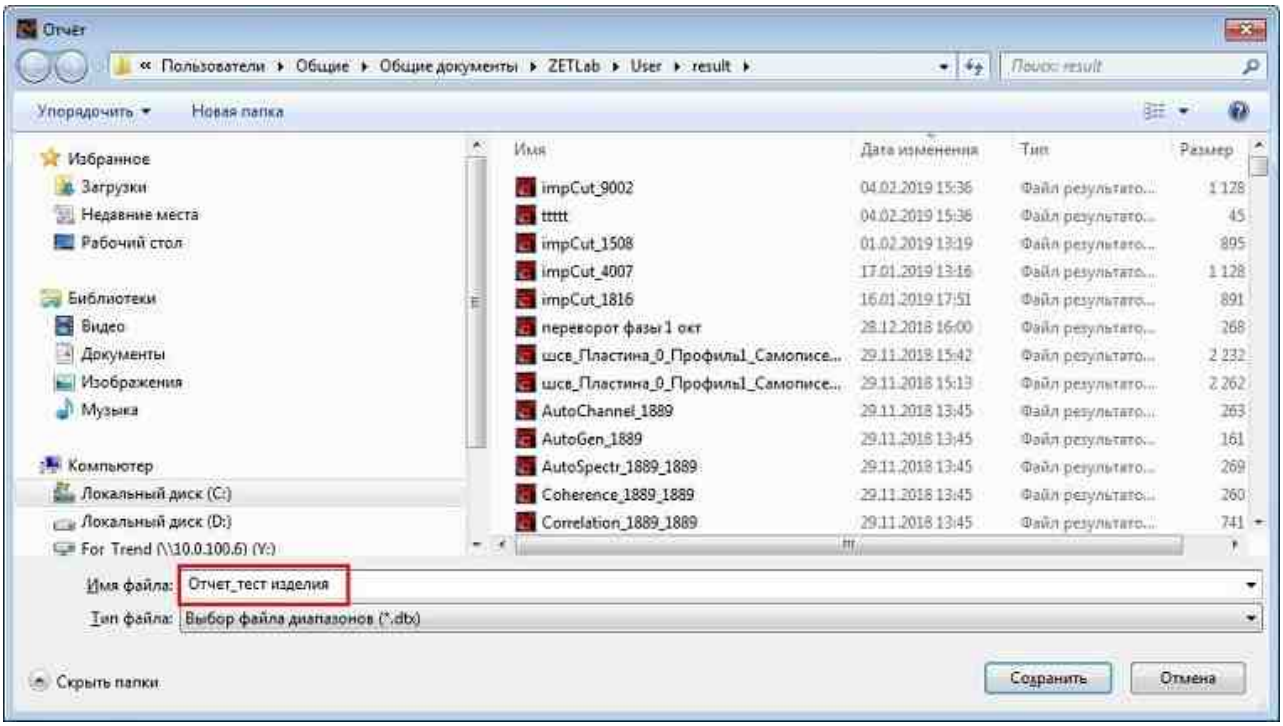


Рис. 12.23 Сохранение файла отчёта по виброиспытаниям

Просмотр файла отчёта осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо щелкнуть по файлу правой клавишей мыши и выбрать из контекстного меню «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 12.24*).

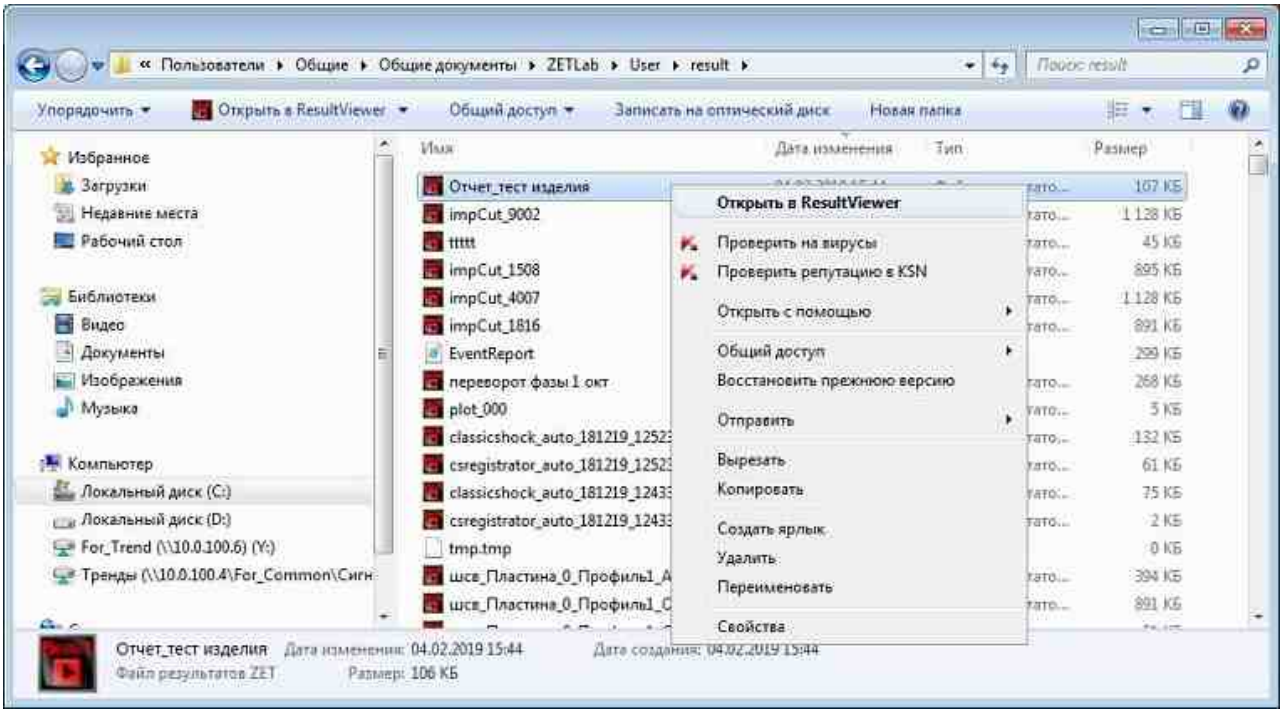


Рис. 12.24 Просмотр файла отчёта по виброиспытаниям

Ошибки и предупреждения .....

В данном разделе содержится перечень возможных ошибок и предупреждений, вызванных в программе "Виброудар".

Удержание резонанса .....

Описание программы находится в разработке.

Описание программы .....

Описание программы находится в разработке.

Сохранение отчетов .....

Оглавление:

Введение

Автоматизированное сохранение отчетов

Пример файла отчёта для программы «Гармоническая вибрация»

Сохранение результатов испытаний

Введение .....

Введение

Программное обеспечение “Система управления виброиспытаниями” ZETLAB (далее СУВ ZETLAB) имеет очень полезную функцию.

Все программы СУВ ZETLAB автоматически по окончанию испытаний сохраняют отчёты и дополнительную информацию, сопутствующую испытанию: профили, сигналы, настройки и прочее. Что позволяет не только легко отчитываться об успешно проведённых испытаниях, но и анализировать прерванные по каким-то причинам испытания.

Для правильной работы функции автоматического сохранения отчётов необходимо правильно настроить параметры. Так как программы не знают заранее чем они будут управлять, какое оборудование будет задействовано, какие у них ограничения и т.д., то всю эту информацию нужно указать в соответствующих программах для настройки. Обратитесь к разделам (5…7) для ознакомления с правилами настройки параметров.

Чтобы перейти к результатам испытаний, на панели СУВ активируйте ссылку «Результаты испытаний». В этой папке находятся папки на все виды виброиспытаний, которые проводились в текущий день, папки с результатами предтеста и посттеста, а также файл с параметрами испытуемого изделия.

Папки с названиями видов испытаний содержат разную информацию о проводимых испытаниях. Информация сгруппирована в разные папки для удобства использования. Каждая из программ сохраняет в индивидуальную папку следующие файлы:

“additionalWindow” - содержит графики амплитудных и фазовых частотных характеристик, графики нелинейных искажений или ударных спектров в зависимости от вида испытаний;

“configurationFile” - содержит копии файлов с параметрами предтеста, пройдённого перед началом испытания, а также копии файлов с параметрами соответствующих видов испытаний;

“log_file” - содержит лог файл со всеми сообщениями, которые программы пишут в журнал;

“profile” - содержит копии всех профилей, с которыми запускались испытания;

recorder - содержит графики самописца;

“recordingSignals” - содержит записи сигналов, сделанные во время испытаний - либо в течении всего испытания, либо последние 10 секунд перед остановкой;

“resonanseAnalysis” - содержит файлы с результатами измерения резонансов;

“resultOfTheTest” - содержит графики с результатами испытаний.

Автоматизированное сохранение отчетов .....

Автоматизированное сохранение отчетов

Результаты по проведенным испытаниям могут быть сохранены по команде оператора в файл отчёта автоматически для тех параметров, которые включены в шаблон отчета.

Для каждого вида испытаний существуют готовые шаблоны, выполненные в виде файлов формата «rtf»:

- «Гармоническая вибрация» – файл «sinus_report_example.rtf»;
- «Широкополосная случайная вибрация» - файл «noise_report_example. rtf»;
- «Классический удар» и «Виброудар» - файл «shock_report_example.rtf»;
- «Тарировка» - файл «graduation_report.rtf».

Шаблон отчёта указывает программному обеспечению в какой последовательности (в каких частях файла) будет располагаться выбранная для сохранения информация по проведенным испытаниям. Перечень сохраняемой информации определяется списком параметров, указанных в отчете.

Пример шаблона отчёта для испытаний на гармоническую вибрацию выполненный в форме протокола приведен в главе 13.2.

Шаблон отчёта представляет из себя текстовую информацию и метки, определяющие расположение параметров в отчете. Основная часть параметров, передаваемых в отчет, выполняется из окна программы «Параметры изделия» (*Рис. 13.1*).

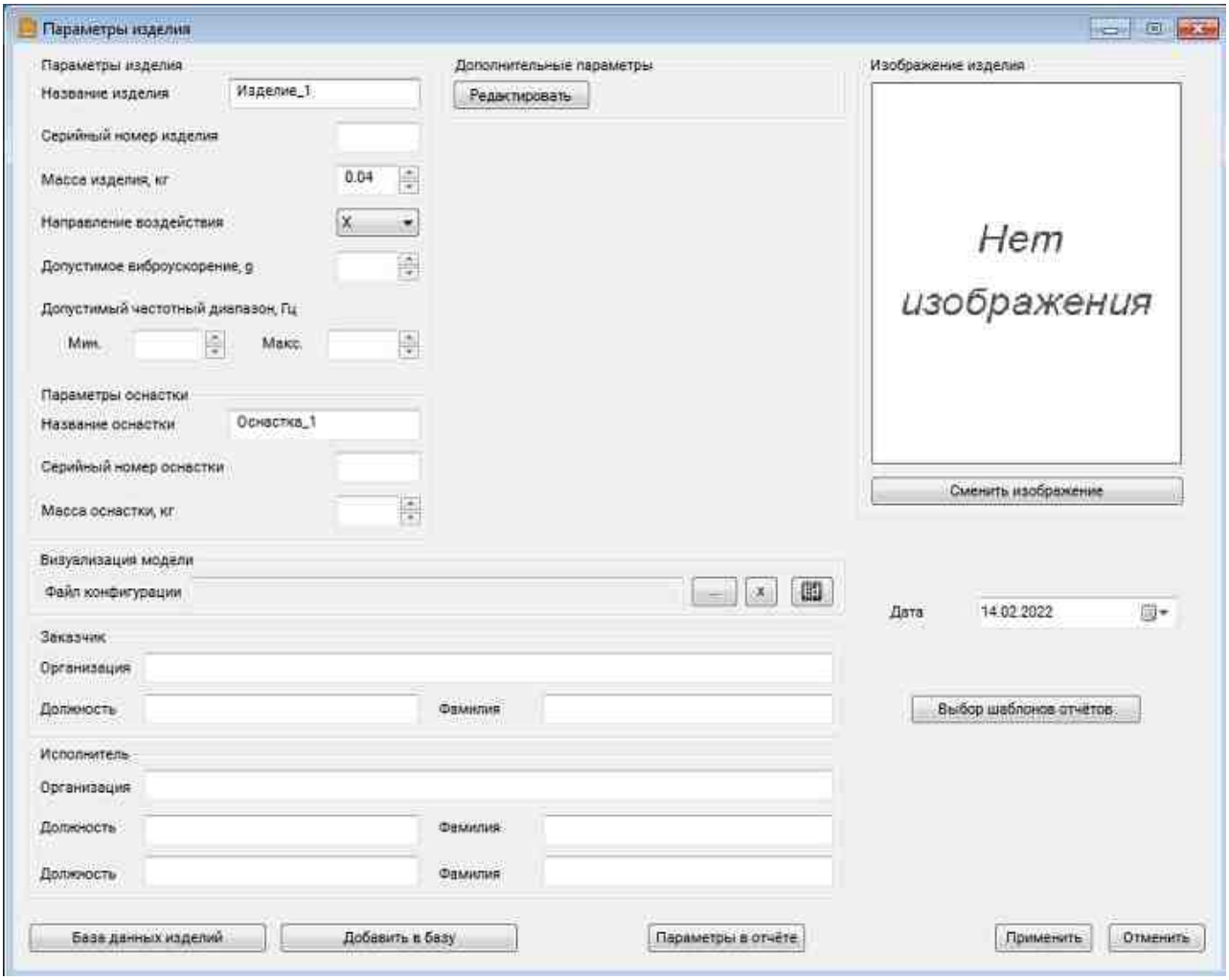


Рис. 13.1 Окно программы «Параметры изделия»

При необходимости пользователь может создавать шаблоны файлов отчёта в удобной для себя форме, откорректировав состав и порядок сохраняемых в файле отчете параметров.

Активация кнопки «Параметры в отчете» в окне программы «Параметры изделия» (Рис. 13.1) позволяет визуализировать наименования меток (Рис. 13.2).

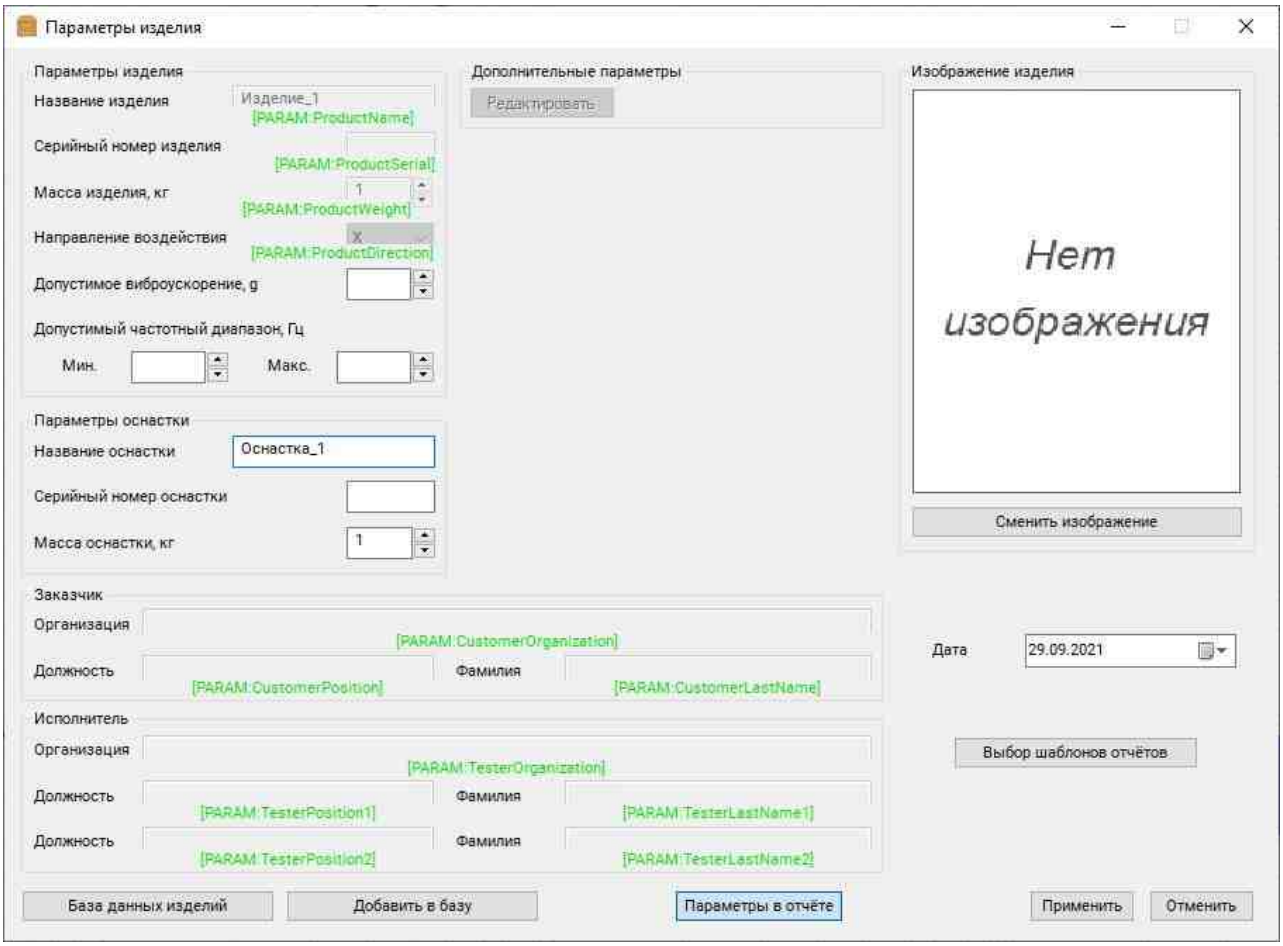


Рис. 13.2 Окно программы «Параметры изделия» с визуализацией меток

Примечание: *если ссылка на подготовленный файл шаблона не выполнена, то при автоматизированном сохранении отчёта будет применен шаблон по умолчанию*

После подготовки требуемых шаблонов файлов отчёта программному обеспечению СУВ необходимо определить на них ссылку. Для этого в окне программы «Параметры изделия» (*Рис. 13.1*) необходимо активировать кнопку «Выбор шаблонов отчета» и в окне программы (*Рис. 13.3*) в полях (по соответствующим видам испытаний) указать места расположения подготовленных шаблонов файлов отчета.

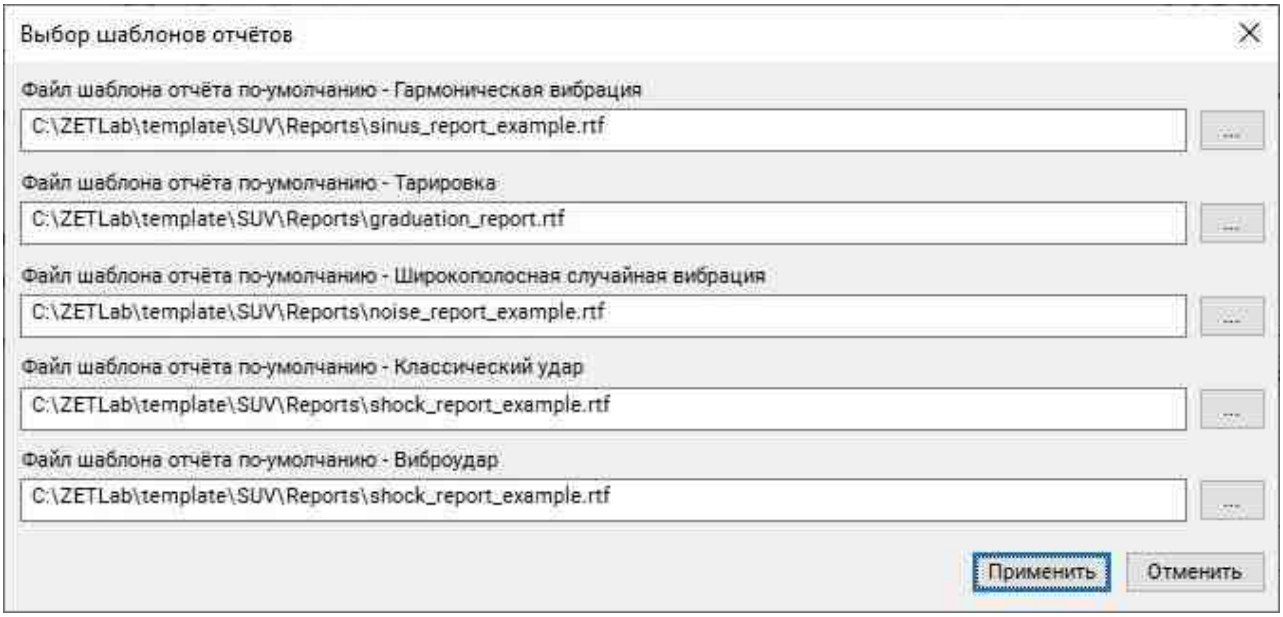


Рис. 13.3 Окно «Выбор шаблонов отчетов»

Для сохранения отчёта результатов испытаний (после их проведения) необходимо в соответствующем виду испытаний окне программы в разделе «Окна» активировать поле «Отчёт» (*Рис. 13.4*).

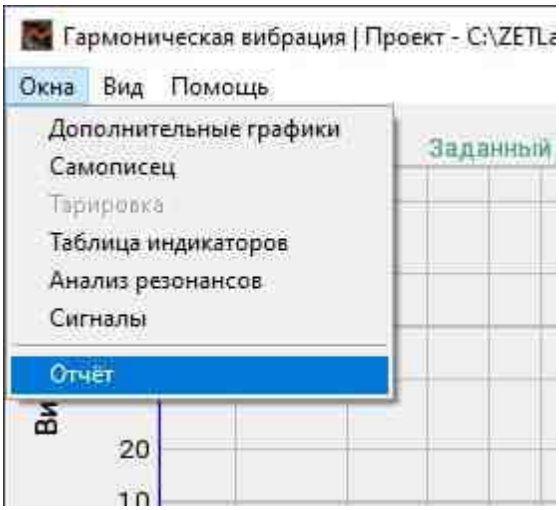


Рис. 13.4 Список раздела «Окна» окна «Гармоническая вибрация»

В окне «Сохранить файл отчета» (*Рис. 13.5*) выбрать директорию и указать имя для файла сохраняемого отчета, после чего активировать «Сохранить».

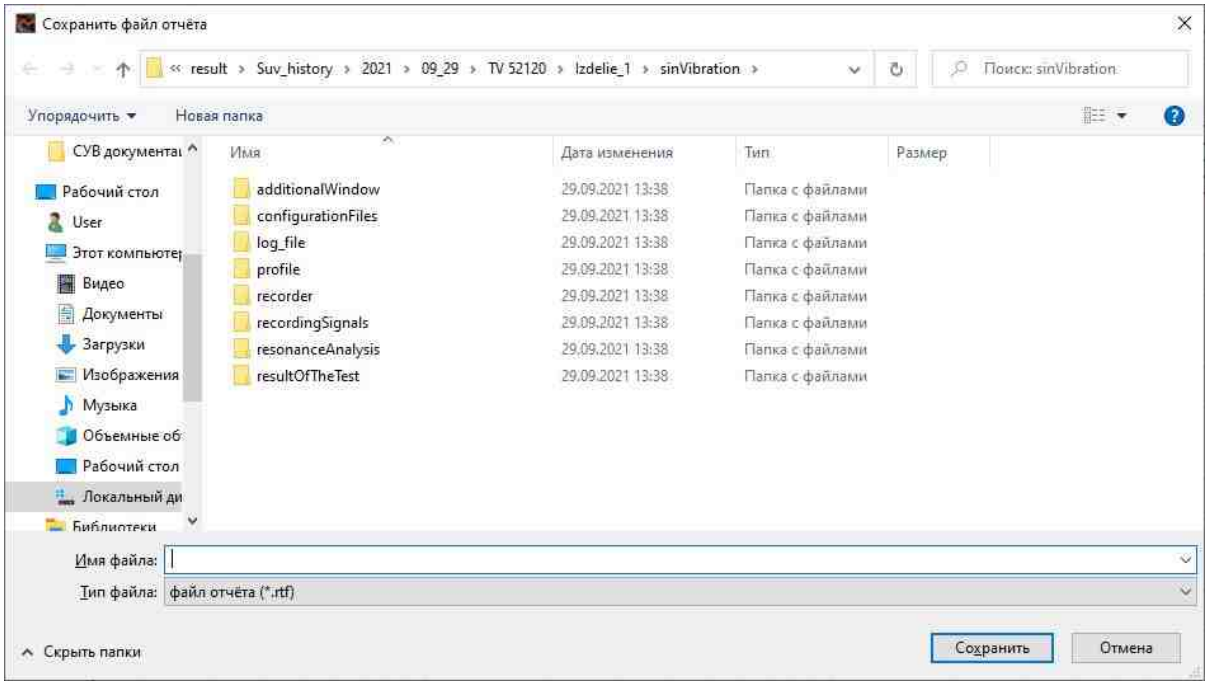


Рис. 13.5 Просмотр файла отчёта по виброиспытаниям

Пример файла отчета для программы «Гармоническая вибрация» .....

Пример файла отчёта для программы «Гармоническая вибрация»

В данном разделе приведен файл отчёта (выполненный в виде протокола испытаний) формируемый по умолчанию для сохранения результатов испытаний в программе «Гармоническая вибрация»

Протокол испытаний на воздействие вибрации

[PARAM:TestType]

Дата проведения испытаний
Начало испытаний - [PARAM:TestStartDate] [PARAM:TestStartTime]
Конец испытаний - [PARAM:TestEndDate] [PARAM:TestEndTime]
[PARAM:TestDate] [PARAM:TestTime]

Дата формирования отчёта
[PARAM:ReportDate] [PARAM:ReportTime]

Вибростенд

[PARAM:ShakerName] [PARAM:ShakerSerial]

Испытуемое изделие
[PARAM:ProductName] [PARAM:ProductSerial]
масса - [PARAM:ProductWeight]
направление воздействия - [PARAM:ProductDirection]
[PARAM:ExtraDescr1]: [PARAM:ExtraValue1]
[PARAM:ExtraDescr2]: [PARAM:ExtraValue2]
[PARAM:ExtraDescr3]: [PARAM:ExtraValue3]
[PARAM:ExtraDescr4]: [PARAM:ExtraValue4]
[PARAM:ExtraDescr5]: [PARAM:ExtraValue5]
[PARAM:ExtraDescr6]: [PARAM:ExtraValue6]
[PARAM:ExtraDescr7]: [PARAM:ExtraValue7]
[PARAM:ExtraDescr8]: [PARAM:ExtraValue8]
[PARAM:ExtraDescr9]: [PARAM:ExtraValue9]
[PARAM:ExtraDescr10]: [PARAM:ExtraValue10]

Контроллеры
[PARAM:Device1Name] [PARAM:Device2Name] [PARAM:Device3Name] [PARAM:Device4Name]

Датчики
[PARAM:Channel1Name] [PARAM:Channel1Sensitivity] [PARAM:Channel1MaxLevel]
[PARAM:Channel2Name] [PARAM:Channel2Sensitivity] [PARAM:Channel2MaxLevel]
[PARAM:Channel3Name] [PARAM:Channel3Sensitivity] [PARAM:Channel3MaxLevel]
[PARAM:Channel4Name] [PARAM:Channel4Sensitivity] [PARAM:Channel4MaxLevel]

Профиль испытаний
Общая длительность испытаний - [PARAM:TotalDuration]
Максимальное ускорение - [PARAM:MaxAcceleration]
Максимальная скорость - [PARAM:MaxVelocity]
Максимальное перемещение - [PARAM:MaxDisplacement]
Частотный диапазон - [PARAM:FrequencyBand]
[TABLE:Profile,Velocity,Displacement,Type,Rate,Duration]

Расписание испытаний
[TABLE:Schedule]

Результат испытаний
Длительность испытаний - [PARAM:TestDuration]
Максимальное ускорение по контрольному каналу - [PARAM:ControlAcceleration]
Максимальная скорость по контрольному каналу - [PARAM:ControlVelocity]
Максимальное перемещение по контрольному каналу - [PARAM:ControlDisplacement]
Количество колебаний - задано [PARAM:OscillationsSet] , выполнено [PARAM:OscillationsDone]

[GRAPH:Profile]
[GRAPH:Recorder1,xsize=960,ysize=540,autoscale]
[GRAPH:Recorder2,xsize=960,ysize=540,autoscale]

Заказчик испытаний
[PARAM:CustomerOrganization]
[PARAM:CustomerLastName], [PARAM:CustomerPosition] _____

Исполнитель испытаний
[PARAM:TesterOrganization]
[PARAM:TesterLastName1], [PARAM:TesterPosition1] _____

[PARAM:TesterLastName2], [PARAM:TesterPosition2] _____

Сохранение результатов испытаний .....

Сохранение результатов испытаний

При проведении испытаний основные результаты регистрируется программой, соответствующей виду проводимых испытаний, но дополнительно в регистрации информации задействованы и другие программы такие как: «Дополнительные графики»; «Самописец»; «Запись сигналов».

Каждая из программ при проведении испытаний сохраняет зарегистрированную информацию в файлах автоматически без участия оператора,

Для доступа к зарегистрированной информации на панели СУВ (*Рис. 13.6*) следует активировать «Результаты испытаний» при этом будет открыто окно с директориями (*Рис. 13.7*) в которых расположены результаты последних испытаний.

Зарегистрированной информацией в ручном режиме (путем копирования) можно сформировать либо дополнить протокол или отчет о выполненных испытаниях.

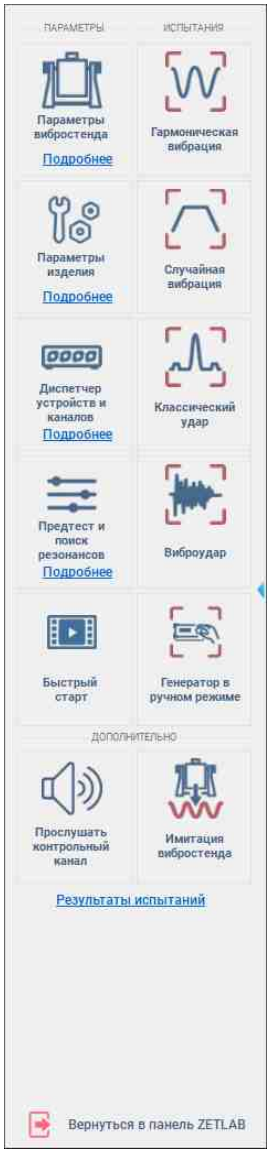


Рис. 13.6 Панель СУВ

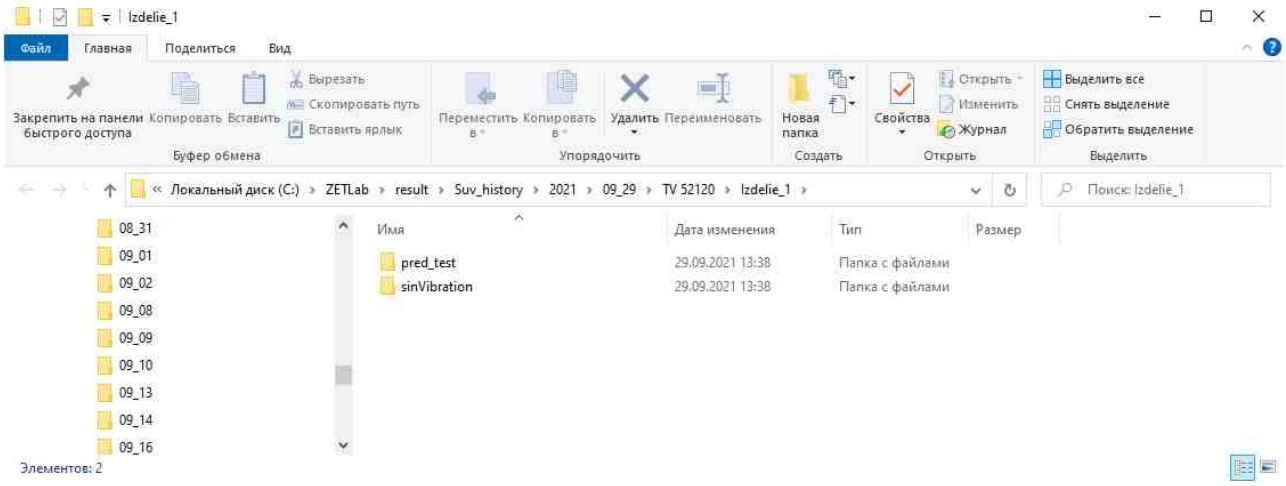


Рис. 13.7 Окно с директориями

Для сохранения файлов каждая из программ формирует соответствующие им директории: «Предтест» – директорию «pred_test», «Гармоническая вибрация» – директорию «sinVibration», «Широкополосная случайная вибрация» - директорию «widebandnose», «Классический удар» - директорию «shock», Виброудар – директорию «vibroshock».

В ***Табл. 13.1*** приведены наименования файлов (и состав регистрируемой в них информации) создаваемых программой «Предтест», а в таблице ***Табл. 13.2*** – программами проведения испытаний («Гармоническая вибрация», «Широкополосная случайная вибрация», «Классический удар» и «Виброудар»).

Табл. 13.1 Состав информации регистрируемой при работе программы «Предтест» (директория «pred_test»)

Наименование файла	Формат файла	Состав регистрируемой информации
AutoChannel_yyyy_xxxx	dtx	Графики автоспектров сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy» рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
AutoGen_xxxx	dtx	График автоспектра канала управления (генератора)
AutoSpectr_ yyyy_xxxx	dtx	Графики автоспектров шума на измерительных каналах устройства номер «yyyy» рассчитанные относительно шума на канале управления (генератора) устройства номер «xxxx»
Coherence_ yyyy_xxxx	dtx	Графики когерентности сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
controlParameters	cfg	Параметры задействованных устройств и измерительных каналов в составе СУВ
Correlation_ yyyy_xxxx	dtx	Графики корреляции сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно канала сигнала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx
Impulse_ yyyy_xxxx	dtx	Графики импульсных характеристик сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy»,

		рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
Phase_ yyyy_xxxx	dtx	Графики фазовых характеристик сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
Thd_ yyyy_xxxx	dtx	Графики нелинейных искажений сигналов с измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные с учетом шума относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
Transition_ yyyy_xxxx	dtx	Графики передаточных характеристик измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
TransitionHi_ yyyy_xxxx	dtx	Графики обратной передаточной характеристики измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные по импульсной характеристике относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
TransitionHv_ yyyy_xxxx	dtx	Графики передаточных характеристик Hv измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»
vSpectr_cplx_ yyyy_xxxx	dtx	Графики комплексных взаимных спектров измерительных каналов устройства номер «yyyy», рассчитанные относительно сигнала канала управления (генератора), сформированного от устройства номер «xxxx»

Табл. 13.2 Состав регистрируемой в файлах информации в зависимости от программ испытаний

Наименование файла	Формат файла	Программа испытанний	Состав регистрируемой информации
Поддиректория «additionalWindow»			
Нелинейные искажения_чч-мм-сс	dtx	Синус, ШСВ	Графики уровней нелинейных искажений, рассчитанных по сигналам с измерительных каналов.
Передаточная_чч-мм-сс	dtx	Синус, ШСВ	График передаточных характеристик, рассчитанных по сигналам с измерительных каналов относительно канала управления
Фаза_чч-мм-сс	dtx	Синус, ШСВ	Графики фазовых сигналов, рассчитанных относительно канала управления
Амплитудная характеристика_чч-мм-сс	dtx	Удар	
Импульсная характеристика_ чч-мм-сс	dtx	Удар	
Ударный спектр_ чч-мм-сс	dtx	Удар	
ускорение_чч-мм-сс	dtx	Удар	
Фазовая характеристика_чч-мм-сс	dtx	Удар	
Поддиректория «configurationFiles»			
controlParameters_чч-мм-сс	cfg	Синус, ШСВ	Параметры задействованных устройств и измерительных каналов в составе СУВ
pidRegulator_чч-мм-сс	cfg	Синус	Значения настроек параметров ПИД-регулятора
Поддиректория «log_file»			
SinVibration	log	Синус	Журнал сообщений сформированных при проведении испытаний
widebandnoise	log	ШСВ	

ClassicShock	log	Удар	
vibroshock	log	Виброудар	
Поддиректория «profile» в директории «sinVibration»			
name_чч-мм-сс	xsvp	Синус	Файл профиля испытания, где «name» - имя профиля испытаний
	xwbn	ШСВ	
	xshk	Удар	
	xvsh	Виброудар	
Поддиректория «recorder»			
name_чч-мм-сс_1	dtx	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Графики из группы номер 1 (верхнее окно графиков) программы «Самописец», где «name» - имя профиля испытаний
name_чч-мм-сс_2	dtx	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Графики из группы номер 2 (нижнее окно графиков) программы «Самописец», где «name» - имя профиля испытаний
поддиректория «recorderSignals»/ sГГММДД_ЧЧММСС			
inf1	txt	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Информация о средствах проведения испытаний
sigxxxx	ana	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Бинарный файл исходного зарегистрированного сигнала по измерительному каналу с порядковым номером «xxxx»
sigxxxx	anp	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Описатель параметров измерительного канала с порядковым номером «xxxx»
sigxxxx	xml	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Параметры измерительного канала с порядковым номером «xxxx»
поддиректория «resultOfTheTest»			
name_чч-мм-сс	dtx	Синус, ШСВ, Удар, Виброудар	Графики с результатами по профилю испытания, где «name» - имя профиля испытаний

Система управления несколькими вибростендами .....

Оглавление

Система управления несколькими вибростендами

Система управления установкой из двух вибростендов

Система управления установкой из трёх вибростендов

Система управления установкой из четырех вибростендов

Система управления установкой из двух вибростендов .....

Система на базе контроллеров ZET 028 с синхронным управлением многокомпонентной вибрационной установкой в составе двух вибростендов; 16 измерительных каналов.

Основные режимы управления испытаниями:

- синусоидальная вибрация с постоянной частотой или развёрткой частоты (Sine);
- поиск и удержание резонанса (RSTD);
- случайная широкополосная вибрация (ШСВ) с контролируемой формой спектра (Random);
- наложение синусоидальных вибраций на ШСВ (Sine-on-Random);
- наложение узкополосных случайных вибраций на ШСВ (Random-on-Random);
- наложение синусоидальных вибраций на синусоидальную вибрацию (Sine-on-Sine);
- наложение синусоидальных вибраций и ШСВ на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random);
- классический удар (Shock);
- виброудар;
- имитация стрелково-пушечного воздействия;
- синтезированный импульс с заданным спектром ударного отклика (SRS);
- задаваемый пользователем импульс (TTH);
- режим воспроизведения полевых (записанных) данных (FDR);
- спектр усталостного повреждения (FDS);
- контроль эксцесса (Kurtosion);
- устранение нежелательных резонансов (Notching);

- пост обработка сигналов.

Совместимы со всеми типами электродинамических вибростендов различных фирм-производителей, а также с сервогидравлическими вибростендами.

Идеально подходят для многостендового параллельного тестирования MESA (Multiple Exciter, Single Axis) при испытаниях негабаритных протяженных изделий.

Работа вибростендов может быть организована как в фазе, так и в противофазе.

ОПИСАНИЕ

систем управления двумя вибростендами

Системы управления двумя вибростендами представляют собой аппаратно-программный комплекс на базе двух 8-канальных контроллеров ZET 028, которые осуществляют приём, усиление и преобразование аналогового сигнала вибропреобразователей, подачу напряжения на усилитель мощности вибростенда, регистрацию параметров текущего состояния процесса испытаний и корректировку управляющего сигнала через схему обратной связи. Контроллеры осуществляют спектральный анализ на базе преобразования Фурье и БИХ фильтров.

Управление режимами работы и регистрация измеренных параметров осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения ZETLAB. Информация о параметрах вибрации отображается на внешних устройствах в удобном и интуитивно понятном виде. ПО ZETLAB способно самостоятельно решать ряд частных задач по управлению виброиспытаниями (например, выбор подходящего контрольного датчика, основываясь на анализе статистических характеристик), тем самым упрощая работу оператора.

Системы управления используются совместно с электродинамическими вибростендами для проведения большого спектра виброиспытаний и позволяют осуществлять одновременное управление 2 вибрационными генераторами в синхронной или асинхронном режиме, зачастую синхронизируются с использованием одного и того же профиля испытаний. Синхронизация модулей реализована на уровне PTP*.

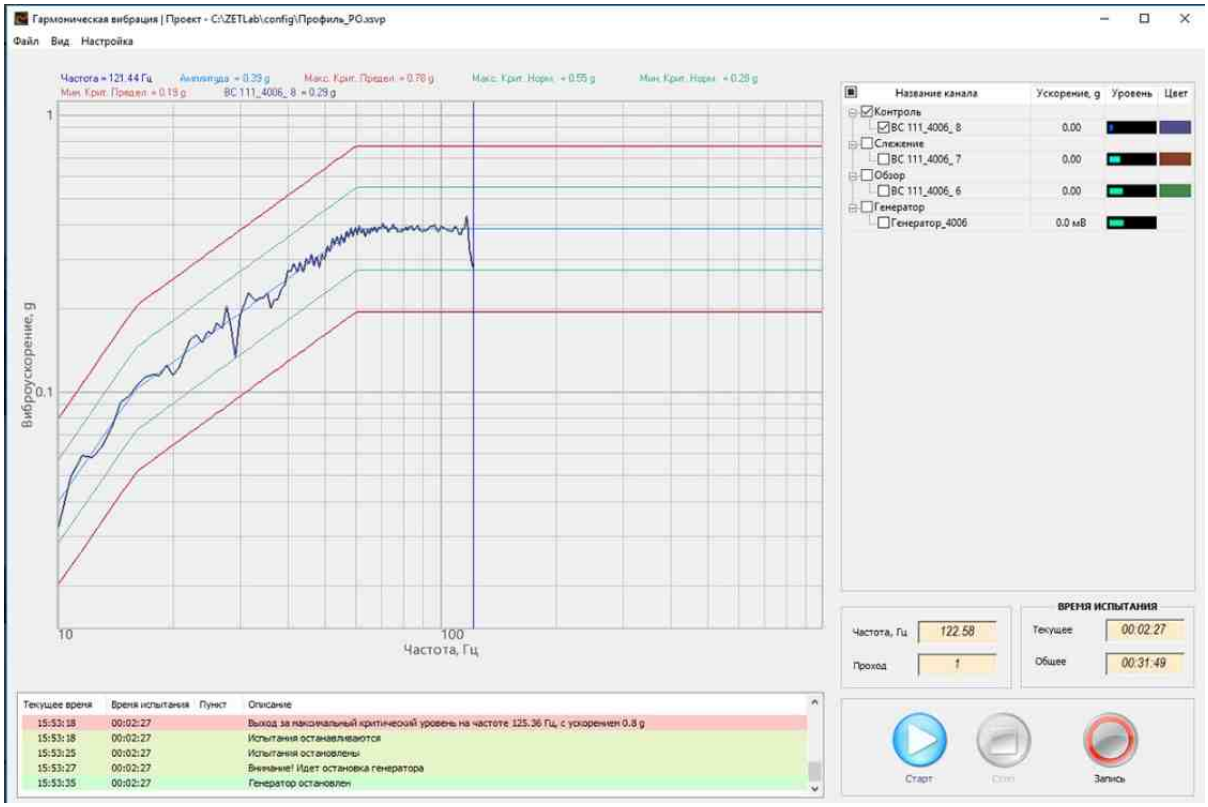
Входные каналы систем работают с различными типами датчиков: вибропреобразователи со встроенным преобразователем заряда; виброметры с выходным сигналом по напряжению; датчики со стандартным токовым выходом от 4 до 20 мА; велосиметры; датчики виброперемещения, преобразователи перемещения, датчики деформации (тензорезистивные датчики), датчики силы, датчики звукового давления, в том числе имеющие интерфейс TEDS.

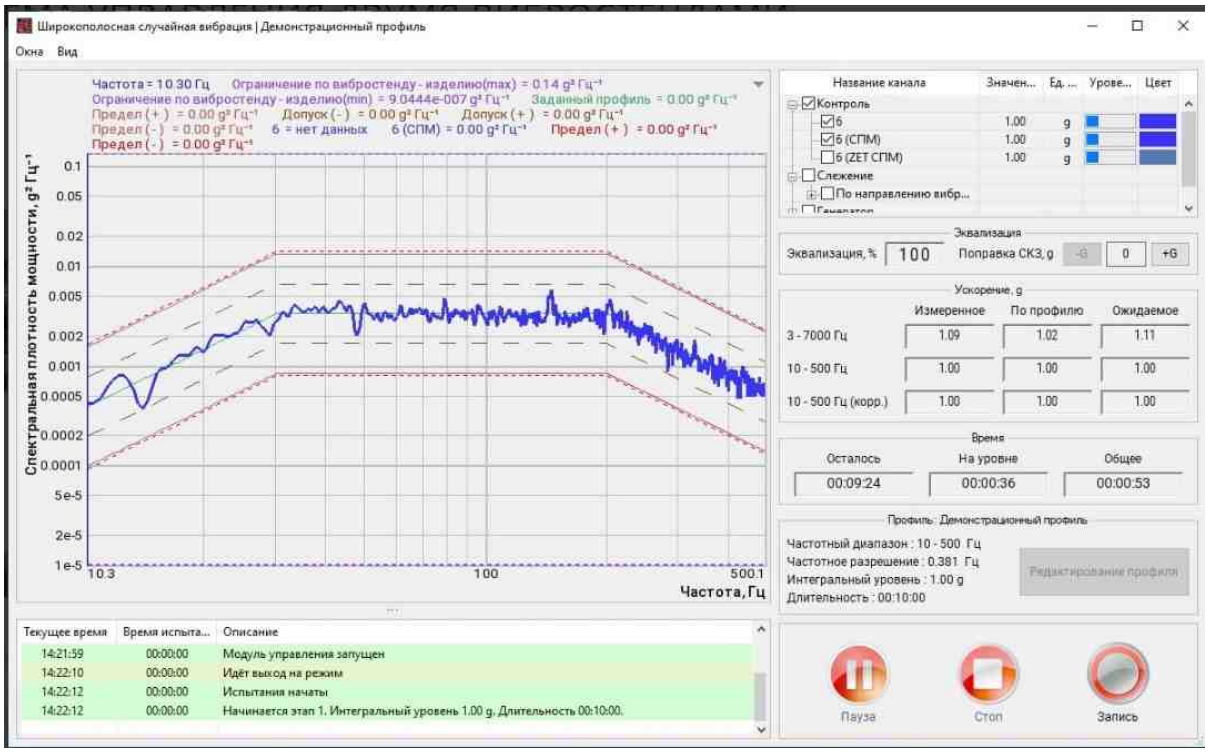
Системы управления обеспечивают контроль тока и напряжения усилителя мощности виброгенератора для встроенной системы безопасности.

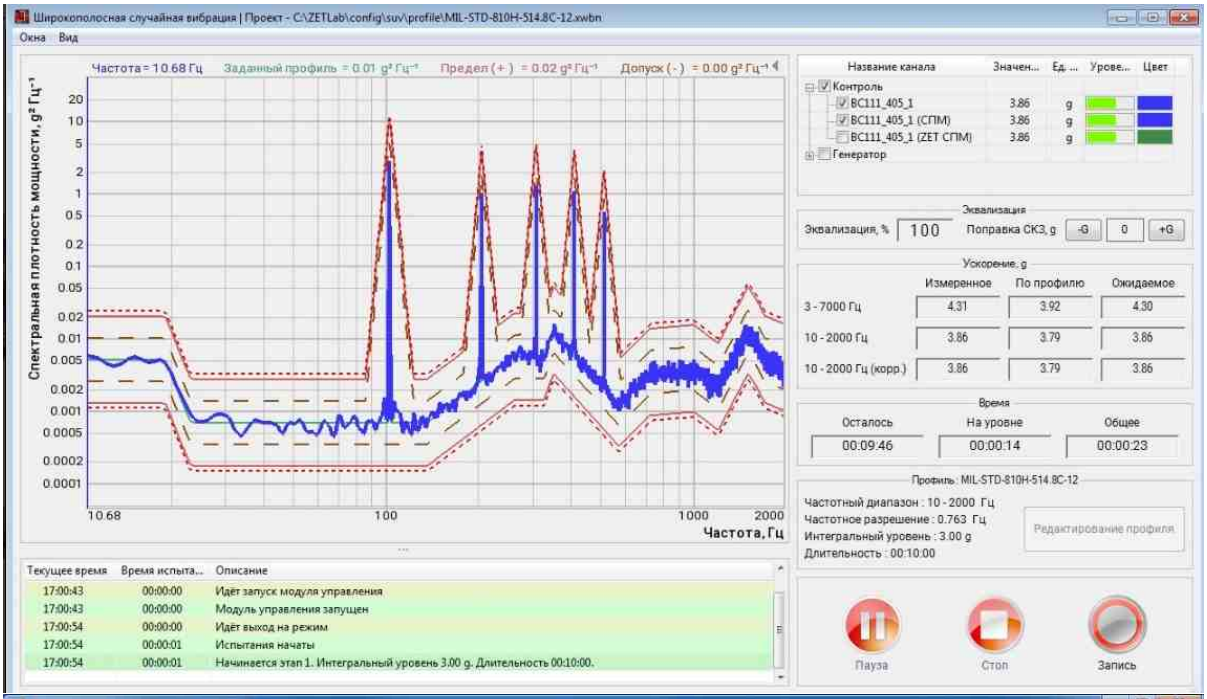
** Протокол синхронизации может работать через разные сетевые протоколы (уровни OSI), например, через UDP (уровень 4) или прямой Ethernet (уровень 2). Синхронизация времени между устройствами возможна только при условии использования одного и того же сетевого уровня.*

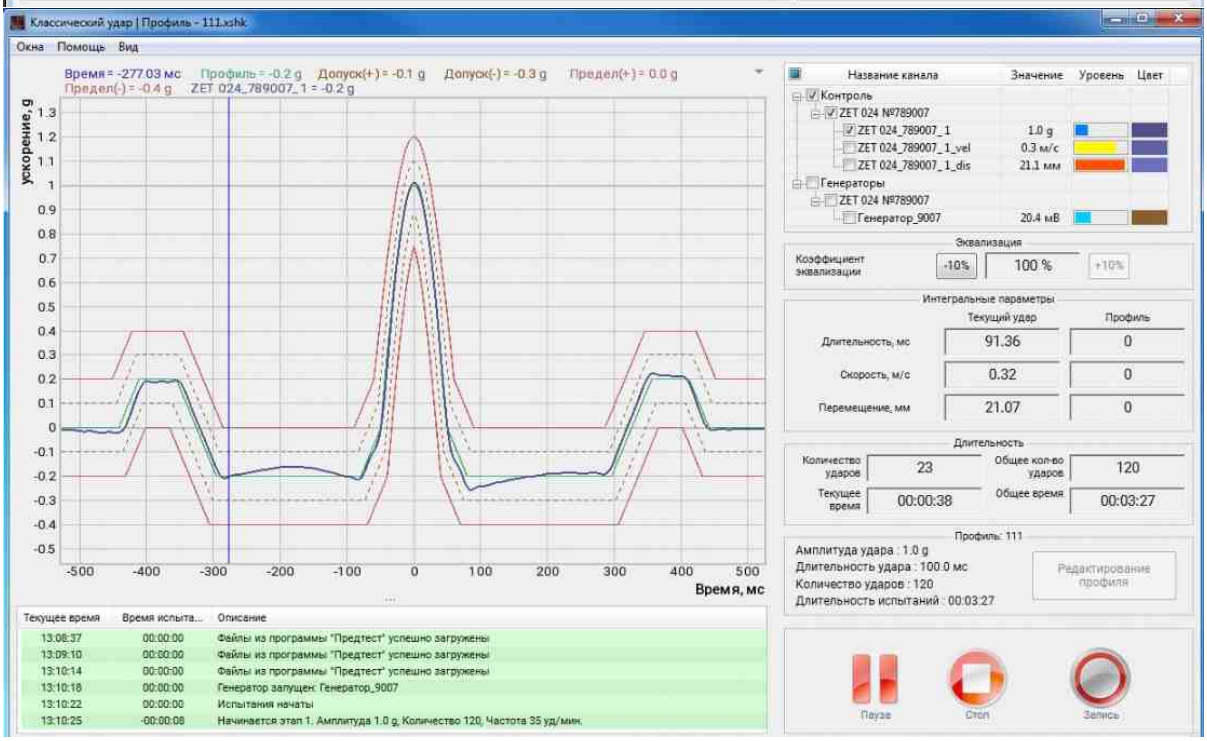





Гармоническая вибрация | Проект - C:\ZETLab\config\Профиль_PO.xsvp
Файл Вид Настройка
Частота = 121.44 Гц Амплитуда = 0.29 g Макс. Крит. Предел. = 0.78 g Макс. Крит. Норм. = 0.55 g Мин. Крит. Норм. = 0.28 g
Мин. Крит. Предел. = 0.15 g BC 111_4006_8 = 0.29 g
Виброускорение, g
Частота, Гц
Название канала
Ускорение, g
Уровень
Цвет
Контроль
BC 111_4006_8
Слежение
BC 111_4006_7
Обзор
BC 111_4006_6
Генератор
Генератор_4006
ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ
Частота, Гц
122.58
Проход
Текущее
00:02:27
Общее
00:31:49
Текущее время
Время испытания
Пункт
Описание
15:53:18 00:02:27 Выход за максимальный критический уровень на частоте 125.36 Гц, с ускорением 0.8 g
15:53:18 00:02:27 Испытания останавливаются
15:53:25 00:02:27 Испытания остановлены
15:53:27 00:02:27 Внимание! Идет остановка генератора
15:53:35 00:02:27 Генератор остановлен
Старт
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Демонстрационный профиль
Окна Вид
Частота = 10.30 Гц Ограничение по вибростенду - изделию(max) = 0.14 g² Гц⁻¹
Ограничение по вибростенду - изделию(min) = 9.0444e-007 g² Гц⁻¹ Заданный профиль = 0.00 g² Гц⁻¹
Предел (+) = 0.00 g² Гц⁻¹ Допуск (-) = 0.00 g² Гц⁻¹ Допуск (+) = 0.00 g² Гц⁻¹
Предел (-) = 0.00 g² Гц⁻¹ б = нет данных б (СПМ) = 0.00 g² Гц⁻¹ Предел (+) = 0.00 g² Гц⁻¹
Предел (-) = 0.00 g² Гц⁻¹
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала
Значен...
Ед. ...
Урове...
Цвет
Контроль
б
б (СПМ)
б (ZET СПМ)
Слежение
По направлению вибр...
Эквализация
Эквализация, %
100
Поправка СКЗ, g
Ускорение, g
Измеренное
По профилю
Ожидаемое
3 - 7000 Гц 1.09 1.02 1.11
10 - 500 Гц 1.00 1.00 1.00
10 - 500 Гц (корр.) 1.00 1.00 1.00
Время
Осталось
На уровне
Общее
00:09:24
00:00:36
00:00:53
Профиль: Демонстрационный профиль
Частотный диапазон : 10 - 500 Гц
Частотное разрешение : 0.381 Гц
Интегральный уровень : 1.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Текущее время
Время испыта...
Описание
14:21:59 00:00:00 Модуль управления запущен
14:22:10 00:00:00 Идёт выход на режим
14:22:12 00:00:00 Испытания начаты
14:22:12 00:00:00 Начинается этап 1. Интегральный уровень 1.00 g. Длительность 00:10:00.
Пауза
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Проект – C:\ZETLab\config\suv\profile\MIL-STD-810H-514.8C-12.xwbn
Окна Вид
Частота = 10.68 Гц Заданный профиль = 0.01 g² Гц⁻¹ Предел (+) = 0.02 g² Гц⁻¹ Допуск (-) = 0.00 g² Гц⁻¹
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала Значен... Ед. ... Урове... Цвет
Контроль
BC111_405_1 3.86 g
BC111_405_1 (СПМ) 3.86 g
BC111_405_1 (ZET СПМ) 3.86 g
Генератор
Эквализация
Эквализация, % 100
Поправка СКЗ, g -G 0 +G
Ускорение, g
Измеренное По профилю Ожидаемое
3 - 7000 Гц 4.31 3.92 4.30
10 - 2000 Гц 3.86 3.79 3.86
10 - 2000 Гц (корр.) 3.86 3.79 3.86
Время
Осталось На уровне Общее
00:09:46 00:00:14 00:00:23
Профиль: MIL-STD-810H-514.8C-12
Частотный диапазон : 10 - 2000 Гц
Частотное разрешение : 0.763 Гц
Интегральный уровень : 3.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
17:00:43 00:00:00 Идёт запуск модуля управления
17:00:43 00:00:00 Модуль управления запущен
17:00:54 00:00:00 Идёт выход на режим
17:00:54 00:00:01 Испытания начаты
17:00:54 00:00:01 Начинается этап 1. Интегральный уровень 3.00 g. Длительность 00:10:00.
Пауза Стоп Запись


Классический удар | Профиль - 111.xshk
Окна Помощь Вид
Время = -277.03 мс Профиль = -0.2 g Допуск(+) = -0.1 g Допуск(-) = -0.3 g Предел(+) = 0.0 g
Предел(-) = -0.4 g ZET 024_789007_1 = -0.2 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала Значение Уровень Цвет
Контроль
ZET 024 №789007
ZET 024_789007_1 1.0 g
ZET 024_789007_1_vel 0.3 м/с
ZET 024_789007_1_dis 21.1 мм
Генераторы
ZET 024 №789007
Генератор_9007 20.4 мВ
Эквализация
Коэффициент эквализации -10% 100 % +10%
Интегральные параметры
Текущий удар Профиль
Длительность, мс 91.36 0
Скорость, м/с 0.32 0
Перемещение, мм 21.07 0
Длительность
Количество ударов 23
Общее кол-во ударов 120
Текущее время 00:00:38
Общее время 00:03:27
Профиль: 111
Амплитуда удара : 1.0 g
Длительность удара : 100.0 мс
Количество ударов : 120
Длительность испытаний : 00:03:27
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
13:08:37 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:09:10 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:14 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:18 00:00:00 Генератор запущен: Генератор_9007
13:10:22 00:00:00 Испытания начаты
13:10:25 -00:00:08 Начинается этап 1. Амплитуда 1.0 g, Количество 120, Частота 35 уд/мин.
Пауза Стоп Запись


Виброудар | Профиль - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh
Окна Вид
Время = 12.45 мс Заданный профиль = -14.78 g Предел (+) = 60.85 g Допуск (-) = -31.10 g
Допуск (+) = 31.10 g Предел (-) = -60.85 g ZET 024_789007_1 (ускорение) = -15.38 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала
Контроль
ZET 024_789007_1 (уск... 52.9 g
ZET 024_789007_1 (ско... 1440 мм...
ZET 024_789007_1 (пер... 8.47 мм
Генератор
Эквализация
Эквализация, % 100
Поправка СКЗ, g -G 0 +G
Интегральные параметры
Измеренное По профилю Ожидаемое
Длительность, мс 176 200 0
Скорость, мм/с 1440 1500 0
Перемещение, мм 8.47 8.3 0
Время
Осталось На уровне Общее
01:23:11 00:00:11 00:00:11
9977 23 23
Профиль: test_trapeze_3
Амплитуда удара : 50.00 g
Длительность удара : 200.00 мс
Количество ударов : 10000
Длительность испытаний : 01:23:23
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
16:30:41 00:00:00 Модуль управления запущен
16:30:43 00:00:00 Идёт выход на режим
16:30:49 00:00:00 Испытания начаты
16:30:49 00:00:00 Этап испытаний 1 : Количество ударов 10000 , ускорение 50.0 g , Длительность 5000 с
Пауза
Стоп
Запись
Редактор профиля виброиспытаний | Проект - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh*
Сигнал ускорения
Ударный спектр
Расчёт выполнен
Время = 81.82 мс Огибающая (+) = 120.000000 g
Огибающая (-) = -120.000000 g Ускорение = 6.859400 g
Ускорение, g
Время, мс
Частота = 847.65 Гц Ударный спектр = 206.390350 g
Ударный спектр = 287.950684 g Профиль = 389.251160 g
Допуск (+) = 776.658203 g Допуск (-) = 195.087708 g
Ускорение, g
Частота, Гц
Огибающая Заполнение Расписание Параметры Ограничения Предпросмотр Ударный спектр Резонансы Статистика
Параметры расчёта и синтеза ударного спектра
10 Добротность
№ Частота, Гц Ускорение, g Допуск (+), дБ Допуск (-), дБ
1 30 3 6 6
2 50 5 6 6
3 100 15 6 6
4 200 40 6 6
5 500 175 6 6
6 1000 500 6 6
7 2000 500 6 6
8 5000 500 6 6
Добавить
Удалить
Новый профиль
Открыть профиль
Сохранить как
OK
Применить

Система управления установкой из трёх вибростендов .....

Система на базе контроллеров ZET 028 с синхронным управлением многокомпонентной вибрационной установкой в составе трех вибростендов; 24 измерительных канала.

Основные режимы управления испытаниями:

- синусоидальная вибрация с постоянной частотой или развёрткой частоты (Sine);
- поиск и удержание резонанса (RSTD);
- случайная широкополосная вибрация (ШСВ) с контролируемой формой спектра (Random);
- наложение синусоидальных вибраций на ШСВ (Sine-on-Random);
- наложение узкополосных случайных вибраций на ШСВ (Random-on-Random);
- наложение синусоидальных вибраций на синусоидальную вибрацию (Sine-on-Sine);
- наложение синусоидальных вибраций и ШСВ на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random);
- классический удар (Shock);
- виброудар;
- имитация стрелково-пушечного воздействия;
- синтезированный импульс с заданным спектром ударного отклика (SRS);
- задаваемый пользователем импульс (TTH);
- режим воспроизведения полевых (записанных) данных (FDR);
- спектр усталостного повреждения (FDS);
- контроль эксцесса (Kurtosion);
- устранение нежелательных резонансов (Notching);
- пост обработка сигналов.

Совместимы со всеми типами электродинамических вибростендов различных фирм-производителей, а также с сервогидравлическими вибростендами.

Идеально подходят для управления испытаниями на воздействия трёхосевой линейной вибрации MEMA (Multiple Exciter, Multiple Axis). Три вибростенда обеспечивают воздействие на тестируемый образец одновременно по ортогональным направлениям.



ОПИСАНИЕ

систем управления тремя вибростендами

Системы управления тремя вибростендами представляют собой аппаратно-программный комплекс на базе трех 8-канальных контроллеров ZET 028, которые осуществляют приём, усиление и преобразование аналогового сигнала вибропреобразователей, подачу напряжения на усилитель мощности вибростенда, регистрацию параметров текущего состояния процесса испытаний и корректировку управляющего сигнала через схему обратной связи. Контроллеры осуществляют спектральный анализ на базе преобразования Фурье и БИХ фильтров.

Управление режимами работы и регистрация измеренных параметров осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения ZETLAB. Информация о параметрах вибрации отображается на внешних устройствах в удобном и интуитивно понятном виде. ПО ZETLAB способно самостоятельно решать ряд частных задач по управлению виброиспытаниями (например, выбор подходящего контрольного датчика, основываясь на анализе статистических характеристик), тем самым упрощая работу оператора.

Системы управления используются совместно с электродинамическими вибростендами для проведения большого спектра виброиспытаний и позволяют осуществлять одновременное управление 3 вибрационными генераторами. Синхронизация модулей реализована на уровне PTP*.

Три вибростенда обеспечивают воздействие на тестируемый образец одновременно по ортогональным направлениям. Данная модификация системы позволяет уменьшать время тестирования, за счет проведения одного испытания вместо трех последовательных по

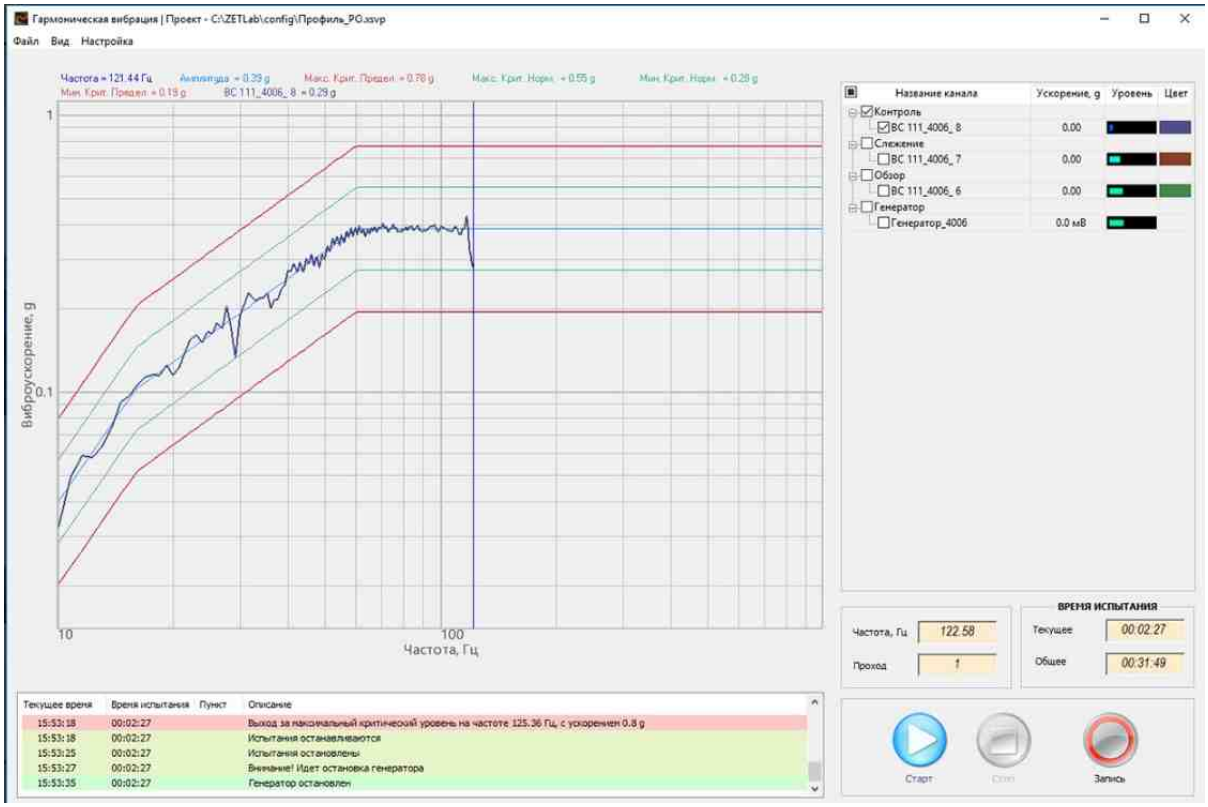
каждой оси. А также даёт возможность проведения испытаний в соответствии с требованиями стандарта MIL-STD-810G (метод 527) и испытаний аэрокосмических, военных и автомобильных компонентов навигации.

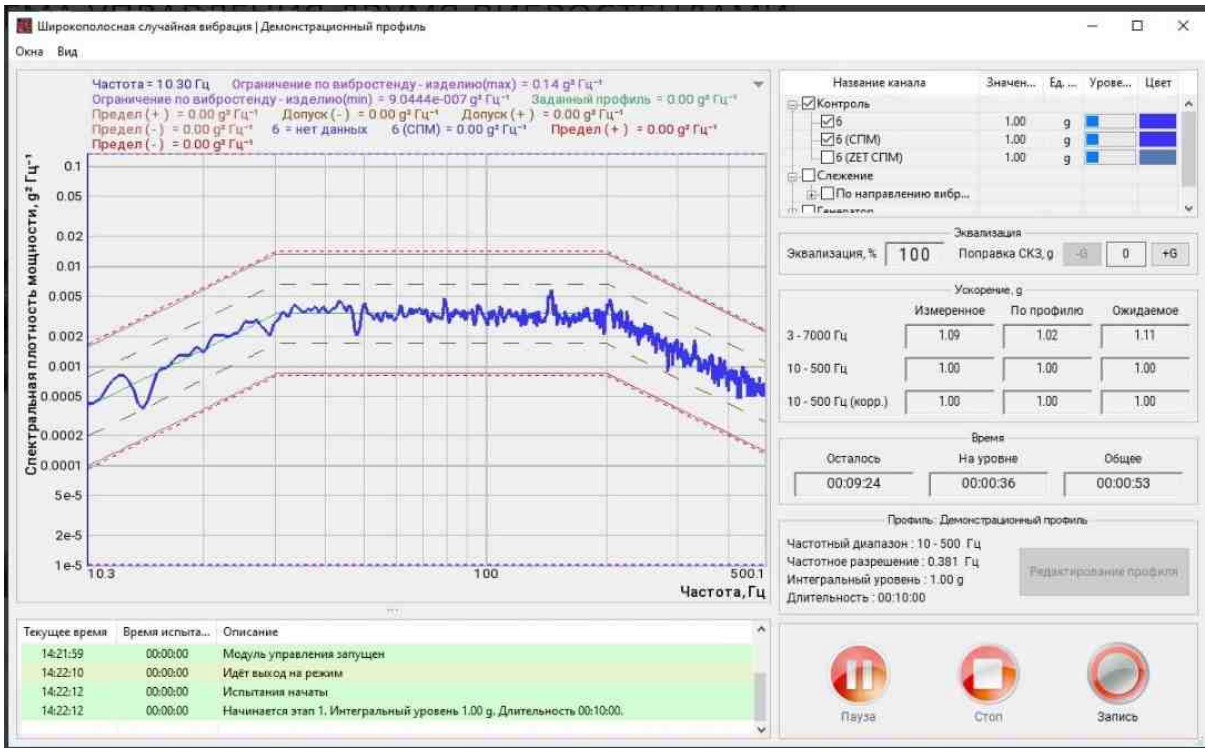
Входные каналы систем работают с различными типами датчиков: вибропреобразователи со встроенным преобразователем заряда; виброметры с выходным сигналом по напряжению; датчики со стандартным токовым выходом от 4 до 20 мА; велосиметры; датчики виброперемещения, преобразователи перемещения, датчики деформации (тензорезистивные датчики), датчики силы, датчики звукового давления, в том числе имеющие интерфейс TEDS.

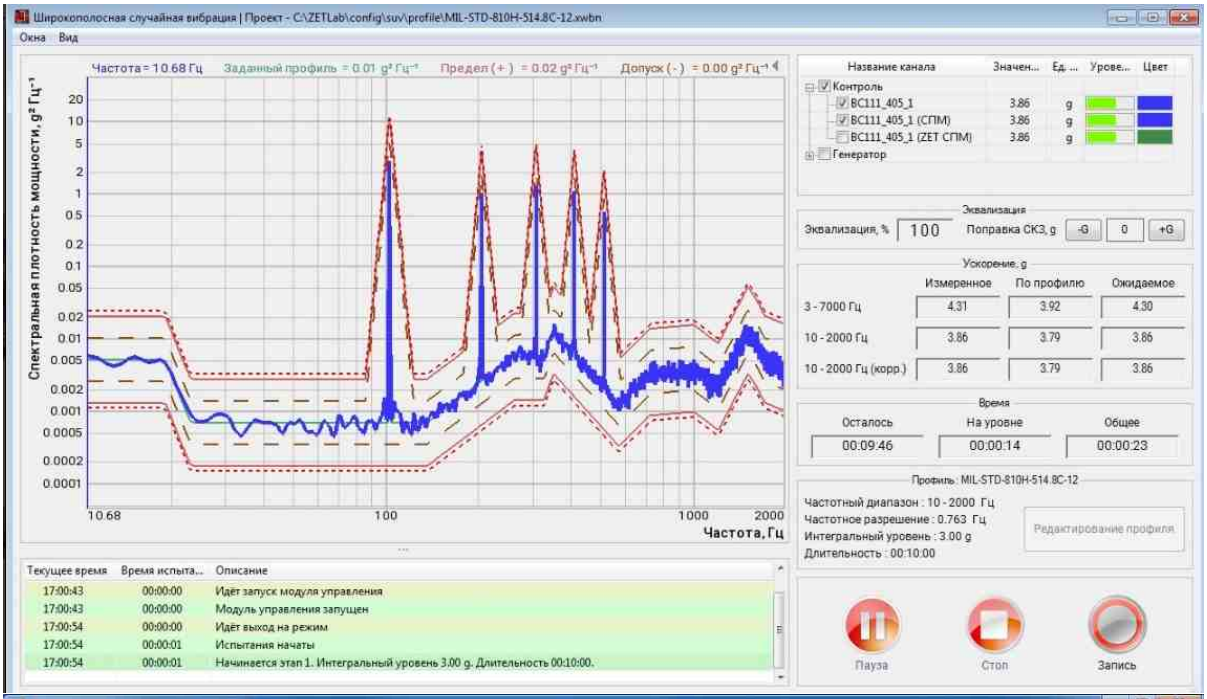
Системы управления обеспечивают контроль тока и напряжения усилителя мощности виброгенератора для встроенной системы безопасности.

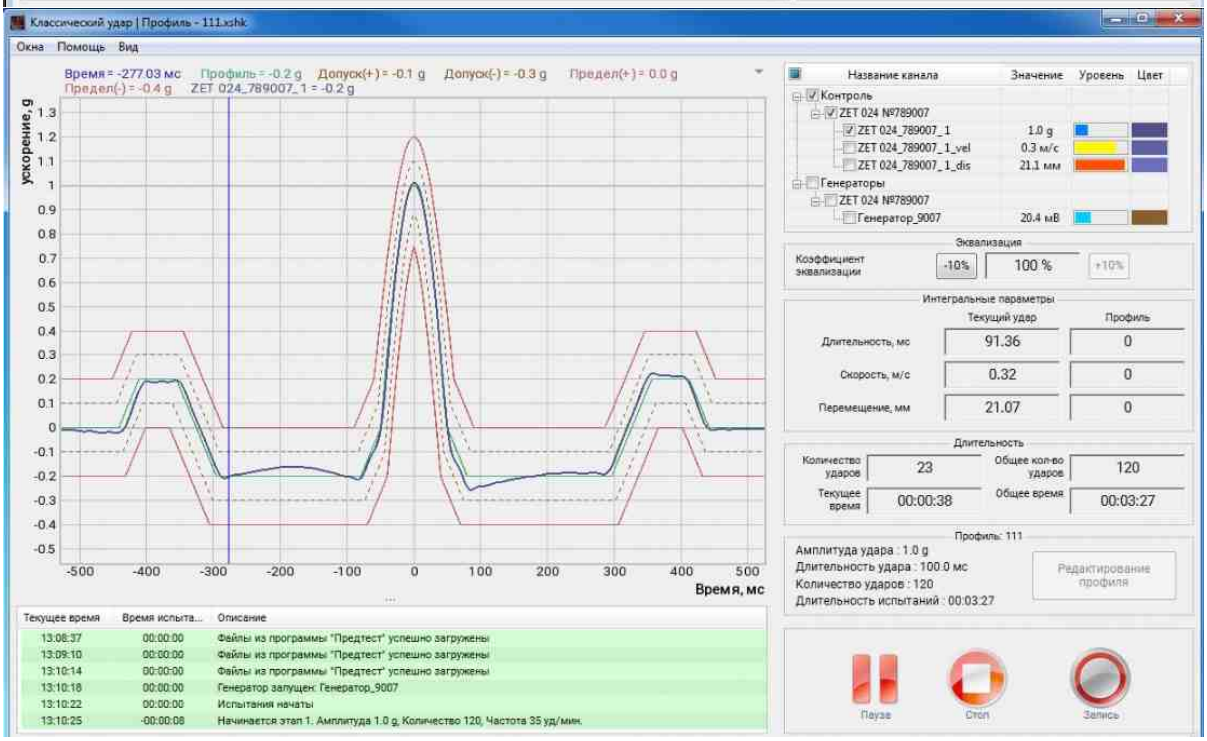
** Протокол синхронизации может работать через разные сетевые протоколы (уровни OSI), например, через UDP (уровень 4) или прямой Ethernet (уровень 2). Синхронизация времени между устройствами возможна только при условии использования одного и того же сетевого уровня.*




Гармоническая вибрация | Проект - C:\ZETLab\config\Профиль_PO.xsvp
Файл Вид Настройка
Виброускорение, g
Частота, Гц
Название канала
Ускорение, g
Уровень
Цвет
Контроль
Слежение
Обзор
Генератор
Частота, Гц
Проход
ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ
Текущее
Общее
Старт
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Демонстрационный профиль
Окна Вид
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала
Эквализация
Ускорение, g
Измеренное
По профилю
Ожидаемое
Время
Осталось
На уровне
Общее
Профиль: Демонстрационный профиль
Частотный диапазон : 10 - 500 Гц
Частотное разрешение : 0.381 Гц
Интегральный уровень : 1.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Пауза
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Проект – C:\ZETLab\config\suv\profile\MIL-STD-810H-514.8C-12.xwbn
Окна Вид
Частота = 10.68 Гц Заданный профиль = 0.01 g² Гц⁻¹ Предел (+) = 0.02 g² Гц⁻¹ Допуск (-) = 0.00 g² Гц⁻¹
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала Значен... Ед. ... Урове... Цвет
Контроль
BC111_405_1 3.86 g
BC111_405_1 (СПМ) 3.86 g
BC111_405_1 (ZET СПМ) 3.86 g
Генератор
Эквализация
Эквализация, % 100
Поправка СКЗ, g -G 0 +G
Ускорение, g
Измеренное По профилю Ожидаемое
3 - 7000 Гц 4.31 3.92 4.30
10 - 2000 Гц 3.86 3.79 3.86
10 - 2000 Гц (корр.) 3.86 3.79 3.86
Время
Осталось На уровне Общее
00:09:46 00:00:14 00:00:23
Профиль: MIL-STD-810H-514.8C-12
Частотный диапазон : 10 - 2000 Гц
Частотное разрешение : 0.763 Гц
Интегральный уровень : 3.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
17:00:43 00:00:00 Идёт запуск модуля управления
17:00:43 00:00:00 Модуль управления запущен
17:00:54 00:00:00 Идёт выход на режим
17:00:54 00:00:01 Испытания начаты
17:00:54 00:00:01 Начинается этап 1. Интегральный уровень 3.00 g. Длительность 00:10:00.
Пауза Стоп Запись


Классический удар | Профиль - 111.xshk
Окна Помощь Вид
Время = -277.03 мс Профиль = -0.2 g Допуск(+) = -0.1 g Допуск(-) = -0.3 g Предел(+) = 0.0 g
Предел(-) = -0.4 g ZET 024_789007_1 = -0.2 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала Значение Уровень Цвет
Контроль
ZET 024 №789007
ZET 024_789007_1 1.0 g
ZET 024_789007_1_vel 0.3 м/с
ZET 024_789007_1_dis 21.1 мм
Генераторы
ZET 024 №789007
Генератор_9007 20.4 мВ
Эквализация
Коэффициент эквализации -10% 100 % +10%
Интегральные параметры
Текущий удар Профиль
Длительность, мс 91.36 0
Скорость, м/с 0.32 0
Перемещение, мм 21.07 0
Длительность
Количество ударов 23
Общее кол-во ударов 120
Текущее время 00:00:38
Общее время 00:03:27
Профиль: 111
Амплитуда удара : 1.0 g
Длительность удара : 100.0 мс
Количество ударов : 120
Длительность испытаний : 00:03:27
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
13:08:37 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:09:10 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:14 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:18 00:00:00 Генератор запущен: Генератор_9007
13:10:22 00:00:00 Испытания начаты
13:10:25 -00:00:08 Начинается этап 1. Амплитуда 1.0 g, Количество 120, Частота 35 уд/мин.
Пауза Стоп Запись


Виброудар | Профиль - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh
Окна Вид
Время = 12.45 мс Заданный профиль = -14.78 g Предел (+) = 60.85 g Допуск (-) = -31.10 g
Допуск (+) = 31.10 g Предел (-) = -60.85 g ZET 024_789007_1 (ускорение) = -15.38 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала
Контроль
ZET 024_789007_1 (уск...
ZET 024_789007_1 (ско...
ZET 024_789007_1 (пер...
Генератор
Эквализация
Эквализация, %
100
Поправка СКЗ, g
-G
0
+G
Интегральные параметры
Измеренное
По профилю
Ожидаемое
Длительность, мс
176
200
0
Скорость, мм/с
1440
1500
0
Перемещение, мм
8.47
8.3
0
Время
Осталось
На уровне
Общее
01:23:11
00:00:11
00:00:11
9977
23
23
Профиль: test_trapeze_3
Амплитуда удара : 50.00 g
Длительность удара : 200.00 мс
Количество ударов : 10000
Длительность испытаний : 01:23:23
Редактирование профиля
Текущее время
Время испыта...
Описание
16:30:41 00:00:00 Модуль управления запущен
16:30:43 00:00:00 Идёт выход на режим
16:30:49 00:00:00 Испытания начаты
16:30:49 00:00:00 Этап испытаний 1 : Количество ударов 10000 , ускорение 50.0 g , Длительность 5000 с
Пауза
Стоп
Запись
Редактор профиля виброиспытаний | Проект - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh*
Сигнал ускорения
Ударный спектр
Расчёт выполнен
Время = 81.82 мс Огибающая (+) = 120.000000 g
Огибающая (-) = -120.000000 g Ускорение = 6.859400 g
Ускорение, g
Время, мс
Частота = 847.65 Гц Ударный спектр = 206.390350 g
Ударный спектр = 287.950684 g Профиль = 389.251160 g
Допуск (+) = 776.658203 g Допуск (-) = 195.087708 g
Ускорение, g
Частота, Гц
Огибающая
Заполнение
Расписание
Параметры
Ограничения
Предпросмотр
Ударный спектр
Резонансы
Статистика
Параметры расчёта и синтеза ударного спектра
10
Добротность
№
Частота, Гц
Ускорение, g
Допуск (+), дБ
Допуск (-), дБ
1 30 3 6 6
2 50 5 6 6
3 100 15 6 6
4 200 40 6 6
5 500 175 6 6
6 1000 500 6 6
7 2000 500 6 6
8 5000 500 6 6
Добавить
Удалить
Новый профиль
Открыть профиль
Сохранить как
OK
Применить

Система управления установкой из четырех вибростендов .....

Система на базе контроллеров ZET 028 с синхронным управлением многокомпонентной вибрационной установкой в составе четырёх вибростендов; 32 измерительных канала.

Основные режимы управления испытаниями:

- синусоидальная вибрация с постоянной частотой или развёрткой частоты (Sine);
- поиск и удержание резонанса (RSTD);
- случайная широкополосная вибрация (ШСВ) с контролируемой формой спектра (Random);
- наложение синусоидальных вибраций на ШСВ (Sine-on-Random);
- наложение узкополосных случайных вибраций на ШСВ (Random-on-Random);
- наложение синусоидальных вибраций на синусоидальную вибрацию (Sine-on-Sine);
- наложение синусоидальных вибраций и ШСВ на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random);
- классический удар (Shock);
- виброудар;
- имитация стрелково-пушечного воздействия;
- синтезированный импульс с заданным спектром ударного отклика (SRS);
- задаваемый пользователем импульс (TTH);
- режим воспроизведения полевых (записанных) данных (FDR);
- спектр усталостного повреждения (FDS);
- контроль эксцесса (Kurtosion);
- устранение нежелательных резонансов (Notching);
- пост обработка сигналов.

Совместимы со всеми типами электродинамических вибростендов различных фирм-производителей, а также с сервогидравлическими вибростендами.

Идеально подходят для многостендового параллельного тестирования MESA (Multiple Exciter, Single Axis) при испытаниях на воздействие транспортной тряски на четырёх вибростендах.

Работа вибростендов может быть организована как в фазе, так и в противофазе.



ОПИСАНИЕ

систем управления установкой из четырех вибростендов

Системы управления двумя вибростендами представляют собой аппаратно-программный комплекс на базе четырёх 8-канальных контроллеров ZET 028, которые осуществляют приём, усиление и преобразование аналогового сигнала вибропреобразователей, подачу напряжения на усилитель мощности вибростенда, регистрацию параметров текущего состояния процесса испытаний и корректировку управляющего сигнала через схему обратной связи. Контроллеры осуществляют спектральный анализ на базе преобразования Фурье и БИХ фильтров.

Управление режимами работы и регистрация измеренных параметров осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения ZETLAB. Информация о параметрах вибрации отображается на внешних устройствах в удобном и интуитивно понятном виде. ПО ZETLAB способно самостоятельно решать ряд частных задач по управлению виброиспытаниями (например, выбор подходящего контрольного датчика, основываясь на анализе статистических характеристик), тем самым упрощая работу оператора.

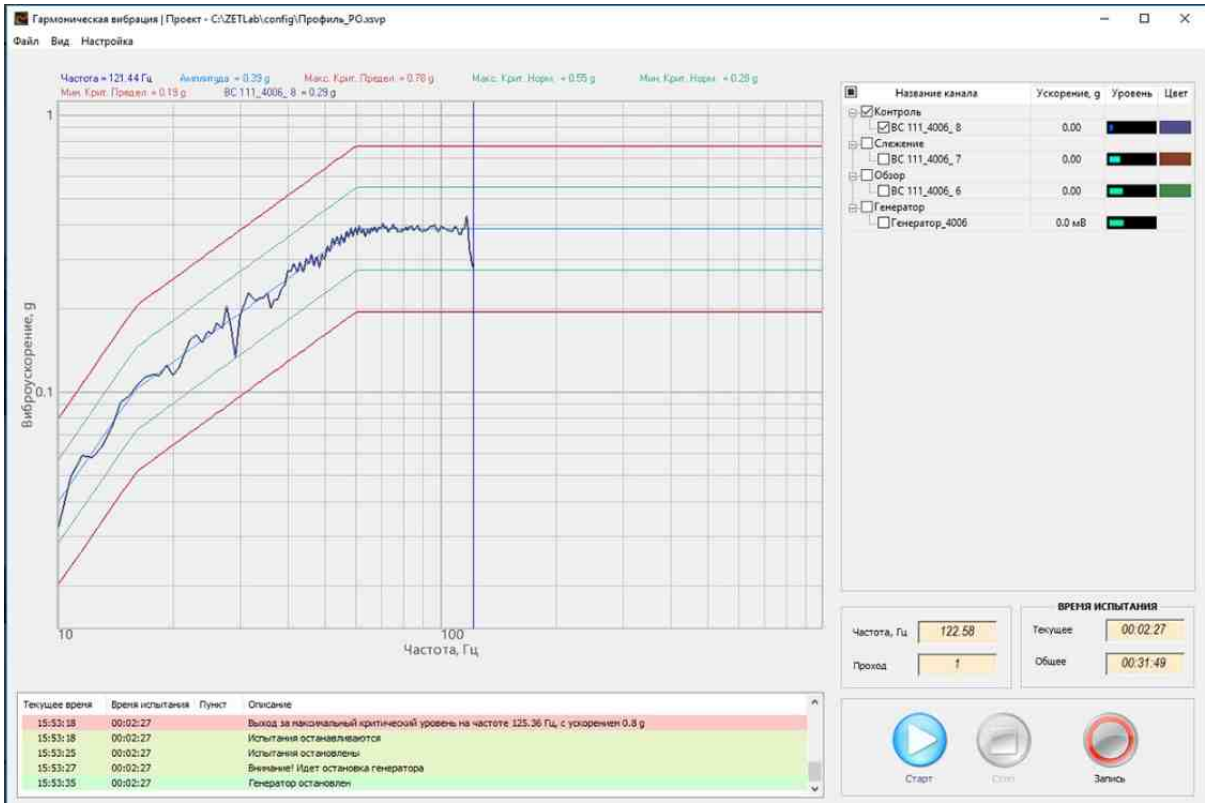
Системы управления используются совместно с электродинамическими вибростендами для проведения большого спектра виброиспытаний и позволяют осуществлять одновременное управление 4 вибрационными генераторами в синхронной или асинхронном режиме, зачастую синхронизируются с использованием одного и того же профиля испытаний. Синхронизация модулей реализована на уровне PTP*.

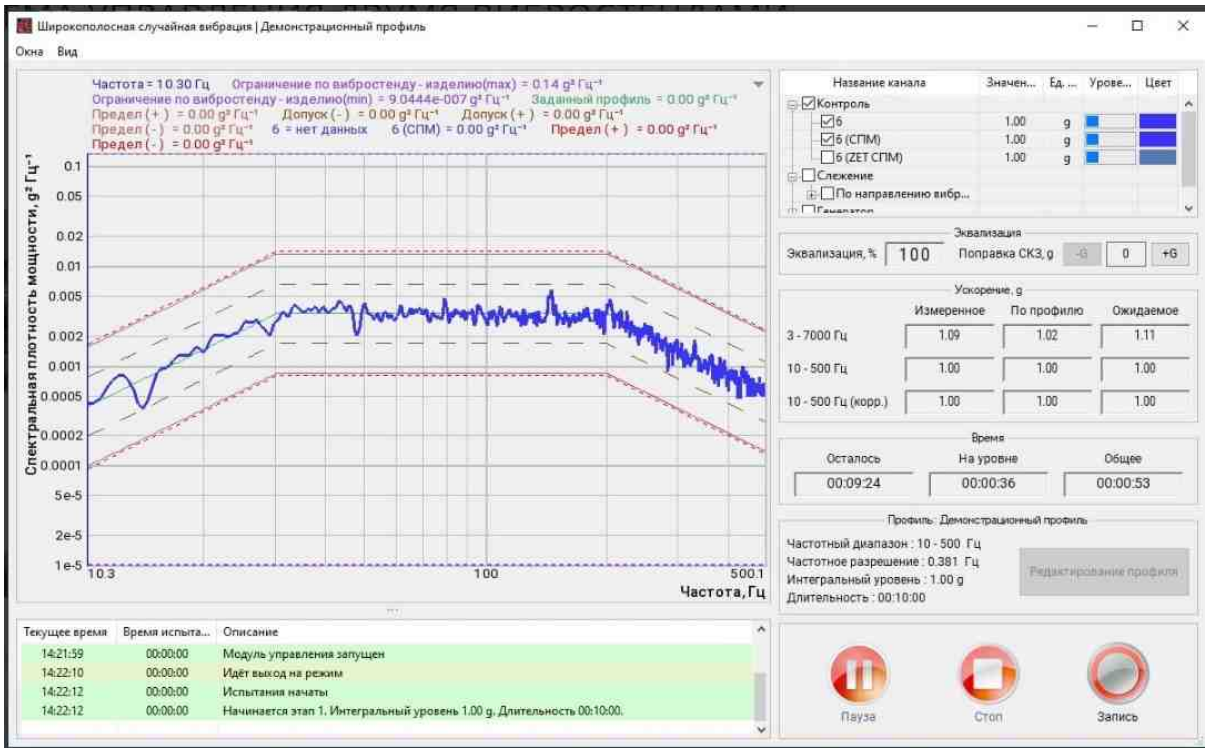
Входные каналы систем работают с различными типами датчиков: вибропреобразователи со встроенным преобразователем заряда; виброметры с выходным сигналом по напряжению; датчики со стандартным токовым выходом от 4 до 20 мА; велосиметры; датчики виброперемещения, преобразователи перемещения, датчики деформации (тензорезистивные датчики), датчики силы, датчики звукового давления, в том числе имеющие интерфейс TEDS.

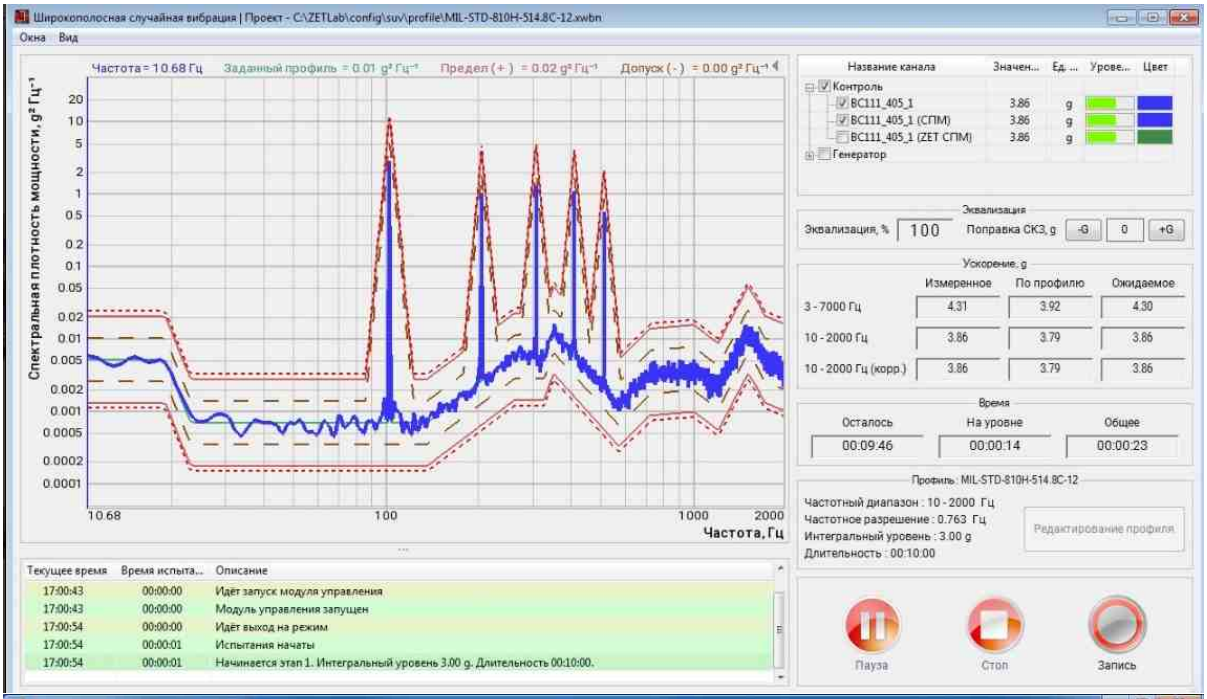
Системы управления обеспечивают контроль тока и напряжения усилителя мощности виброгенератора для встроенной системы безопасности.

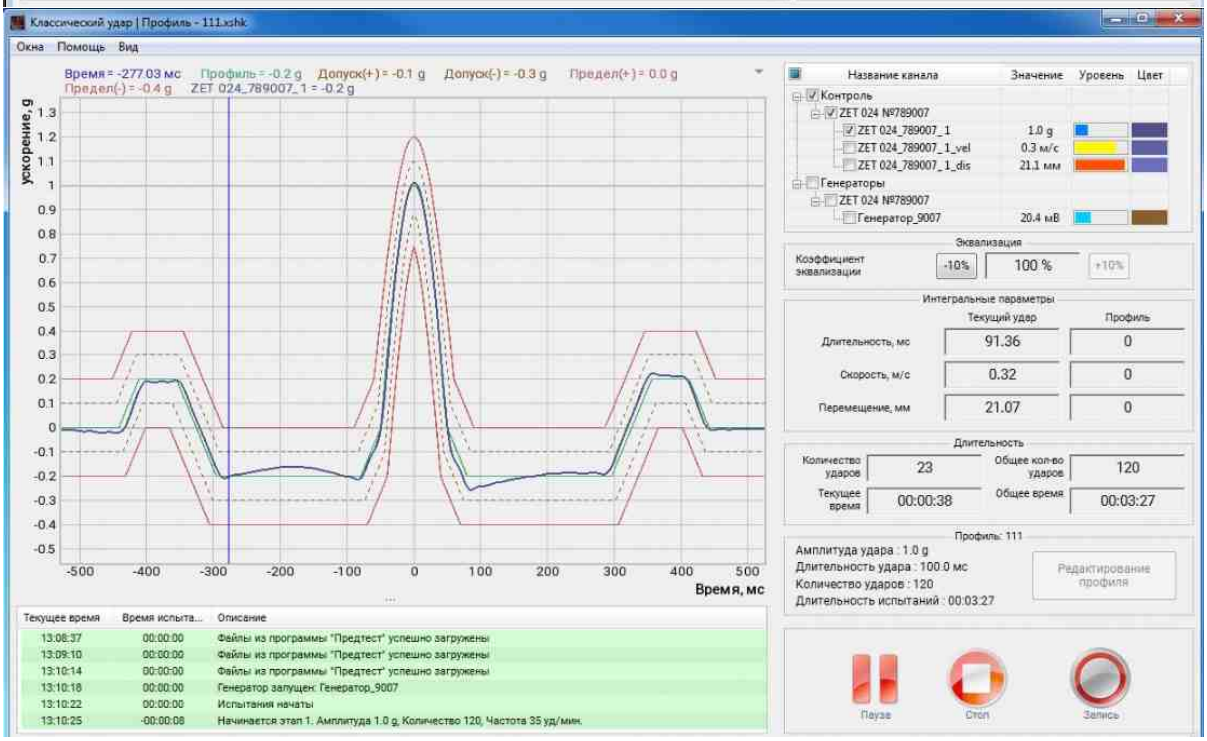
** Протокол синхронизации может работать через разные сетевые протоколы (уровни OSI), например, через UDP (уровень 4) или прямой Ethernet (уровень 2). Синхронизация времени между устройствами возможна только при условии использования одного и того же сетевого уровня.*




Гармоническая вибрация | Проект - C:\ZETLab\config\Профиль_PO.xsvp
Файл Вид Настройка
Виброускорение, g
Частота, Гц
Название канала
Ускорение, g
Уровень
Цвет
Контроль
Слежение
Обзор
Генератор
ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ
Частота, Гц
Проход
Текущее
Общее
Старт
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Демонстрационный профиль
Окна Вид
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала
Эквализация
Ускорение, g
Измеренное
По профилю
Ожидаемое
Время
Осталось
На уровне
Общее
Профиль: Демонстрационный профиль
Частотный диапазон : 10 - 500 Гц
Частотное разрешение : 0.381 Гц
Интегральный уровень : 1.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Пауза
Стоп
Запись


Широкополосная случайная вибрация | Проект – C:\ZETLab\config\suv\profile\MIL-STD-810H-514.8C-12.xwbn
Окна Вид
Частота = 10.68 Гц Заданный профиль = 0.01 g² Гц⁻¹ Предел (+) = 0.02 g² Гц⁻¹ Допуск (-) = 0.00 g² Гц⁻¹
Спектральная плотность мощности, g² Гц⁻¹
Частота, Гц
Название канала Значен... Ед. ... Урове... Цвет
Контроль
BC111_405_1 3.86 g
BC111_405_1 (СПМ) 3.86 g
BC111_405_1 (ZET СПМ) 3.86 g
Генератор
Эквализация
Эквализация, % 100
Поправка СКЗ, g -G 0 +G
Ускорение, g
Измеренное По профилю Ожидаемое
3 - 7000 Гц 4.31 3.92 4.30
10 - 2000 Гц 3.86 3.79 3.86
10 - 2000 Гц (корр.) 3.86 3.79 3.86
Время
Осталось На уровне Общее
00:09:46 00:00:14 00:00:23
Профиль: MIL-STD-810H-514.8C-12
Частотный диапазон : 10 - 2000 Гц
Частотное разрешение : 0.763 Гц
Интегральный уровень : 3.00 g
Длительность : 00:10:00
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
17:00:43 00:00:00 Идёт запуск модуля управления
17:00:43 00:00:00 Модуль управления запущен
17:00:54 00:00:00 Идёт выход на режим
17:00:54 00:00:01 Испытания начаты
17:00:54 00:00:01 Начинается этап 1. Интегральный уровень 3.00 g. Длительность 00:10:00.
Пауза Стоп Запись


Классический удар | Профиль - 111.xshk
Окна Помощь Вид
Время = -277.03 мс Профиль = -0.2 g Допуск(+) = -0.1 g Допуск(-) = -0.3 g Предел(+) = 0.0 g
Предел(-) = -0.4 g ZET 024_789007_1 = -0.2 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала Значение Уровень Цвет
Контроль
ZET 024 №789007
ZET 024_789007_1 1.0 g
ZET 024_789007_1_vel 0.3 м/с
ZET 024_789007_1_dis 21.1 мм
Генераторы
ZET 024 №789007
Генератор_9007 20.4 мВ
Эквализация
Коэффициент эквализации -10% 100 % +10%
Интегральные параметры
Текущий удар Профиль
Длительность, мс 91.36 0
Скорость, м/с 0.32 0
Перемещение, мм 21.07 0
Длительность
Количество ударов 23
Общее кол-во ударов 120
Текущее время 00:00:38
Общее время 00:03:27
Профиль: 111
Амплитуда удара : 1.0 g
Длительность удара : 100.0 мс
Количество ударов : 120
Длительность испытаний : 00:03:27
Редактирование профиля
Текущее время Время испыта... Описание
13:08:37 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:09:10 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:14 00:00:00 Файлы из программы "Предтест" успешно загружены
13:10:18 00:00:00 Генератор запущен: Генератор_9007
13:10:22 00:00:00 Испытания начаты
13:10:25 -00:00:08 Начинается этап 1. Амплитуда 1.0 g, Количество 120, Частота 35 уд/мин.
Пауза Стоп Запись


Виброудар | Профиль - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh
Окна Вид
Время = 12.45 мс Заданный профиль = -14.78 g Предел (+) = 60.85 g Допуск (-) = -31.10 g
Допуск (+) = 31.10 g Предел (-) = -60.85 g ZET 024_789007_1 (ускорение) = -15.38 g
ускорение, g
Время, мс
Название канала
Контроль
ZET 024_789007_1 (уск...
ZET 024_789007_1 (ско...
ZET 024_789007_1 (пер...
Генератор
Эквализация
Эквализация, %
100
Поправка СКЗ, g
-G
0
+G
Интегральные параметры
Измеренное
По профилю
Ожидаемое
Длительность, мс
176
200
0
Скорость, мм/с
1440
1500
0
Перемещение, мм
8.47
8.3
0
Время
Осталось
На уровне
Общее
01:23:11
00:00:11
00:00:11
9977
23
23
Профиль: test_trapeze_3
Амплитуда удара : 50.00 g
Длительность удара : 200.00 мс
Количество ударов : 10000
Длительность испытаний : 01:23:23
Редактирование профиля
Текущее время
Время испыта...
Описание
16:30:41 00:00:00 Модуль управления запущен
16:30:43 00:00:00 Идёт выход на режим
16:30:49 00:00:00 Испытания начаты
16:30:49 00:00:00 Этап испытаний 1 : Количество ударов 10000 , ускорение 50.0 g , Длительность 5000 с
Пауза
Стоп
Запись
Редактор профиля виброиспытаний | Проект - D:\ZETData\config\suv\profile\test_trapeze_3.xvsh*
Сигнал ускорения
Ударный спектр
Расчёт выполнен
Время = 81.82 мс Огибающая (+) = 120.000000 g
Огибающая (-) = -120.000000 g Ускорение = 6.859400 g
Ускорение, g
Время, мс
Частота = 847.65 Гц Ударный спектр = 206.390350 g
Ударный спектр = 287.950684 g Профиль = 389.251160 g
Допуск (+) = 776.658203 g Допуск (-) = 195.087708 g
Ускорение, g
Частота, Гц
Огибающая
Заполнение
Расписание
Параметры
Ограничения
Предпросмотр
Ударный спектр
Резонансы
Статистика
Параметры расчёта и синтеза ударного спектра
10
Добротность
№
Частота, Гц
Ускорение, g
Допуск (+), дБ
Допуск (-), дБ
1 30 3 6 6
2 50 5 6 6
3 100 15 6 6
4 200 40 6 6
5 500 175 6 6
6 1000 500 6 6
7 2000 500 6 6
8 5000 500 6 6
Добавить
Удалить
Новый профиль
Открыть профиль
Сохранить как
OK
Применить

Аттестация виброустановок .....

Аттестация электродинамических вибростендов с использованием программно-аппаратных средств ZETLAB

Оглавление

Поддерживаемое оборудование

Описание программы

Введение

Состав программно-аппаратных средств

Подготовка к работе

Правила работы с программой «Аттестация вибростенда»

Открытие и закрытие окна программы

Настройки параметров программы

Окно программы

Масштабирование числовых осей графиков

Операции аттестации

Аттестация виброустановки

Общие положения

Внешний осмотр

Проверка выполнения требований безопасности

Опробование

Определение нестабильности ускорения и частоты

Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты

Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения

Определение коэффициентов поперечных составляющих

Определение коэффициента неравномерности распределения

Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы

Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда

Определение вибрационного шума на столе вибростенда

Определение изменения температуры стола вибростенда

Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке

Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке

Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда

Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки

Определение предела погрешности воспр. (установки) частоты

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Аттестация вибростенда** предназначена для аттестации вибростенда.

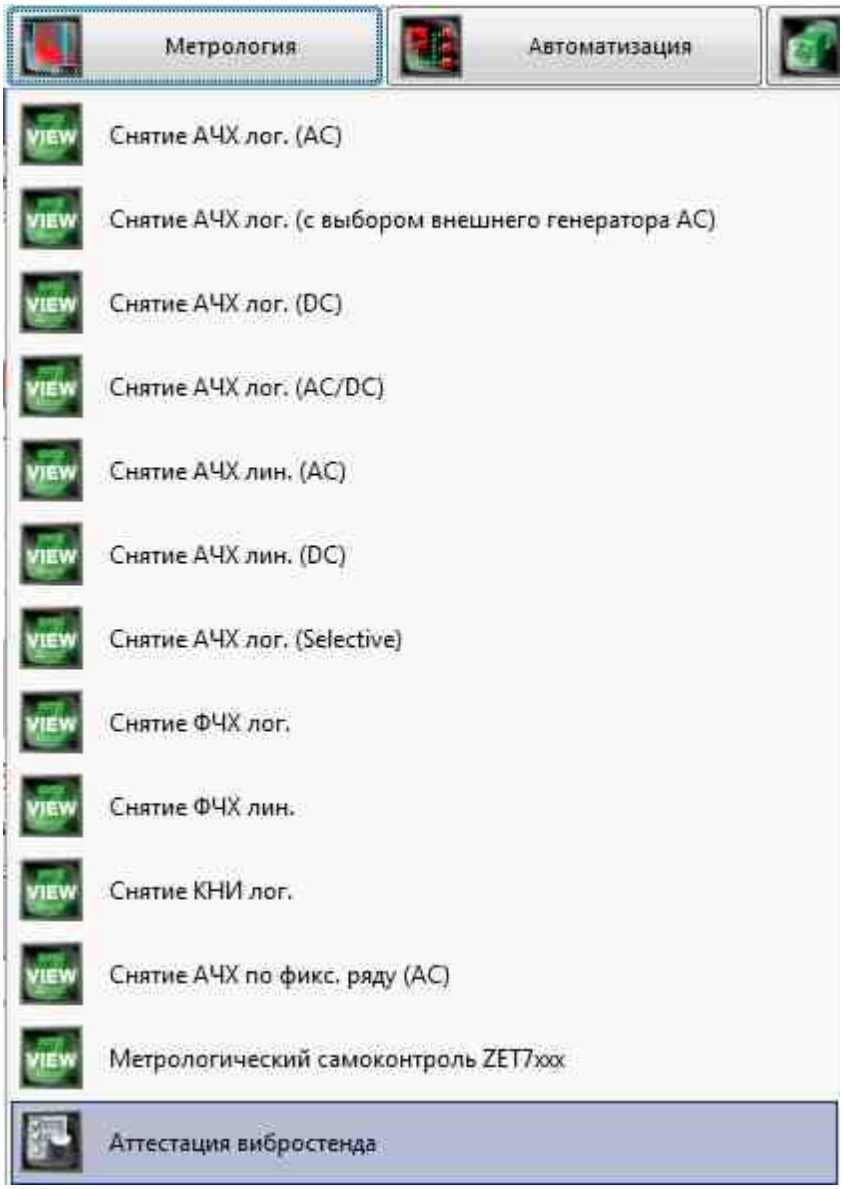
Программа **Аттестация вибростенда** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;

Аттестация вибростенда входит в группу программ **Метрология**

Описание программы .....

Программа **Аттестационные характеристики** запускается из меню **Метрология** панели **ZETLAB**.



Запуск Аттестация вибростенда

СОДЕРЖАНИЕ

Поддерживаемое оборудование

Описание программы

Введение

Состав программно-аппаратных средств

Подготовка к работе

Правила работы с программой «Аттестация вибростенда»

Открытие и закрытие окна программы

Настройки параметров программы

Окно программы

Масштабирование числовых осей графиков

Операции аттестации

Аттестация виброустановки

Общие положения

Внешний осмотр

Проверка выполнения требований безопасности

Опробование

Определение нестабильности ускорения и частоты

Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты

Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения

Определение коэффициентов поперечных составляющих

Определение коэффициента неравномерности распределения

Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы

Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда

Определение вибрационного шума на столе вибростенда

Определение изменения температуры стола вибростенда

Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке

Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке

Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда

Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки

Определение предела погрешности воспр. (установки) частоты

Введение .....

Раздел Аттестация виброустановок разработан на основании ГОСТ 25051.3-83 «Установки испытательные вибрационные. Методика аттестации», а также с учетом требований ГОСТ 25051.4-83 «Установки испытательные вибрационные. Общие технические условия» и является стандартом предприятия ООО «ЭТМС».

В разделе приведены правила по работе с программой «Аттестация вибростендов» при проведении аттестации электродинамических вибростендов.



Примечание: *Программа «Аттестация вибростендов» входит в состав программного обеспечения ZETLAB*



Примечание: *ГОСТ Р 8.568-2017 допускает проведение аттестации испытательного оборудования не на месте его применения при условии, когда в эксплуатационной документации имеются указания о возможности транспортирования и способах транспортирования с гарантией сохранности точностных характеристик, определенных при его аттестации*

Состав программно-аппаратных средств .....

Для работы потребуется:

- компьютер (ноутбук);
- анализатор спектра ZET 038;
- первичные преобразователи: один трехкомпонентный и три однокомпонентных акселерометра (либо шесть однокомпонентных акселерометров, три из которых установлены на ортогональные грани магнитного кубика АМ51);

- программное обеспечение ZETLAB в комплекте с программой «Аттестация вибростендов».

Подготовка к работе .....

Подключить анализатор спектра ZET 038 к компьютеру по интерфейсу Ethernet.

Подробная информация по работе с анализатором спектра ZET 038 приведена в документе «Контроллеры сбора данных многоканальные. ЭТМС.411168.008 РЭ. Руководство по эксплуатации». Документ доступен на сайте www.zetlab.com по ссылке (QR-код).

В настройках анализатора спектра ZET 038 установить (если не установлено) частоты дискретизации: АЦП –50 кГц; ЦАП –100 кГц, либо АЦП –25 кГц; ЦАП –50 кГц.

Примечание: *Частота дискретизации АЦП определяет возможный диапазон расчета коэффициента гармоник (раздел 15.6.7). При частоте дискретизации АЦП равной 50 кГц – до 8 кГц, а при частоте дискретизации АЦП равной 25 кГц – до 4 кГц*

Установить первичные преобразователи (акселерометры) на столе виброустановки в местах измерения вибрации.

Примечание: *Первичный преобразователь, сигнал с которого будет использован в качестве контрольного измерительного канала, располагайте максимально близко к центру стола аттестуемой виброустановки, а первичные преобразователи, задействованные при измерении коэффициента неравномерности распределения – равномерно по периметру стола.*

Примечание: *При установке первичных преобразователей (акселерометров) должна быть обеспечена электрическая изоляция их корпусов от поверхности стола виброустановки, например, при помощи каптонового скотча.*

Подключить первичные преобразователи (акселерометры) ко входам анализатора спектра ZET 038. Настроить параметры измерительных каналы анализатора спектра ZET 038 в соответствии с техническими характеристиками первичных преобразователей (акселерометров), подключенных к соответствующим входам.

Примечание: *Настройка параметров измерительных каналов производится через окна «Свойства» программы «Диспетчер устройств».*

Настроить параметр «P» (ориентация измерительного канала) для всех измерительных каналов, задействованных в аттестации в соответствии с ориентацией установленных первичных преобразователей.



Рис. 15.1 Параметр «P» ориентация измерительного канала

Символ «↑» – для измерительных каналов первичных преобразователей, установленных по направлению вибрации; символы «→» и «↗» – для измерительных каналов первичных преобразователей, расположенных ортогонально.

Примечание

Об ориентации датчиков

На практике для обозначения координат в пространстве используют правую прямолинейную (декартову) прямоугольную систему координат, см. рисунок.

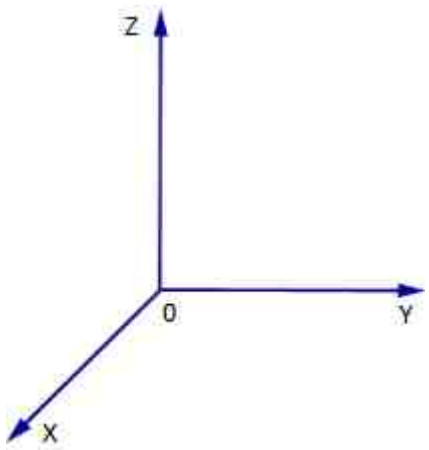


Рис. Правая декартова прямоугольная система координат

Для правой системы координат поворот от оси OX к оси OY на угол, меньший π, совершается в направлении против часовой стрелки, если смотреть на плоскость OXY из какой-либо точки положительной полуоси OZ (положительная сторона плоскости OXY) [1].

Именно в этой системе координат правильно работают формулы аналитической геометрии в пространстве (в первую очередь формулы преобразования координат при поворотах осей).

Поэтому стрелки, обозначающие направление датчиков, соответствуют следующим осям:

→ y+	ось OY в сторону положительных значений;
← y-	ось OY в сторону отрицательных значений;
↗ x-	ось OX в сторону отрицательных значений;
↘ x+	ось OX в сторону положительных значений;
↑ z+	ось OZ в сторону положительных значений;
↓ z-	ось OZ в сторону отрицательных значений.

1 Г.Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы., «Наука», Москва, 1977.

Правила работы с программой «Аттестация вибростенда» .....

Оглавление

Правила работы с программой «Аттестация вибростенда»

Открытие и закрытие окна программы

Настройки параметров программы

Окно программы

Масштабирование числовых осей графиков

Открытие и закрытие окна программы .....

Открытие и закрытие окна программы

Для запуска окна программы (*Рис. 15.1*) на панели управления ZETLAB в меню «Метрология» активировать программу «Аттестация вибростенда».

Для закрытия окна программы «Аттестационные характеристики» активировать символ «» расположенный в правом верхнем углу окна.

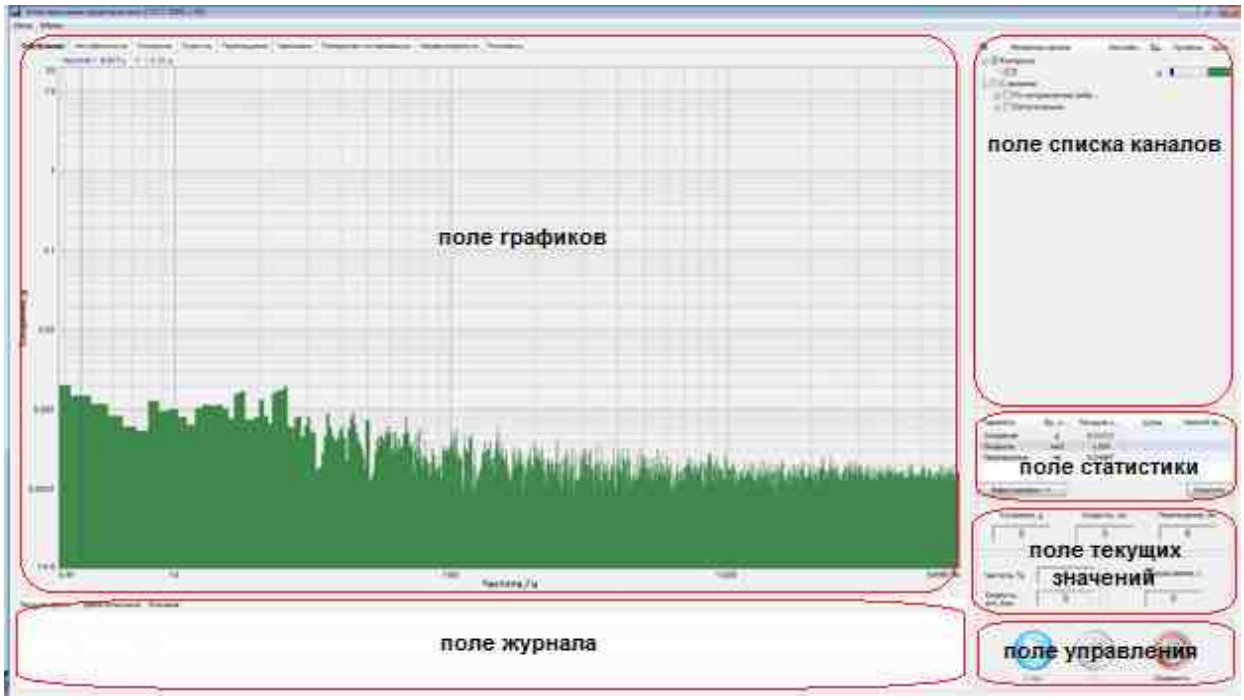


Рис. 15.1 Окно «Аттестационные характеристики»

Настройки параметров программы .....

Необходимые для работы программы параметры определяются в окне «Настройки» (*Рис. 15.2*).

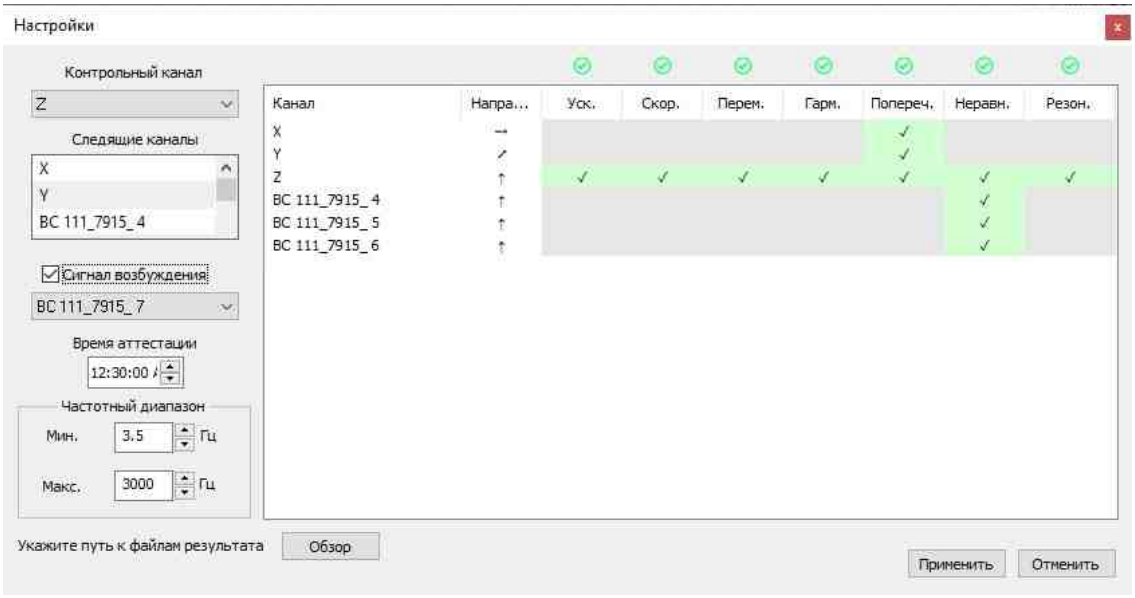


Рис. 15.2 Окно «Настройки»

Чтобы перейти к окну «Настройки» в разделе «Меню» (окна программы «Аттестационные характеристики») выбрать «Настройки».

Параметр «Контрольный канал» определяет какой из доступных измерительных каналов будет задействован в качестве контрольного.

В окне «Следящие каналы» приводится список доступных (за исключением выбранного в статусе контрольного) измерительных каналов.

Активация окна «Следящие каналы» откроет окно «Выбор каналов» в котором можно исключить (при необходимости) из работы программы те или иные измерительные каналы.

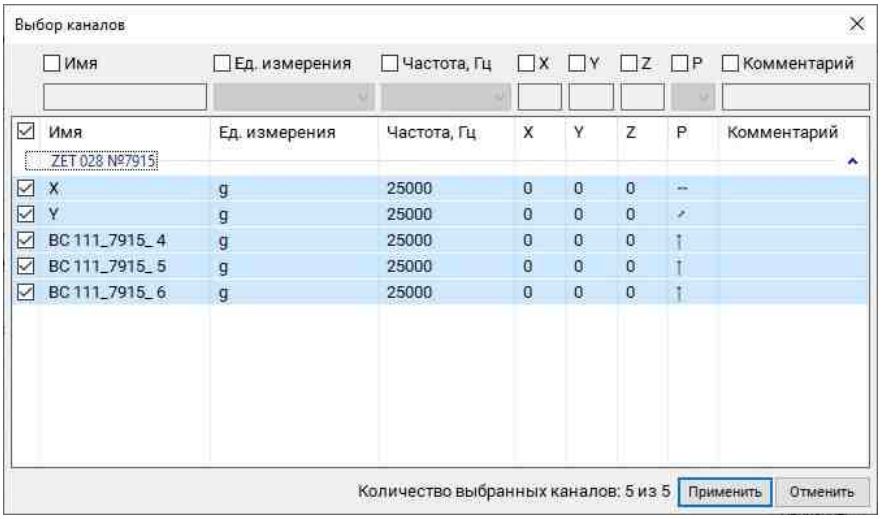


Рис. 15.3 Окно «Выбор каналов»

Активация параметра «Сигнал возбуждения» позволяет выбрать измерительный канал задействованный в качестве опорного при определении резонансов (см. пункт 15.6.10).

Примечание: *Параметр «Сигнал возбуждения» используется программной только при проведении расчетов для вкладки «Резонансы».*

Параметр «Время аттестации» определяет время проведения измерений при определении нестабильности виброускорения и частоты (см. пункт 15.6.5).

Примечание: *Параметр «Время аттестации» в первую очередь служит для определения интервала времени при проведении испытаний на нестабильность генерирования сигнала, однако и при проведении измерений по другим пунктам необходимо следить за тем, чтобы данное время было по крайней мере не меньше времени, необходимого на один проход по аттестуемому диапазону, при качании синусоидального сигнала с заданной скоростью развертки по частоте.*

Параметр «Частотный диапазон» определяет частотный диапазон, в котором программа будет производить регистрацию сигналов и проводить измерения.

Примечание: *Параметр «Частотный диапазон» следует задавать в соответствии с аттестуемым частотным диапазоном виброустановки.*

Параметр «Ед. изм.» позволяет задать единицу измерения ускорения – «g» или «м/с^2». В выбранной единице измерения будут отображаться шкала графиков и производится соответствующие расчеты.

Активация параметра «Выбор вкладок» откроет соответствующее окно (*Рис. 15.5*), где следует выбрать вкладки, которые необходимо отображать в поле графиков в окне «Аттестационные характеристики».

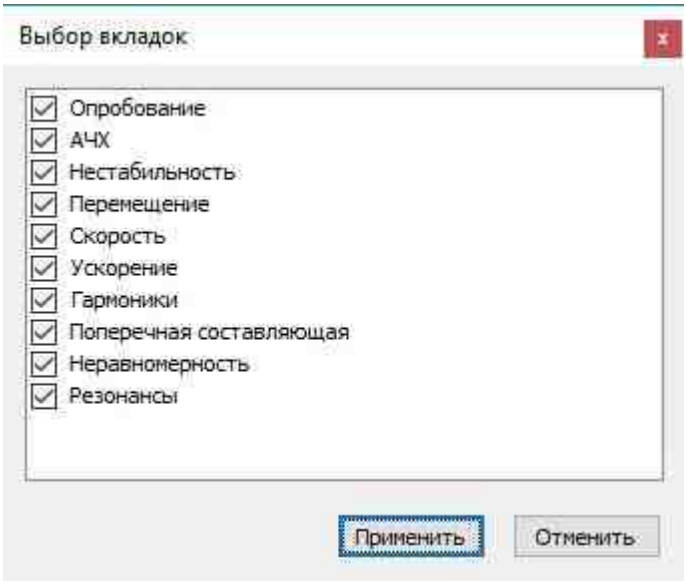


Рис. 15.5 Окно «Выбор вкладок»

Для выбора директории сохранения файлов отчёта следует активировать кнопку «Обзор» и в открывшемся окне установить соответствующую директорию.

В правой части окна «Настройки» расположена область контроля по выбранным измерительным каналам с целью определения корректности их настроек и достаточности для проведения измерений.

Измерительный канал, выбранный в качестве контрольного (в примере канал «Z») задействован по всем видам измерений.

Измерительные каналы имеющие ортогональные направления по отношению к направлению контрольного канала (в примере каналы «X» и «Y») задействованы при измерении «Поперечной составляющей».

Измерительные каналы, которые имеют одинаковое направление с контрольным каналом (в примере каналы «4» и «5» задействованы при проведении измерений «Неравномерности распределения».

Измерительный канал, выбранный в качестве сигнала возбуждения (в примере «ос ген») должен иметь единицы измерения В/мВ, при этом он используется для определения резонансных частот.

В случае если программное обеспечения детектирует недостаток (либо избыток) в задействованных измерительных каналах для проведения необходимых расчетов, то по виду измерений, для которого детектировано несоответствие будет отображаться символ «x» красного цвета.

Окно программы .....

Окно программы «Аттестационные характеристики» (*Рис. 15.2*) имеет несколько вкладок определяющих различные виды измерений при проведении аттестации. Соответствие вкладок пунктам аттестации приведено в Табл. 15.1.

Для отображения результатов окно программы «Аттестационные характеристики» имеет следующие поля:

- поле графиков,
- поле журнала сообщений;
- поле списка каналов;
- поле статистики;
- поле текущих значений;
- поле управления.

На поле графиков (в зависимости от выбранной вкладки) отображается зарегистрированная (по завершению этапа аттестации) графическая информация. Для сохранения графической информации следует в поле управления  активировать кнопку «Сохранить».



Примечание: *Сохранение графической информации будет произведено только для выбранной в данный момент вкладки.*

В поле журнала сообщений выводится информация о этапах работы программы.

В поле списка каналов программа классифицирует доступные измерительные каналы на три статуса:

- контрольный (соответствует измерительному каналу, выбранному при настройке программы в качестве контрольного);
- по направлению вибрации (соответствует измерительным каналам от первичных преобразователей, направленным одинаково с контрольным);
- ортогонально (соответствует измерительным каналам от первичных преобразователей, направленным ортогонально с контрольным).

Активация (в поле списка каналов) идентификатора измерительного канала (символ ☑) позволяет визуализировать в поле графиков графическую информацию, соответствующую этому измерительному каналу.

Примечание: *Для вкладок «Опробование», «Гармоники», «Поперечная составляющая», «Неравномерность» и «Резонансы» активация графической информации для измерительных каналов недоступна*

В поле статистика (в зависимости от выбранной вкладки) выводятся числовые значения результата проведения аттестации по соответствующей вкладке.

Поле текущих значений позволяет контролировать процесс проведения этапов аттестации. В поле в числовом виде отображаются значения: виброускорения, виброскорости, виброперемещения, частоты, скорости качания и текущего времени.

Поле управления включает в себя кнопки: «Старт», «Стоп» и «Сохранить».

Кнопка «Старт» предназначена для включения режима измерения (по каждому этапу аттестации индивидуально). Кнопка «Старт» деактивируется при нажатии и становится активной только после завершения (остановки) этапа аттестации, либо после нажатия кнопки «Стоп».

Примечание: *Начало этапа аттестации определяется программой по нажатию кнопки «Старт» и по условию появления сигнала возбуждения на контрольном измерительном канале. Завершение этапа аттестации определятся по пропаданию сигнала возбуждения на контрольном измерительном канале либо по нажатию кнопки «Стоп»*

Кнопка «Стоп» позволяет в произвольное время остановить режим измерения.

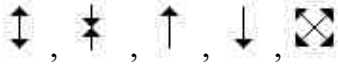
Кнопка «Сохранить» служит для сохранения (в формате «*.dtu») зарегистрированной графической информации для активной (выбранной) вкладки на момент нажатия кнопки «Сохранить», а также соответствующей информации поля статистики (в формате «*.xls»).

Масштабирование числовых осей графиков .....

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи указателя манипулятора

«мышь».

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель в область числовой оси графика, при этом указатель (в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей:  ;
- для вертикальных осей:  .

Символы  и  означают растяжение, а символы  и  сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы  и  означают перемещение влево и вправо для горизонтальной оси, а символы  ,  - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  .

Операции аттестации .....

Операции аттестации виброустановок согласно ГОСТ 25051.3-83 приведены в Табл. 15.1.

Табл. 15.1 Операции аттестации виброустановок согласно ГОСТ 25051.3-83

№ пункта стандарта ГОСТ 25051.3-83	Наименование операции	Используемая вкладка программы «Аттестация вибростенда»	Номер пункта документа
4.2	Внешний осмотр	—	15.6.2
4.3	Проверка требований безопасности	—	15.6.3

4.4	Опробование	«Опробование»	15.6.4
4.5	Определение нестабильности виброускорения и частоты	«Нестабильность»	15.6.5
4.6	Определение диапазонов ускорения, виброперемещения (далее – перемещения) и частоты	«Опробование»; «Ускорение»; «Скорость»; «Перемещение»	15.6.6
4.7	Определение коэффициента гармоник ускорения и (или) перемещения	«Гармоники»	15.6.7
4.8	Определение коэффициента поперечных составляющих	«Поперечная составляющая»	15.6.8
4.9	Определение коэффициента неравномерности распределения	«Неравномерность»	15.6.9
4.10	Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы	«Резонансы»	15.6.10
4.11	Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда	—	15.6.11
4.12	Определение вибрационного шума на столе вибростенда	«Опробование»	15.6.12
4.13	Определение изменения температуры стола вибростенда	—	15.6.13
4.14	Определение пределов погрешности поддержания ускорения и (или) перемещения в контрольной точке	«Ускорение»; «Скорость»[1]; «Перемещение»	15.6.14
4.15	Определение пределов погрешности воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке	—	15.6.15
4.16	Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда	«Гармоники»	15.6.16
4.17	Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки.	«Гармоники»	15.6.17
4.18	Определение предела погрешности воспроизведения частоты	«Нестабильность»	15.6.18

В случаях аттестации по профилям, имеющим ограничение по виброскорости

Аттестация виброустановки .....

Аттестация виброустановки

Общие положения

Внешний осмотр

Проверка выполнения требований безопасности

Опробование

Определение нестабильности ускорения и частоты

Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты

Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения

Определение коэффициентов поперечных составляющих

Определение коэффициента неравномерности распределения

Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы

Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда

Определение вибрационного шума на столе вибростенда

Определение изменения температуры стола вибростенда

Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке

Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке

Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда

Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки

Определение предела погрешности воспр. (установки) частоты

Общие положения .....

При проведении операций задействуются различные значения массы нагрузки на столе виброустановки, а также различные источники сигнала (*Табл. 15.2*).

Табл. 15.2

Номер пункта документа	Масса нагрузки на столе вибростенда	Источник сигнала для измерений
15.6.4	0	канал контрольного акселерометра
15.6.5	$m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
15.6.6	0; $0.25m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
15.6.7	0	канал контрольного акселерометра
15.6.8	0; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра; два канала от акселерометров, направленных ортогонально к контрольному
15.6.9	0	канал контрольного акселерометра; три канала от акселерометров, направленных одинаково с контрольным
15.6.10	0; $0.25m_{ном}$	канал контрольного акселерометра; канал возбуждения штатной системы управления виброустановкой
15.6.11	0	канал контрольного акселерометра
15.6.12	0; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
15.6.13	0	канал контрольного акселерометра
15.6.14	$0.25m_{ном}$; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
15.6.15	$0.25m_{ном}$; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра

Внешний осмотр .....

При внешнем осмотре виброустановки проверять ее на отсутствие механических повреждений.

Аттестуемая виброустановка должна быть снабжена комплектом эксплуатационной документации.

Комплектность, размещение и монтаж виброустановки должны соответствовать эксплуатационной документации.

Проверка выполнения требований безопасности .....

Виброустановка должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», а также ПУЭ «Правила устройства электроустановок».

Опробование .....

Опробование виброустановки включает в себя проверку отсутствия сетевой помехи (50 Гц), а также с целью контроля формирования виброустановкой тестового сигнала возбуждения на заданной частоте. На этапе опробования также проверяется правильность отображения и срабатывания средств индикации и сигнализации виброустановки.

Опробование следует проводить при отсутствии груза на столе вибростенда и с установленным в центре стола первичным преобразователем (акселерометром) измерительный канал которого использован в качестве контрольного.

Для проверки отсутствия сетевой помехи (50 Гц) перейти во вкладку «Опробование».

На графике спектра (Рис. 15.6) убедиться в отсутствии значительного уровня сетевой помехи (превышения над уровнем шума более чем в 10 раз значений дискреты на частоте 50 Гц и ее гармоник).

Примечание: *Значения уровней ускорения на графике спектра во вкладке «Опробование» приводится в СКЗ*

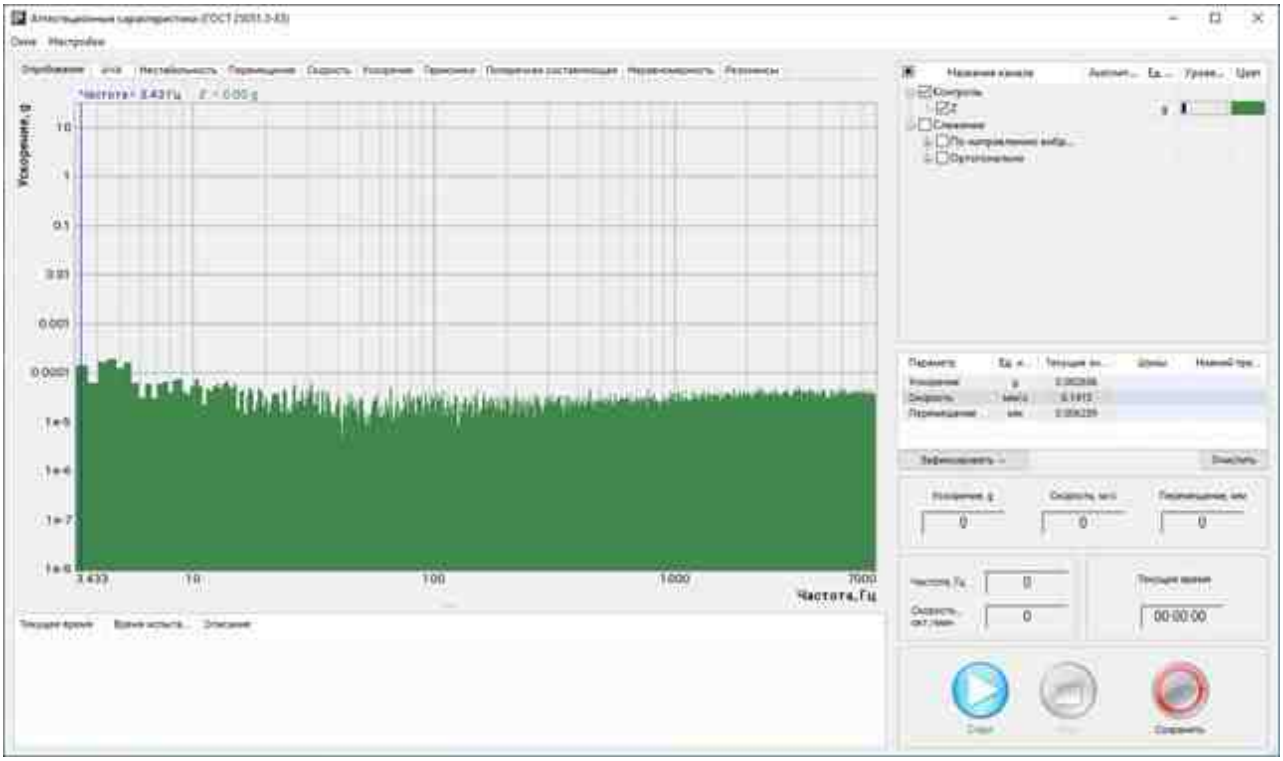


Рис. 15.6 Вкладка «Опробование». График спектра при отсутствии сетевой помехи

В случае присутствия значительного уровня сетевой помехи (*Рис. 15.7*) необходимо проверить заземление анализатора спектра и аттестуемой аппаратуры и принять необходимые меры для снижения сетевой помехи.

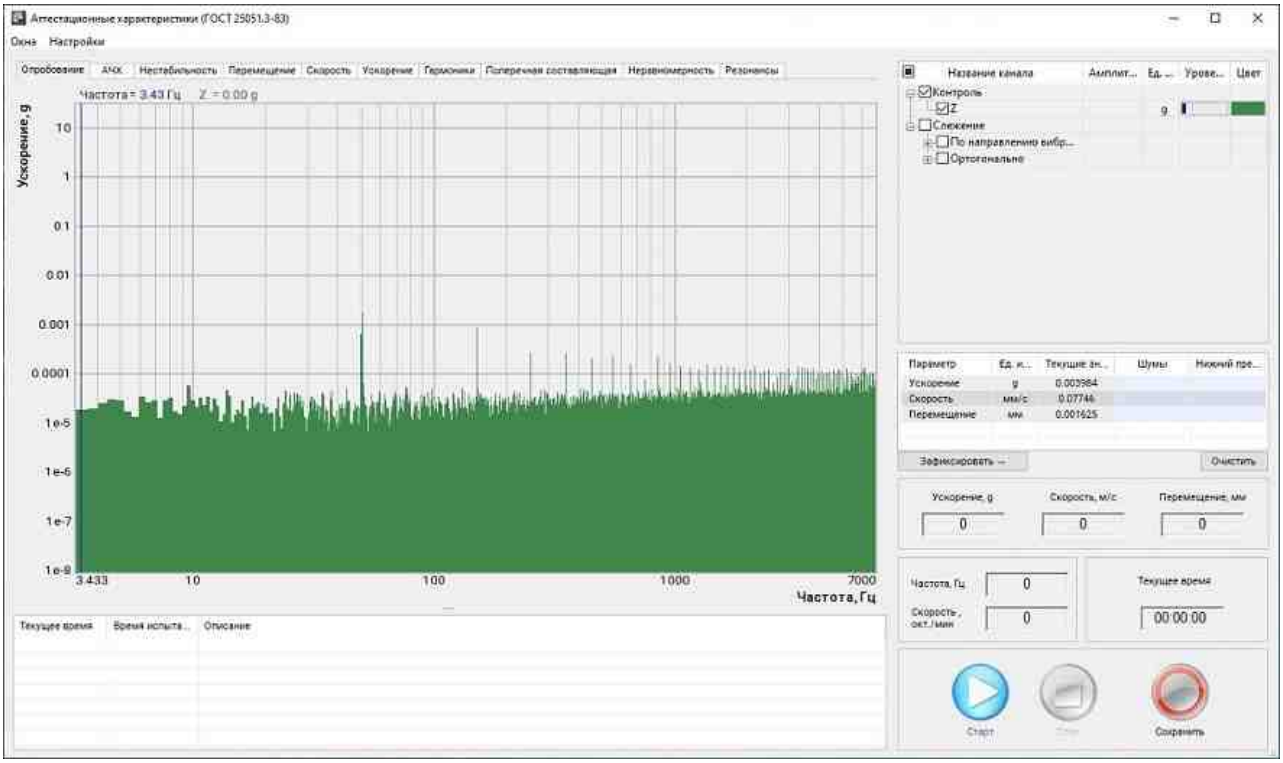


Рис. 15.7 Вкладка «Опробование». График спектра при наличии сетевой помехи

Для проверки прохождения тестового сигнала возбуждения при помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки, подать синусоидальный тестовый сигнал на частоте 400 Гц с амплитудой 1g.

Убедиться в том, что на графике спектра (*Рис. 15.8*) появилась дискретная составляющая на заданной частоте и с заданной амплитудой тестового сигнала.

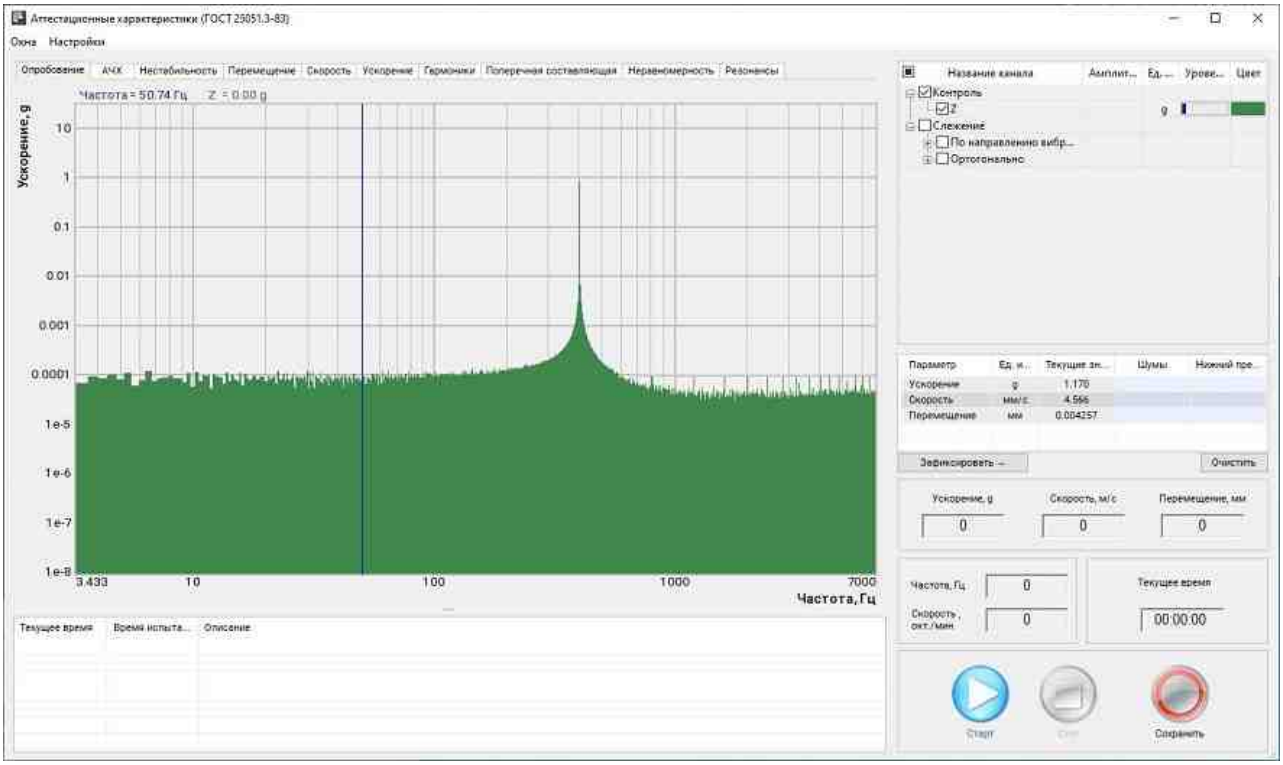


Рис. 15.8 Вкладка «Опробование». График спектра при наличии тестового сигнала

Определение нестабильности ускорения и частоты .....

Определение нестабильности ускорения и частоты проводить при номинальной массе нагрузки на столе вибростенда и с установленным в центре контрольным акселерометром.

Для определения нестабильности ускорения и частоты включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки подать синусоидальный сигнал на частоте 400 Гц и с амплитудой равной 0,7 от верхнего номинального (аттестуемого) предела ускорения.

По завершению измерения во вкладке «Нестабильность» (Рис. 15.9) будут отображены (в числовом и графическом виде) полученные результаты.

Примечание: *Для корректного расчета максимального отклонения введите вручную значение начала и конца интервала расчета так чтобы исключить области выхода на режим испытаний и окончания испытаний (области увеличения и уменьшения сигнала управления).*

Примечание: *Время измерения определяется значением параметра «Время аттестации» установленным в окне «Настройки» (Рис. 15.3).*

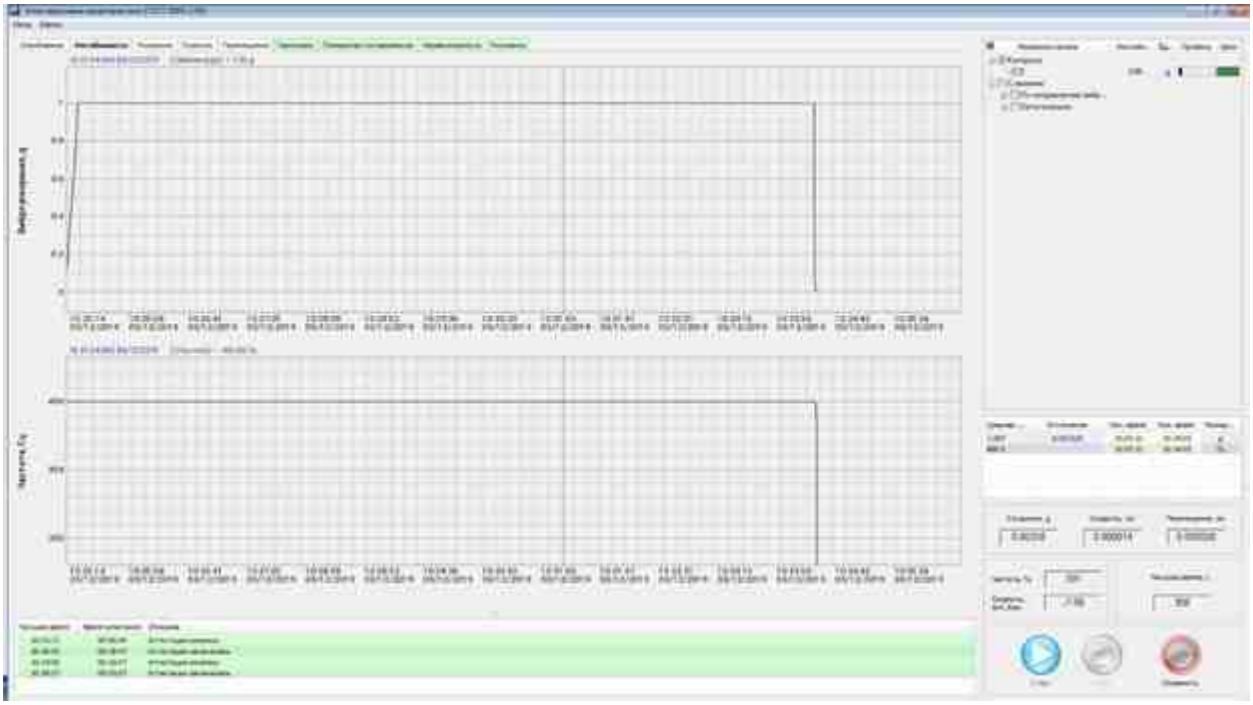


Рис. 5.9 Вкладка «Нестабильность»

Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты .....

Определение диапазона ускорения и частоты проводить как при отсутствии груза на столе вибростенда, так и с грузом весом равным ¼ номинальной нагрузки на столе вибростенда и с установленном в центре контрольным акселерометром.

Определения нижних пределов, воспроизводимых уровней ускорения и перемещения выполняется согласно пункту 15.6.12.

Для определение верхних пределов диапазонов ускорения, перемещения и частоты включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот

и с амплитудой, равной верхним (аттестуемым) пределам перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.6.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладках «Перемещение» (*Рис. 15.10*) «Скорость» (*Рис. 15.11*) и «Ускорение» (*Рис. 15.12*) будут отображены (в числовом и графическом виде) зарегистрированные результаты аттестации.

Примечание: *Подсветка голубого цвета определяет область, для которой программа производит расчет значения параметра «Отклонение» (см. поле «Статистика»). При необходимости область расчета можно скорректировать вручную, задав значения начальной и конечной частоты в поле «Статистика».*

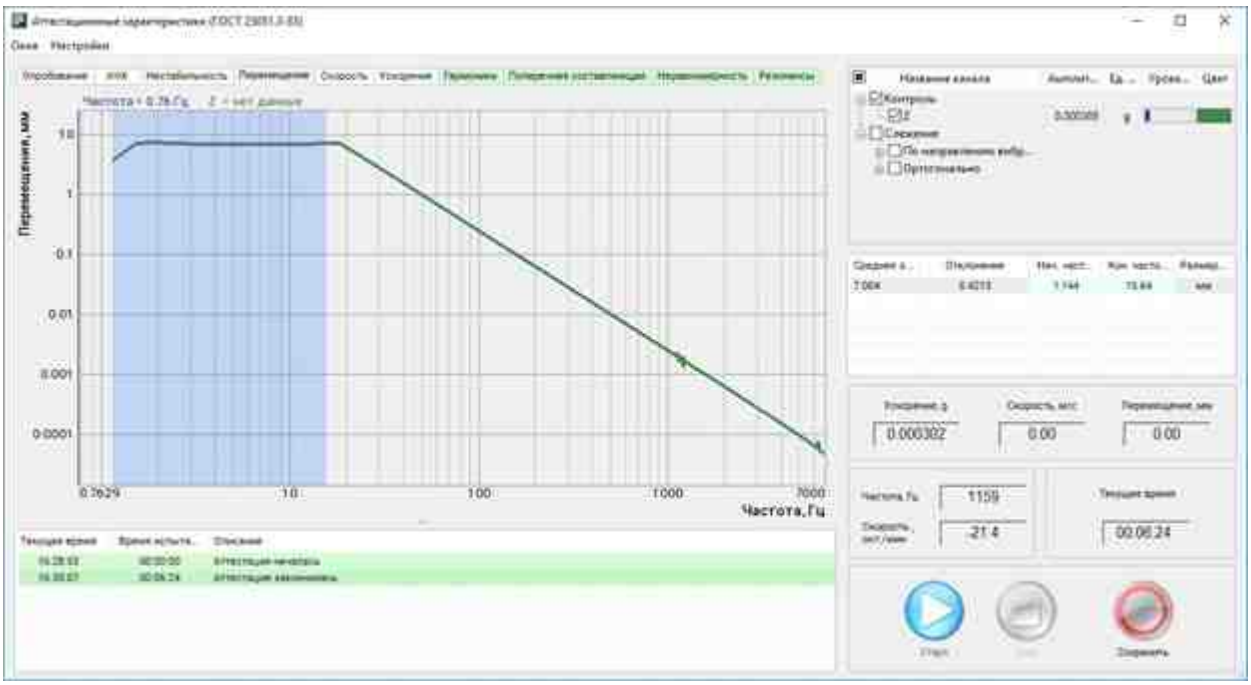


Рис. 15.10 Вкладка «Перемещение»

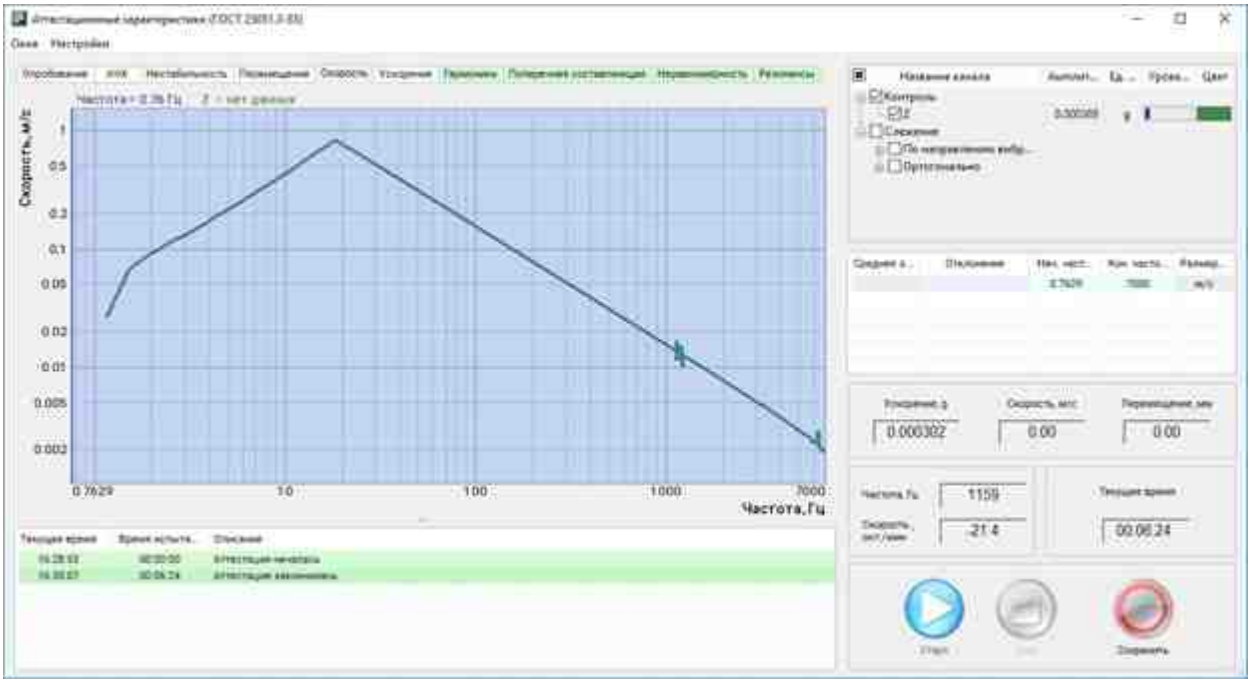


Рис. 15.11 Вкладка «Скорость»

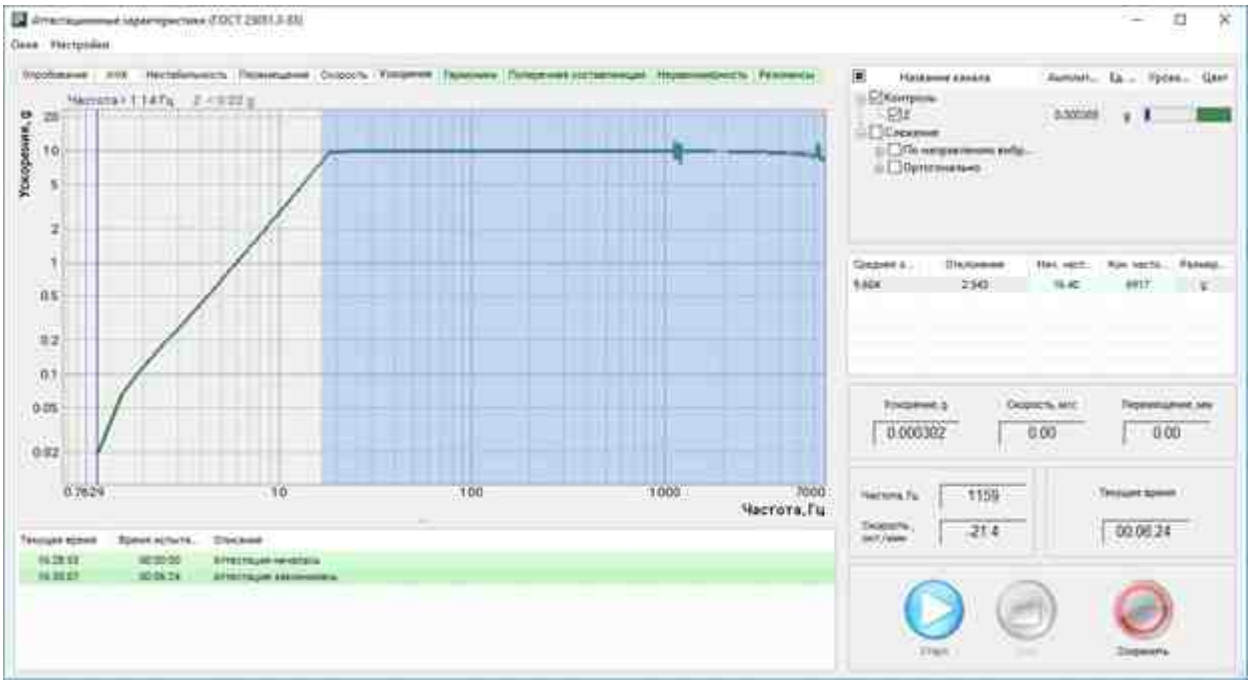


Рис. 15.12 Вкладка «Ускорение»

Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения .....

Определение коэффициента гармоник допустимо проводить совместно с пунктом 15.6.6 при отсутствии груза на столе вибростенда и с установленным в центре стола вибростенда контрольным акселерометром.

Для определения коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения включить режим измерения,  активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки, подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот и с амплитудой, равной верхним (аттестуемым) пределам перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.7.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладке «Гармоники» (Рис. 15.13) будут отображены (в числовом и графическом виде) полученные результаты.



Примечание: *Красный фон наименования вкладки означает то, что не выполняется требование пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83. В этом случае значение верхней частоты аттестуемого диапазона необходимо снизить вручную до значения, при котором будет обеспечено соответствие требованию пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83, при этом фон наименования вкладки окрасится в зеленый цвет.*



Примечание: *Подсветка голубого цвета на поле графика определяет диапазон от 0,7 до верхней частоты аттестуемого диапазона.*

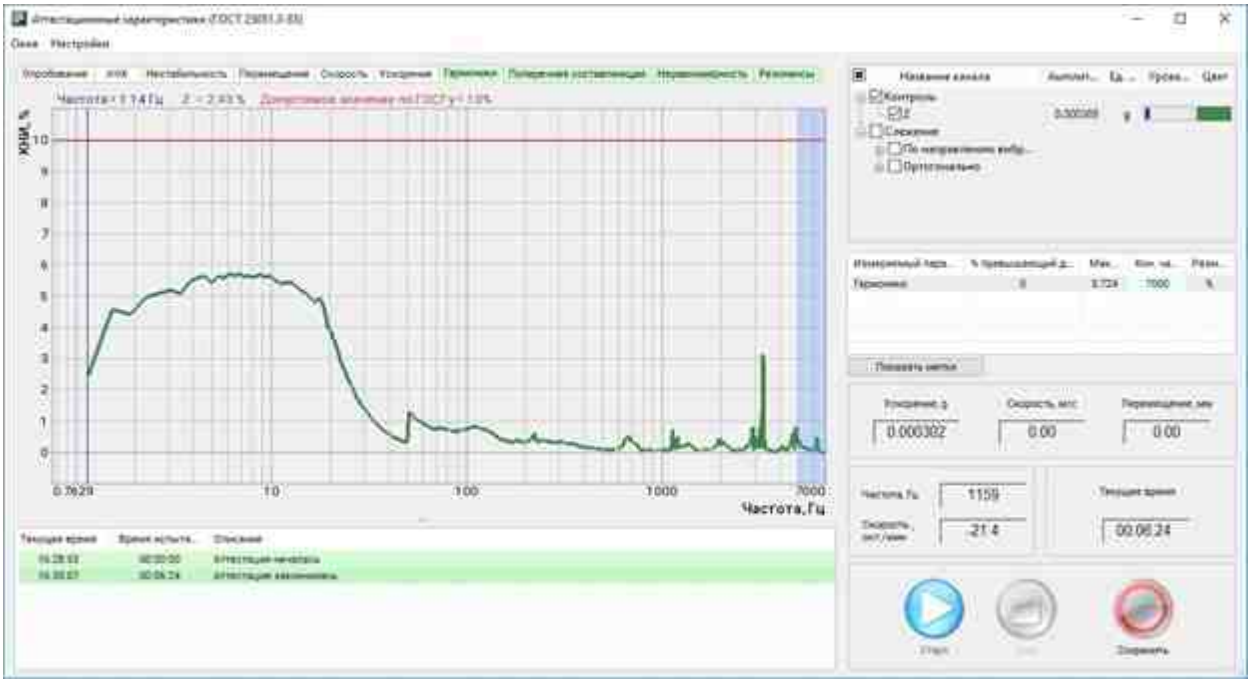


Рис. 16.13 Вкладка «Гармоники»

Определение коэффициентов поперечных составляющих .....

Определение коэффициента поперечных составляющих допустимо проводить совместно с пунктом 15.6.6 при отсутствии груза на столе вибростенда и с помощью трехкомпонентного акселерометра, установленного в центре стола виброустановки. Определение коэффициента поперечных составляющих с массой нагрузки на столе вибростенда равной номинальной массе нагрузки проводится индивидуально.

Для определения коэффициента поперечных составляющих включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот и с амплитудой, равной не менее 0,3 от верхних номинальных (аттестуемых) пределов перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.8.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладке «Поперечная составляющая» (Рис. 15.14) будут отображены (в числовом и графическом виде) полученные результаты.

Примечание: *Красный фон наименования вкладки означает то, что не выполняется требование пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83. В этом случае значение верхней частоты аттестуемого диапазона необходимо снизить вручную до значения, при котором будет обеспечено соответствие требованию пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83, при этом фон наименования вкладки окрасится в зеленый цвет.*

Примечание: *Подсветка голубого цвета на поле графика определяет диапазон от 0,7 до верхней частоты аттестуемого диапазона.*

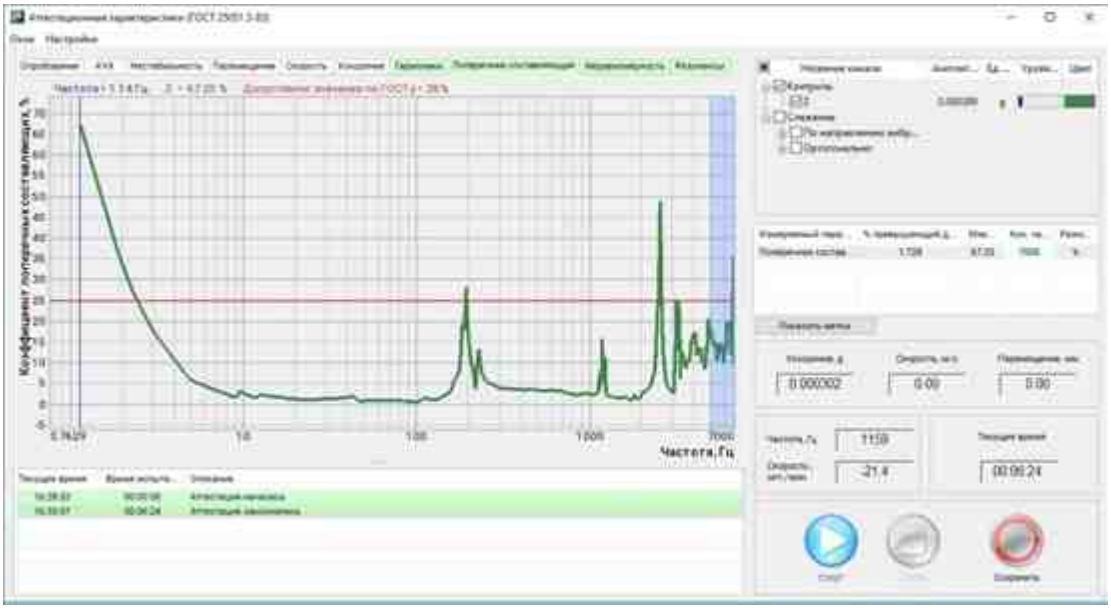


Рис. 15.14 Вкладка «Поперечная составляющая»

Определение коэффициента неравномерности распределения .....

Определение коэффициента неравномерности распределения допустимо проводить совместно с пунктом 15.6.6 с помощью контрольного акселерометра расположенного в центре стола виброустановки, а также не менее трех акселерометров, расположенных равномерно по периметру стола и при отсутствии груза на столе вибростенда.

Для определения коэффициента неравномерности распределения включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот

и с амплитудой, равной не менее 0,3 от верхних номинальных (аттестуемых) пределов перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.9.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладке «Неравномерность» (Рис. 15.15) будут отображены (в числовом и графическом виде) полученные результаты.

Примечание: *Красный фон наименования вкладки означает то, что не выполняется требование пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83. В этом случае значение верхней частоты аттестуемого диапазона необходимо снизить вручную до значения, при котором будет обеспечено соответствие требованию пункта 1.2.15 ГОСТ 25051.4-83, при этом фон наименования вкладки окрасится в зеленый цвет.*

Примечание: *Подсветка голубого цвета на поле графика определяет диапазон от 0,7 до верхней частоты аттестуемого диапазона.*

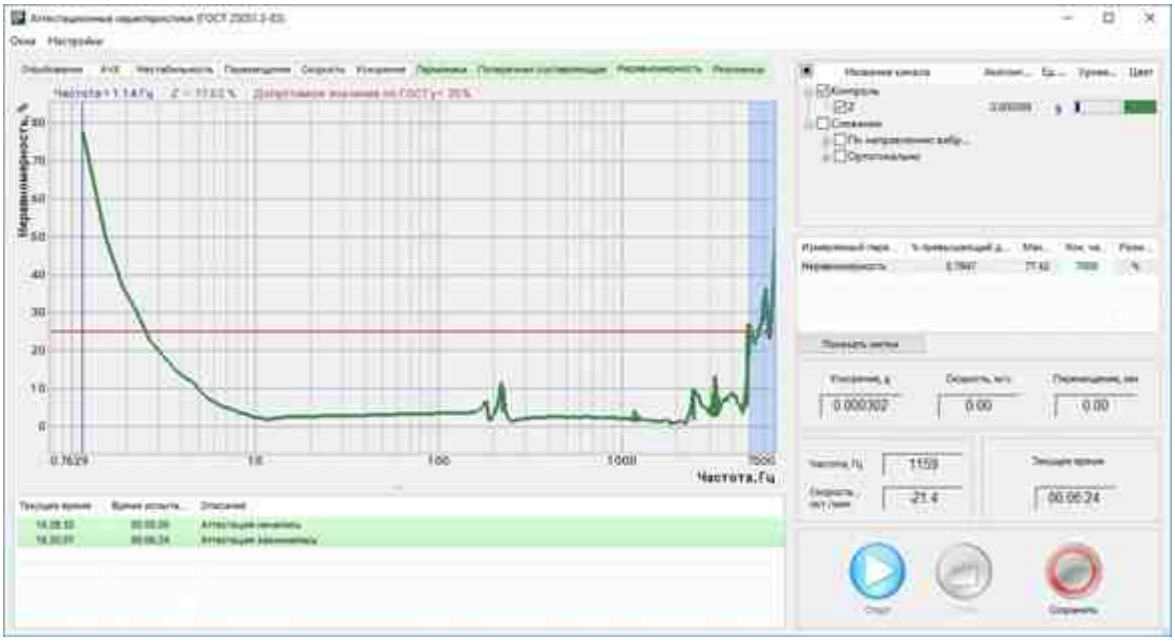


Рис. 15.15 Вкладка «Неравномерность»

Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы .....

Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы проводить с помощью контрольного акселерометра расположенного в центре стола виброустановки при массе нагрузки на столе равной нулю и 0,25 от номинальной массы нагрузки.

Подключить к свободному входу (измерительному каналу) анализатора спектра ZET 038 сигнал возбуждения (выход генератора) штатной системы управления, аттестуемой виброустановки (используя BNC-тройник и BNC-BNC кабель).

В настройках программы (Рис. 15.3) активировать параметр «Сигнал возбуждения» и выбрать тот измерительный канал анализатора спектра ZET 038, к которому подключен выход канала возбуждения штатной системы управления, аттестуемой виброустановки (в примере каналу назначено имя «ос ген»).

Для определения резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки, подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот и с амплитудой, равной не менее 0,3 от верхних номинальных (аттестуемых) пределов перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.10.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладке «Резонансы» определить резонансную частоту подвески и первую резонансную частоту подвижной системы (Рис. 15.16).

Примечание: *При необходимости в области «Статистика» значения резонансных частот можно скорректировать вручную.*

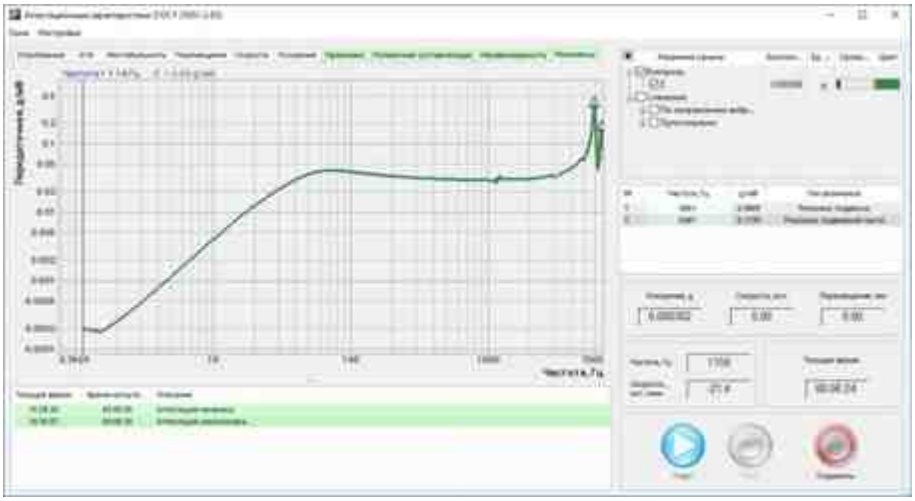


Рис. 15.16 Программа «Аттестация вибростенда» - вкладка «Резонансы»

Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда .....

Определение индукции магнитного поля рассеяния проводить при включенном питании катушек подмагничивания и размагничивания и отсутствии сигнала возбуждения с помощью измерителя магнитной индукции или милливеберметра с аттестованными измерительными катушками.

Индукцию магнитного поля измерять в трех точках на высоте 20 мм от поверхности стола вибростенда вдоль радиуса: в центре, на расстояниях 0.5R и R от центра стола вибростенда, где R — радиус стола.

По ГОСТ 25051.4-83 в стандартах и (или) технических условиях на установки или вибростенд конкретных типов должны быть указаны максимальные уровни индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда. При наличии требований к компенсации магнитного поля рассеяния значение магнитной индукции над столом вибростенда не должно превышать 0,001 Тл.

Определение вибрационного шума на столе вибростенда .....

Определение вибрационного шума проводить при отсутствии груза на столе виброустановки и с установленным в центре стола контрольным акселерометром.

Измерения производить при включенной виброустановке, но при отсутствии сигнала возбуждения.

Для определения вибрационного шума на столе вибростенда перейти во вкладку «Опробование».

Убедиться в том, что на графике спектра отсутствует значительный уровень сетевой помехи (превышение над уровнем шума более чем в 10 раз дискреты на частоте 50 Гц и ее гармоник см. Рис. 15.7).

Для сохранения настроек активировать кнопку «Зафиксировать», при этом будут рассчитаны значения для нижних пределов виброускорения, виброскорости и виброперемещения (Рис. 15.17).

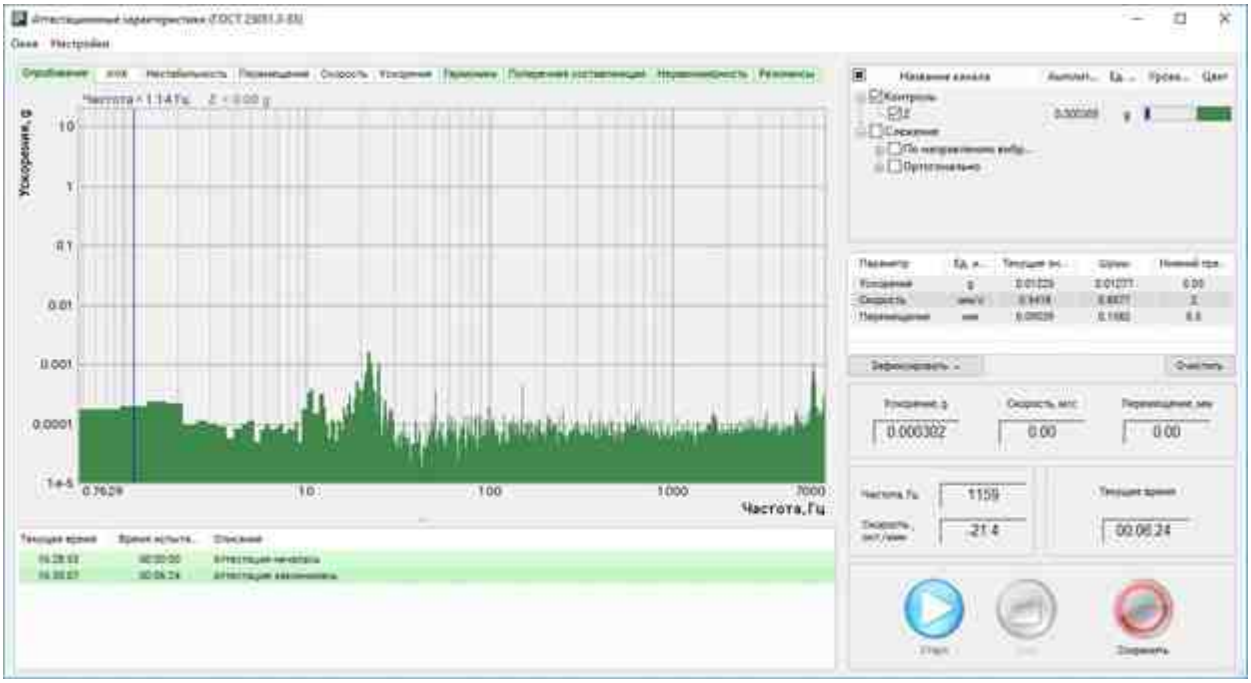


Рис. 15.17 Программа «Аттестация вибростенда» - вкладка «Шум»

Определение изменения температуры стола вибростенда .....

1. Определение изменения температуры стола вибростенда проводят при номинальной массе нагрузки вибростенда и с установленным в центре стола контрольным акселерометром.

2. Изменение температуры стола вибростенда «ΔT» вычислять в градусах Цельсия по формуле:

$$\Delta T = T_K - T_H$$

где «T_K» и «T_H» — значения температуры стола вибростенда в конце и в начале операции по п. 15.6.5, полученные с помощью средств измерения температуры поверхности.

3. Для измерения температуры необходимо прикрепить чувствительный элемент термометра к столу вибростенда и произвести измерения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.13.

Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке .....

Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения проводить с установленным в центре стола контрольным акселерометром при массе нагрузки на столе вибростенда равной нулю и массе нагрузки на столе вибростенда, равной номинальной.

Для определения пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения включить режим измерения, активировав кнопку «Старт».

При помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки подать синусоидальный сигнал с качанием частоты в номинальном (аттестуемом) диапазоне частот и с амплитудой, равной 0,7 от верхних номинальных (аттестуемых) пределов перемещения и ускорения в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.14.

По завершению качания синусоидального сигнала в номинальном диапазоне частот во вкладках «Ускорение» (*Рис. 15.18*) «Скорость» и «Перемещение» будут отображены (в числовом и графическом виде) зарегистрированные результаты аттестации.

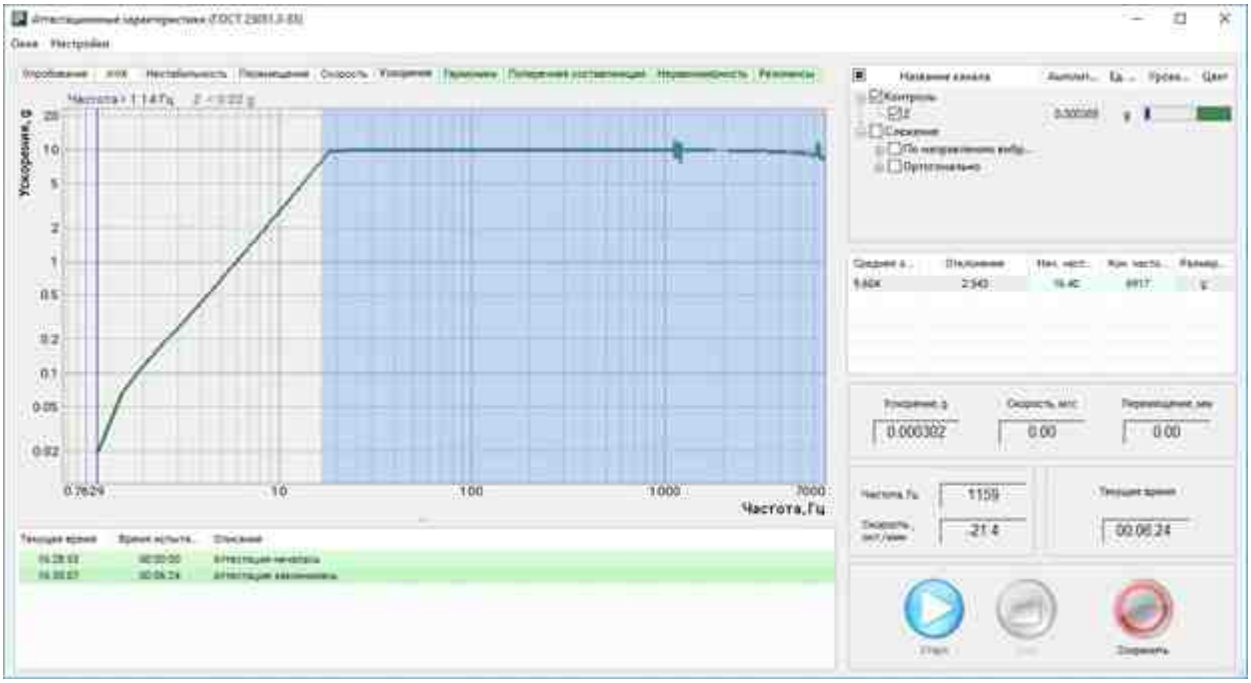


Рис. 15.18 Вкладка «Ускорение»

Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке .....

Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке проводят расчетным путем по результатам измерений, полученным при отсутствии груза на столе вибростенда и с установленным в центре стола контрольным акселерометром.

Пределы допускаемых погрешностей воспроизведения ускорения (перемещения) оценивается в процентах с доверительной вероятностью 0,9 по формуле:

$$\delta = \pm 0{,}95\sqrt{\delta_0^2 + \delta_{АЧХ}^2 + \delta_Г^2 + \delta_Д^2 + \delta_i^2}$$

где:

δ_0 – предел основной относительной погрешности вибротракта;

$\delta_{АЧХ}$ – предел неравномерности АЧХ вибротракта;

P – предел дополнительной погрешности измерения от наличия высших гармоник, определяемой в процентах при измерении среднего квадратического значения параметра по формуле:

$$\delta_Г = \left(\sqrt{1 + K_{ГК}^2} - 1\right) \cdot 100\%$$

$K_{ГК}$ - наибольшее значение коэффициента гармоник в контрольной точке в рассматриваемом диапазоне частот, относительные единицы;

$\delta_{П}$ – предел дополнительной погрешности измерения от наличия поперечных составляющих, определяемой по формуле:

$$\delta_{П} = K_{ПК} \cdot K_{ОП}$$

$K_{ГК}$ - наибольшее значение коэффициента поперечных составляющих в контрольной точке в рассматриваемом диапазоне частот, %;

$K_{ОП}$ - относительный коэффициент поперечного преобразования ВИП, относительные единицы;

δ_{t} - предел дополнительно погрешности измерения от измеряемой температуры стола вибростенда, определяемой в процентах по формуле:

$$\delta_{t} = K_{t} \cdot \Delta T$$

где K_{t} - коэффициент температурной чувствительности ВИП.

По ГОСТ 25051.4-83 Изменение воспроизводимого ускорения при изменении напряжении питания на ±10% не должно превышать 0,25 предела допускаемой погрешности воспроизведения ускорения.

Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда .....

Проверку функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда, проводить в соответствии с методами, установленными в нормативно-технической документации на установку.

При отсутствии в нормативно-технической документации на установку соответствующих требований, выполнять проверку коэффициента гармоник путем проведения операций по п. 15.6.7 настоящего документа в режиме воспроизведения горизонтальной вибрации (горизонтальное положение подвижной части вибростенда) с эквивалентом нагрузки массой 0,25 номинальной массы, либо с нагрузкой 100 кг в случаях, когда вес эквивалента нагрузки 0,25 от номинальной массы превышает значение 100 кг.

По ГОСТ 25051.4-83 Допускаемые моменты от предельной нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда, и от эксцентриситета нагрузки,

приложенной вдоль рабочей оси вибростенда, должны быть указаны в стандартах и (или) технических условиях на установки и (или) вибростенд конкретных типов.

Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки .....

Проверку функционирования установки в условиях ее нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки проводить в соответствии с методами, установленными в нормативно-технической документации на установку.

При отсутствии в нормативно-технической документации на установку соответствующих требований, выполнять проверку коэффициента гармоник путем проведения операции по п. 15.6.7 настоящего документа с эквивалентом нагрузки, закрепленным на столе вибростенда так, что его ось симметрии параллельна рабочей оси вибростенда и смещена относительно нее на расстояние «e», вычисляемое в метрах по формуле:

$$e = \frac{M}{P}$$

где «M» — наибольший допускаемый момент от эксцентриситета нагрузки, Нм;

«P» — вес эквивалента нагрузки, Н.

По ГОСТ 25051.4-83 допускаемые моменты от предельной нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда, и от эксцентриситета нагрузки, приложенной вдоль рабочей оси вибростенда, должны быть указаны в стандартах и (или) технических условиях на установки и (или) вибростенд конкретных типов.

Определение предела погрешности воспроизведения (установки) частоты .....

Определение предела погрешности воспроизведения (установки) частоты проводят при отсутствии груза на столе вибростенда и с установленным в центре стола контрольным акселерометром.

Измерения погрешности воспроизведения частоты проводить путем выполнения операций по п. 15.6.5. При выполнении измерений задавать при помощи штатной системы управления, аттестуемой виброустановки синусоидальный сигнал в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.18.

Автоматический самоконтроль контроллера .....

Выполнить подключение контроллера к компьютеру по интерфейсу Ethernet.

Соединить кабелем BNC-BNC разъемы выхода генератора и входа измерительного канала контроллера.

На панели СУВ активировать кнопку *«Диспетчер устройств и каналов»*. На экране монитора отобразится окно программы «Диспетчер устройств ZET» (*Рис. 17.1*).

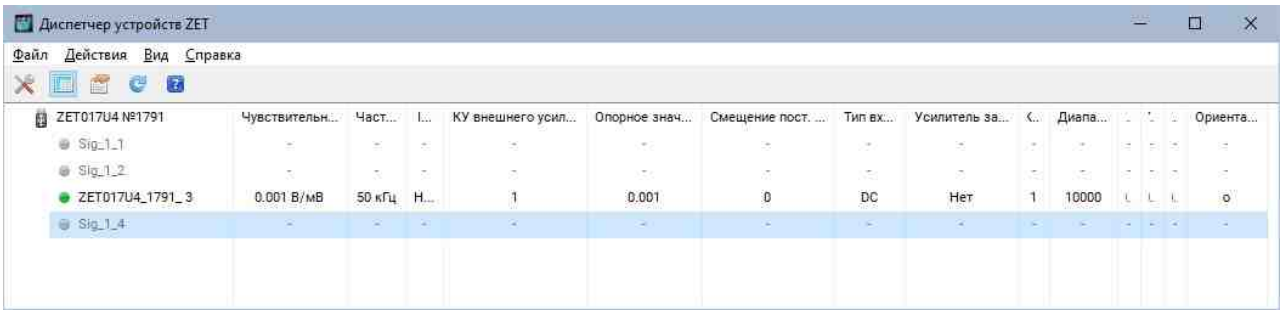


Рис. 17.1 Программа «Диспетчер устройств»

В окне программы «Диспетчер устройств» активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Частота дискретизации» (*Рис. 17.2*).

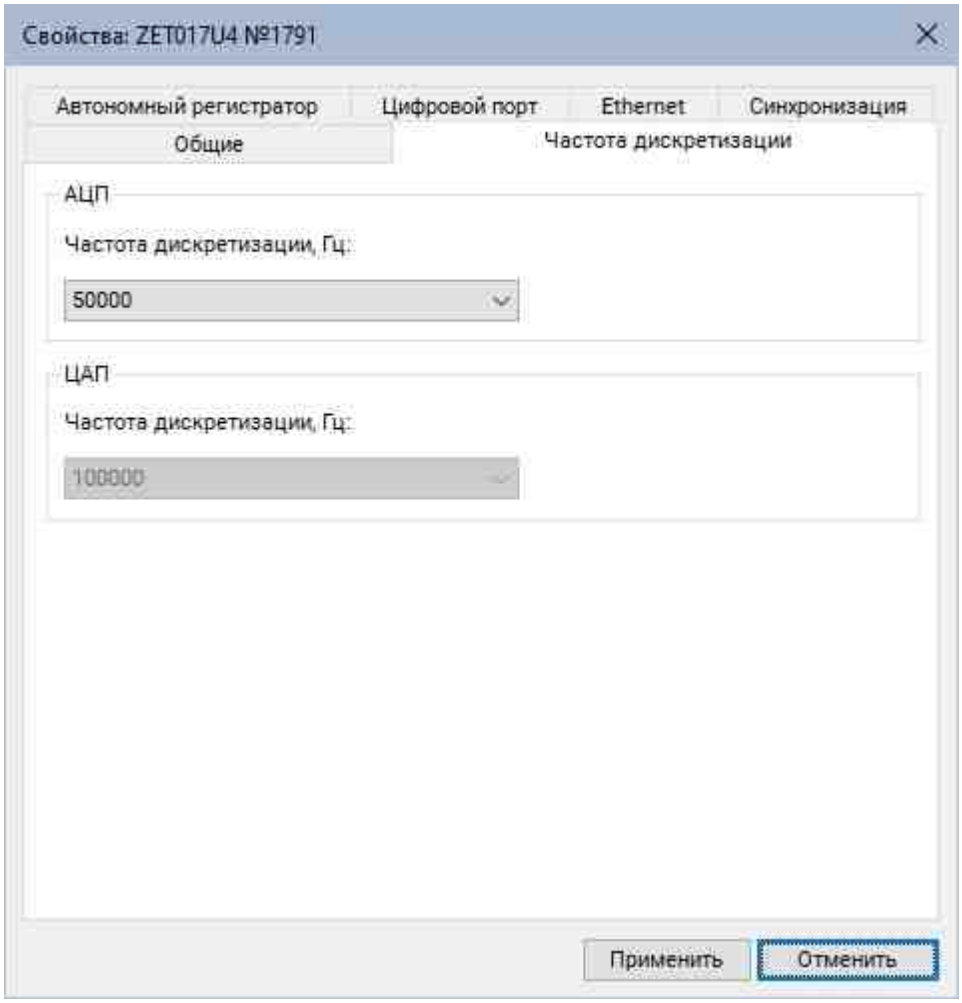


Рис. 17.2 Вкладка «Частота дискретизации» окна Свойства

Установить частоту дискретизации для входов контроллера, для чего в поле «АЦП» активировать указатель на выпадающий список и выбрать из списка «50 кГц», при этом частота дискретизации в поле «ЦАП» будет установлено программой автоматически.

Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Диспетчер устройств» активировать идентификатор, соответствующий измерительному каналу контроллера.

В открывшемся окне «Свойства:…» (*Рис. 17.3*) установить параметры измерительного канала:

- Параметр «Чувствительность» – 100 мВ/g;
- Параметр «Направление» – ↑;
- Параметр «КУ» – 1;

- Параметр «АС» – включено.

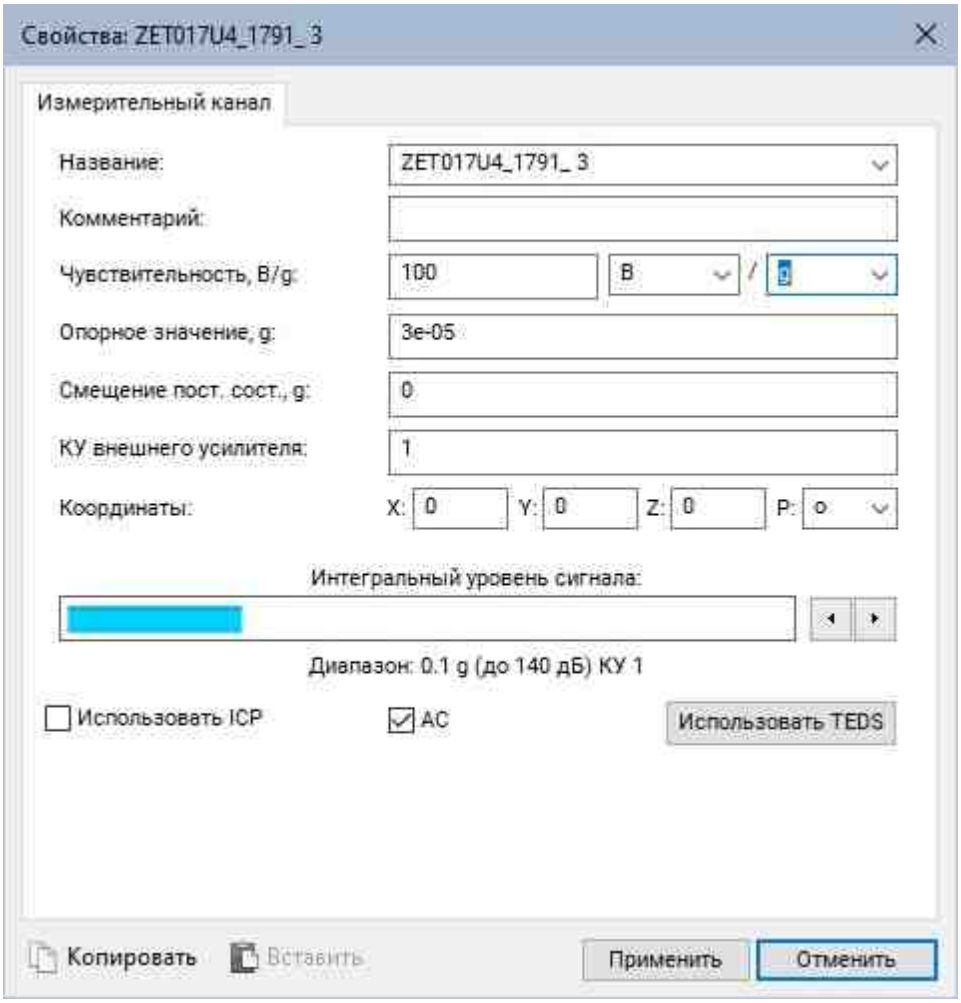


Рис. 17.3 Вкладка «Измерительный канал» окна Свойства

На панели СУВ активировать кнопку *«Параметры вибростенда»*. В открывшемся окне программы «Параметры вибростенда» добавить в базу данных пользователя новый вибростенд, установив технические характеристики в соответствии с *Рис. 17.4*. Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить»

---

1) Правила добавления нового вибростенда в базу данных пользователя приведены в разделе **Параметры вибростенда** в разделе 7.

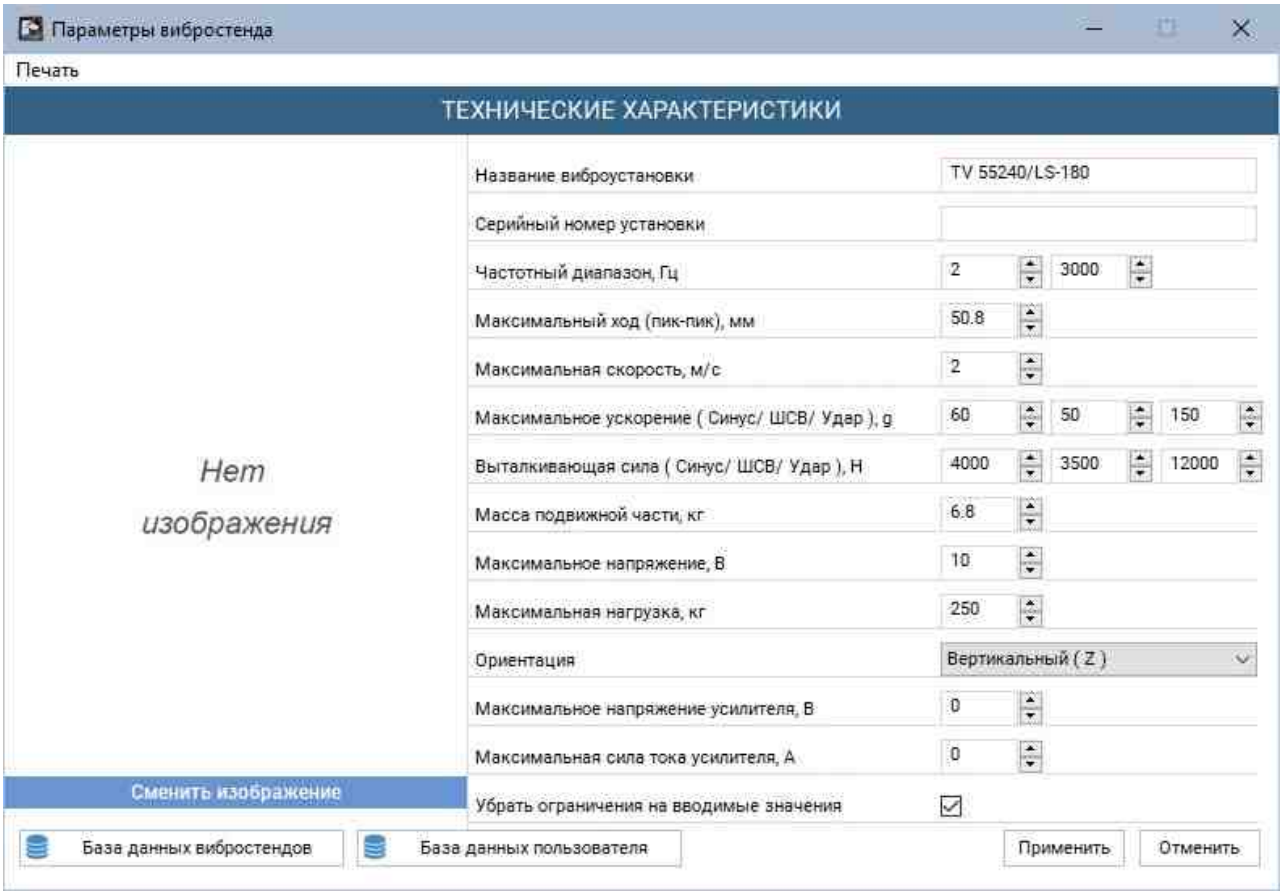


Рис. 17.4 Программа «Параметры вибростенда»

Нажать кнопку «Выбрать» в поле ранее добавленного вибростенда. Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить».

На панели СУВ активировать кнопку «*Предтест и поиск резонансов*». В открывшемся окне программы «Предтест и поиск резонансов» нажать кнопку «Настройки» и установить параметры в соответствии с *Рис. 17.5*. Для сохранения нажать кнопку «Применить».

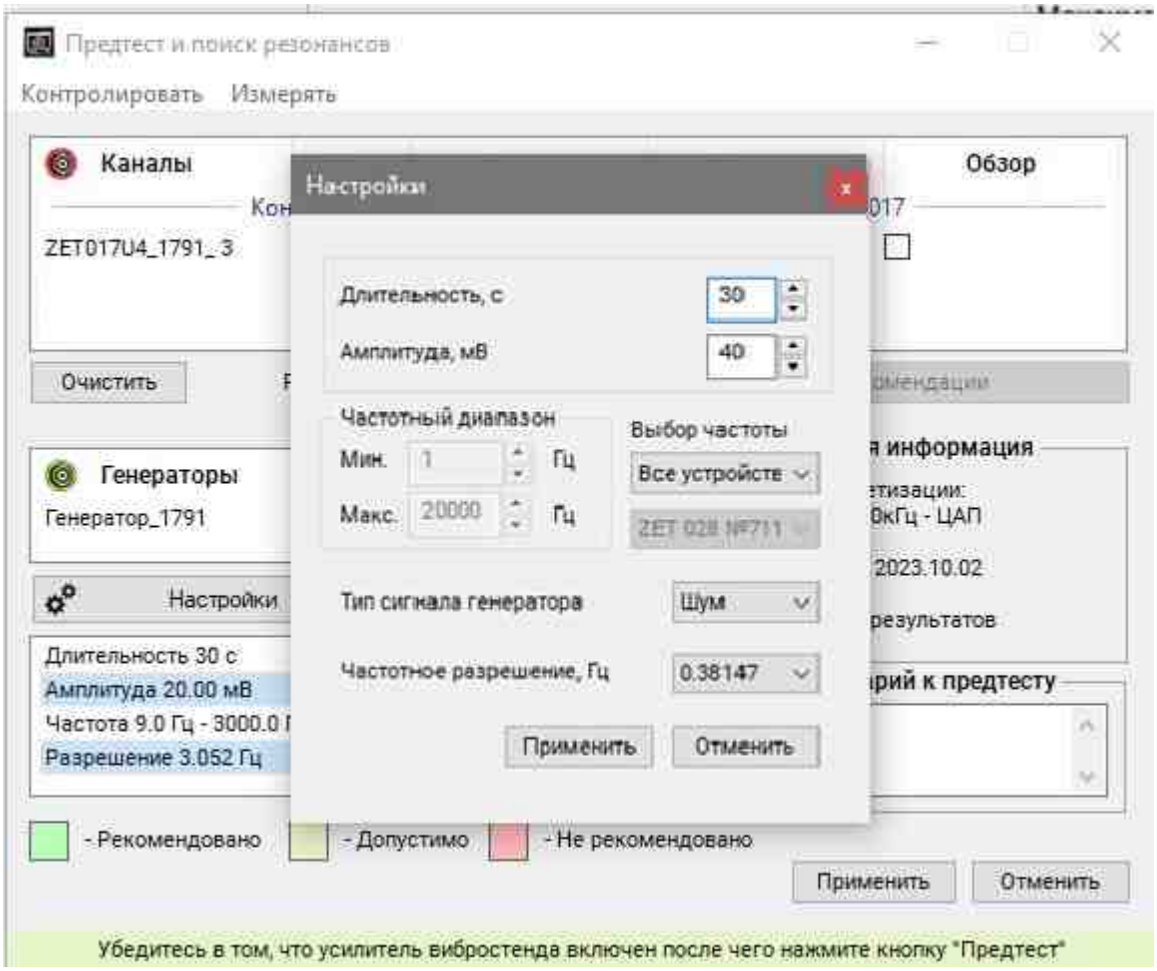


Рис. 17.5 Окно «Настройки» программы «Предтест и поиск резонансов»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» провести предтест. По окончанию предтеста установить статус «Контроль» измерительному каналу контроллера, вход которого соединен с выходом генератора (*Рис. 17.6*). Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить».

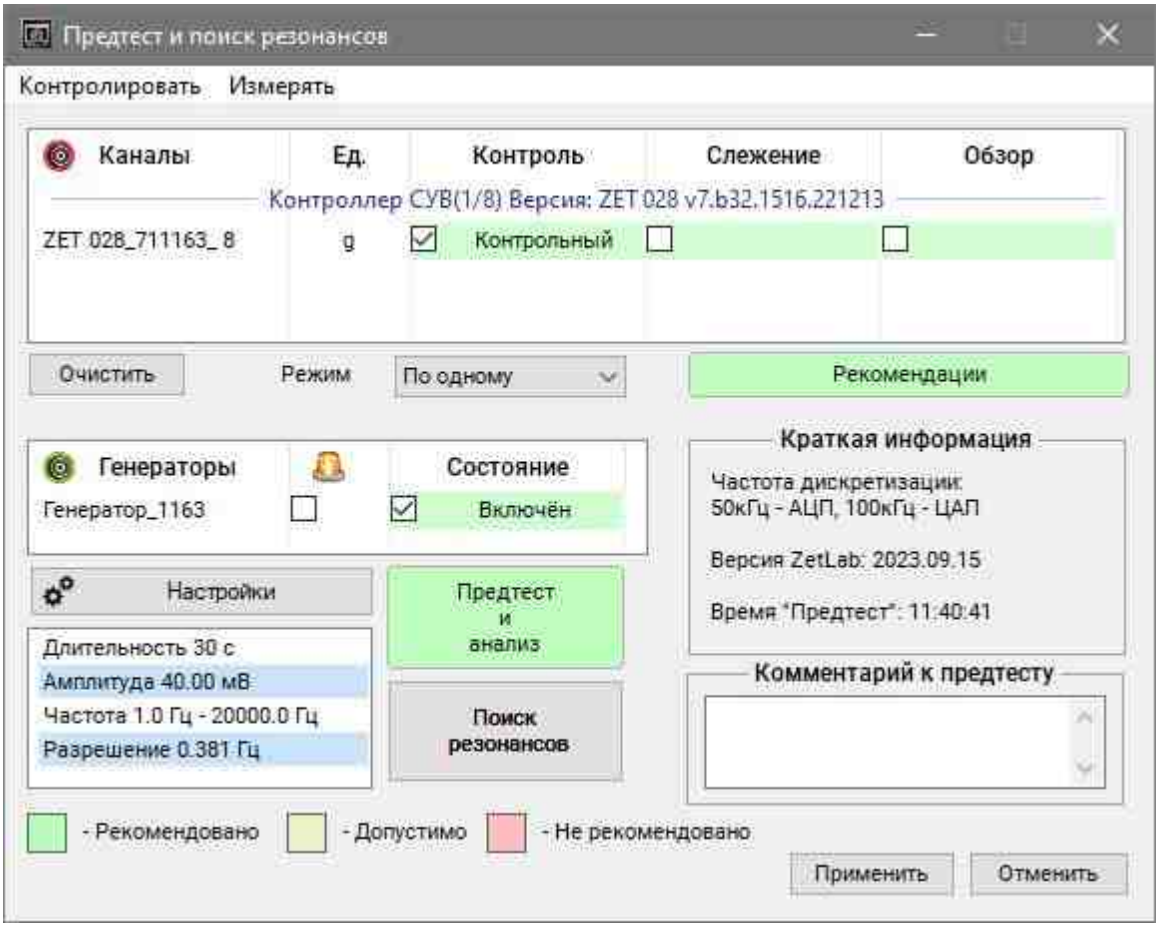


Рис. 17.6 Программа «Предтест и поиск резонансов»

На панели СУВ активировать кнопку «*Гармоническая вибрация*». В открывшемся окне программы «Гармоническая вибрация» нажать кнопку «Редактирование профиля». В окне «Редактирование профиля» на вкладке «Профиль» (*Рис. 17.7*) установить параметры профиля испытаний:

- Частотный диапазон – от 8 до 10000 Гц;
- Виброускорение – 10 g;
- Тип развертки – Лог;
- Скорость развертки – 1 окт/мин.

Для сохранения внесенных изменений активировать кнопки «Применить» и «ОК».

---

2) Правила работы с программой «Предтест и поиск резонансов» приведены в разделе 8.
3) Правила работы с программой «Гармоническая вибрация» приведены в разделе 9.

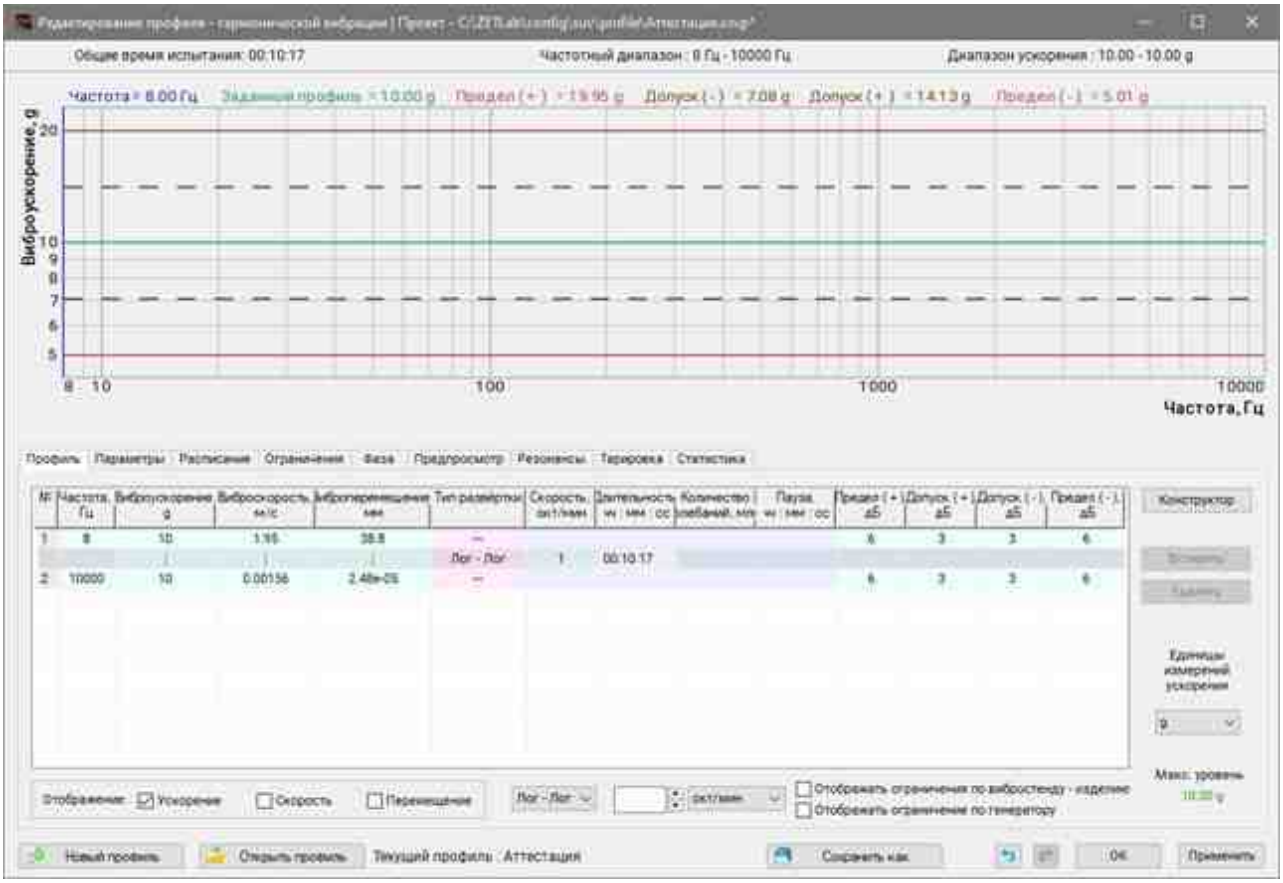


Рис. 17.7 Окно «Редактирование профиля» программы «Гармоническая вибрация»

Из вкладки «Метрология» панели ZETLab запустить программу «Аттестация вибростенда». В открывшемся окне программы «Аттестационные характеристики» нажать кнопку «Настройки». В окне «Настройки» (*Рис. 17.8*) установить параметры аттестации:

- Контрольный канал – измерительный канал контроллера, вход которого соединен с выходом генератора;
- Частотный диапазон – от 8 до 10000 Гц;
- Время аттестации – 30 мин;
- Единица измерения – g;
- Выбор вкладок – Ускорение, Гармоники.

Для сохранения внесенных изменений активировать кнопки «Применить».



Рис. 17.8 Окно «Настройки» программы «Аттестационные характеристики»

Для запуска автоматического самоконтроля активировать кнопку «Старт» поочередно в программах «Аттестационные характеристики» и «Гармоническая вибрация».

В окне программы «Гармоническая вибрация» дождаться окончания испытаний (прохода по заданному профилю), после чего в окне программы «Аттестационные характеристики» нажать кнопку «Стоп».

В программе «Аттестационные характеристики» на вкладках «Ускорение» (*Рис. 17.9*), «Гармоники» (*Рис. 17.10*) отобразятся результаты автоматического самоконтроля контроллера.

Контроллер считается успешно прошедшим автоматический самоконтроль если:

- На вкладке «Ускорение» максимальное значение отклонения ускорения от заданного в профиле (10 g) не превышает 2 %;
- На вкладке «Гармоники» максимальное значение КНИ не превышает 2 %.

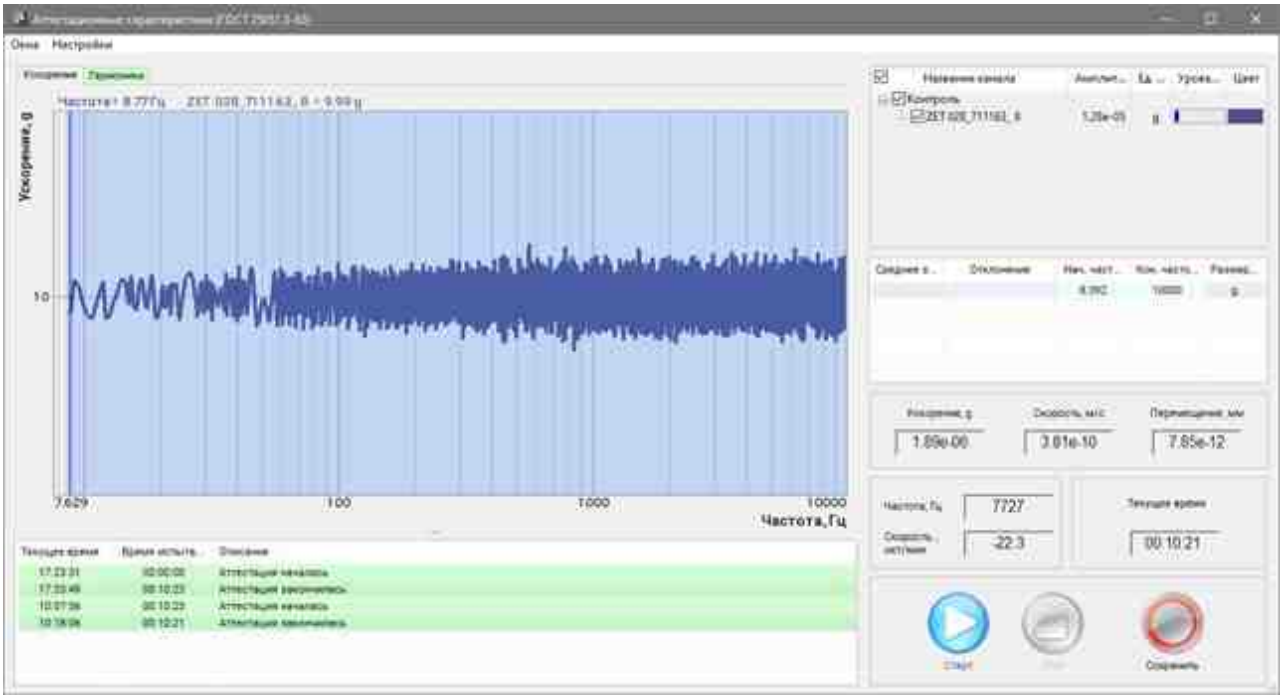


Рис. 17.9 Вкладка «Ускорение» программы «Аттестационные характеристики»

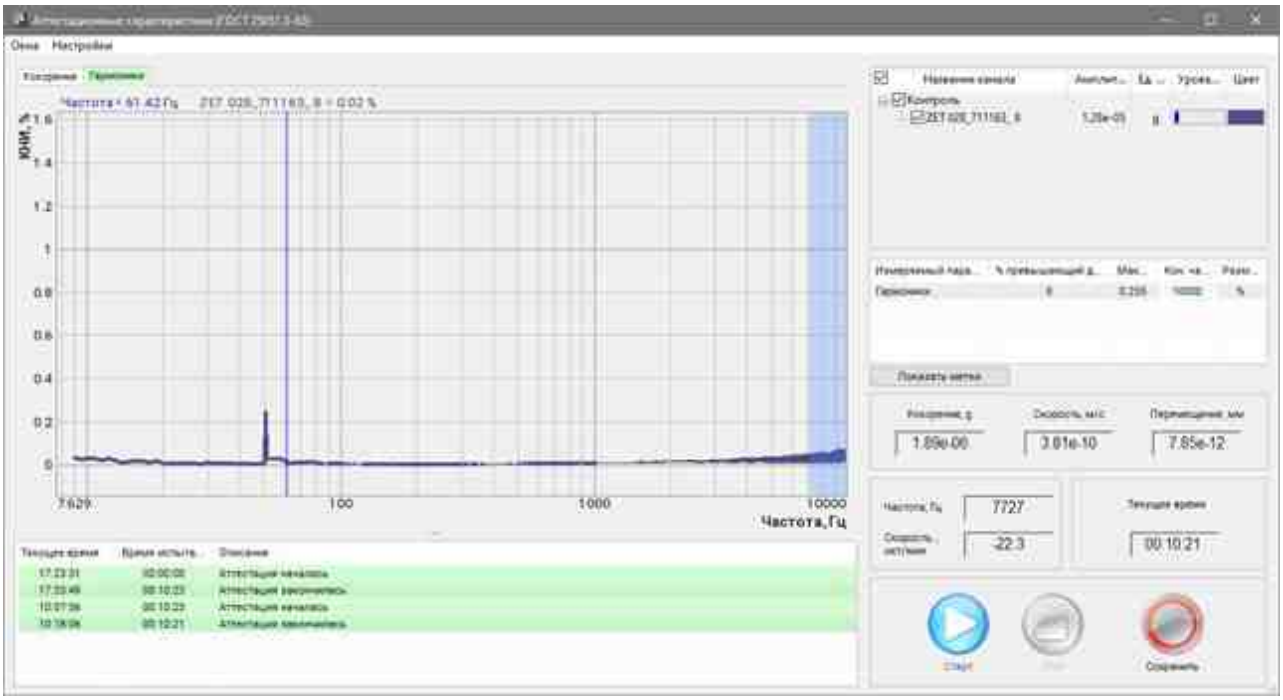


Рис. 17.10 Вкладка «Гармоники» программы «Аттестационные характеристики»

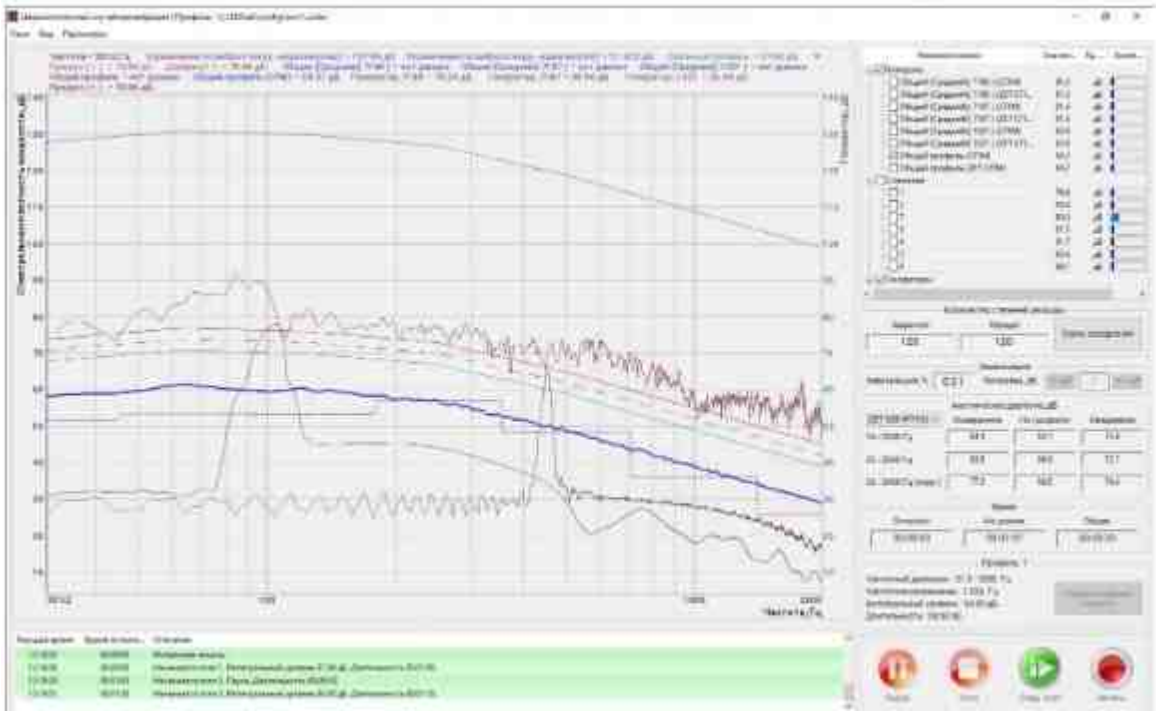
Программное обеспечение “Акустический шум”

Программа предназначена для автоматизированного управления звуковыми генераторами или другими установками при проведении испытаний изделий на воздействие нормированного высокоинтенсивного акустического шума (акустической составляющей воздействия вибрации). Программа поддерживает следующие виды режимов в части метода возбуждения звука:

- воздействие на образец акустического шума с равномерной спектральной плотностью ускорения/звукового давления во всем нормированном диапазоне частот;
- воздействие на образец тона меняющейся частоты в заданном диапазоне частот;
- испытание методом объемного резонанса.

Воздействие акустического шума может вызывать вибрацию встроенных элементов изделий, в результате чего вибрационная реакция всего изделия может отличаться от вибраций, вызванных внешним механическим воздействием. Это приводит к неэффективности средств защиты от вибрации, и как результат — к выходу из строя всего

изделия. Данный вид испытаний особенно актуален для изделий, работающих в условиях турбулентности.



Для активации программы Акустический шум, необходимо запустить программу Широкополосная случайная вибрация (ШСВ) из панели СУВ, предварительно установив необходимые параметры проведения испытаний:

- основные параметры акустической камеры — диапазон частот и максимальное звуковое давление;
- параметры изделия — допустимое звуковое давление;
- убедиться, что в параметрах измерительных каналов установлена чувствительность в единицах измерения, соответствующих звуковому давлению, например, мВ/Па;
- произвести предтест, выбрав параметр по контролю — давление.

Перед запуском необходимо задать профиль испытаний. По умолчанию единица измерения будет установлена — «Па». Для удобства график может отображаться в дБ, при установке флага в одноименной графе на вкладке «Профиль».



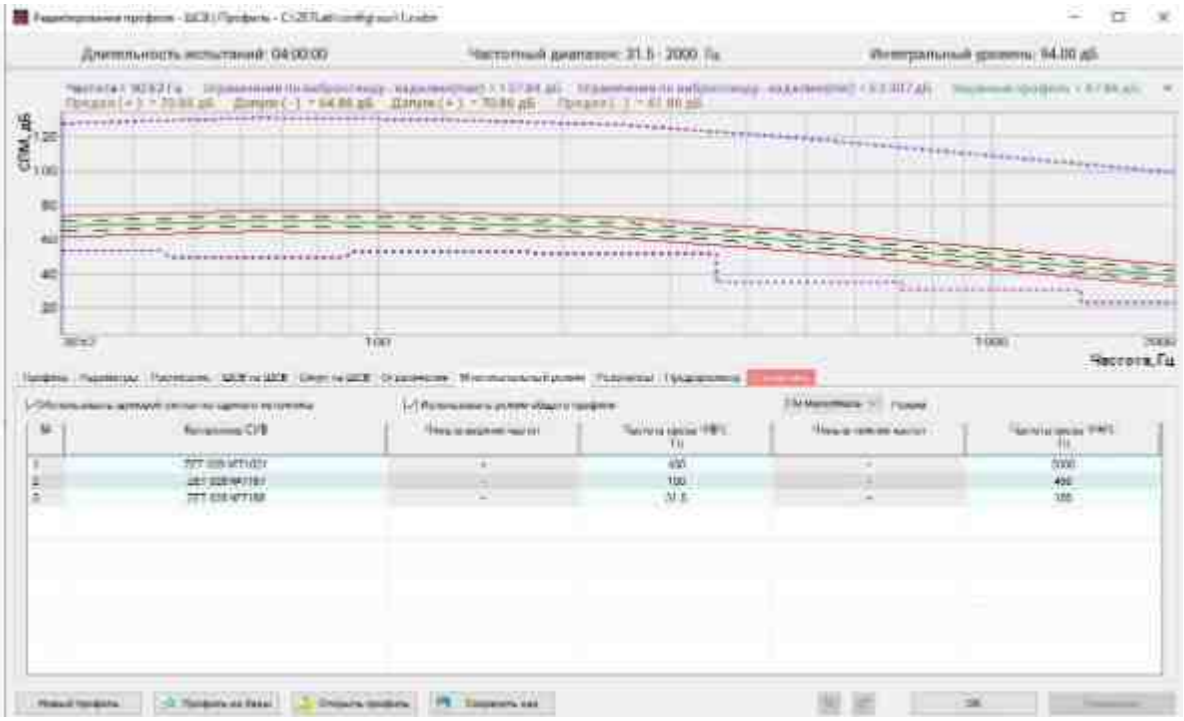
Высокий уровень звукового давления может быть получен при помощи нескольких звуковых генераторов, работающих в разных частотных диапазонах.

Программа Акустический шум поддерживает возможность управления в многоканальном режиме.

Настройка параметров многоканального режима осуществляется на этапе проведения предтеста: необходимо установить режим контроля «По одному», задать частотные диапазоны и последовательно произвести предтест для каждого генератора.

В редакторе профиля испытаний на вкладке «Многоканальный режим» для каждого управляющего контроллера устанавливается полоса пропускания.

При установленном флаге в поле «Использовать режим общего профиля» все управляющие контроллеры будут поддерживать заданный профиль испытаний суммарно, то есть каждый в своем поддиапазоне. В противном случае, каждый контроллер будет поддерживать весь профиль испытаний во всем заданном диапазоне частот.



Еще одна особенность программного обеспечения — предварительный просмотр результатов испытаний по заданному профилю, полученные расчетным путем на основе данных из предтестового запуска системы. С графиками можно ознакомиться на вкладке «Предпросмотр».

Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя о предполагаемых результатах, полученных при проведении испытаний с заданным профилем.

На основании выставленных значений для параметров профиля испытаний рассчитываются статистические параметры по степени загруженности системы при проведении испытаний, с которыми можно ознакомится на вкладке «Статистика». Данная опция позволяет оценить возможности системы не начиная испытания, тем самым сохраняя целостность аппаратуры.

Сформированный профиль можно сохранить в виде отдельного файла, который можно будет загрузить из программы «Редактор профиля».

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

В нижней части рабочего окна программы Акустический шум отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой.

Запуск испытаний осуществляется нажатием кнопки СТАРТ. Если в параметрах программы установлен флаг «Быстрый старт», то при нажатии на кнопку СТАРТ программа

подготовит аппаратуру к запуску, при этом не подавая сигал на управляющие каналы, а кнопка поменяет свой цвет с синего на зеленый. После чего необходимо повторно нажать на кнопку СТАРТ, при этом запуск испытаний начнется в течение 3 секунд.

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров и пр.), программа предложит оператору завершить испытания.

В программе предусмотрен механизм обнаружения неисправностей. В случае обнаружения таковых, программа выдаёт оповещение и рекомендации по их устранению.

Пользователь в любой момент может запустить или остановить запись электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ нажатием кнопки ЗАПИСЬ.

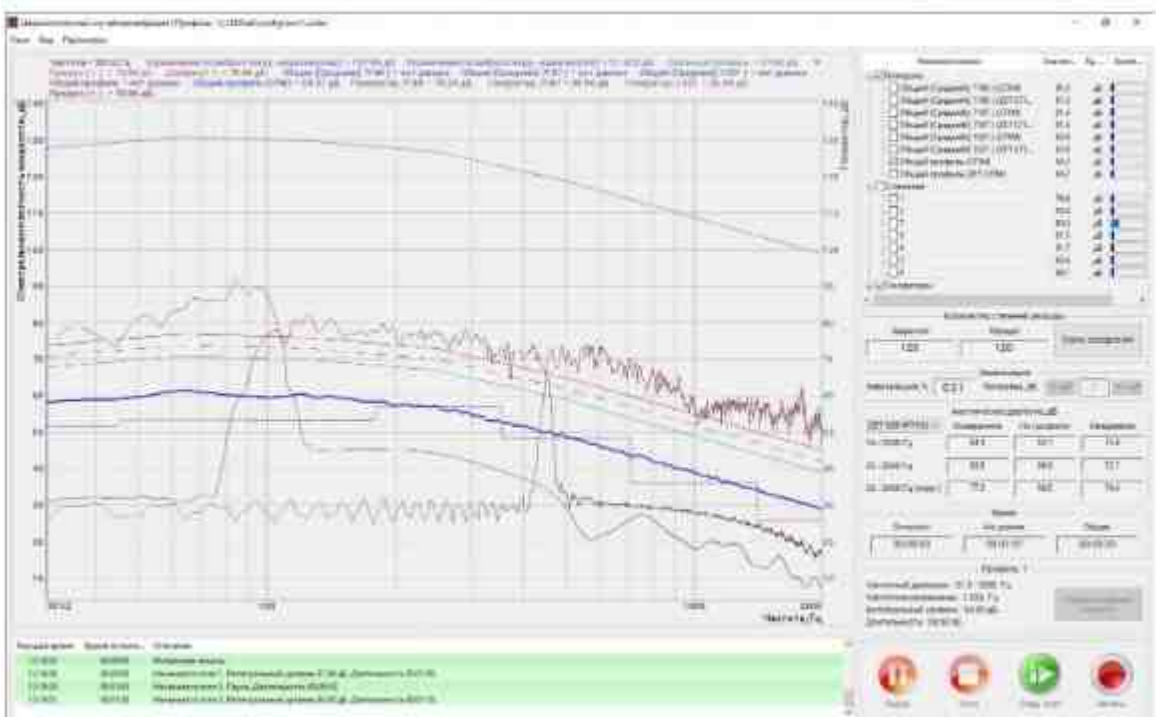
Программное обеспечение “Акустический шум” .....

Программное обеспечение “Акустический шум”

Программа предназначена для автоматизированного управления звуковыми генераторами или другими установками при проведении испытаний изделий на воздействие нормированного высокоинтенсивного акустического шума (акустической составляющей воздействия вибрации). Программа поддерживает следующие виды режимов в части метода возбуждения звука:

- воздействие на образец акустического шума с равномерной спектральной плотностью ускорения/звукового давления во всем нормированном диапазоне частот;
- воздействие на образец тона меняющейся частоты в заданном диапазоне частот;
- испытание методом объемного резонанса.

Воздействие акустического шума может вызывать вибрацию встроенных элементов изделий, в результате чего вибрационная реакция всего изделия может отличаться от вибраций, вызванных внешним механическим воздействием. Это приводит к неэффективности средств защиты от вибрации, и как результат — к выходу из строя всего изделия. Данный вид испытаний особенно актуален для изделий, работающих в условиях турбулентности.



Для активации программы Акустический шум, необходимо запустить программу Широкополосная случайная вибрация (ШСВ) из панели СУВ, предварительно установив необходимые параметры проведения испытаний:

- основные параметры акустической камеры — диапазон частот и максимальное звуковое давление;
- параметры изделия — допустимое звуковое давление;
- убедиться, что в параметрах измерительных каналов установлена чувствительность в единицах измерения, соответствующих звуковому давлению, например, мВ/Па;
- произвести предтест, выбрав параметр по контролю — давление.

Перед запуском необходимо задать профиль испытаний. По умолчанию единица измерения будет установлена — «Па». Для удобства график может отображаться в дБ, при установке флага в одноименной графе на вкладке «Профиль».



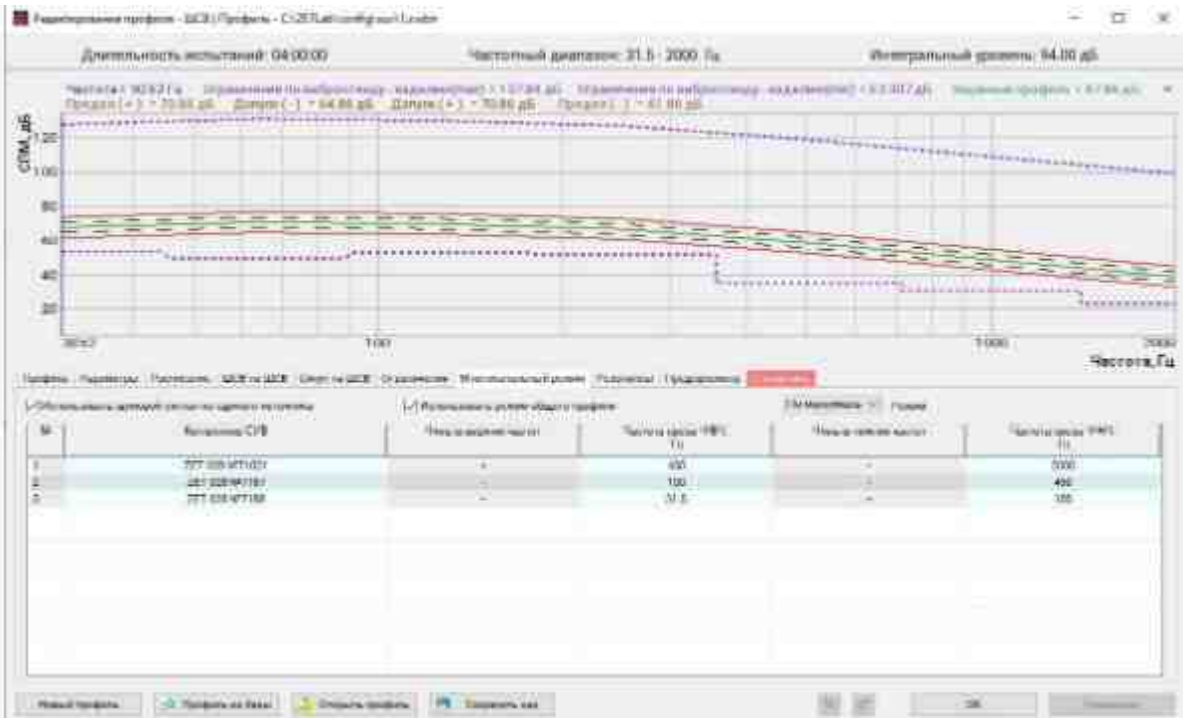
Высокий уровень звукового давления может быть получен при помощи нескольких звуковых генераторов, работающих в разных частотных диапазонах.

Программа Акустический шум поддерживает возможность управления в многоканальном режиме.

Настройка параметров многоканального режима осуществляется на этапе проведения предтеста: необходимо установить режим контроля «По одному», задать частотные диапазоны и последовательно произвести предтест для каждого генератора.

В редакторе профиля испытаний на вкладке «Многоканальный режим» для каждого управляющего контроллера устанавливается полоса пропускания.

При установленном флаге в поле «Использовать режим общего профиля» все управляющие контроллеры будут поддерживать заданный профиль испытаний суммарно, то есть каждый в своем поддиапазоне. В противном случае, каждый контроллер будет поддерживать весь профиль испытаний во всем заданном диапазоне частот.



Еще одна особенность программного обеспечения — предварительный просмотр результатов испытаний по заданному профилю, полученные расчетным путем на основе данных из предтестового запуска системы. С графиками можно ознакомиться на вкладке «Предпросмотр».

Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя о предполагаемых результатах, полученных при проведении испытаний с заданным профилем.

На основании выставленных значений для параметров профиля испытаний рассчитываются статистические параметры по степени загруженности системы при проведении испытаний, с которыми можно ознакомится на вкладке «Статистика». Данная опция позволяет оценить возможности системы не начиная испытания, тем самым сохраняя целостность аппаратуры.

Сформированный профиль можно сохранить в виде отдельного файла, который можно будет загрузить из программы «Редактор профиля».

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

В нижней части рабочего окна программы Акустический шум отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой.

Запуск испытаний осуществляется нажатием кнопки СТАРТ. Если в параметрах программы установлен флаг «Быстрый старт», то при нажатии на кнопку СТАРТ программа подготовит аппаратуру к запуску, при этом не подавая сигал на управляющие каналы, а кнопка поменяет свой цвет с синего на зеленый. После чего необходимо повторно нажать на кнопку СТАРТ, при этом запуск испытаний начнется в течение 3 секунд.

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров и пр.), программа предложит оператору завершить испытания.

В программе предусмотрен механизм обнаружения неисправностей. В случае обнаружения таковых, программа выдаёт оповещение и рекомендации по их устранению.

Пользователь в любой момент может запустить или остановить запись электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ нажатием кнопки ЗАПИСЬ.

Испытание лопаток газотурбинных двигателей .....

В данном разделе приведена инструкция по использованию программного обеспечения ZETLAB для снятия распределения напряжений в лопатке, для проведения динамической тарировки, а также испытанию лопаток газотурбинных двигателей в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 2840-001-2008.

Снятие распределения напряжений в лопатке газотурбинных двигателей .....

Оглавление

Снятие распределения напряжений в лопатке газотурбинных двигателей

Назначение и возможности программы

Интерфейс программы «Испытание лопаток ГТД»

Порядок проведения измерений

Динамическая тарировка

Назначение

Необходимые программно-аппаратные средства

Методика проведения тарировки

Определение резонансной частоты

Построение профиля тарировки

Выполнение тарировки

Испытания лопаток ГТД

Назначение и возможности программы .....

Назначение и возможности программы

Снятие распределения напряжений в лопатке выполняется с помощью программы «РНЛ ГТД(ZET058).exe», при этом в дополнение к контроллеру модели ZET02x состав СУВ должен быть оснащен тензостанциями модели ZET058 (до четырех штук), с помощью которых могут регистрироваться одновременно до 32 сигналов снимаемых с тензорезисторов, установленных на объекте испытаний (лопатке ГТД) в соответствии с требованиями Приложения А ГОСТ РВ 2840-001-2008 (*Рис. 17.1*).

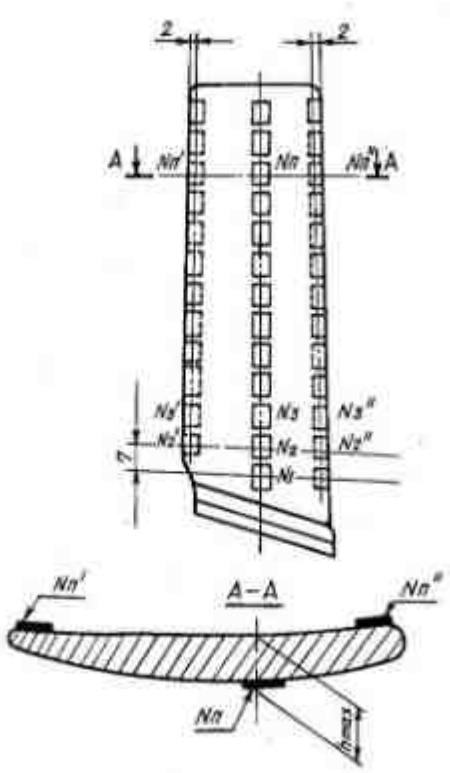


Рис. 17.1 Расположение тензорезисторов на лопатке

Интерфейс программы «Испытание лопаток ГТД» .....

Программа «РНЛ ГТД(ZET058)» (выполненная в среде скада-системы ZETView) позволяет оперативно получить и сохранить как в графическом, так и в табличном виде значения механических напряжений (МПа либо кгс/мм2) зарегистрированных в точках установки тензорезисторов, сгруппированных по трем зонам вдоль лопатки (выходная кромка, входная кромка и спинка) и по двум зонам по торцу лопатки (спинка и корыто).

Для запуска программы «Испытание лопаток ГТД» из директории необходимо активировать файл «РНЛ ГТД(ZET058).exe» (*Рис. 17.2*).



Рис. 17.2 Иконка программы «РНЛ ГТД(ZET058).exe»

Откроется окно программы «РНЛ ГТД(ZET058)» (*Рис. 17.3*).

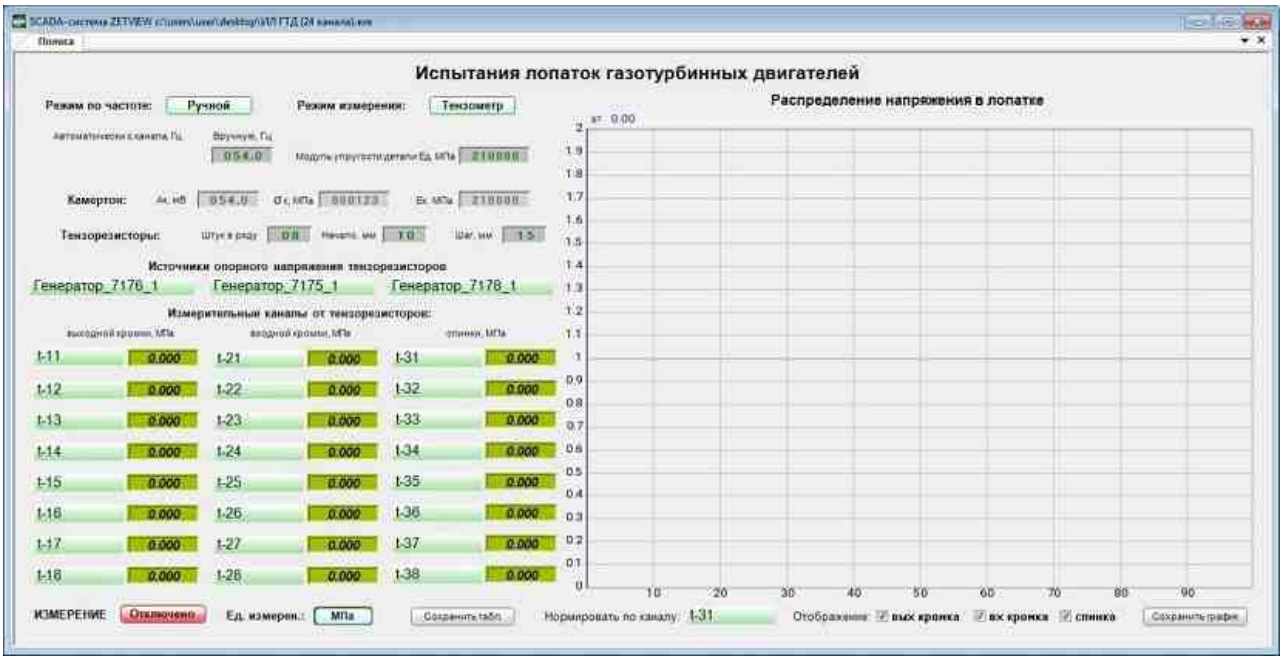


Рис. 17.3 Окно программы «РНЛ ГТД(ZET058)»

Интерфейс программы включает в себя следующие элементы управления и отображения:

Режим по частоте: «Ручной» либо «Автомат». Данный режим указывает на источник, по которому будет определяться значение частоты, на которой программа (при помощи селективных вольтметров с полосой 1 Гц) будет производить измерение амплитуды колебаний регистрируемой с тензорезисторов.

В режиме «Ручной» значение частоты возбуждения указывается программе через селектор «Вручную».

В режиме «Автомат» поле «Автоматически с канала» меняет свой вид (*Рис. 17.4*).



Рис. 17.4 Поле «Автоматически с канала» в режиме «Автомат»

В этом режиме программа осуществляет автоматический захват частоты с измерительного канала, выбранного оператором (в поле «Автоматически с канала») в качестве канала контроля за частотой возбуждения. Для контроля устойчивости захвата частоты возбуждения в поле «Автоматически с канала» имеется индикатор, в котором отображается регистрируемое программой значение частоты.

Примечание: *если автоматическое определение частоты возбуждения происходит не устойчиво следует воспользоваться режимом «Ручной»*

Режим измерения: «Тензометр» либо «Камертон».

В режиме «Тензометр» программа регистрирует значения с измерительных каналов и пересчитывает их в «МПа» либо в «кгс/мм^2» (в зависимости от выбранных единиц измерения в поле «Ед. измерения») с учетом коэффициента чувствительности измерительного канала и значения модуля упругости детали, указанного в поле «**Ед**» по формуле:

бд=(Ад*Ед*S)/U

где **Ад** (мВ) – значение амплитуды регистрируемого сигнала на входе тензостанции,

Ед (МПа)– модуль упругости исследуемой детали (лопатки ГТД),

S=4/K – коэффициент чувствительности схемы измерения тензостанции (где **К** – коэффициент чувствительности тензорезистора),

U (мВ) – опорное напряжения питания тензометрической схемы измерения.

В режиме «Камертон» программа пересчитывает регистрируемые значения с учетом значений параметров, указанных в поле «Камертон» (*Рис. 17.5*) по формуле:

бд=(бк*Ад*Ед)/(Ак*Ек)

где **бк** – значение механического напряжения на ножке камертона из паспорта на камертон,

Ад (мВ) – значение амплитуды регистрируемого сигнала на входе тензостанции,

Ед (МПа) – модуль упругости исследуемой детали (лопатки ГТД),

Ак (мВ) – значение амплитуды колебаний ножки камертона,

Ек (МПа) – модуль упругости ножки камертона из паспорта на камертон.



Рис. 17.5 Параметры поля «Камертон»

Поле «Тензорезисторы» (*Рис. 17.6*) определяет для программы следующие параметры: «Штук в ряду», «Начало» и «Шаг».



Рис. 17.6 Параметры поля «Тензорезисторы»

«Штук в ряду» - число тензорезисторов наклеенных на выходную кромку, входную кромку и спинку (параметр определяет диапазон установки от 4 до 8).

«Начало» - координата места расположения первых в ряду тензорезисторов от подошвы замка (параметр определяет диапазон от 0 до 99 мм).

«Шаг» - шаг установки в ряду тензорезисторов (параметр определяет диапазон от 2 до 99 мм).

Поле «Измерительные каналы от тензорезисторов» (Рис. 17.7) позволяет выбрать измерительный канал по каждой из тензостанций, соответствующей порядковому номеру наклеенного тензорезистора, а также содержит индикаторы, на которых отображаются регистрируемые (по соответствующему измерительному каналу) значения механических напряжений в точках установки тензорезисторов.



Рис. 17.7 Поле «Измерительные каналы от тензорезисторов»

Поле «Ед. измерения» предназначено для выбора отображения значений на индикаторах поля «Измерительные каналы от тензорезисторов» в МПа или кгс/мм^2.

Поле графиков «Распределение напряжения в лопатке» предназначено для отображения значений, регистрируемых с тензорезисторов нормированных к любому из регистрируемых измерительных каналов тензорезисторов. Выбор канала для нормирования производится в поле «Нормировать по каналу».

В поле «Распределение напряжения в лопатке» отображаются графики для выходной кромки, входной кромки и спинки. При необходимости отображение любого из графиков можно отключить при помощи соответствующего параметра в поле «Отображение».

Поле «Измерение» используется для включения и отключения расчетов, выполняемых программой.

Поля «Сохранить табл.» и «Сохранить график» используются соответственно для сохранения в файл (формат «*.dtx») зарегистрированных значений соответственно из полей «Измерительные каналы тензорезисторов» либо «Распределение напряжения в лопатке».

Порядок проведение испытаний .....

Подготовить необходимый комплект оборудования (*Рис. 17.8*) для проведения измерений (раздел 17.1.1). Наклеить тензорезисторы на испытываемую лопатку и закрепить ее на вибростенде и за замок с помощью крепежного приспособления и подключить ко входам тензостанций кабели от тензорезисторов наклеенных на лопатку.



Рис. 17.8 Комплект оборудования для снятия распределения напряжений лопатки

Выполнить конфигурирование тензостанций.

Запустите программу «РНЛ ГТД(ZET058)».exe».

Указать с помощью селектора в поле «Ед» значение модуля упругости детали в МПа.

Выбрать необходимый режим работы «Тензометр» или «Камертон».

В случае выбора работы в режиме «Камертон» внести в соответствующие поля программы паспортные значения Бк и Ек, а также значение амплитуды Ак.

***Примечание**: При работе в режиме «Камертон» должно быть предварительно получено значение амплитуды Ак*

В поле «Тензорезисторы» установить количество тензорезисторов в ряду, а также координату первого из них и шаг установки тензорезисторов.

В поле «Источники опорного напряжения тензорезисторов» выбрать измерительные каналы, соответствующие источникам опорного напряжения по каждой из сейсмостанций.

В поле «Измерительные каналы от тензорезисторов» выбрать для каждой точки измерения, соответствующей ей измерительный канал.

***Примечание**: Для удобства идентификации при именовании измерительных каналов рекомендуется составлять имя из номера тензостанции и номера канала по счету, к которому подключен тензорезистор, например: «T1_3» - первая тензостанция третий тензорезистор, «T3_5» - третья тензостанция пятый тензорезистор*

Установите режим по частоте в режим «Автомат» и выберите измерительный канал, по которому будет производиться измерение частоты возбуждения.

Включите генератор (*Рис. 17.9*) в режиме синусоидальной вибрации с необходимым уровнем амплитуды на требуемой частоте (в соответствии с требованиями по проведению испытаний) подав сигнал возбуждения на вибростенд.

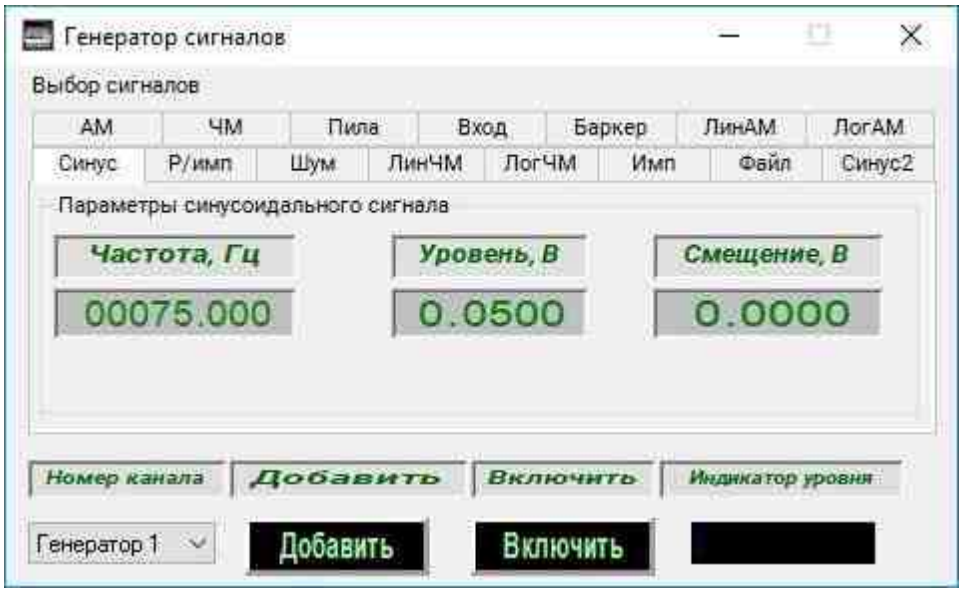


Рис. 17.9 Окно программы «Генератор сигналов»

***Примечание**: в качестве генератора, задающего синусоидальную вибрацию может использоваться внешний генератор сигналов*

Переведите программу в режим «Измерение» переведя в соответствующем поле кнопку управления в состояние «Включено».

В режима автоматической регистрации частоты выберите измерительный канал от тензорезистора по которому будет детектироваться частота и убедитесь в том, что на индикаторе в поле «Автоматически с канала» значение частоты возбуждения (подаваемой с внешнего генератора) регистрируется устойчиво, в противном случае перейдите на режим по частоте «Ручной» и введите в соответствующее поле значение генерируемой частоты вручную.

В процессе проведения измерений в поле «Измерительные каналы от тензорезисторов» (в зависимости от выбранных единиц измерения) программой будут регистрироваться значения механических напряжений в МПа, либо в кгс/мм^2, а в поле «Относительное распределение напряжений …» графики распределения механических напряжений нормированные к значению одного из выбранных измерительных каналов (*Рис. 17.10*, *Рис. 17.11*).

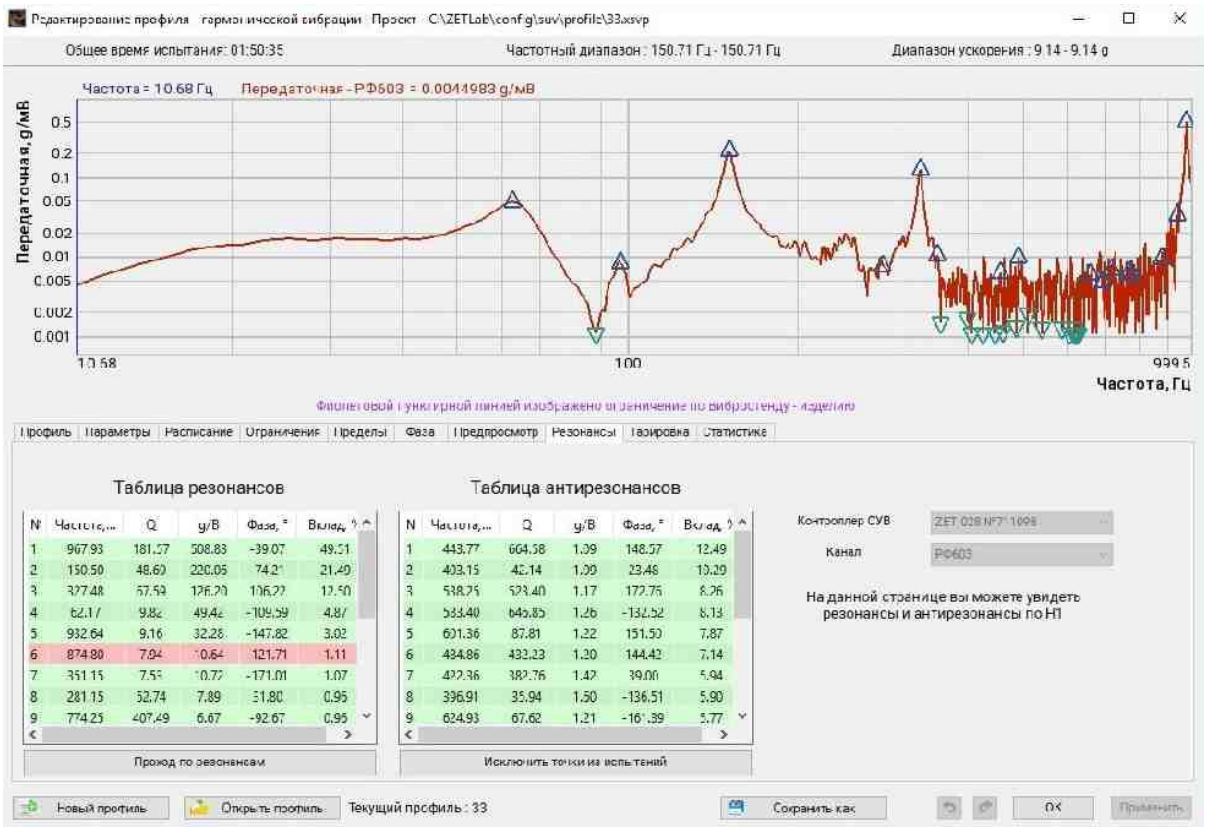


Рис. 17.10 Вкладка «Вдоль лопатки» окна программы ««РНЛ ГТД(ZET058)»» при проведении измерений

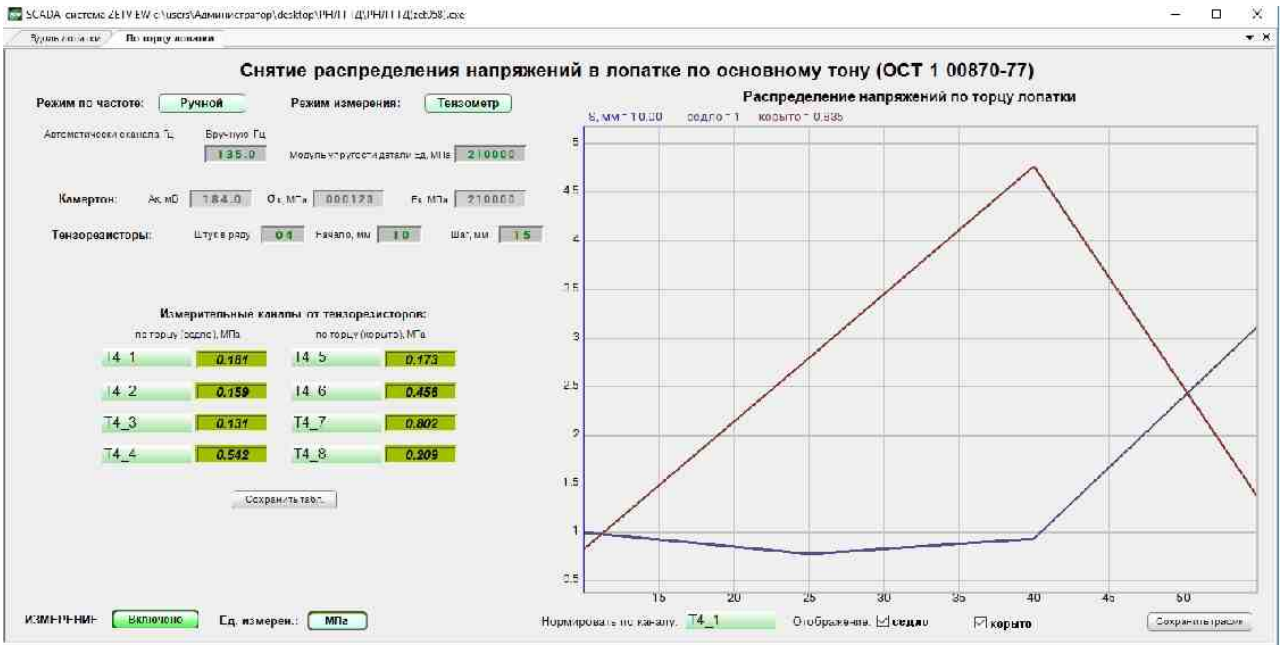


Рис. 17.11 Вкладка «По торцу лопатки» окна программы ««РНЛ ГТД(ZET058)»» при проведении измерений

В любой момент при проведении измерений можно сохранить в числовом и графическом виде зарегистрированные значения из полей «Измерительные каналы от тензорезисторов» и «Относительное распределение напряжений …» в файлы (формата *«*.dtx»*), активировав соответствующие кнопки «Сохранить табл.» и «Сохранить график».

Просмотр сохраненных файлов (формат *«*.dtx»*) осуществляется с использованием программы «Просмотр результатов» (из состава ПО ZETLAB). В окне программы «Просмотр результатов» во вкладке «График» (*Рис. 17.12*) отображается информация в графическом виде, а во вкладке таблица (Рис. 17.13) – в числовом.

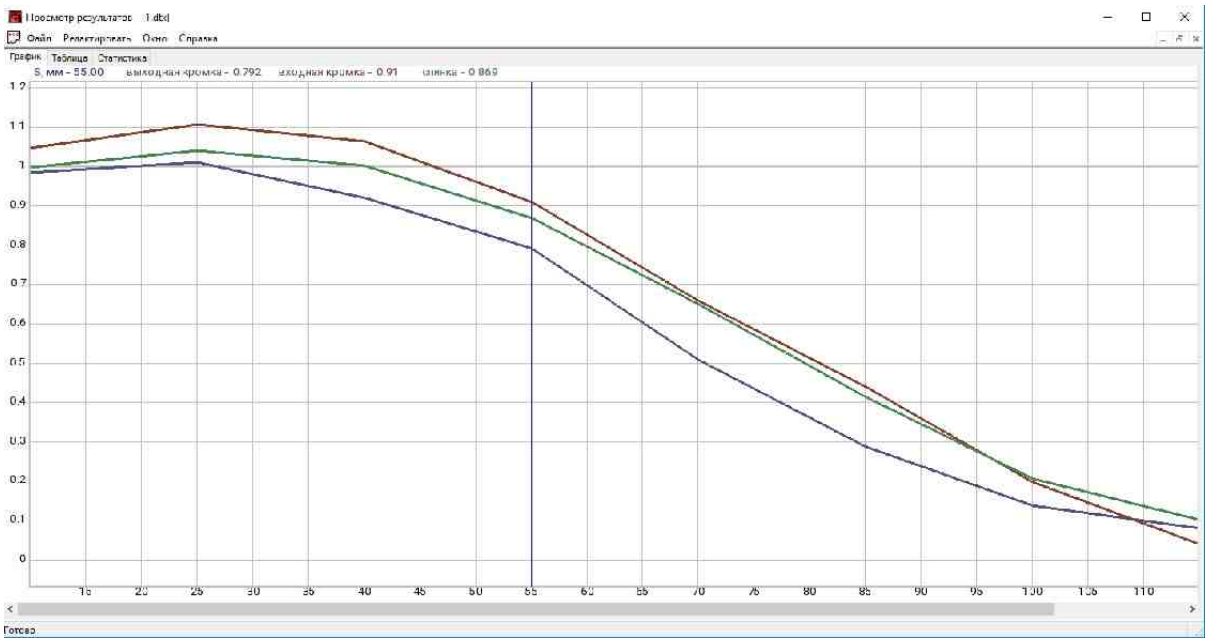
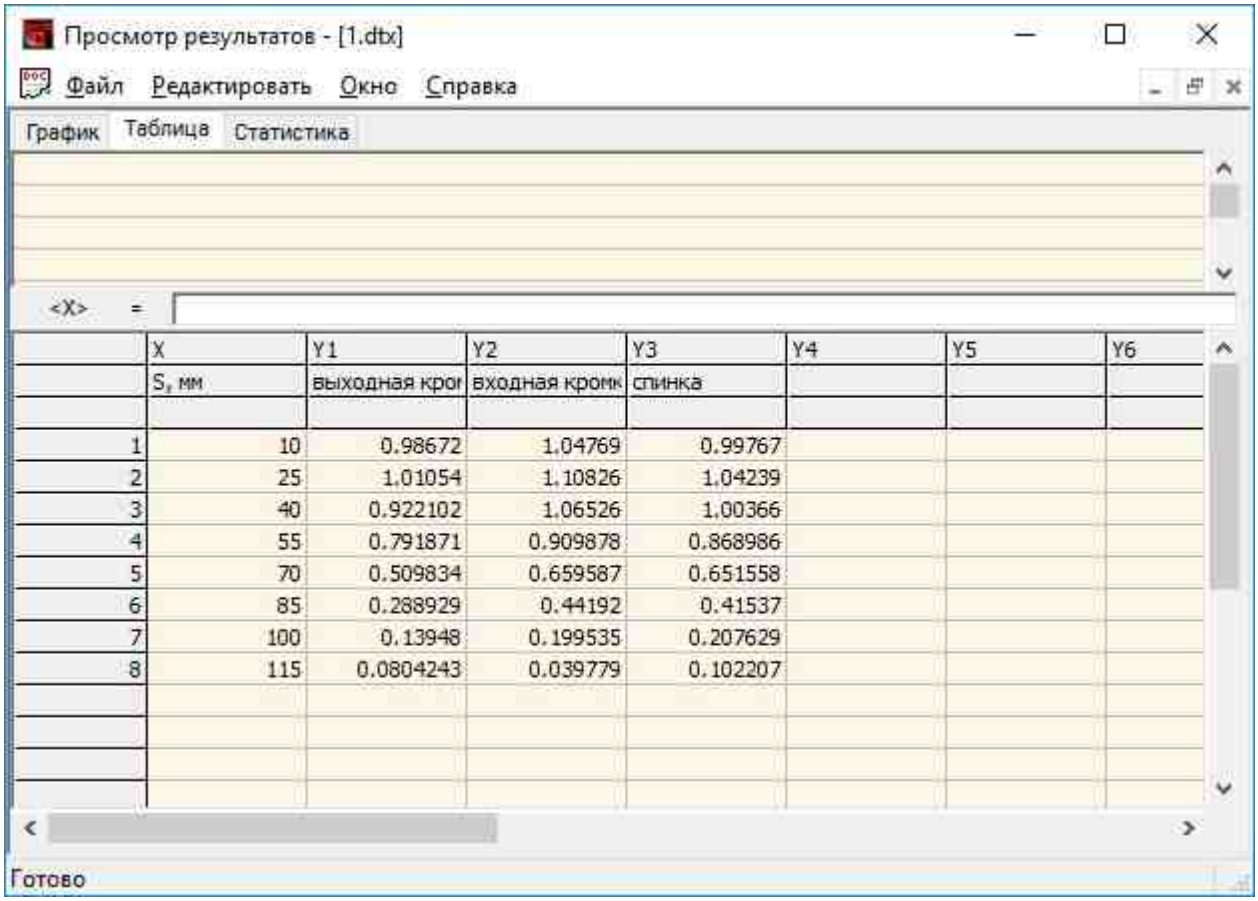


Рис. 17.12 Окно программы «Просмотр результатов», вкладка «График»



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
	S, мм	выходная кро	входная кромк	спинка			
1	10	0.98672	1.04769	0.99767			
2	25	1.01054	1.10826	1.04239			
3	40	0.922102	1.06526	1.00366			
4	55	0.791871	0.909878	0.868986			
5	70	0.509834	0.659587	0.651558			
6	85	0.288929	0.44192	0.41537			
7	100	0.13948	0.199535	0.207629			
8	115	0.0804243	0.039779	0.102207			

Рис. 17.13 Окно программы «Просмотр результатов», вкладка «Таблица»

Динамическая тарировка .....

Динамическая тарировка

Назначение

Необходимые программно-аппаратные средства

Методика проведения тарировки

Определение резонансной частоты

Построение профиля тарировки

Выполнение тарировки

Назначение .....

Динамическая тарировка выполняется для получения зависимости между амплитудой перемещения торцевого сечения лопатки и амплитудой напряжения на контрольном тензорезисторе. Полученная зависимость позволяет при испытании лопатки выполнять поддержание необходимого напряжения в месте установки контрольного тензорезистора на лопатке по датчику, регистрирующему ее торцевого перемещения.

Внимание! *Программное обеспечение позволяет выполнять тарировку только на частотах резонанса*

***Примечание**: рекомендуется выполнять тарировку (и испытания) на резонансной частоте, относящейся к первой форме собственных колебаний лопатки так как в этом случае обеспечивается наилучшее качество измерений*

Необходимые программно-аппаратные средства .....

Для проведения динамической тарировки требуется программное обеспечение СУВ, контроллер СУВ модели ZET 02x, лазерный датчик RF603 и тензорезистор.

Внимание! *Качество выполнения измерений зависит от правильного подбора используемого лазерного датчика. Параметр базовое расстояние лазерного датчика должно обеспечивать возможность размещения датчика над контролируемым объектом, а диапазон измерений – перекрывать перемещения, возникающие в процессе испытаний*

***Примечание:** на скриншотах в описании, приведенном в данном разделе, измерительный канал, к которому подключен контрольный тензорезистор, имеет наименование «тензорезистор», а измерительный канал от лазерного датчика RF603 – «РФ603»*

Внимание! *Программное обеспечение позволит выполнять тарировку только на частотах резонанса.*

Примечание: *Максимальное ускорение в резонансе, достигаемое при тарировке, определяется как произведение предельного ускорения для вибростенда при текущей загрузке и добротности резонанса, на котором проводится тарировка.*

Пример: предельное ускорение для вибростенда с толкающей силой 400 Н при массе загрузки 4 кг (определяется суммой масс подвижной части, изделия и оснастки) составит 10 g, При добротности резонанса равной 45 максимально ускорение в резонансе составит 10x45=450 g

Методика проведения тарировки .....

Наклеить (если не был наклеен) тензорезистор в ту область на исследуемой лопатке, в которой будет контролироваться напряженно-деформированное состояние.

Зафиксировать исследуемую лопатку на столе вибростенда.

Подключить ко входам контроллера СУВ тензорезистор и лазерный датчик RF603 (см. разделы 7.7.4 и 7.7.3).

Внимание! *Внимательно ознакомьтесь с разделами 7.7.4 и 7.7.3 так как возможность проведения измерений зависит от правильной установки и подключении тензорезистора и лазерного датчика*

Выполнить предтест (см. раздел 8).

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» в качестве измерительного канала обратной связи (статус «Контроль») выбрать измерительный канал, к которому подключен лазерный датчик RF603, регистрирующий торцевое перемещение лопатки, а измерительному каналу от контрольного тензорезистора назначить статус «Слежение».

Далее необходимо выполнить следующие шаги: определение резонансной частоты лопатки, построение профиля, необходимого для проведения тарировки, выполнение тарировки и сохранение полученных результатов.

Внимание! *Тарировка используется только для гармонической вибрации на режимах испытаний с фиксированной частотой, либо с удержанием резонанса. Информация во вкладке «Тарировка» окна «Редактирование профиля – Гармонической вибрации» становится доступной после проведения и сохранения результатов в окне*

программы «Тарировка» доступ, к которой осуществляется из раздела «Окна» программы «Гармоническая вибрация».

Определение резонансной частоты .....

Определение резонансной частоты выполняется во вкладке «Резонансы» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 17.14*).

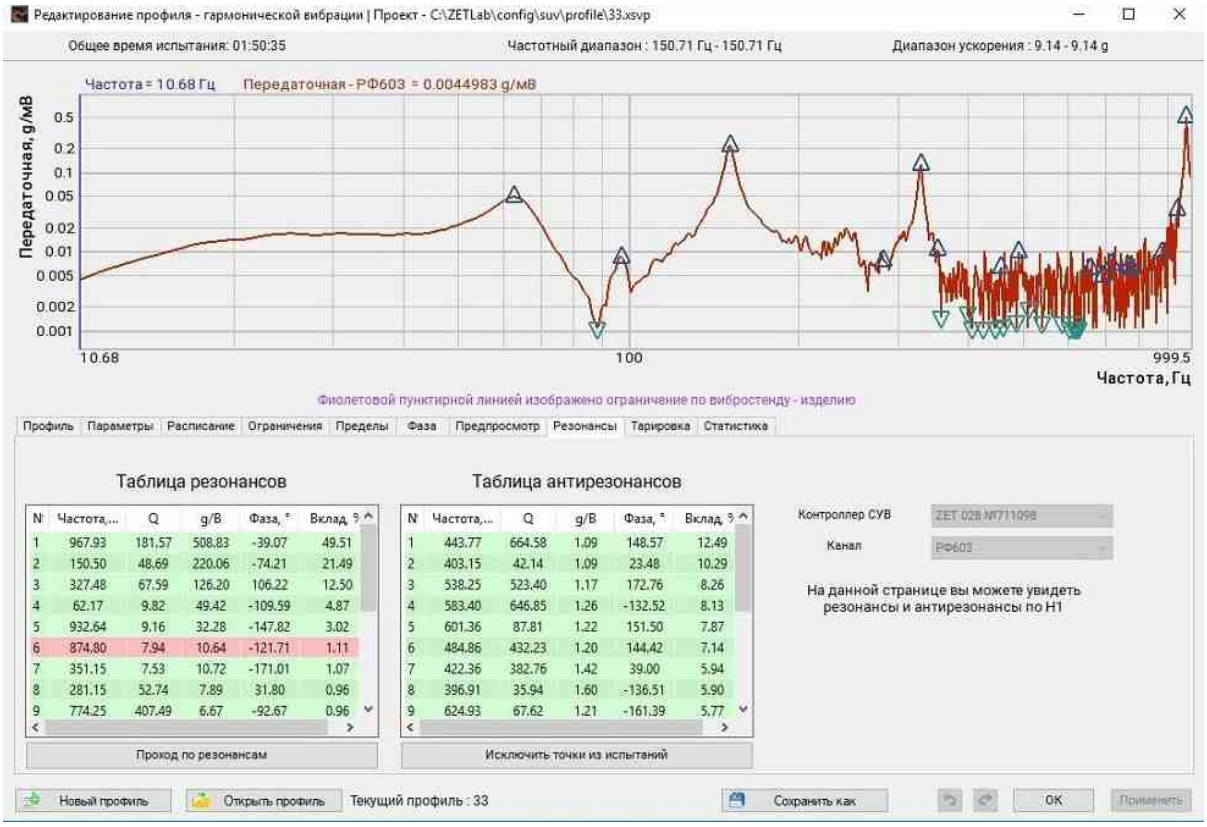


Рис. 17.14 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы»

На графике следует выбрать тот резонанс, на котором будут проводиться испытания и масштабировать окно так, чтобы в окне остался только данный резонанс (*Рис. 17.15*), после чего активировать кнопку «Проход по резонансам».

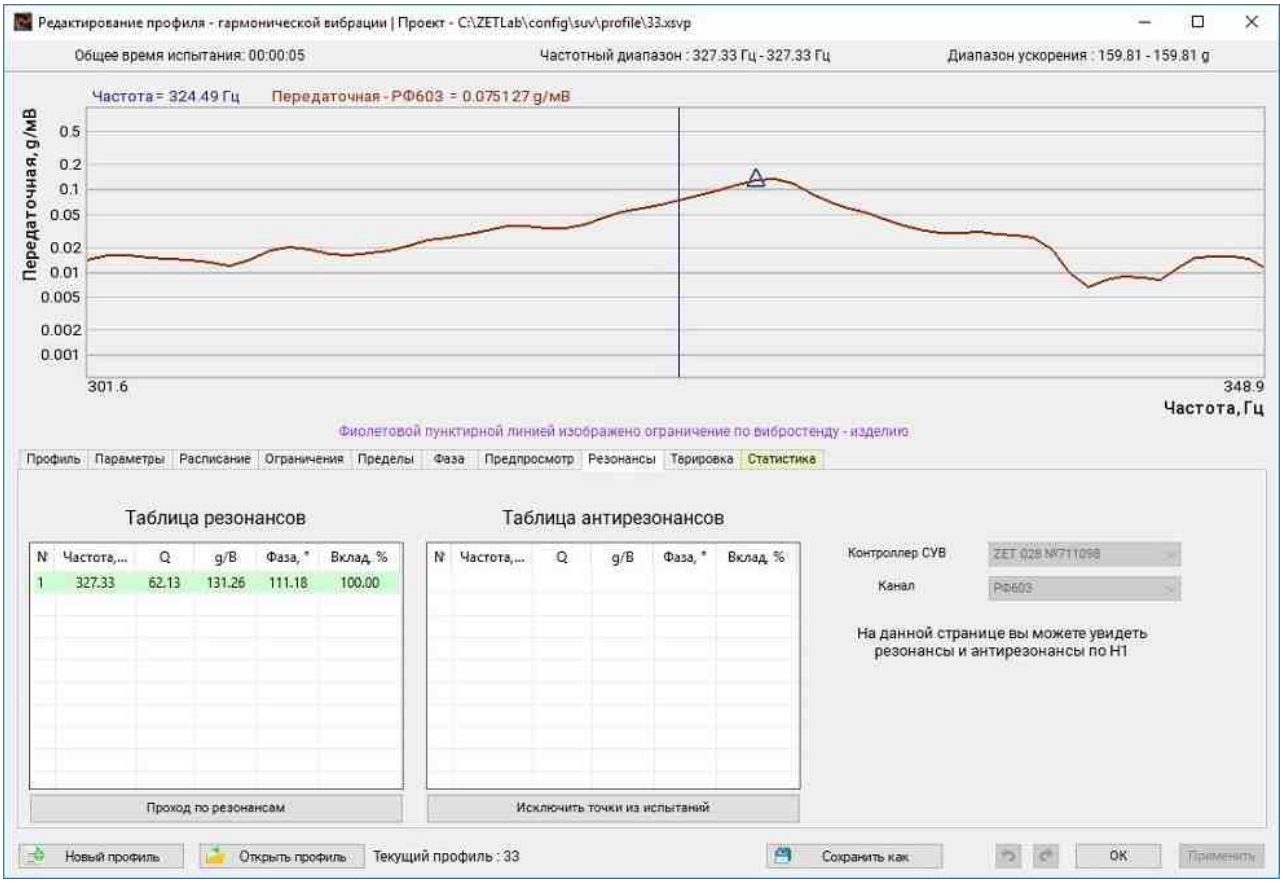


Рис. 17.15 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы», отмасштабировано

Далее следует дать согласие на предупреждение программы (*Рис. 17.16*) о создании профиля, при этом программа откроет созданный профиль с удержанием резонанса по фазе.

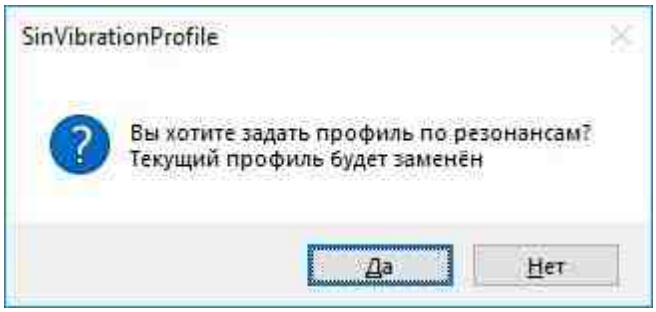


Рис. 17.16 Окно предупреждения

Построение профиля тарировк .....

Для построения профиля, используемого для тарировки, во вкладке «Профиль» (*Рис. 17.17*) в таблице следует установить требуемый уровень амплитуды тарировки (в примере по

виброускорению 129.4g, что соответствует виброперемещению 0.3 мм) и параметр «Длительность» не более 10 секунд (в примере 00:00:05).

Примечание: *в режиме удержания резонанса по фазе программное обеспечение увеличивает предел регистрируемых ускорений на величину добротности резонанса: например, виброустановка (при заданной степени загрузки) позволяет выдавать ускорение 35g, для удержания резонанса (с добротностью 40) предельное допустимое значение ускорения будет увеличено до уровня 35*40=1400g*

Примечание: *уровень амплитуды при тарировке должен выбираться с учетом требуемого уровня испытаний и быть не меньше чем в два с половиной раза от требуемого уровня испытаний.*

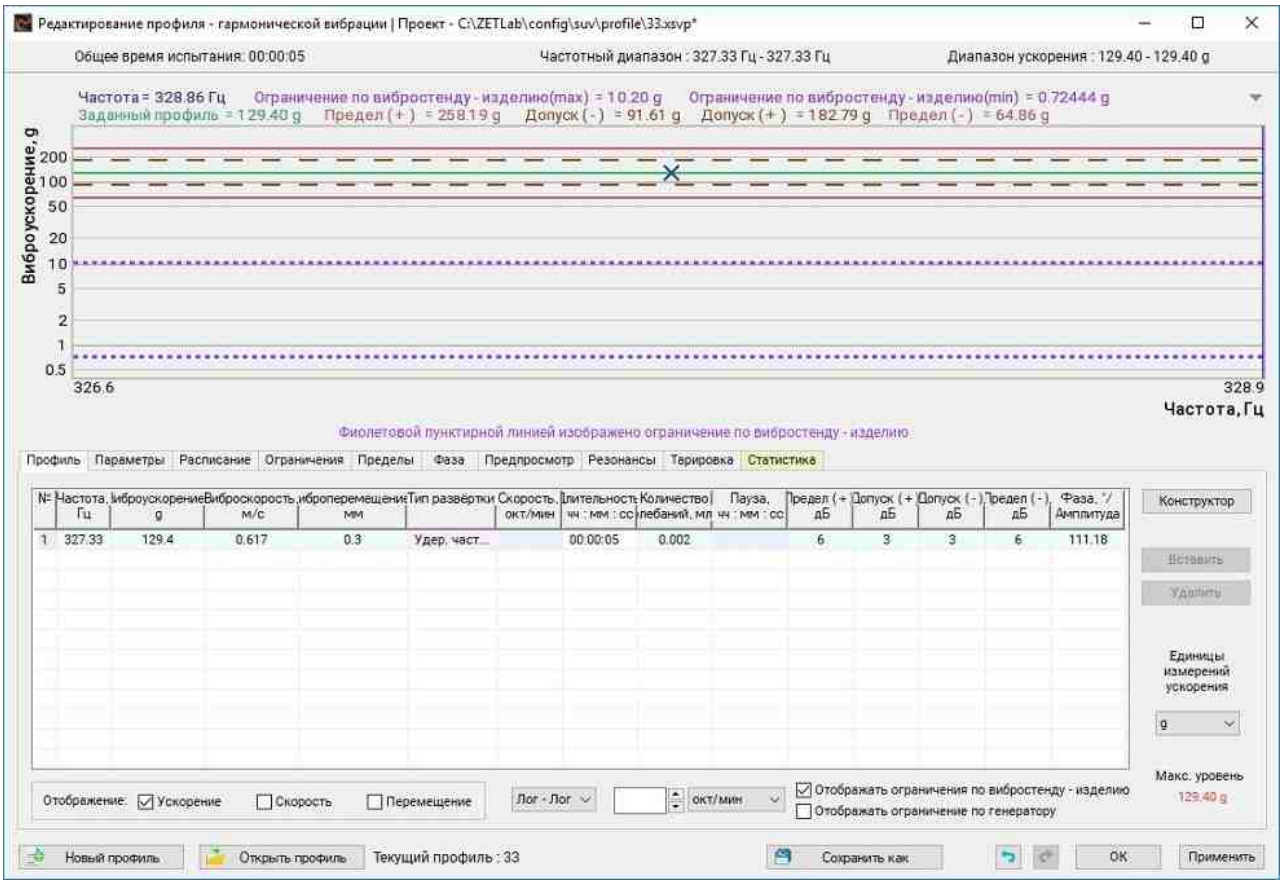


Рис. 17.17 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Во вкладке «Параметры» (*Рис. 17.18*) следует установить: тип выхода на режим - «лин.», время выхода на режим – 60 с, после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

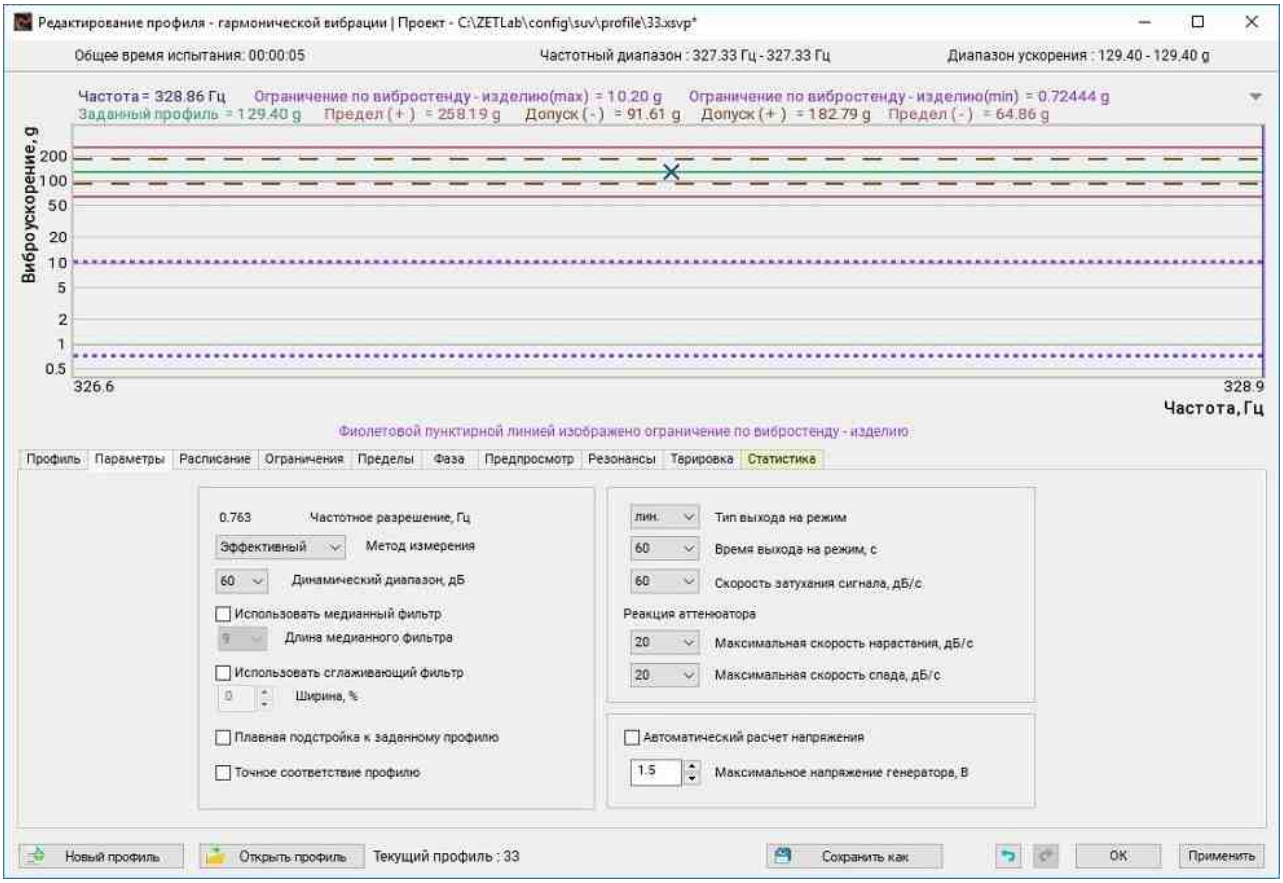


Рис. 17.18 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Параметры»

Выполнение тарировки .....

Этап проведения тарировки заключается в запуске (в окне программы «Гармоническая вибрация») подготовленного для проведения тарировки профиля.

Тарировка производится во время выхода на режим (в течении 60 секунд). В момент плавного подъема амплитуды вибрации регистрируется амплитуда отклика по измерительным каналам со статусом «Слежение» относительно регистрируемой амплитуды на измерительном канале со статусом «Контроль».

Для просмотра результатов тарировки в окне «Гармоническая вибрация» в разделе «Окна» (*Рис. 17.19*) следует выбрать «Тарировка» при этом будет открыто соответствующее окно (*Рис. 17.20*).

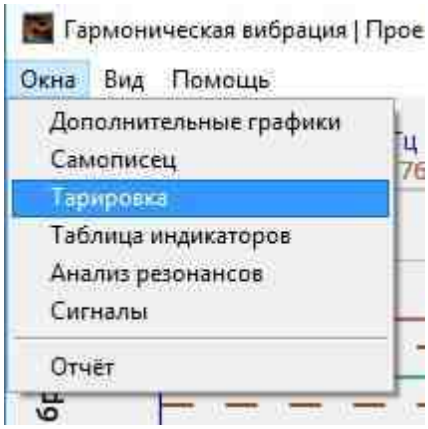


Рис. 17.19 Окно «Гармоническая вибрация», раздел «Окна»

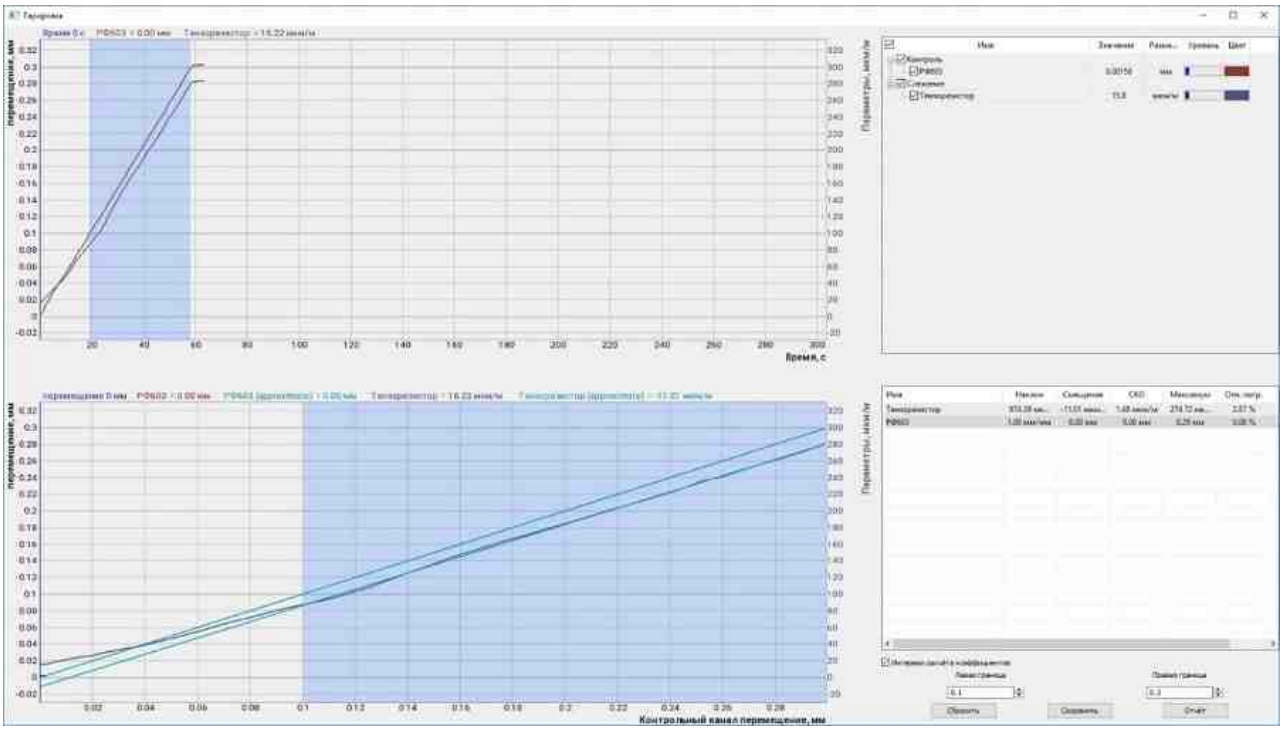


Рис. 17.20 Окно «Тарировка»

В окне «Тарировка» есть возможность скорректировать область тарировки, исключив из нее область значений с малыми перемещениями (в примере до 0.1 мм), для этого следует активировать параметр «интервал расчета коэффициентов» и ввести соответствующее числовое значение.

Примечание: *рекомендуется исключать из тарировки область малых амплитуд по причине увеличения погрешности, связанной с влиянием шумов при малых амплитудах*

Для сохранения результатов тарировки в окне «Тарировка» следует активировать кнопку «Сохранить».

После сохранения результатов тарировки информация станет доступной во вкладке «Тарировка» окна «Редактирование профиля – гармонической вибрации» (*Рис. 17.21*).

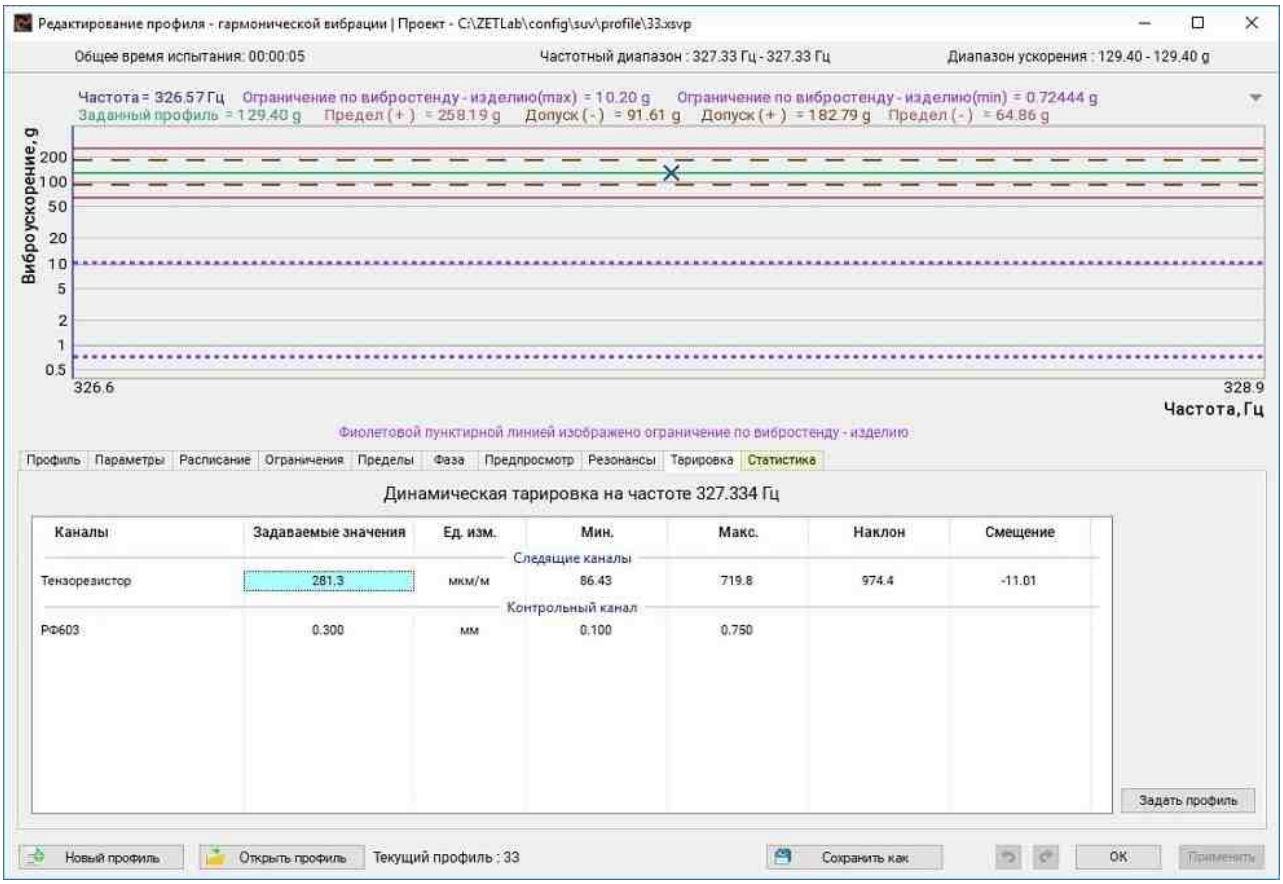


Рис. 17.21 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»

Испытания лопаток ГТД .....

ГОСТ РВ 2840-001-2008 допускает поддержание амплитуды как по показаниям контрольного тензорезистора, так и по датчику, регистрирующему торцевое перемещение лопатки. В данном разделе рассматривается наиболее предпочтительный пример с поддержанием амплитуды по показаниям датчика, регистрирующего торцевое перемещение лопатки в связи с большой вероятностью выхода из строя тензорезистора в процессе проведения испытаний.

Для формирования профиля испытаний лопатки в окне программы «Гармоническая вибрация» следует активировать кнопку «Редактирование профиля».

Для удержания резонанса на уровне требуемой деформации, регистрируемой с контрольного тензорезистора в окне «Редактирование профиля гармонической вибрации» во вкладке «Тарировка» (*Рис. 17.22*), следует задать необходимое значение (в примере 350 мкм/м), при этом программа автоматически ставит этому значению соответствующее значение торцевого перемещения лопатки.

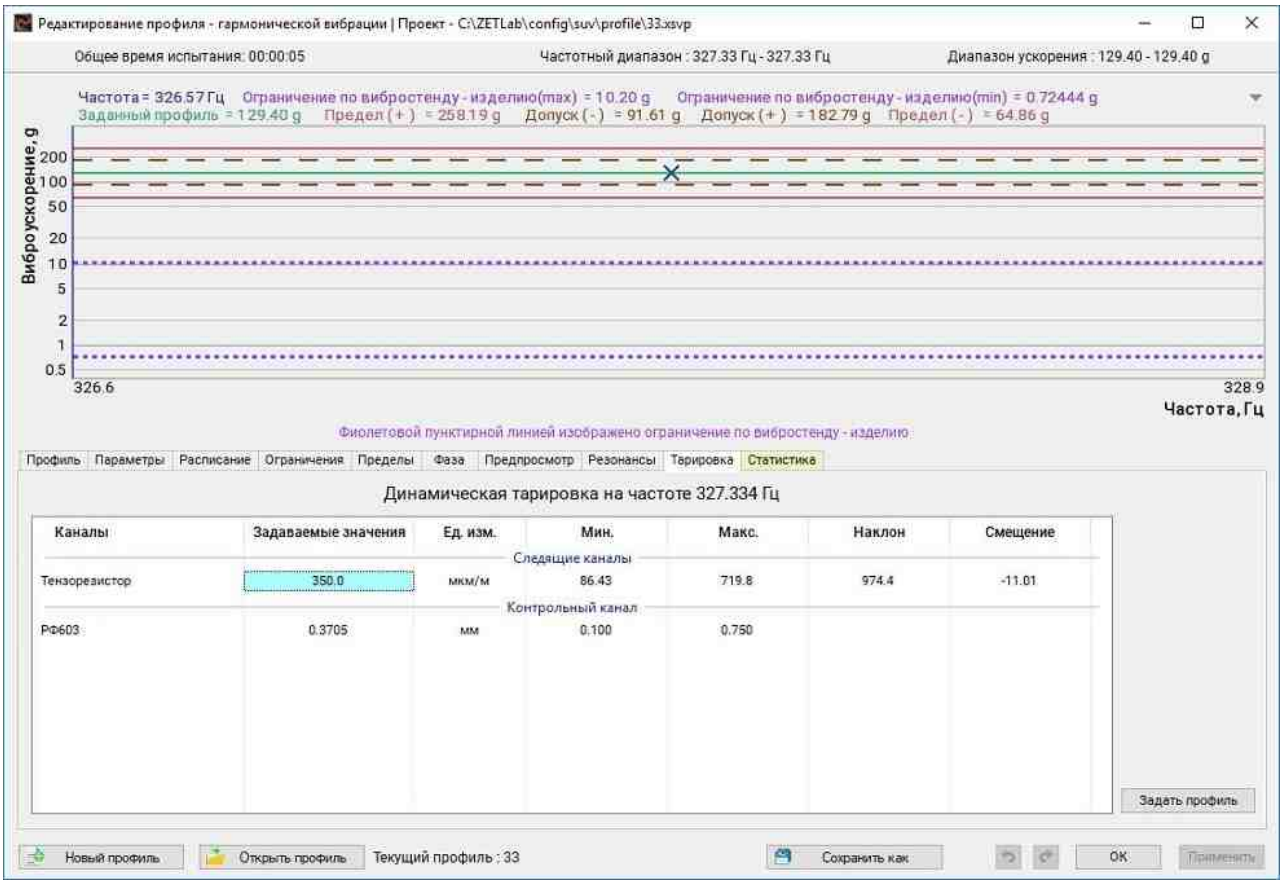


Рис. 17.22 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»



Примечание: *так как в окне «Предтест и поиск резонансов» статус «Контроль» был назначен для измерительного канала датчика RF603 то удержание резонанса будет выполняться по значению перемещения торцевого сечения лопатки (эквивалентному для заданной деформации тензорезистора)*

Активация кнопки «Задать профиль» и последующее подтверждение запроса программы на разрешение замены текущего профиля на новый, приводит к переходу к вкладке «Параметры» окна «Редактирование профиля гармонической вибрации». При этом будет сформирован профиль по удержанию резонанса с каналом обратной связи по бесконтактному датчику перемещения (в примере измерительный канал «РФ603») с поддержанием амплитуды перемещения (в примере 0.3705 мм) эквивалентной амплитуде деформации равной 350 мкм/м в контрольной точке установки тензористора.

Механические испытания проводов и тросов воздушных линий электропередач .....

Оглавление

Необходимые программно-аппаратные средства

Подготовка к испытаниям

Проведение динамической тарировки

Проведение испытаний

Элементы управления и индикации

Управление курсором на графиках

Масштабирование числовых осей графиков

Выбор из списков

Настройка внешнего вида окон программ

Использование индикаторов уровня сигнала

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

Необходимые программно-аппаратные средства .....

Для проведения испытаний механических испытаний потребуется: оснастка, обеспечивающая нормативное натяжение испытываемого провода (троса), вибростенд с шарнирным приспособлением фиксации троса, контроллер СУВ модели ZET02x и программное обеспечение ZETLAB.

Подготовка к испытаниям .....

При подготовке к испытаниям следует:

Установить на стенде (с натяжением согласно нормативной документации) испытываемый образец (провод либо трос).

Закрепить трос к подвижной части вибростенда при помощи шарнирного приспособления.

Закрепить два акселерометра на проводе (тросе): один на расстоянии 0.1…0.6 м от точки крепления троса к вибростенду (от шарнирного приспособления), а второй - в месте контроля амплитуды ускорения (либо перемещения) согласно нормативной документации.

Примечание: *места установки первого и второго акселерометра следует выбирать так чтобы на частоте испытаний (частоте резонанса) положение датчиков на тросе было близким к серединам зон пучности.*

Примечание: *далее при описании в данном разделе наименование измерительного канала для датчика, установленного в точке 1 – «ВС 111_(1)», а для датчика, установленного в точке 2 - «ВС 111_(2)»*

Выполнить работы (если не выполнялись ранее) по подключению контроллера СУВ согласно разделу 3.

Выполнить выбор вибростенда (если не выполнялся ранее) в соответствии с требованиями раздела 5.

Выполнить установку параметров изделия руководствуясь разделом 6. В графе масса изделия указать значение равное массе двух погонных метров изделия (провода, троса).

В панели СУВ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и затем в окне «Диспетчер устройств» (*Рис. 17.1*) активировать идентификатор измерительного канала для вызова окна «Свойства».

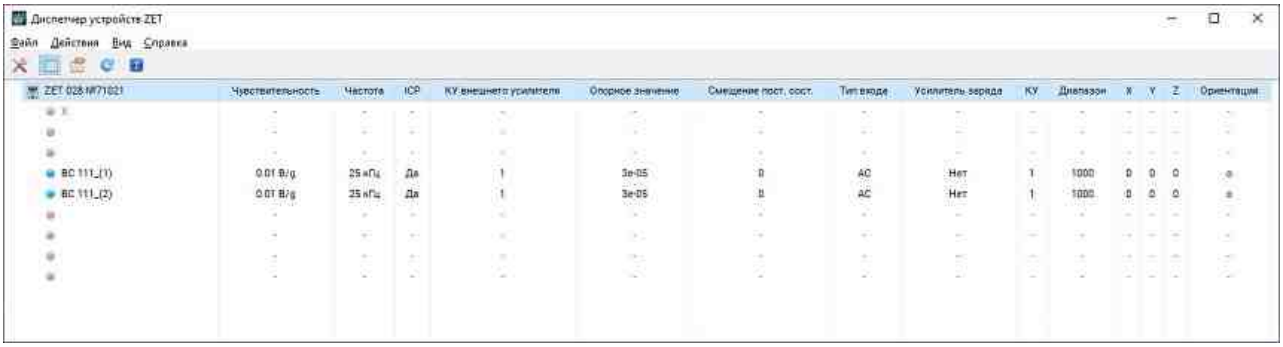


Рис. 17.1 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне Свойства (*Рис. 17.2*) для каналов, к которым подключены акселерометры, установить (если не выполнялось ранее) чувствительность подключенных акселерометров. Значение чувствительности следует брать из соответствующих акселерометрам свидетельств о поверки.

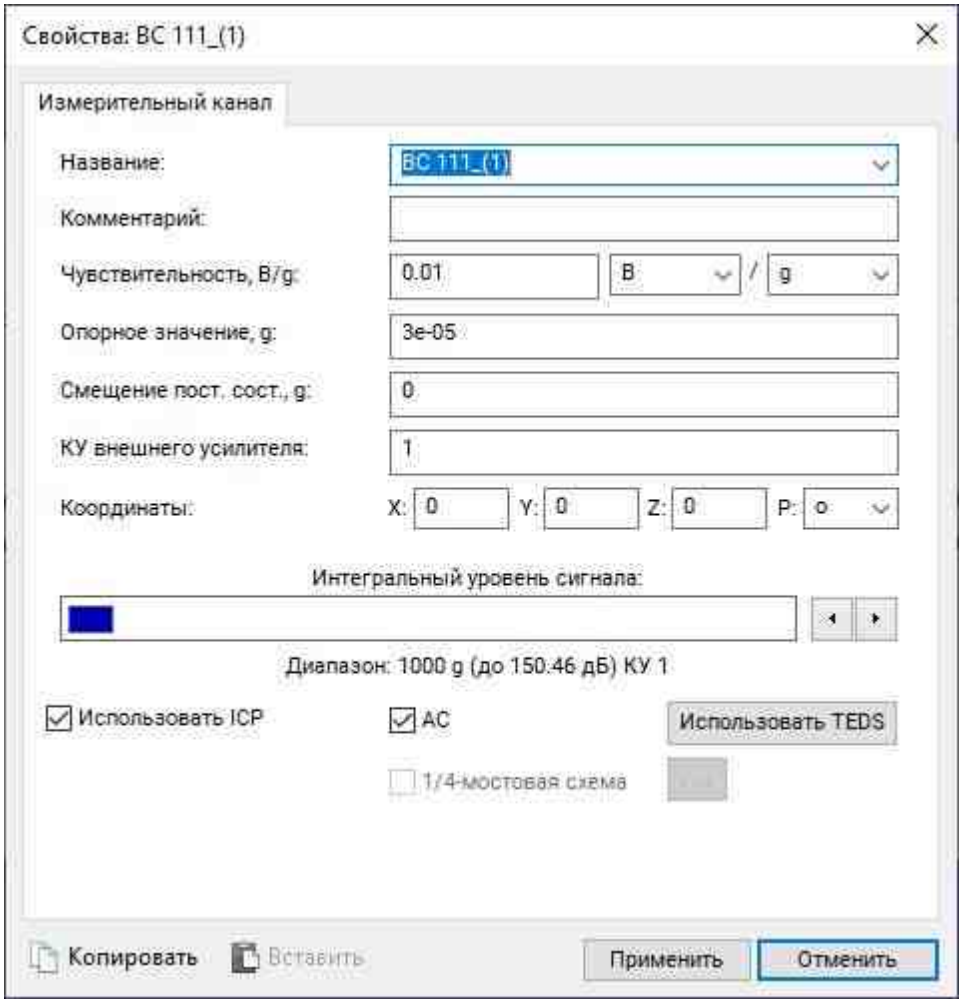


Рис. 17.2 Окно «Свойства»

Произвести (если не производилась ранее) настройку параметров проведения предтеста для этого активировать на панели СУВ кнопку «Предтест и поиск резонансов» и в открывшемся окне программы (*Рис. 17.3*) активировать кнопку «Настройка».

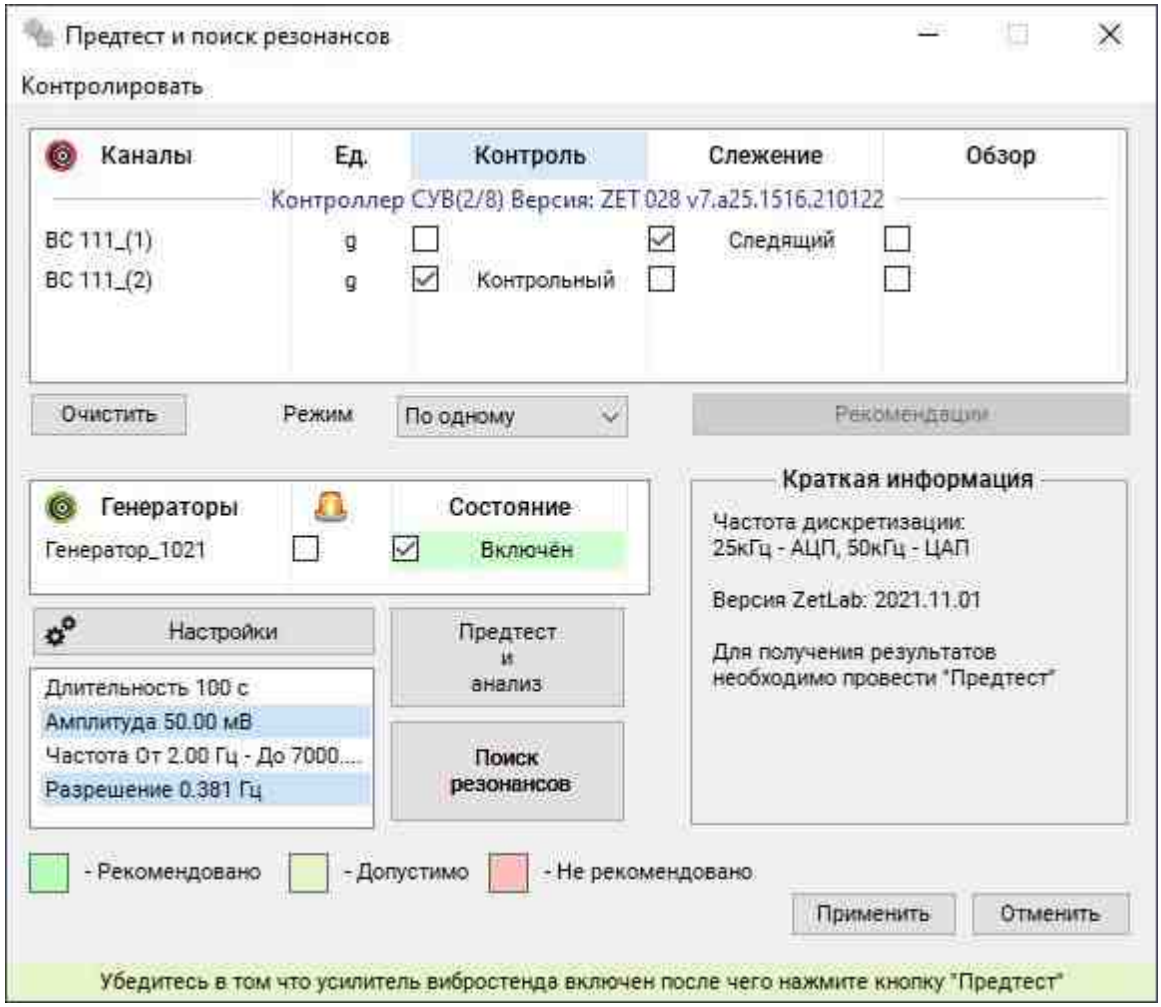


Рис. 17.3 Окно «Предтест и поиск резонансов»

В окне «Настройки» установить параметры в соответствии с примером, приведенным на рисунке (*Рис. 17.4*) активировав кнопку «Применить» для сохранения параметров.

Примечание: *частотный диапазон (в примере 10…100 Гц) следует задавать так чтобы резонансная частота испытаний образца попадала в частотный диапазон и была ближе к нижней границе заданного диапазона*

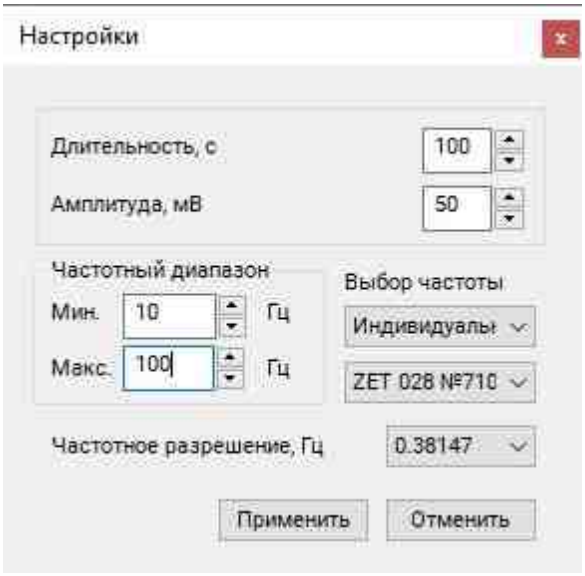


Рис. 17.4 Окно «Настройки»

Выполнить предтест для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 17.3*) активировать кнопку «Предтест».

По завершению предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 17.5*) будут отображены три графика: «Амплитудно-частотная характеристика». «Корреляционный анализ между генератором и датчиками», «Анализ нелинейных искажений с учетом шума».

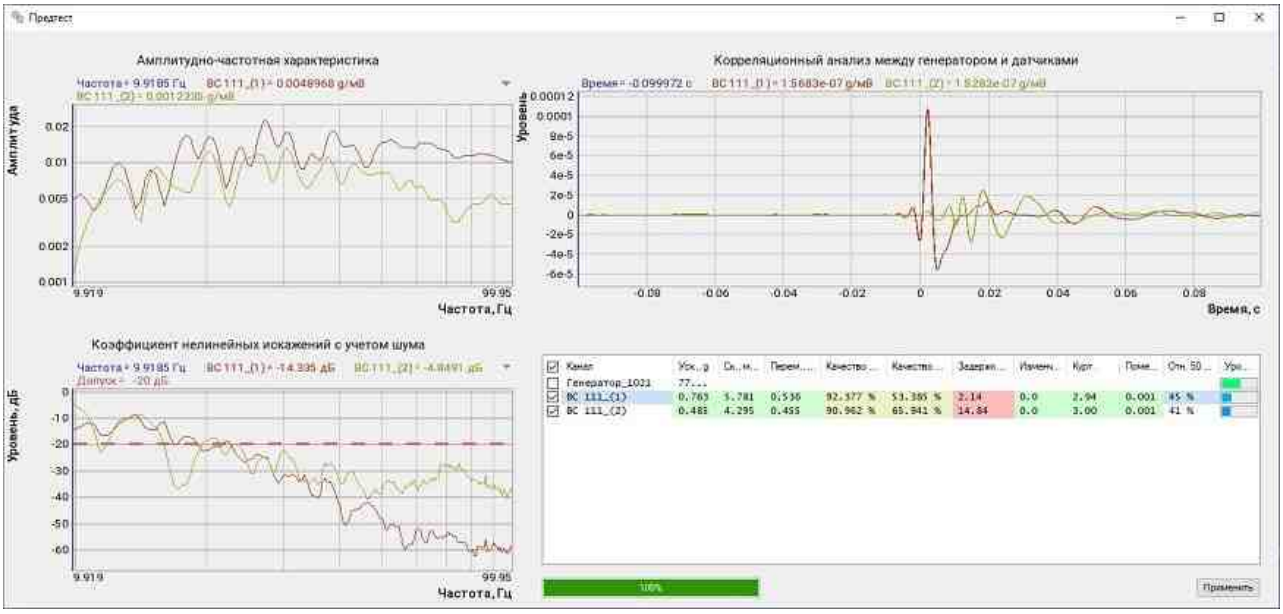


Рис. 17.5 Окно «Предтест»

По графикам в поле «Амплитудно-частотная характеристика» можно оценить резонансные частоты, зафиксированные при проведении предтеста по каждому из измерительных каналов.

По графикам в поле «Корреляционный анализ между генератором и датчиками» можно оценить задержку и форму импульсной характеристики, зарегистрированные по каждому измерительному каналу.

Примечание: *значение задержки (в единицах измерения «мс») выводится в таблице, расположенной в правом нижнем углу окна «Предтест». Не рекомендуется назначать статус «Контроль» измерительным каналам, для которых задержка превышает значение 5 мс.*

По графикам в поле «Анализ нелинейных искажений с учетом шума» можно оценить степень управляемости по измерительному каналу. Чем ниже штриховой линии (на уровне минус 20 дБ) расположен график, тем лучше управляемость. Для частот, где график расположен выше штриховой линии управляемость низкая.

Оценив результаты предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 17.5*) активировать кнопку «Применить», для сохранения результатов предтеста.

По результатам проведенного предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 17.6*) назначить статус «Контроль» от датчика расположенного в точке 1 (рядом с местом крепления троса к вибростенду), а датчику, расположенному в точке 2 статус «Слежение», после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения установленных статусов измерительных каналов.

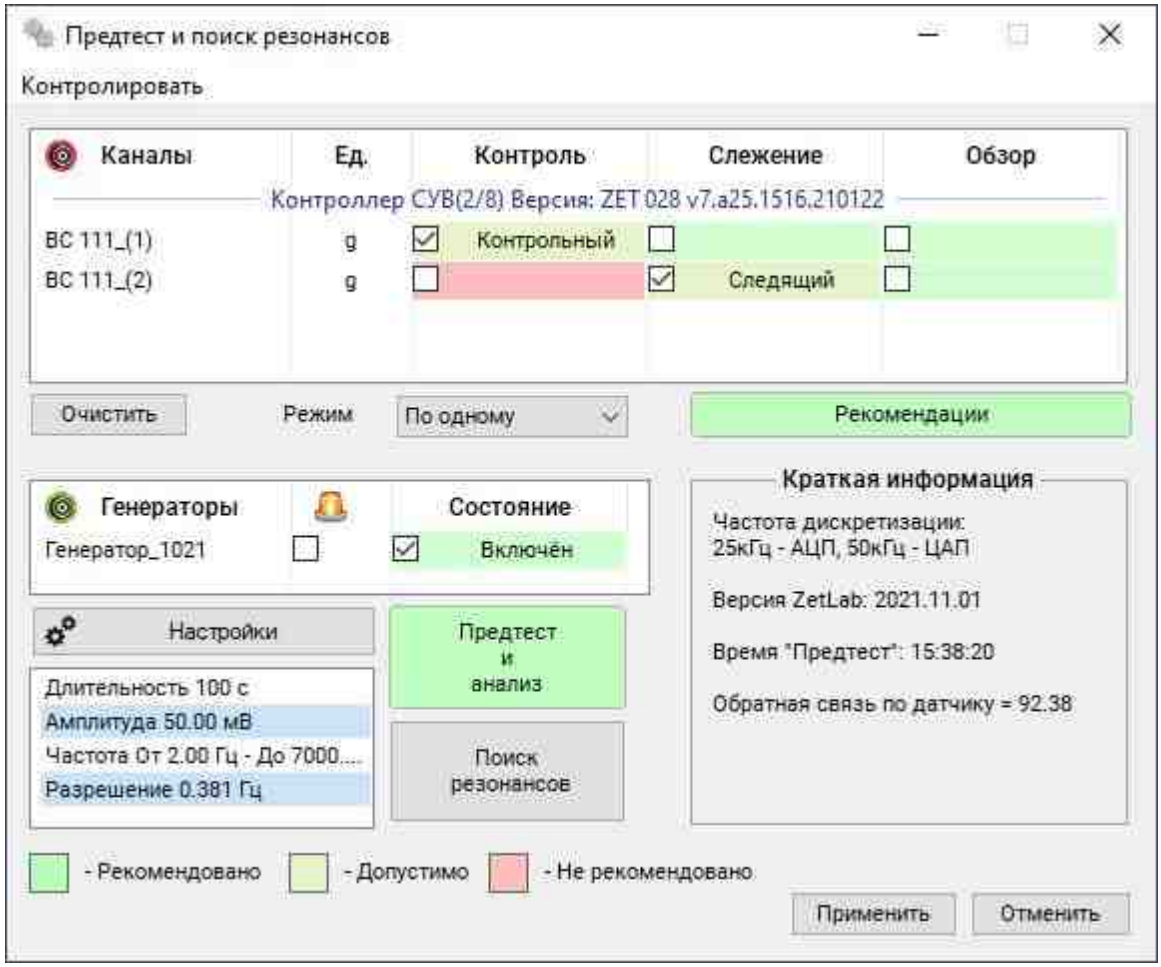


Рис. 17.6 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Перейти к выполнению динамической тарировки, приведенной в разделе Проведение динамической тарировки.

Проведение динамической тарировки .....

Динамическая тарировка выполняется для получения зависимости между амплитудой ускорения, регистрируемой с датчика со статусом Контроль (точка установки 1) и амплитудой ускорения (или перемещения), регистрируемой с датчика со статусом Слежение (точка установки 2). Полученная зависимость позволяет при проведении испытаний провода (троса) выполнять поддержание амплитуды (заданной в нормативной документации) для датчика, расположенного в зоне с плохой обратной связью (расположенному в точке 2) по датчику с хорошей обратной связью (расположенному в точке 1).

Для динамической тарировки необходимо выполнить следующие действия.

В СУВ панели активировать программу испытаний «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 17.7*) активировать кнопку «Редактирование профиля».

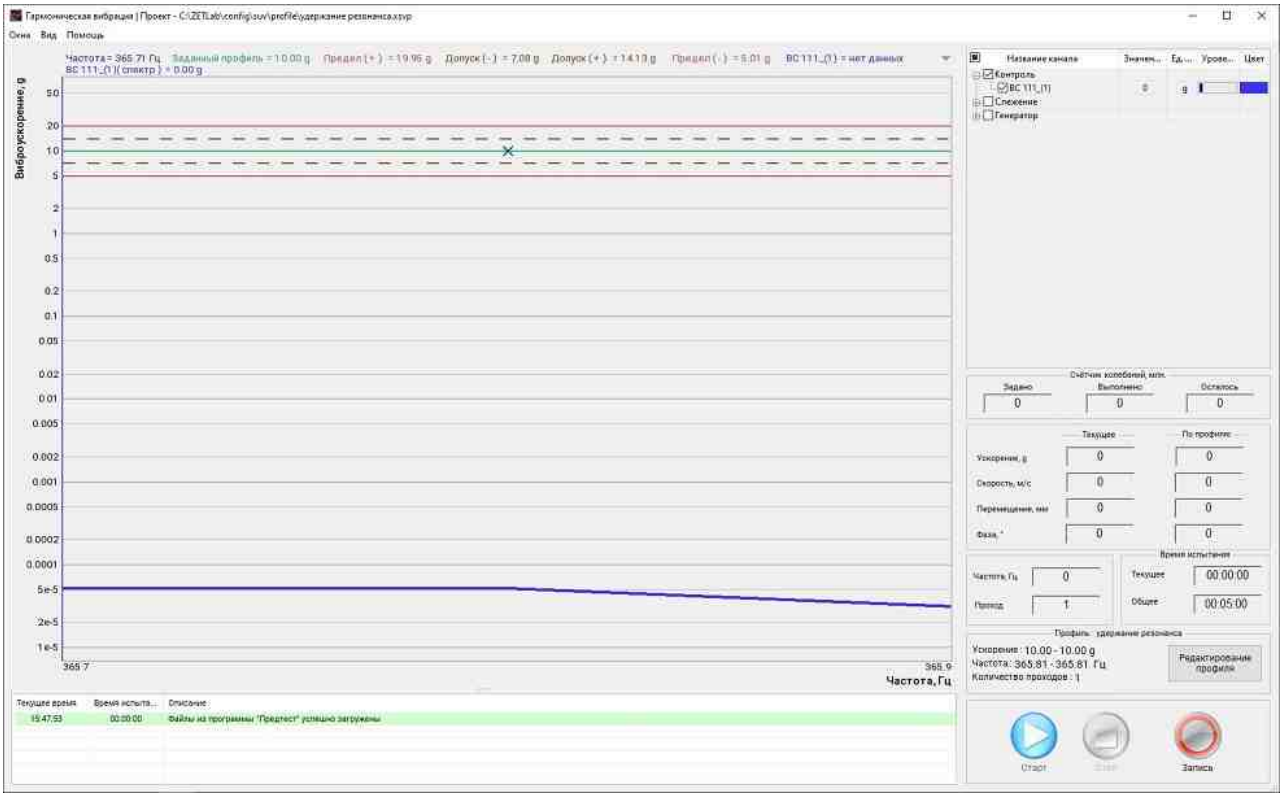
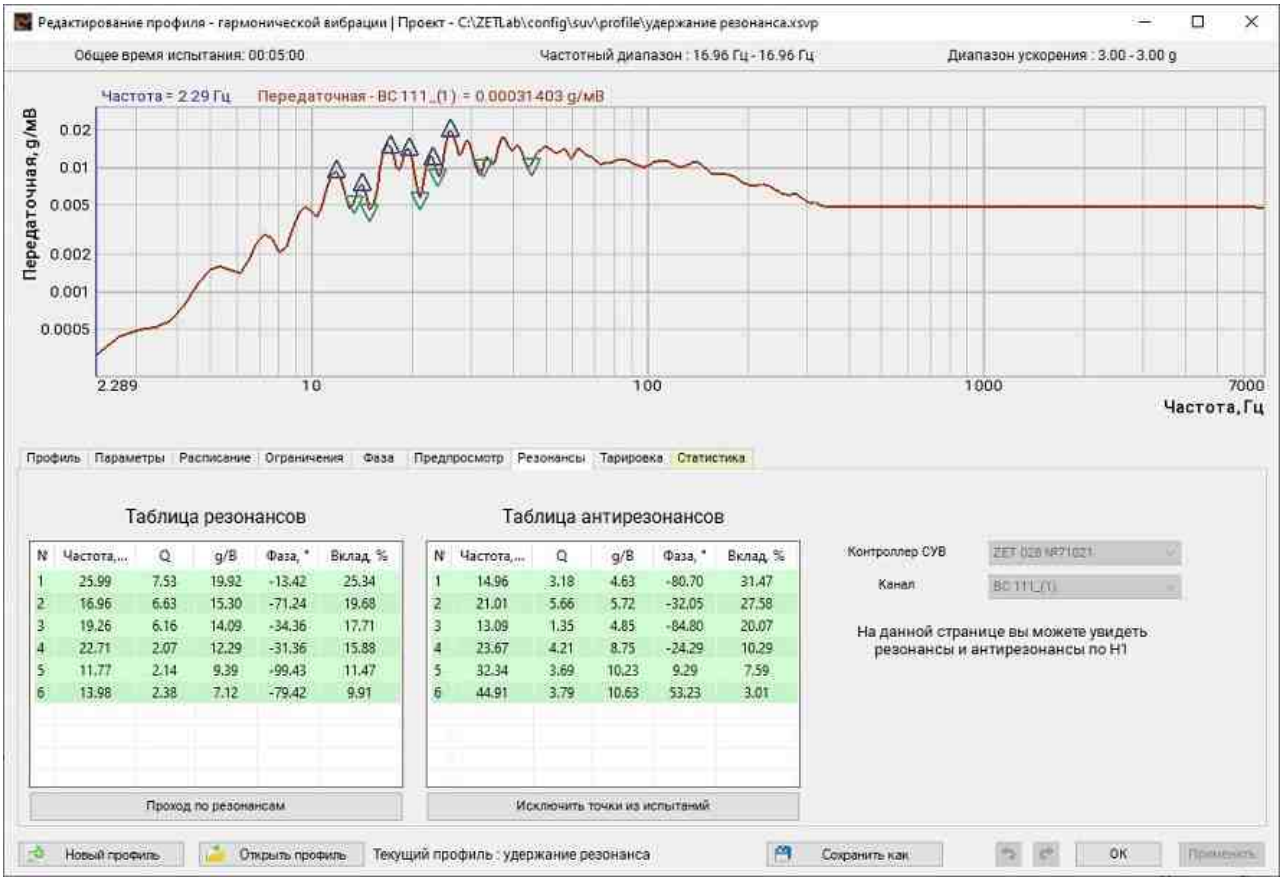


Рис. 17.7 Окно «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Резонансы» (*Рис. 17.8*) выбрать частоту резонанса и масштабировать в частотной области график таким образом, чтобы в окне остался фрагмент графике только с выбранным резонансом (*Рис. 17.9*), а в «Таблице резонансов» осталась лишь соответствующая выбранному резонансу запись.



N	Частота,...	Q	g/В	Фаза, °	Вклад, %
1	25.99	7.53	19.92	-13.42	25.34
2	16.96	6.63	15.30	-71.24	19.68
3	19.26	6.16	14.09	-34.36	17.71
4	22.71	2.07	12.29	-31.36	15.88
5	11.77	2.14	9.39	-99.43	11.47
6	13.98	2.38	7.12	-79.42	9.91

N	Частота,...	Q	g/В	Фаза, °	Вклад, %
1	14.96	3.18	4.63	-80.70	31.47
2	21.01	5.66	5.72	-32.05	27.58
3	13.09	1.35	4.85	-84.80	20.07
4	23.67	4.21	8.75	-24.29	10.29
5	32.34	3.69	10.23	9.29	7.59
6	44.91	3.79	10.63	53.23	3.01

Рис. 17.8 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

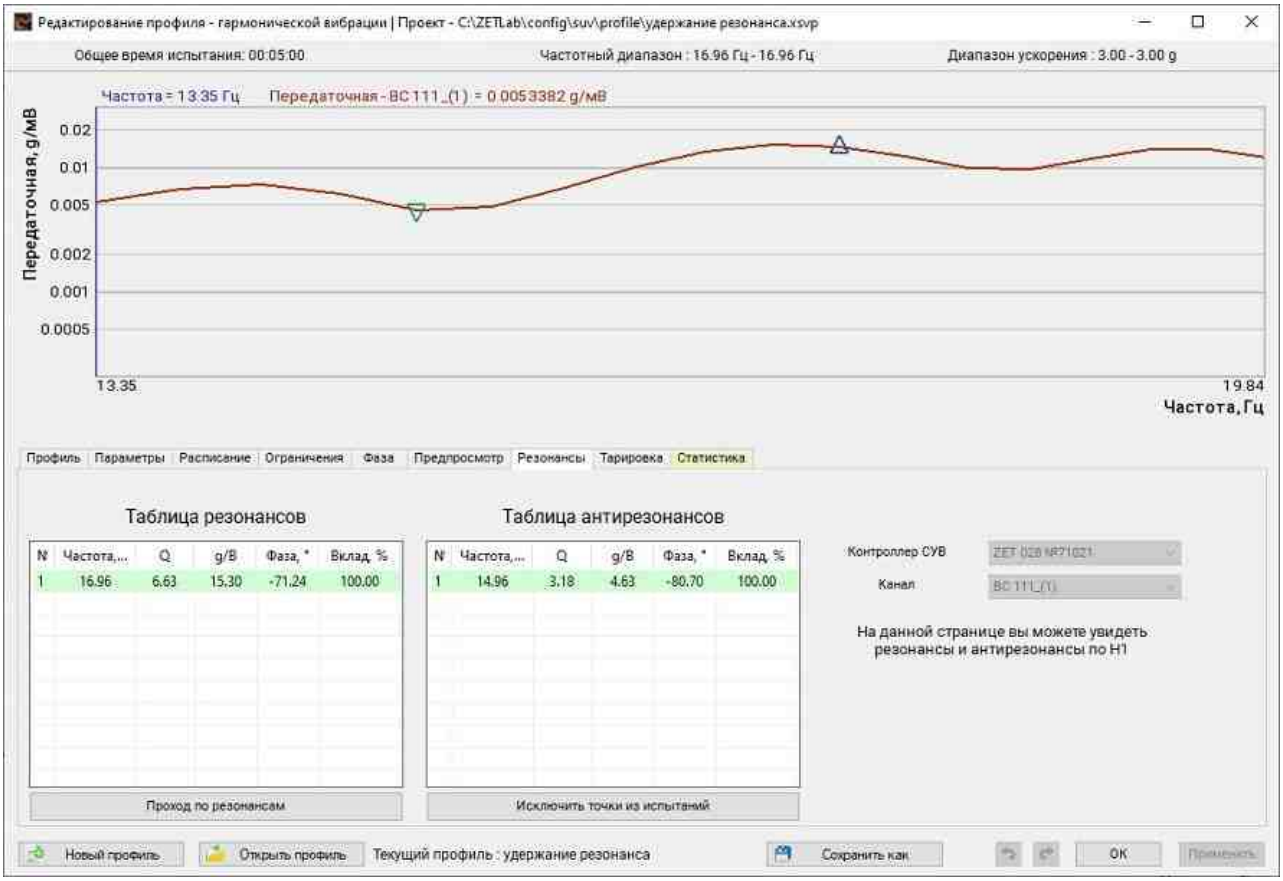


Рис. 17.9 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы» с масштабом на резонанс

После чего активировать «Проход по резонансам» и в окне «SinVibrationProfile» подтвердить создание профиля активировав кнопку «Да» (*Рис. 17.10*).

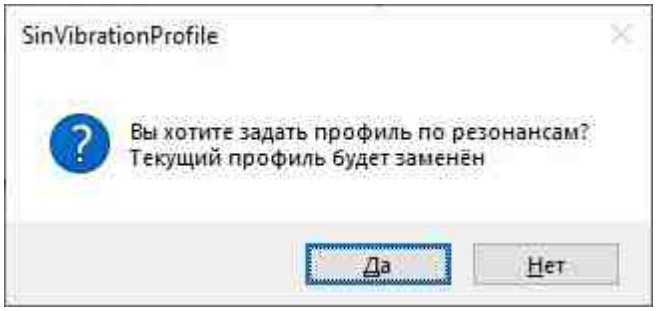


Рис. 17.10 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 17.11*) следует установить значение ускорения (либо виброперемещения), до которого будет произведена тарировка.

Примечание: *Устанавливая значения ускорения (или перемещения) необходимо учитывать то, что максимальное ускорение (или перемещение) участков троса в*

зоне пучности могут быть выше если контрольный датчик (измерительный канал со статусом Контроль) не находится в середине области пучности.

Примечание: *В примере тарировка проводится до значения ускорения равного «3 g» (виброперемещение до 2.59 мм).*

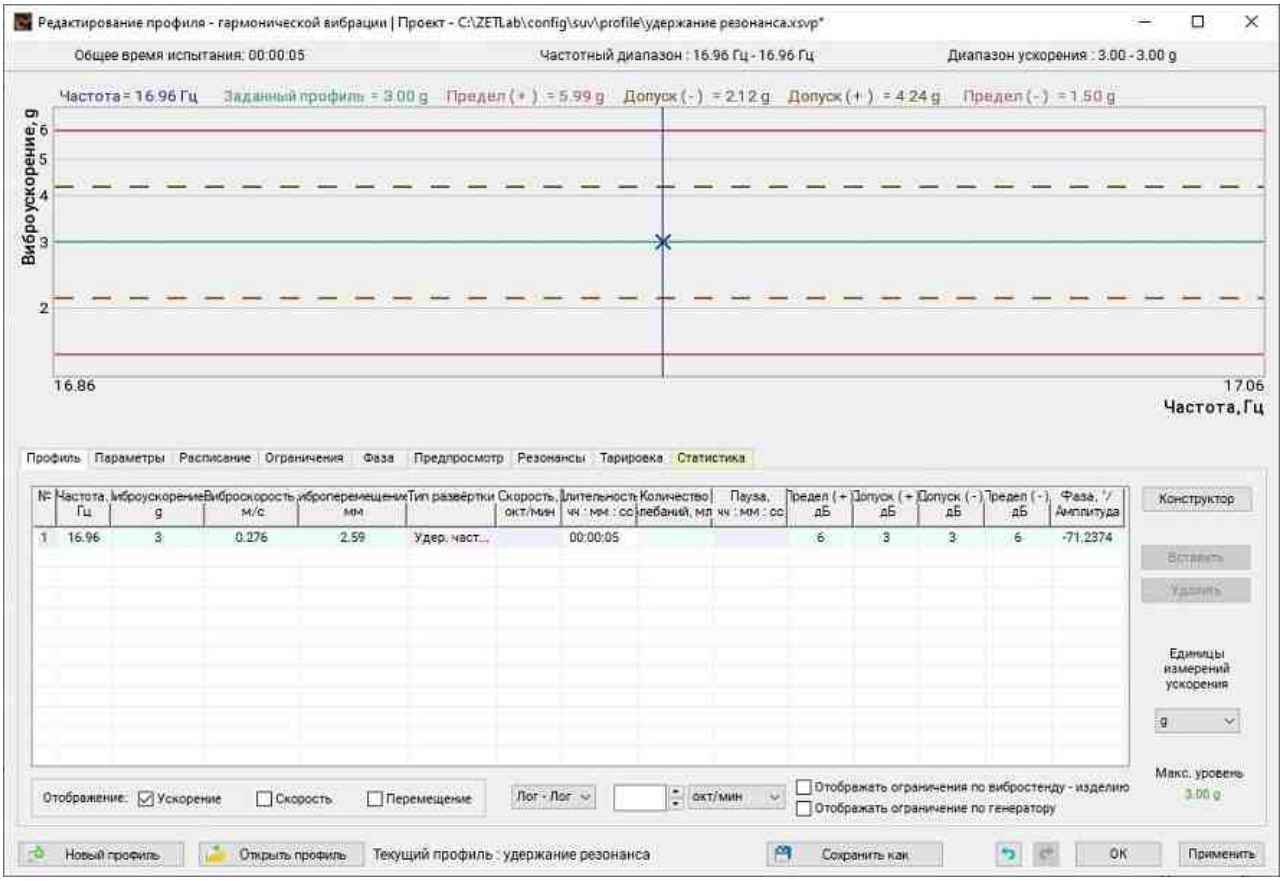


Рис. 17.11 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

В окне «Редактирование профиля» во вкладке «Параметры» установить значения параметров в соответствии с приведенными на рисунке (*Рис. 17.12*), после чего активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля.

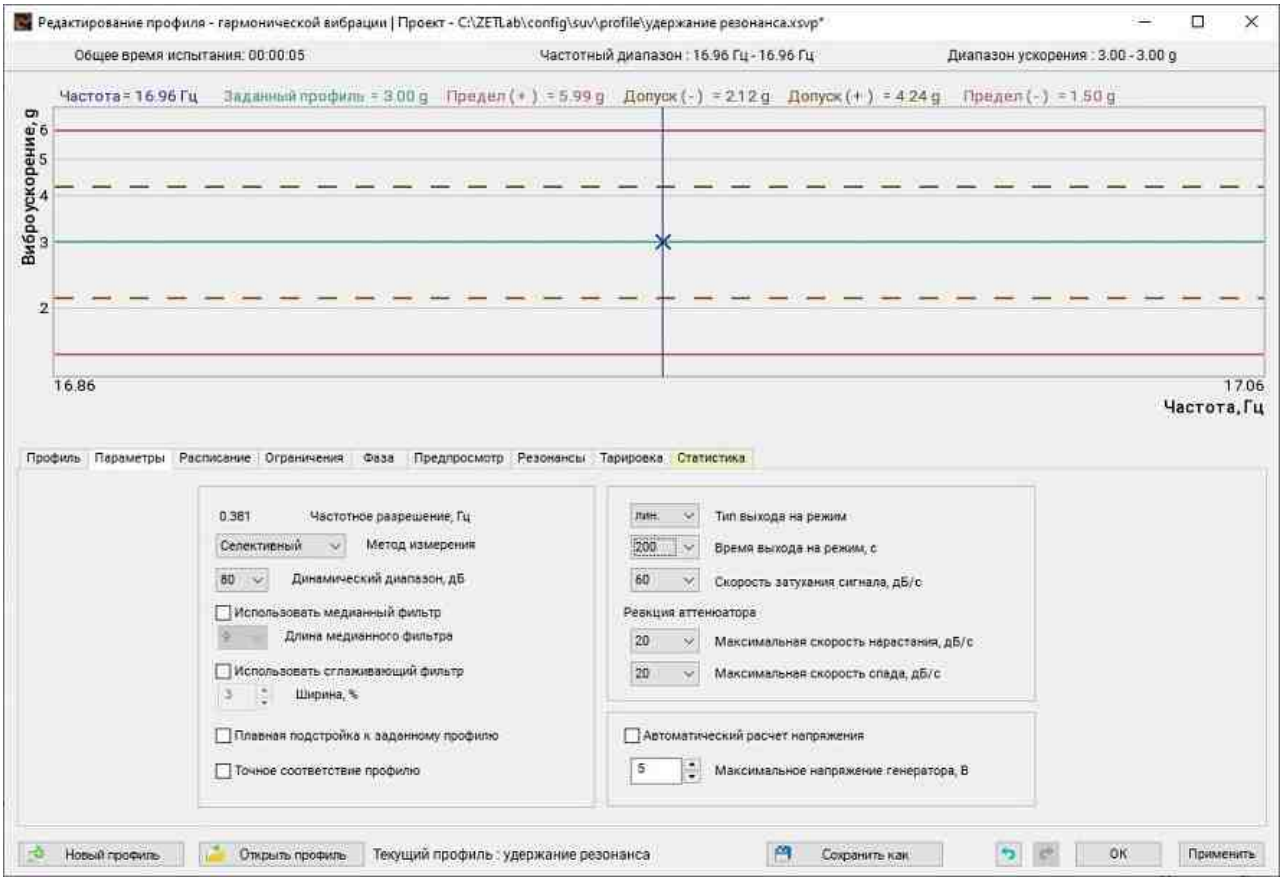


Рис. 17.12 Окно «Редактирование профиля-гармонической вибрации» вкладка «Параметры»

Запустить сконфигурированный профиль на выполнение для этого в окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 17.13*) активировать кнопку «Старт».

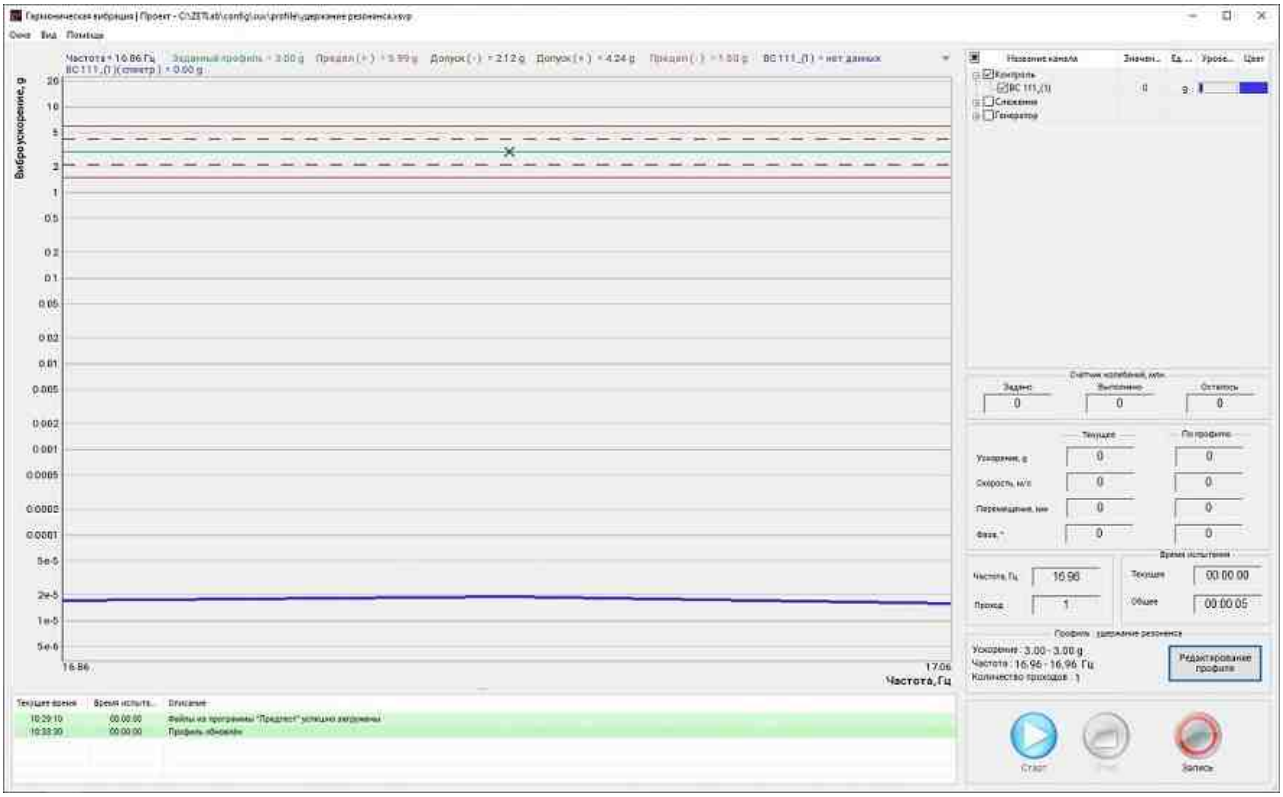


Рис. 17.13 Окно «Гармоническая вибрация»

После завершения выполнения профиля из списка меню «Окна» (*Рис. 17.14*) активировать программу «Тарировка».

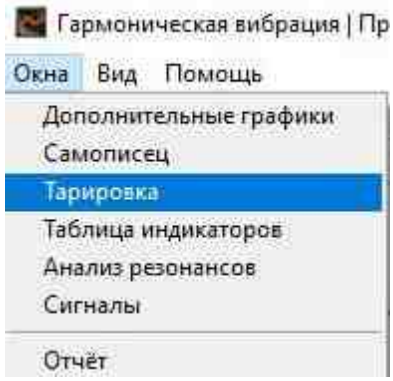


Рис. 17.14 Список меню «Окна»

В окне программы «Тарировка» (*Рис. 17.15*) исключить из тарировки зону малых амплитуд для этого активировать чекбокс «Интервал расчета коэффициентов» и установить нижнюю границу («левую границу») интервала тарировки (в примере «1 g»). Сохранить результаты тарировка активировав кнопку «Сохранить».

Процесс тарировки завершен и можно перейти к проведению испытаний (см. раздел 17.4).

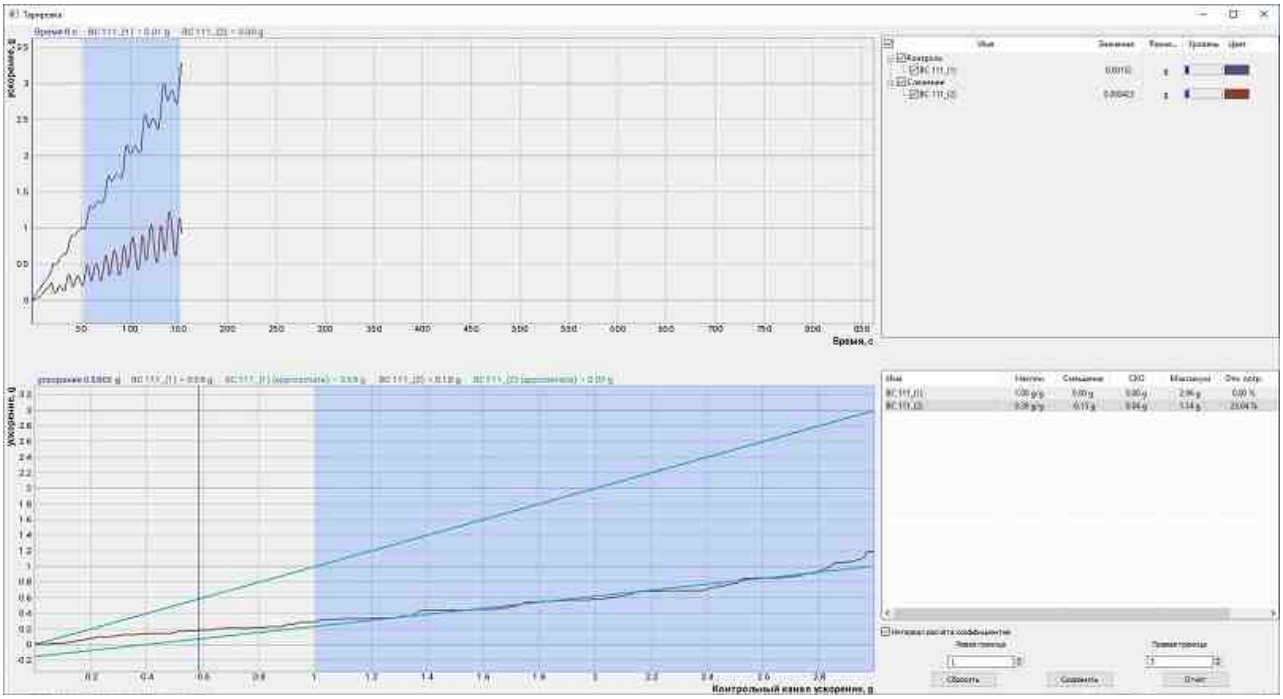


Рис. 17.15 Окно программы «Тарировка»

Проведение испытаний .....

В окне программы «Гармоническая вибрация» активировать кнопку «Редактирование профиля».

В окне «Редактирование профиля - гармонической вибрации» во вкладке «Тарировка» (*Рис. 17.17*) установить значение амплитуды ускорения, которое необходимо поддерживать в процессе испытаний для датчика, установленного в контрольной точке 2.

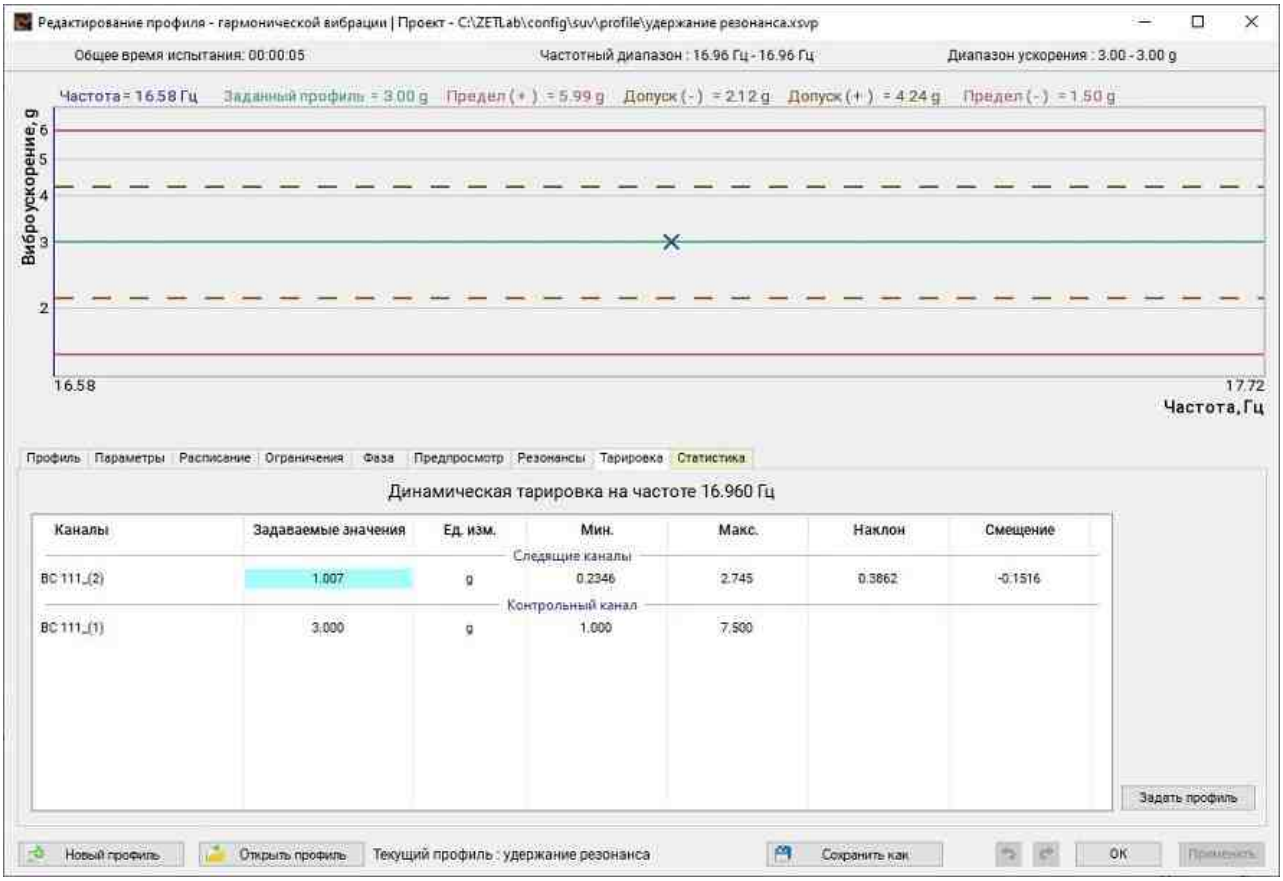


Рис. 17.17 Окно «Редактирование профиля - гармоническая вибрация» вкладка «Тарировка»

Для этого в поле, отмеченном «голубым» цветом, внести требуемое значение, например, «2g» (*Рис. 17.17*), при этом автоматически будет пересчитано соответствующее значение ускорения для акселерометра установленного в точке 1 (в данном примере составит «5.571g»).

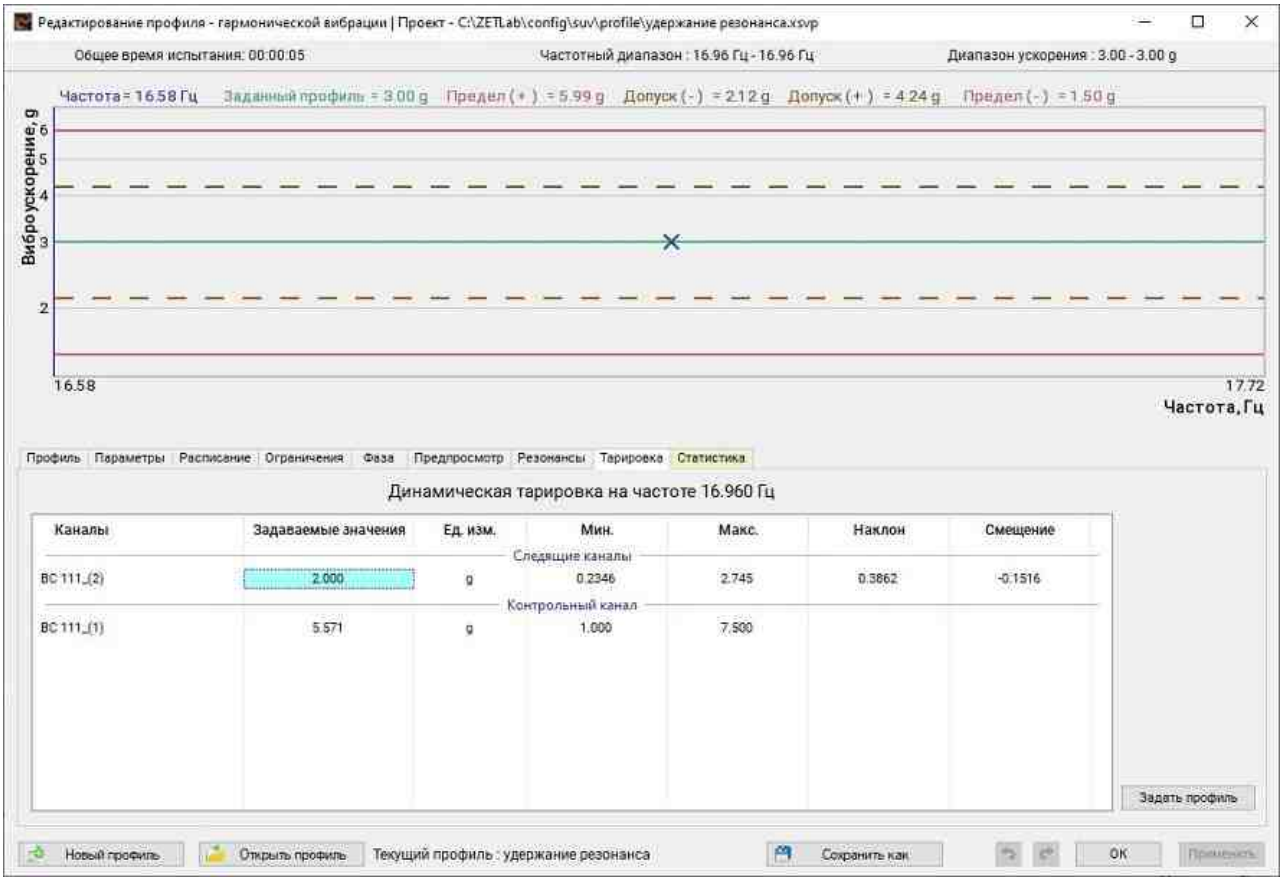


Рис. 17.18 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Тарировка»

Примечание: *программное обеспечение в таблице окна Тарировка позволяет задавать амплитуду ускорения в два с половиной раза большую чем амплитуда, до которой была тарировка произведена*

После установки необходимой амплитуды ускорения во вкладке «Тарировка» активировать кнопку «Задать профиль» и в окне «SinVibrationProfile» подтвердить создание профиля активировав кнопку «Да» (*Рис. 17.18*).

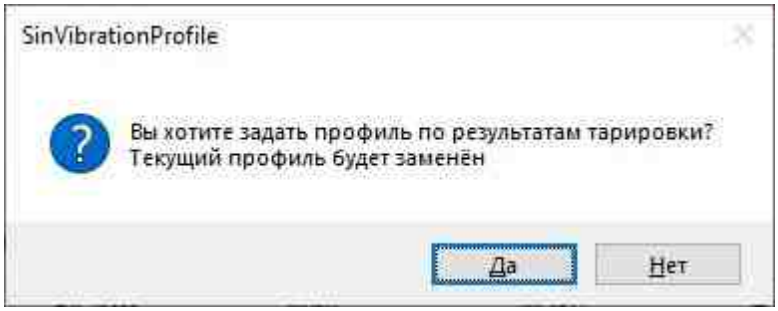


Рис. 17.19 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 17.19*) в графе «Длительность» следует установить требуемое время проведения испытаний (в примере - 10 часов).

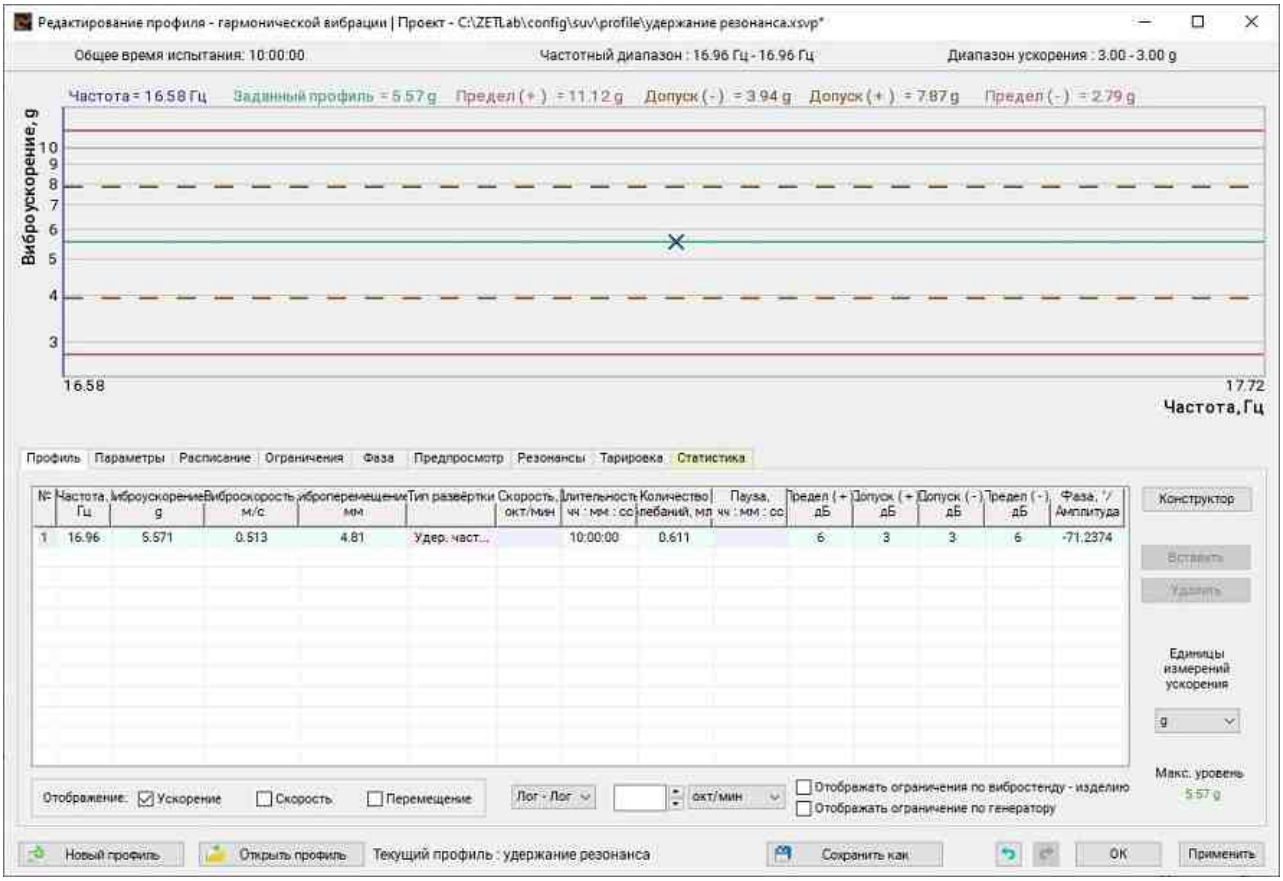


Рис. 17.20 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

Убедиться в том, что во вкладке «Параметры» значения параметров соответствуют значениям, приведенным на рисунке (*Рис. 17.12*), после чего активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля испытаний.

Запустить испытания активировав кнопку «Старт» в окне «Гармоническая вибрация» (*Рис. 17.13*).

Элементы управления и индикации .....

Оглавление

Элементы управления и индикации

Управление курсором на графиках

Масштабирование числовых осей графиков

Выбор из списков

Настройка внешнего вида окон программ

Использование индикаторов уровня сигнала

Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

Управление курсором на графиках .....

Большинство окон программ *ZETLAB*, отображающих графики, снабжено курсором, позволяющим отображать в окне рассчитанные программой значения, соответствующие на графике месту расположения курсора.

Перемещение курсора в окне осуществляется любым из способов:

- подвести указатель «мыши» в интересуемое место графика, нажать и удерживать левую клавишу «мыши» до тех пор, пока курсор не переместиться в указанное место;
- при активном окне программы *ZETLAB* (окно программы активируется нажатием левой клавиши «мыши» при позиционировании ее указателя в поле окна) используя ролик «мыши», перемещать курсор графика до достижения необходимого значения частоты;
- при активном окне программы *ZETLAB* перемещение курсора влево осуществляется нажатием и удерживанием на клавиатуре клавиши <*A*> (в латинской раскладке), вправо – клавиши <*D*>.

Масштабирование числовых осей графиков .....

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь».

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель (в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей:  ;
- для вертикальных осей:  .

Символы  и  означают растяжение, а символы  и  сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы  и  означают перемещение

влево и вправо для горизонтальной оси, а символы  ,  - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

Выбор из списков .....

Поля программ *ZETLAB* с вложенными списками имеют вид «  » и позволяют выбирать необходимое значения параметра из списка.

Для выбора параметра из списка переместите указатель манипулятора «мышь» на символ при этом раскроется список возможных для выбора значений, переместите указатель манипулятора «мышь» на требуемое значение и подтвердите выбор нажатием на левую клавишу «мыши». Перебор доступных значений списка можно также производить при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры с символами <↑> и <↓>.

Настройка внешнего вида окон программ .....

Большинство окон программ *ZETLAB*, отображающих графики, позволяют индивидуально настроить их внешний вид. Для перехода к настройке внешнего вида окна необходимо поместите указатель манипулятора «мышь» на поле графика окна программы подлежащего настройке и нажать правую клавишу «мыши» при этом откроется окно Параметры графика (Рис. 17.21).

На вкладке «Параметры отображения» *(Рис. 17.1)* настраиваются тип линий и параметры графика. Типы линий графиков могут быть в виде горизонтальных (ступенек) или ломаных линий. В этой вкладке также устанавливаются параметры отображения каждого из

графиков, цвет, толщина, заполнение (закрашивание) области графика. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

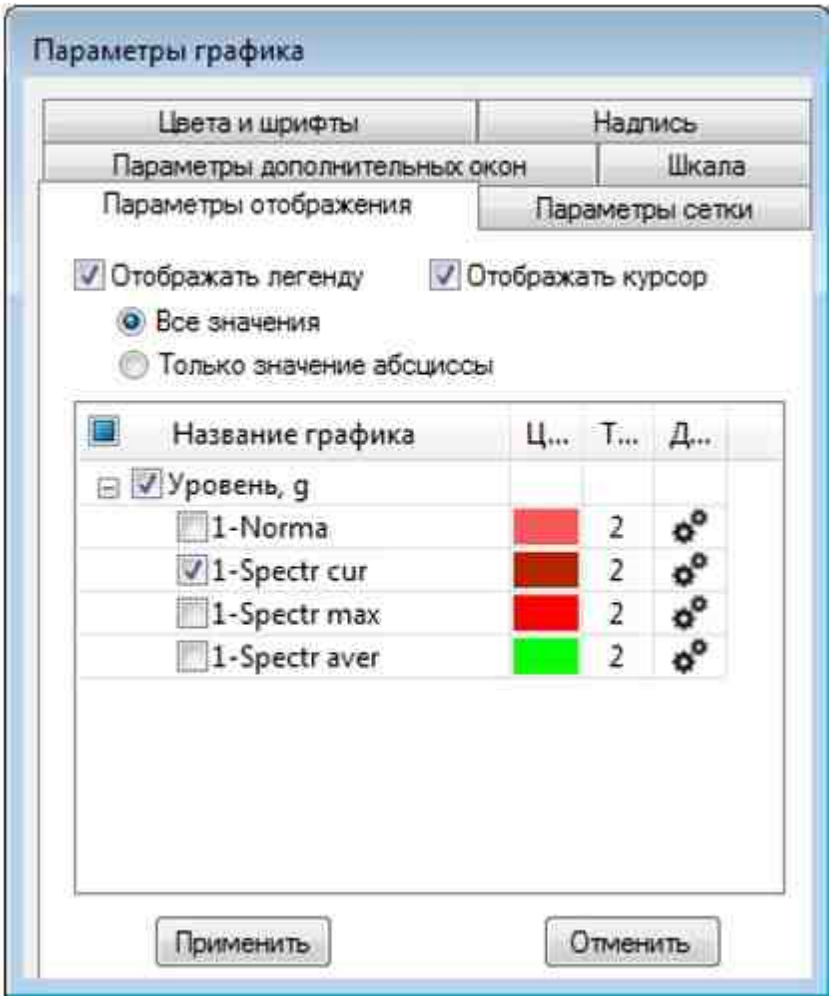


Рис. 17.11 Вкладка настройки параметров отображения графика

На вкладке «Параметры сетки» *(Рис. 17.2)* можно включать или отключать отображение горизонтальной и вертикальной разметки осей и линий сетки. В этой вкладке также задается область видимости (область отображения) графиков: верхняя, нижняя, правая и левая границы графиков. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

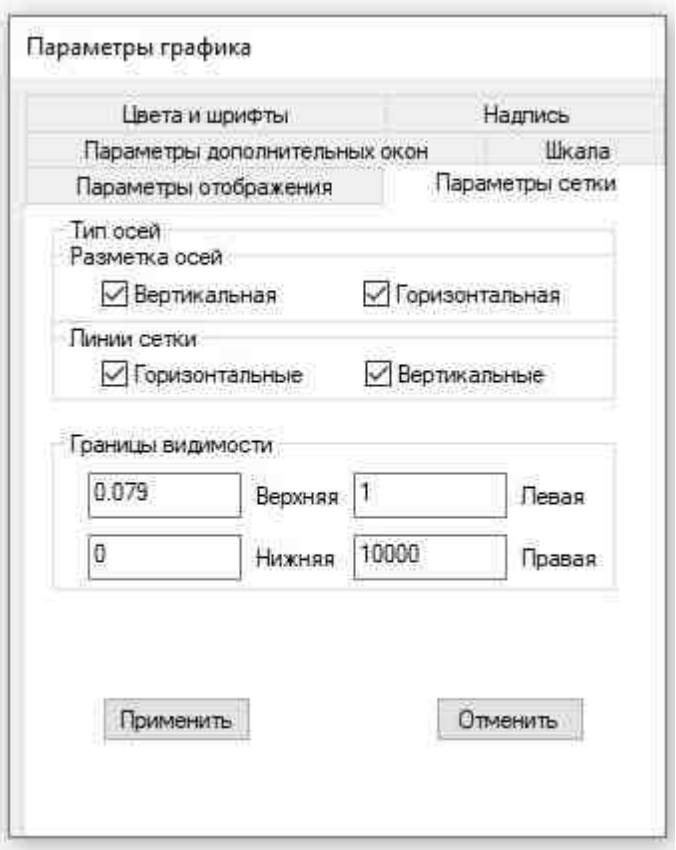


Рис. 17.2 Вкладка настройки параметров сетки графика

На вкладке «Цвета и шрифты» *(Рис. 17.3)* можно изменять размер шрифта числовых значений осей и измеряемых величин. В этой вкладке также задается цвет сетки, курсора, фона, разметки осей, легенды. После внесения необходимых изменений активируйте кнопку «Применить» для сохранения изменений.

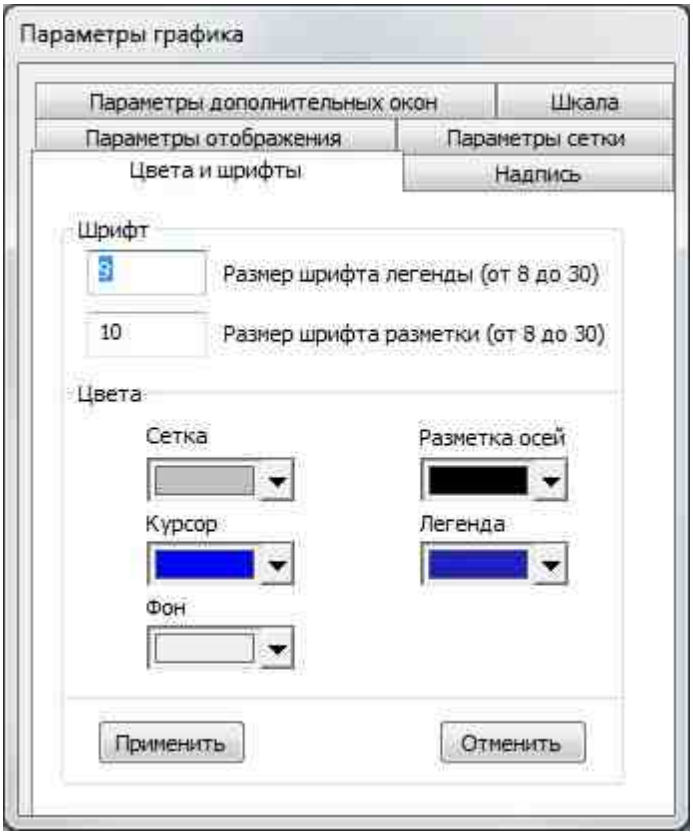


Рис.17.3 Вкладка настройки цвета и шрифта графиков

Используя вкладку «Надпись» *(Рис. 17.4)* на график можно добавить дополнительную надпись (поясняющую текстовую информацию), которая будет отображаться при дальнейшем копировании графика в текстовые документы и отчеты. Для добавления надписи необходимо поставить флажок «Показать надпись», выбрать необходимый шрифт для ввода и в поле ввода надписи набрать необходимый текст (в примере введен текст «Датчик в точке 2»), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

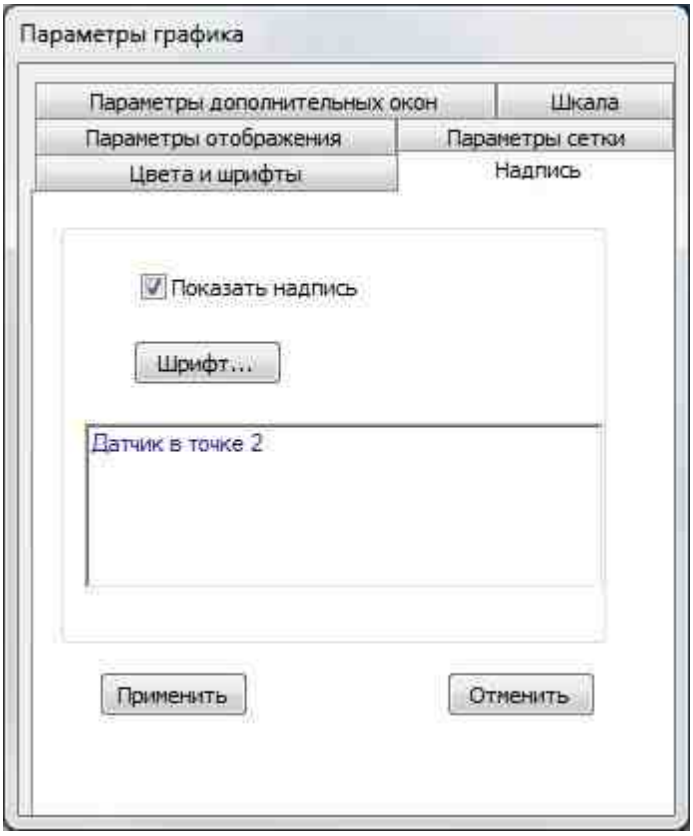


Рис. 17.4 Вкладка настройки надписи графиков

На рисунке *(Рис. 17.5)* показан фрагмент окна программы «Узкополосный спектр» с дополнительной информацией - «Датчик в точке 2».

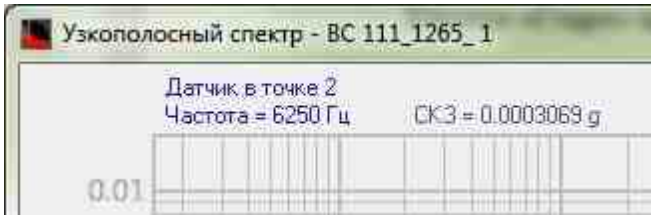


Рис. 17.5 Фрагмент окна с дополнительной информацией

На вкладке «Шкала» *(Рис. 17.6)* можно выбрать тип представления горизонтальной и вертикальной шкал. Для сохранения настроек активируйте кнопки «Применить».

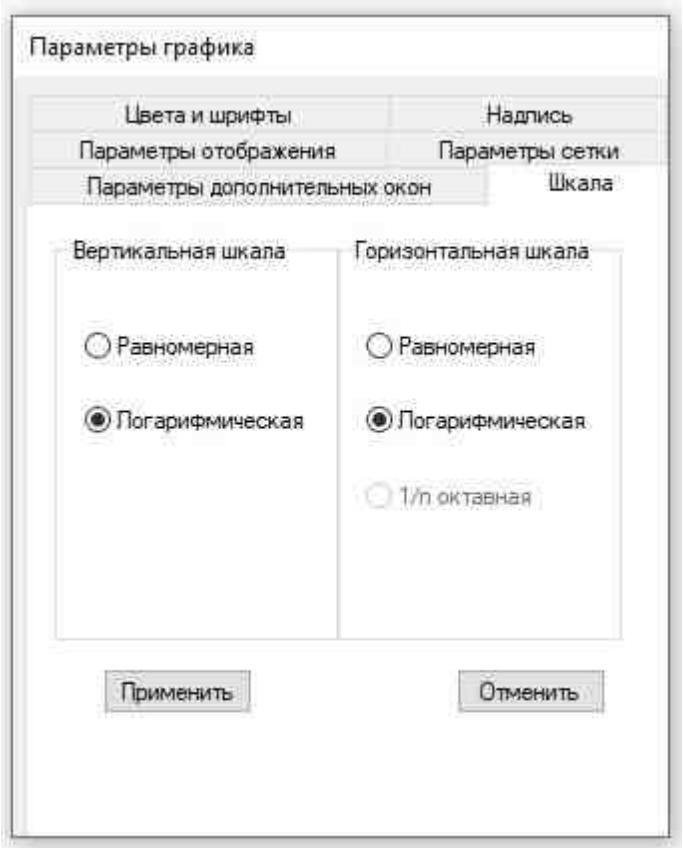


Рис. 17.6 Вкладка настройки шкалы графика

Выход из окна Параметры графика без сохранения настроек осуществляется активацией кнопки «Отменить», либо нажатием клавиши «мыши» установив указатель «мыши» в любое место экрана, за пределами окна «Параметры графика».

Примечание: *выбор типа представления зависит от вида, отображаемого окном программы графика, и может ограничиваться как для горизонтальной, так и для вертикальной шкалы*

Использование индикаторов уровня сигнала .....

Большинство окон программ *ZETLAB* использующих для обработки регистрируемые сигналы (по выбранному измерительному каналу) снабжено индикатором уровня сигнала (*Рис.17.7*), который в графическом виде показывает интегральный уровень сигнала, регистрируемый в текущий момент.



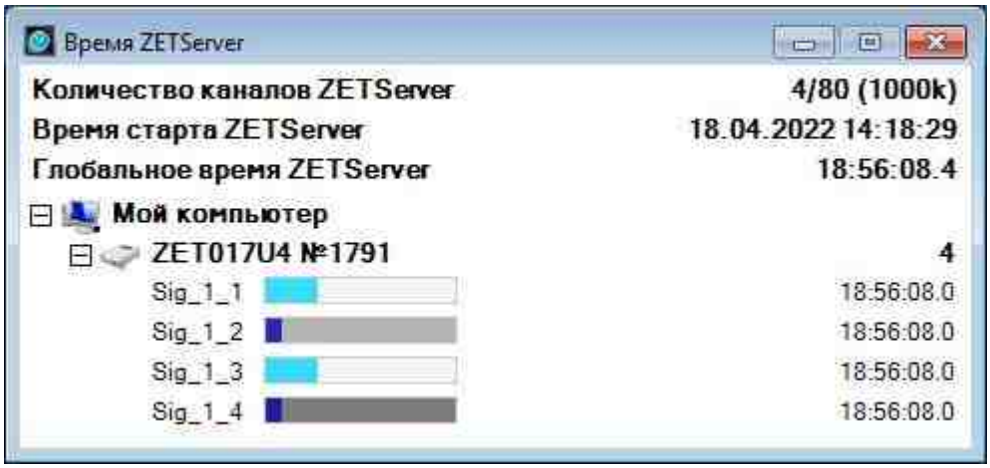
Рис. 17.7 Вид индикатора интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный

в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки как при перегрузках, так и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

Две трети поля индикатора уровня сигнала отведены для уровня, не превышающего максимально допустимый уровень. Цветной прямоугольник, заполняющий фоновую область индикатора, показывает своим цветом и размером отношение зарегистрированного сигнала (за период времени 0.1 секунды) к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем шире цветной прямоугольник и оттенок цвета ближе к красному. При превышении максимально допустимого уровня сигнала индикатор заполняется красным цветом. Когда перегрузка по измерительному каналу перестанет регистрироваться область индикатора, расположенная справа будет оставаться красной до тех пор, пока пользователь не выполнит сброс индикации перегрузки (зафиксированной на канале) путем активации зоны перегрузки левой кнопки манипулятора «мышь».

Индикаторы окна программы «Время ZET сервера» оснащены также функцией изменения цвета фоновой области индикатора. Данная функция позволяет выполнить статистическую качества регистрируемого сигнала в измерительном канале. Чем больше сигнал по своим статистическим характеристикам походит на белый шум, тем светлее область фона. Чем меньше сигнал по характеристикам походит на белый шум, тем фон темнее. В состоянии покоя сигнал исправного датчика должен показывать фоновый шум, который близок по характеристикам к белому. Наличие помех (импульсных, гармонических и прочих) или неисправность в датчике приводит к изменению характеристик сигнала и потемнению области фона индикатора.



Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений .....

Окна программ *ZETLAB* отображающие информация в двухмерном либо трехмерном виде оснащены индикаторами регулировки цветовой гаммы амплитуды регистрируемых значений (*Рис. 1.8*).

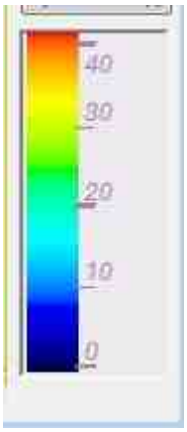


Рис. 17.8 Индикатор регулировки цветовой гаммы

Масштабирование числовых осей осуществляется при помощи манипулятора «мышь».

Для масштабирования числовых осей необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в область числовой оси графика, при этом указатель

(в зависимости от места расположения на числовой оси) будет изменять свой вид:

- для горизонтальных осей: , , , ;
- для вертикальных осей: , , , .

Символы и означают растяжение, а символы и сжатие масштаба графика по соответствующей оси. Символы и означают перемещение влево и вправо для горизонтальной оси, а символы , - перемещение вверх и вниз для вертикальной оси.

Выбрав соответствующий действию по масштабированию числовой оси вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси

области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

Выбрав соответствующий действию по масштабированию вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

Новые возможности программы СУВ .....

Новые возможности программы СУВ (общее)

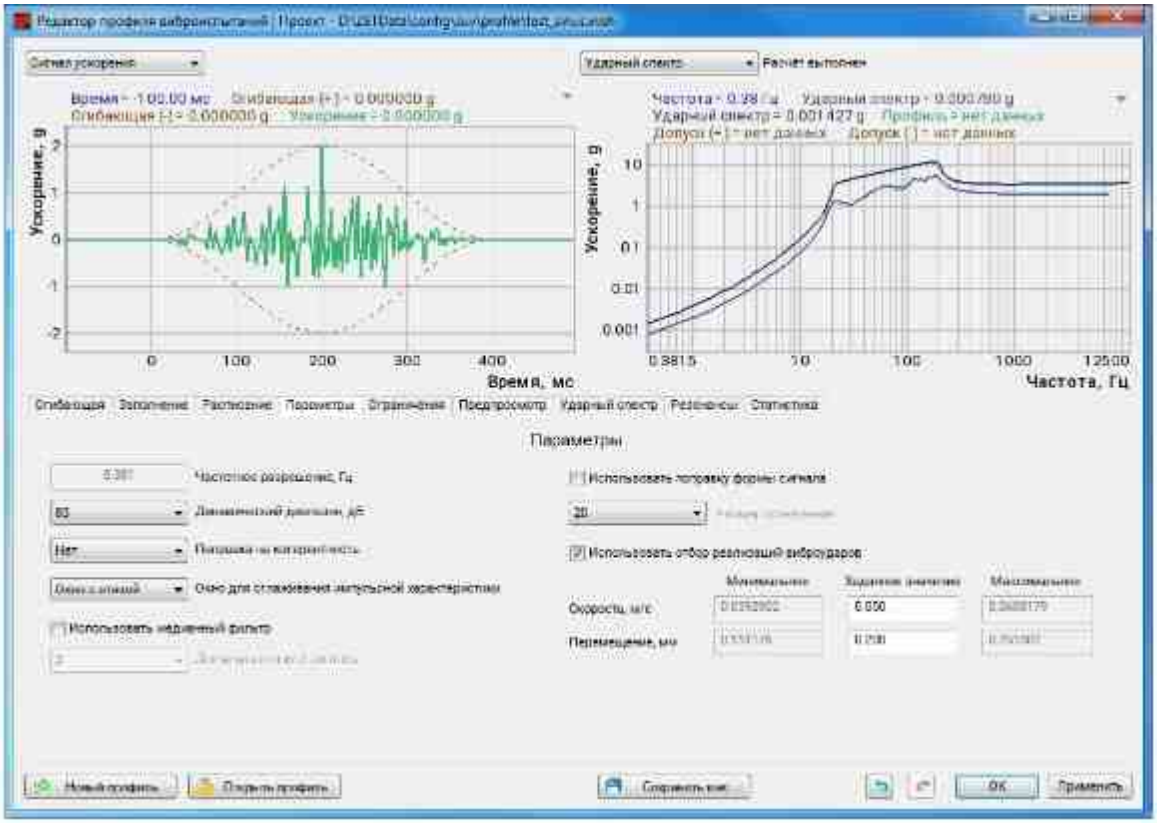
1) Добавлена возможность работы с высокочастотными версиями контроллеров СУВ

Система управления виброиспытаниями (ШСВ)

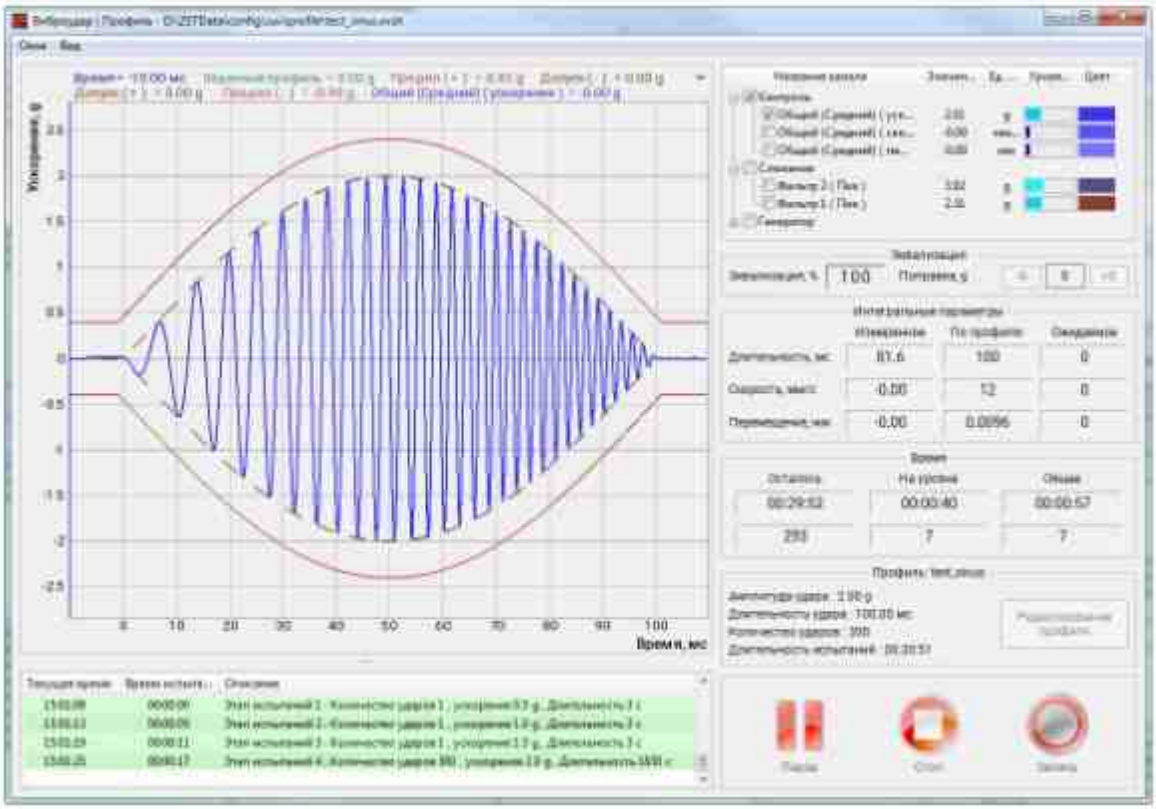
1) Добавление расчета виброперемещения и виброскорости.
2) Выполнены доработки, связанные с повышением надежности и устойчивости программы в процессе проведения испытаний. Устранены выявленные неточности.

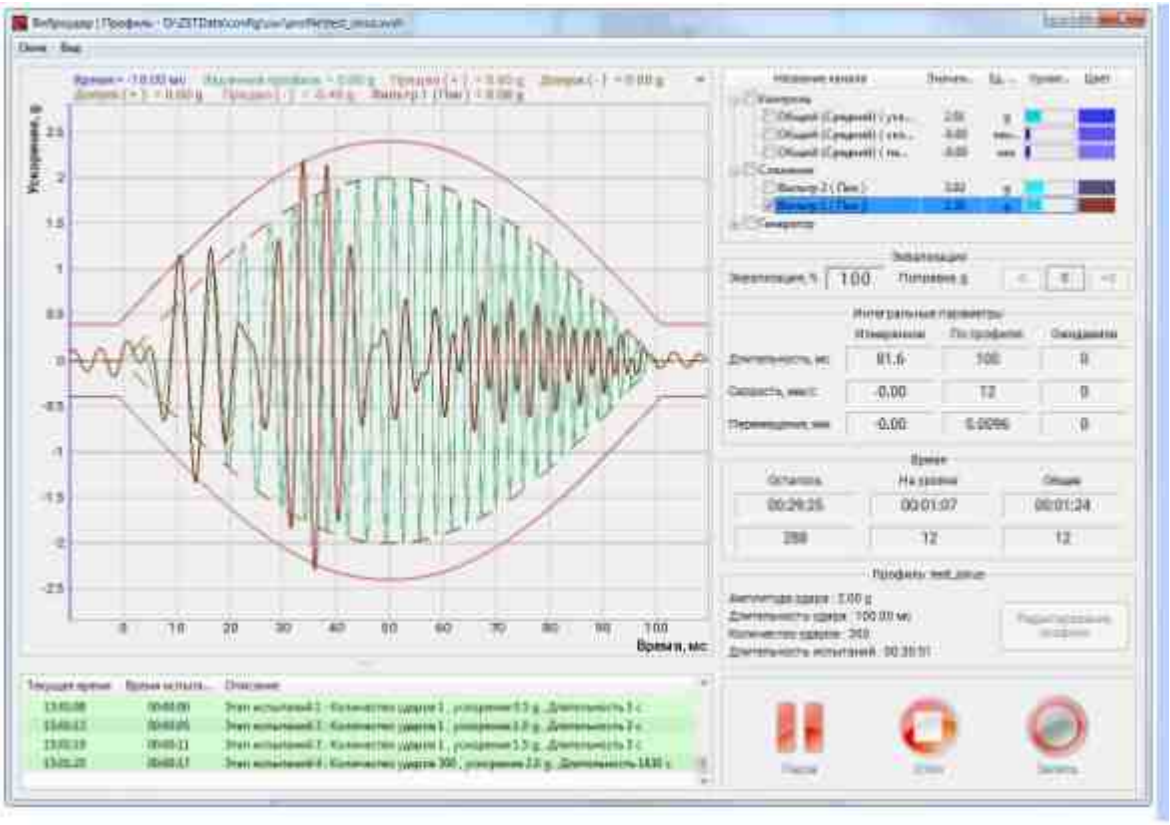
Система управления виброиспытаниями (Виброудар)

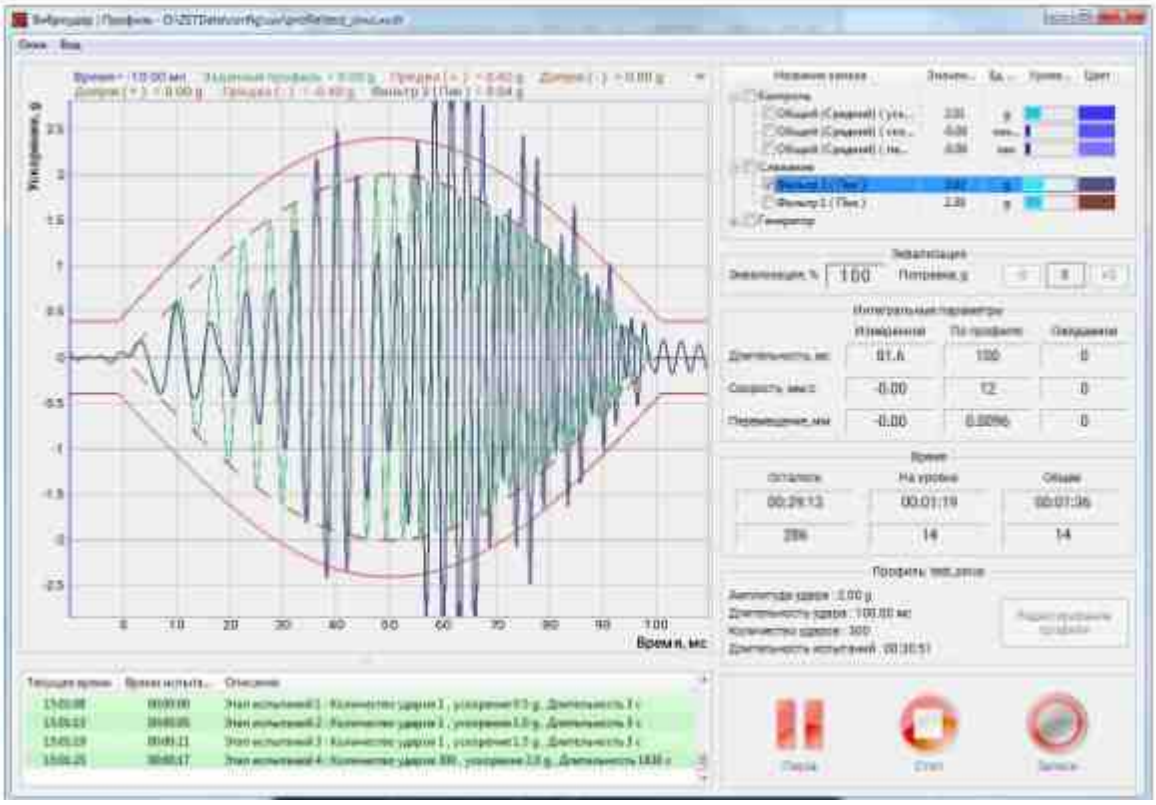
Добавлена возможность задания ограничений по ожидаемым значениям скорости и перемещения при реализации виброудара с заполнением шумом.

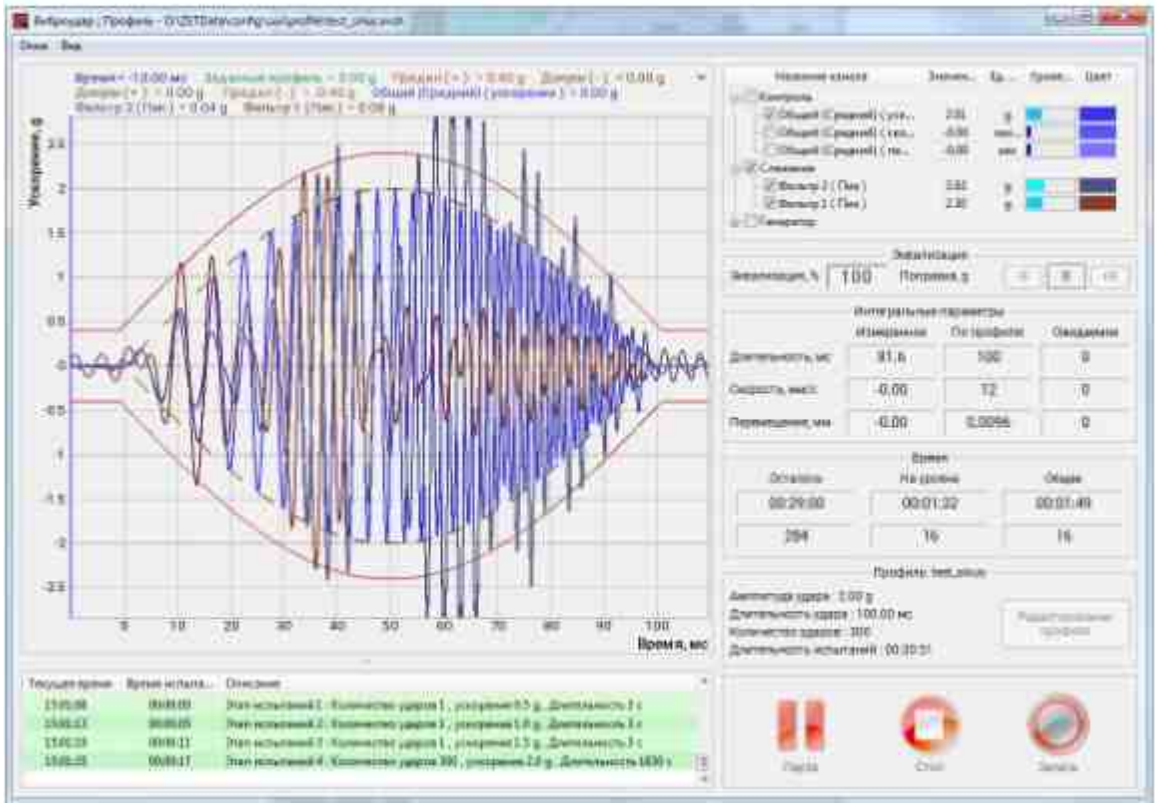


2) программу испытаний “Виброудар” добавлена возможность управления виброиспытаниями по общему контрольному каналу.





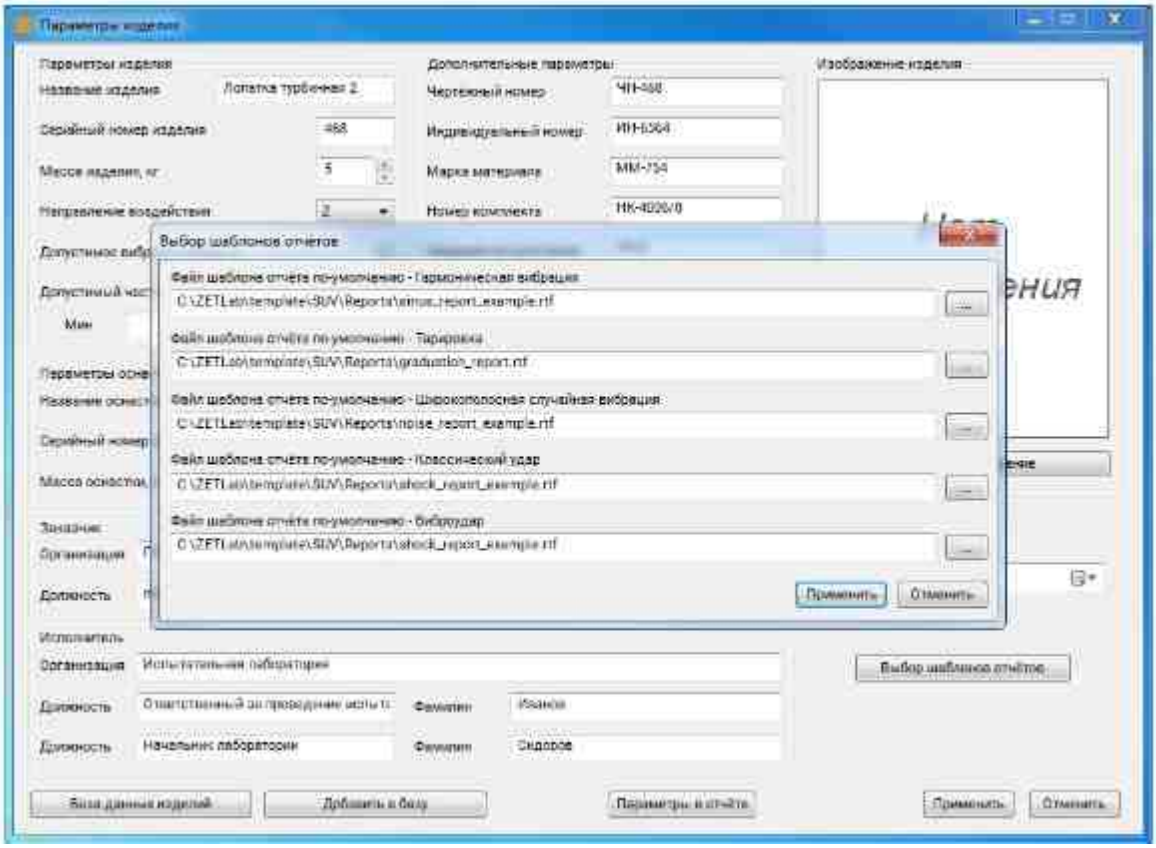




Система управления виброиспытаниями

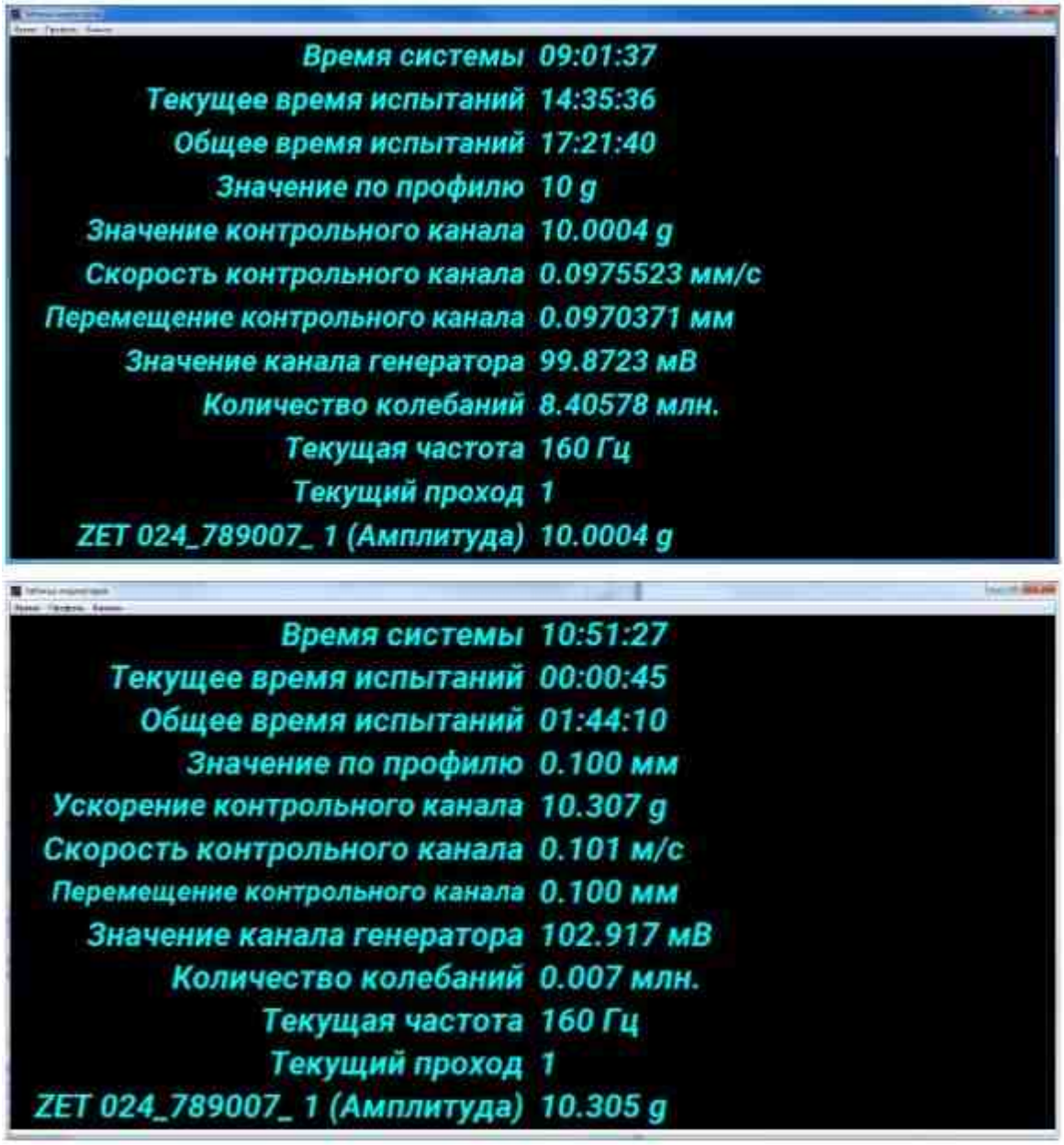
(Синусоидальная вибрация)

1) Добавлена возможность создания шаблона для отчёта и сохранения отчёта по результатам виброиспытаний в формате RTF.

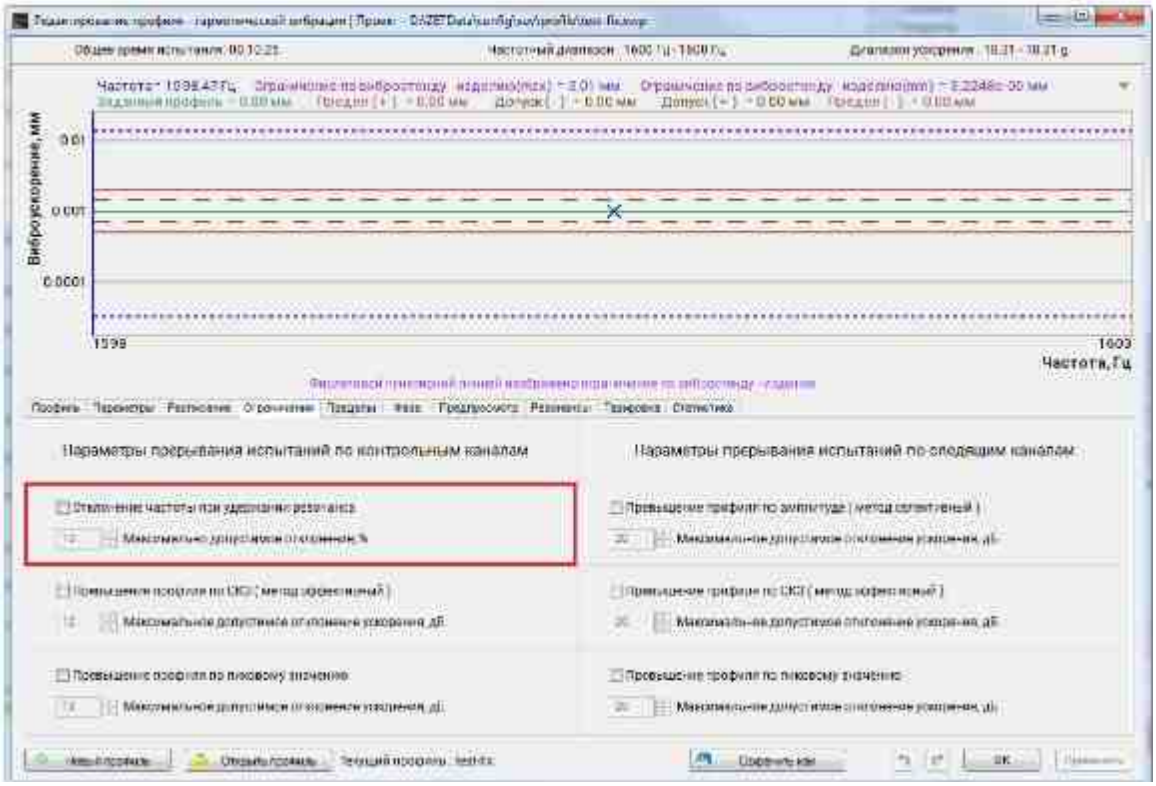




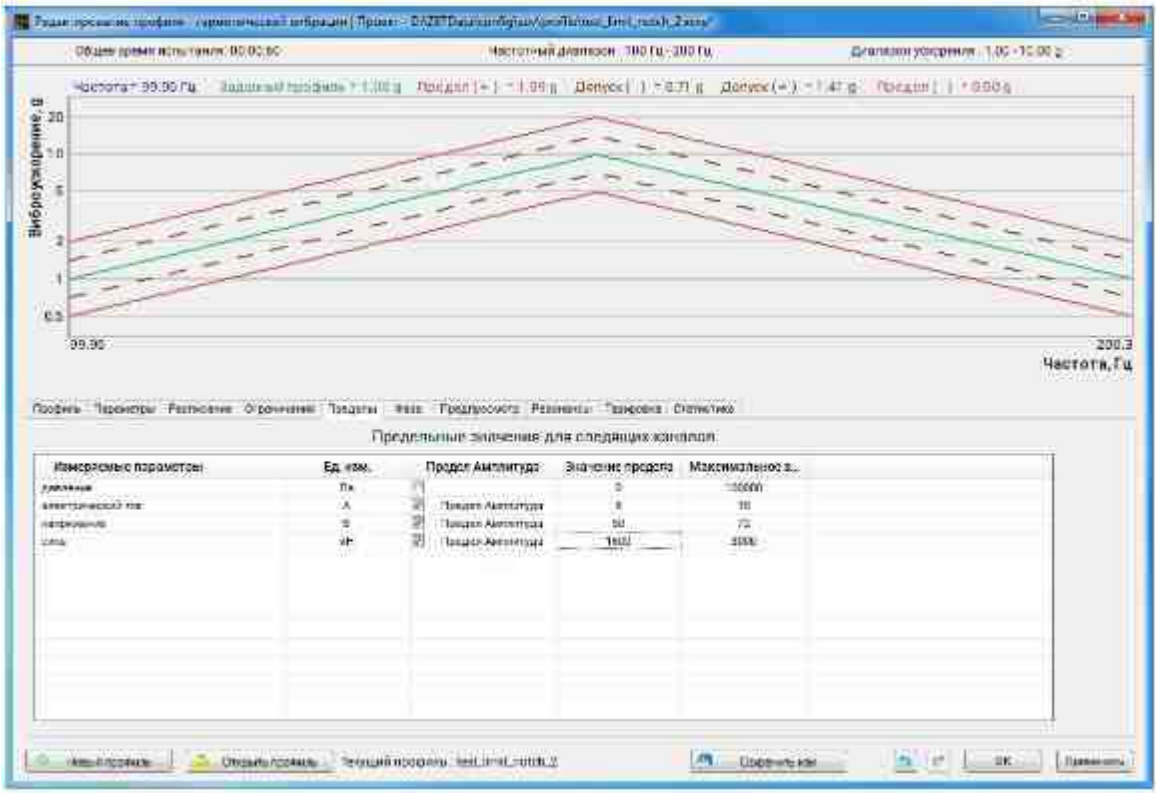
2) Добавлено дополнительное окно с большими цветными индикаторами текущих параметров.



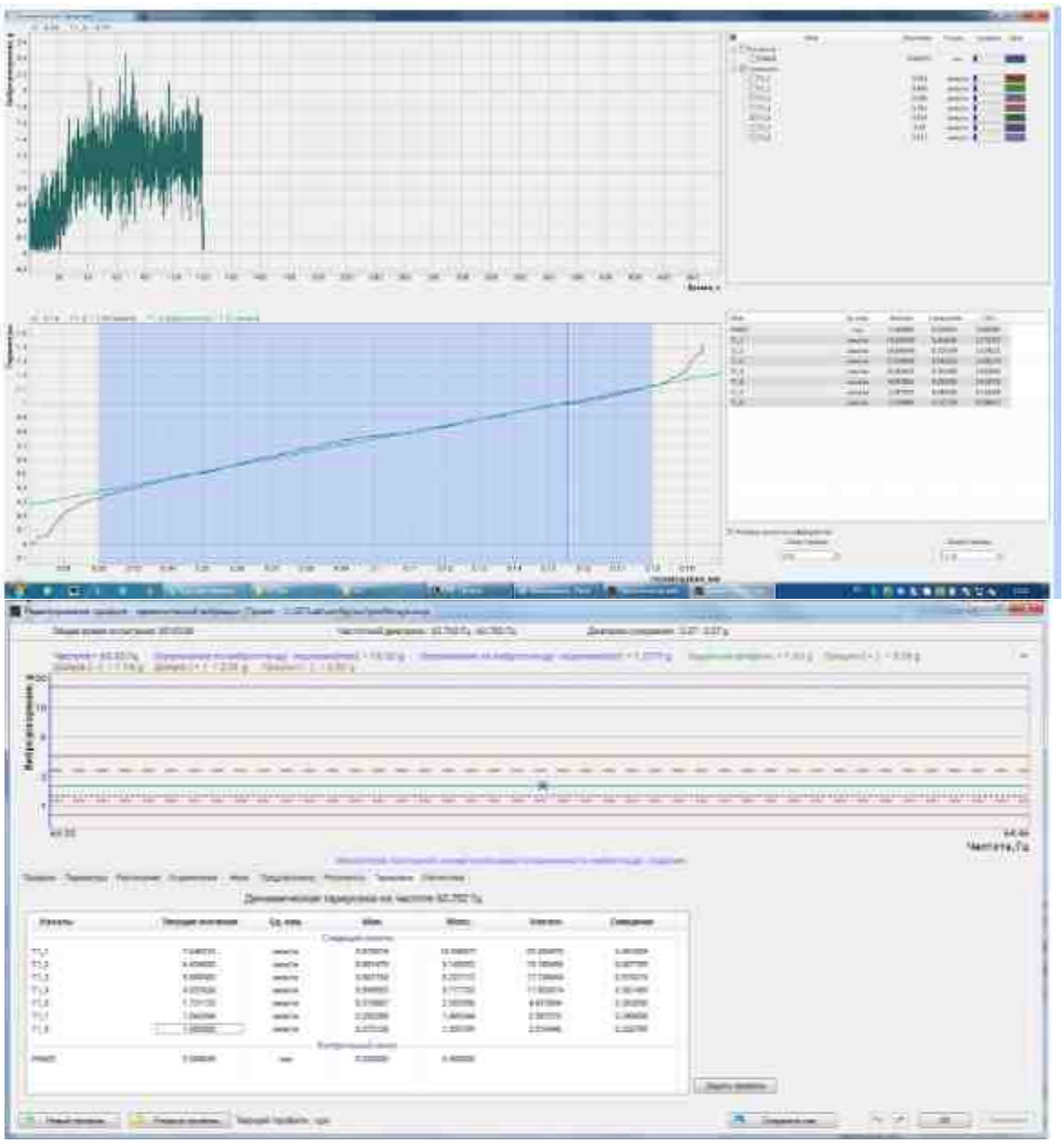
3) Добавлена опция в редакторе профиля для остановки испытаний при отклонении частоты резонанса от начальной.



4) В программу для редактирования профиля испытаний добавлена возможность задания параметров прерывания испытаний при превышении заданного порога измеряемой физической величины



5) Добавлена опция динамической тарировки и измерения нелинейности амплитудной характеристики. По результатам динамической тарировки также можно создать отчёт в формате RTF.



Вибрационные испытания .....

Вибрационные испытания являются неотъемлемой частью практически любого производственного процесса. Благодаря имитации внешних механических воздействий и окружающих условий эксплуатации (в частности, транспортной вибрации), удается добиться повышения надёжности, долговечности и качества функционирования используемого оборудования.

Учитывая всю важность проведения вибрационных испытаний, необходимо грамотно подобрать состав системы и соответствующие режимы.

В данном разделе вы найдете информацию по выбору виброизмерительных систем, настройке систем управления виброиспытаниями, проведению испытаний на интересующий вас вид вибрации, а также общие теоретические аспекты, касающиеся проведения виброиспытаний.

Теория виброиспытаний .....

Теория виброиспытаний

Основные параметры колебательной системы и взаимосвязь вибропараметров.

Перед проведением вибрационных испытаний необходимо ознакомиться с азами теории проведения виброиспытаний, так как это инженерная дисциплина требует особых умений и навыков. От выбора вибрационной системы зависит большая доля успеха при проведении испытаний, поэтому очень важно подобрать систему, которая будет работать не на пределе своих эксплуатационных параметров.

В данном разделе вы найдете пояснения, которые помогут вам корректно подобрать систему, которая будет отвечать всем поставленным задачам в требуемых режимах испытаний.

Вибрационная испытательная система .....

Вибрационная испытательная система

Основные понятия и параметры, на которые следует обратить внимание при выборе системы

Для того, чтобы правильно подобрать состав виброиспытательной системы, соответствующей поставленным задачам, необходимо иметь общее представление о виброиспытаниях, предельных эксплуатационных параметрах системы и знать соотношение между основными вибропараметрами.

Итак, по каким параметрам следует подбирать нужный вибростенд?

Взаимосвязь силы и виброускорения .....

Взаимосвязь силы и виброускорения

Для начала давайте разберемся как взаимосвязана толкающая сила при синусоидальной или случайной вибрации с виброускорением.

Максимальное ускорение зависит от толкающей силы и массы испытуемого изделия. Тут всё рассчитывается просто по второму закону Ньютона.

$$F = m * a$$

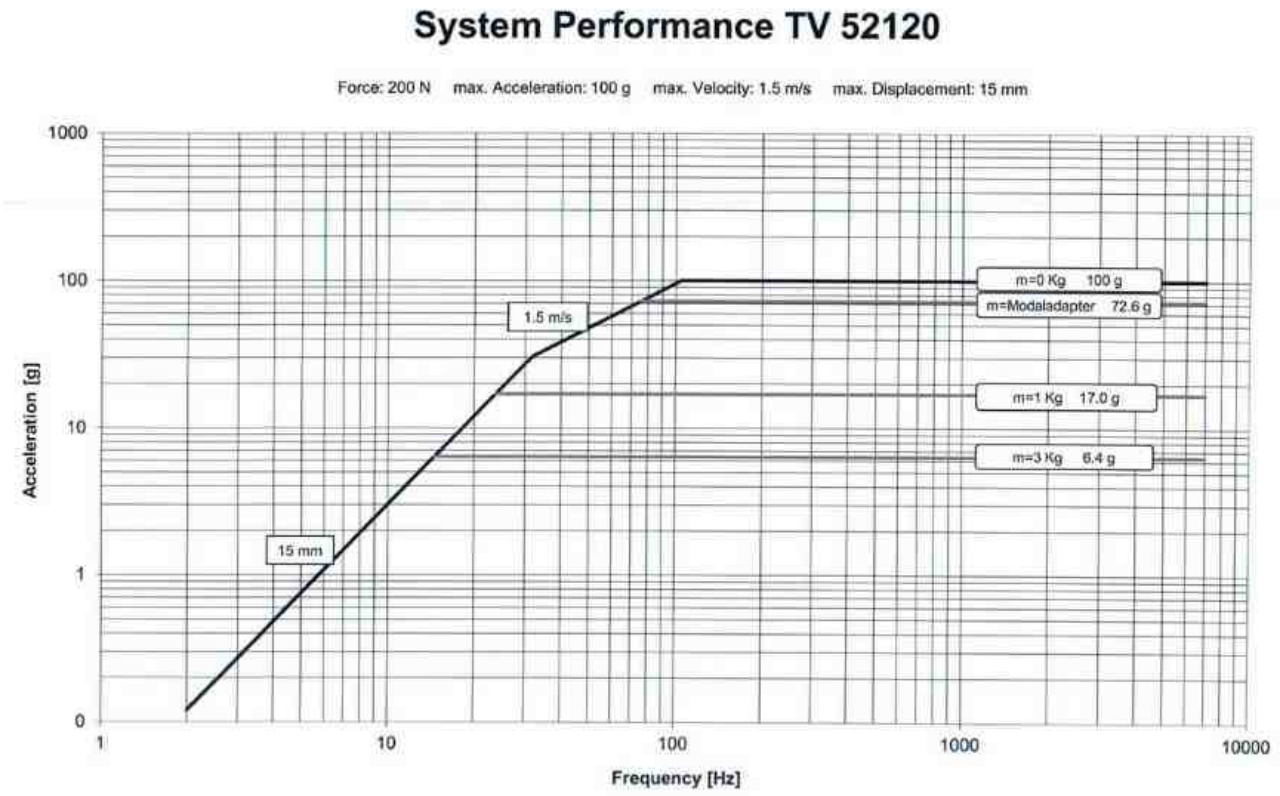
Заявленное в паспорте вибростенда значение максимального ускорения достигается только на пустом столе, когда вибростенд толкает только массу стола. При нагружении вибростенда максимальное ускорение следует рассчитать по следующей формуле:

$$a = F / (m0 + M + m)$$

где m0 – масса подвижной части вибростенда, m – масса оснастки, M – масса испытуемого изделия. Суммарная масса оснастки и изделия не должна превышать заявленной в характеристиках вибростенда, иначе можно очень быстро сломать подвеску вибростенда и не получить гарантийного обслуживания.

При нагружении в горизонтальном направлении сила противодействия будет раскачивать вибростенд. Поэтому необходимо позаботиться о надёжном креплении вибростенда или приобрести у изготовителя стол скольжения, если такой предусмотрен для выбранной модели.

Для понимания предельных характеристик вибростенда в комплекте к эксплуатационной документации имеется график производительности вибростенда. В качестве примера приведем производительность системы TV 52120:



Взаимосвязь частоты, ускорения, скорости и перемещения .....

Взаимосвязь частоты, ускорения, скорости и перемещения

Нередко неопытные пользователи обращаются к нам со следующими вопросами:

> В характеристиках вибростенда для синусоидальной вибрации даются: частота, амплитуда и ускорение, но ведь ускорение однозначно определяется первыми двумя величинами… Подскажите, какие параметры являются первичными в системе управления вибростендом при синусоидальной вибрации? Так скажем, если выставляем ускорение и частоту, то амплитуда уже подпирается под них автоматически? Правильно я понимаю, что при нагрузках вибростенда TV 51120 до 3 кг ускорение до 89 g будет обеспечено во всем диапазоне частот заявленных частот 2…7000 Гц?

В характеристиках вибростенда для синусоидальной вибрации даются: частота, амплитуда и ускорение, но ведь ускорение однозначно определяется первыми двумя величинами… Подскажите, какие параметры являются первичными в системе управления вибростендом при синусоидальной вибрации? Так скажем, если выставляем ускорение и частоту, то амплитуда уже подпирается под них автоматически? Правильно я понимаю, что при

нагрузках вибростенда TV 51120 до 3 кг ускорение до 89 g будет обеспечено во всем диапазоне частот заявленных частот 2…7000 Гц?

Как уже было отмечено первичной характеристикой является толкающая сила. Она определяет максимальное ускорение вибростенда. Для безусловного проведения всех испытаний необходимо определить максимальное ускорение по профилю и максимальный вес испытуемых изделий. Если такой вибростенд оказывается неприемлемым, то толкающую силу придётся считать для каждого профиля испытаний и искать компромисс. Амплитуда перемещения определяется конструкцией вибростенда (за отдельную плату изготовитель может увеличить ход вибростенда). Частотный диапазон тоже определяется конструкцией вибростенда и чем вибростенд больше, тем меньше его верхний передел по частоте. Нижний предел по частоте определяется усилителем.

89 g вы не сможете получить на частоте 2 Гц, уж очень большое должно быть в этом случае перемещение (более 5 метров), а вот на частоте 42 Гц перемещение будет всего 12,5 мм.

См. также статью на сайте Взаимосвязь ускорения, скорости и перемещения при синусоидальной вибрации.

Соотношение ударного и синусоидального ускорения .....

Соотношение ударного и синусоидального ускорения

А что делать в случае, если требуется подобрать ситему для проведения испытаний на воздействие ударных нагрузок, а в характеристиках выбранного вибростенда не заявлено максимальное ударное ускорение?

> Каково соотношение ударного ускорения и синусоидального, как применять 2 закон Ньютона, если нет корреляции между заявленными с толкающей силой 200 Н и максимальным ускорением 89 м/с2, например, для вибростенда TV 51120? Или она есть 200=89×[масса подвеса]? Но что тогда значит эффективная движущая масса 0,23 кг?

Каково соотношение ударного ускорения и синусоидального, как применять 2 закон Ньютона, если нет корреляции между заявленными с толкающей силой 200 Н и максимальным ускорением 89 м/с2, например, для вибростенда TV 51120? Или она есть 200=89×[масса подвеса]? Но что тогда значит эффективная движущая масса 0,23 кг?

Соотношение максимального ускорения для синусоидального сигнала и для ударного импульса определяется конструкцией вибростенда и может лежать в диапазоне от 20% до 300%. Если производитель вибростенда не указал явно ускорение или толкающую силу для ударных испытаний, то можно брать соответствующие величины для синусоидальных испытаний.

Эффективная движущая масса — это масса подвижной арматуры вибростенда, которую необходимо учитывать при нагружении вибростенда испытуемым образцом. Соответственно закон Ньютона выполняется, необходимо только правильно определить движущуюся массу.

Спектральная плотность как параметр виброиспытаний .....

Спектральная плотность как параметр виброиспытаний

Помимо испытаний на синусоидальную вибрацию, наиболее востребованным видом являются испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации (ШСВ). Давайте разберемся какие имеются особенности при формировании профиля испытаний для данного вида и ответим на следующий вопрос:

Как выбрать подходящий вибростенд по необходимой спектральной плотности ШСВ?

По спектральной плотности можно определить требуемое ускорение и диапазон частот. Обычно диапазон частот не выходит за интервал 10 Гц – 2000 Гц и с ним справится любой вибростенд. Общее ускорение для испытаний на ШСВ указывается как СКЗ. Если производитель вибростенда не указал отдельно предельное ускорение для ШСВ, то нужно взять половину от указанного предельного значения ускорения.

Чтобы вычислить общее ускорение по графику спектральной плотности мощности необходимо подсчитать площадь фигуры под графиком и извлечь квадратный корень.

Взаимосвязь ускорения, скорости и перемещения при синусоидальной вибрации .....

Взаимосвязь ускорения, скорости и перемещения при синусоидальной вибрации

формулы для перерасчета, номограмма и автоматизированный калькулятор

При проведении испытаний с использованием гармонического сигнала (например, при поверке вибродатчиков) важно знать взаимосвязь виброперемещения, виброскорости и виброускорения. Обозначим амплитуду виброперемещения — *S*, амплитуду виброскорости — *V*, а амплитуду виброускорения — *A*, тогда:

$A = S \cdot (2\pi f)^2 / 10^3$,	$V = S \cdot 2\pi f / 10$,	$S = A \cdot 10^3 / (2\pi f)^2$,
где f — частота в Гц; A — виброускорение в м/с2 V — виброскорость в см/с S — виброперемещение в мм.		

Например, на частоте 50 Гц перемещению 1 мм соответствует скорость 31 см/с и ускорение 99 м/с^2.

Для удобства определения соответствующих величин, предлагаем использовать *Калькулятор для расчета параметров вибрации.* Калькулятор является наиболее простым способом пересчета взаимосвязанных параметр вибрации. Все, что от вас потребуется — задать значение частоты, выбрать соответствующий параметр, который необходимо пересчитать и указать его значение.

Задаваемые параметры:	
Частота, Гц	
Параметр расчета	Выбрать
Значение параметра	

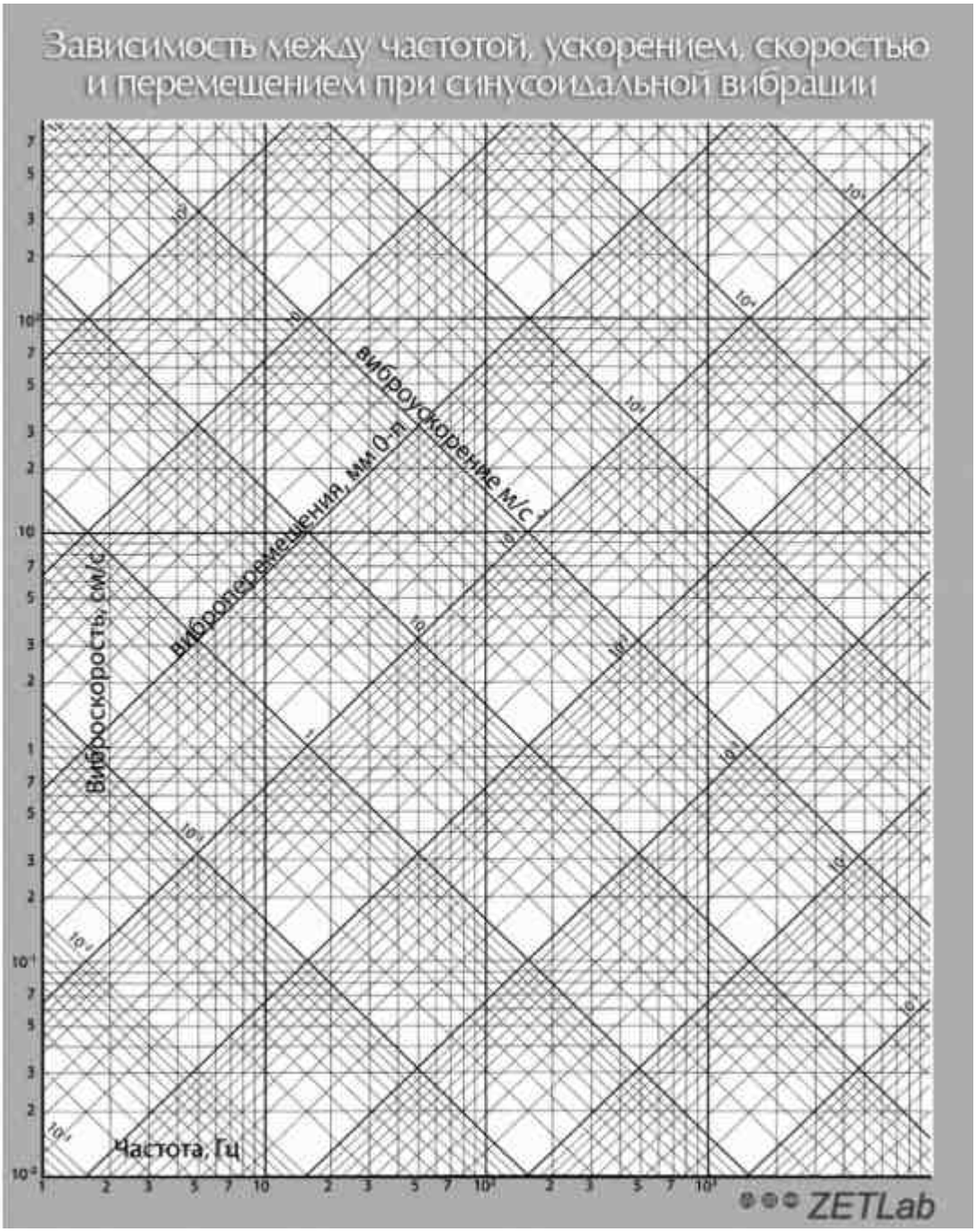
расчитать

можно на сайте https://zetlab.com/podderzhka/vibratsionnyie-ispyitaniya/teoriya-vibroispyitaniy/vzaimosvyaz-uskoreniya-skorosti-i-peremeshheniya-pri-sinusoidalnoy-vibratsii/

Соотношения между единицами ускорения:

g	**м/с^2**	**см/с^2**
1	9,81	981
0,102	**1**	100
0,00102	0,01	**1**

Помимо формул и калькулятора, можно воспользоваться номограммой, которая отображает в графическом виде соотношения между различными величинами механических колебаний, т.е. частотой, перемещением, скоростью и ускорением гармонических механических колебаний. На основе значений двух величин можно по этой номограмме определить соответствующие значения остальных двух величин механических колебаний.



Ударный спектр и добротность колебательной системы .....

Ударный спектр и добротность колебательной системы

как показатель внутреннего состояния объекта

Ударный спектр — это график значений максимального отклика на внешнее воздействие системы резонаторов с одной степенью свободы, упорядоченный по собственным частотам резонаторов.

Определение краткое и достаточно точное, но почему-то у людей возникают дополнительные вопросы. Дополнительные вопросы возникают оттого, что людям трудно представить себе образ даже одного резонатора с одной степенью свободы, то что говорить о целой системе.

Если объяснять этот термин на пальцах, то надо подходить к этому вопросу аккуратно и последовательно, чтобы постепенно сложить в голове человека образ описываемого явления. С материальными объектами проще — их достаточно показать, чтобы человеку всё стало ясно. С информационными явлениями гораздо сложнее, но мы эту проблему решим.

Резонатор с одной степенью сравнения .....

Резонатор с одной степенью сравнения

Представим себе объект, который может совершать колебания в пространстве только в направлении одной оси. Это и будет резонатор с одной степенью свободы. Пружины и маятники — это всё примеры резонаторов с одной степенью свободы. Хотя природа их колебаний различна в теории они описываются аналогичными уравнениями. У них есть одна собственная частота и одна резонансная частота. Для удобства практического использования эти частоты объединяют в одну, но это две разные частоты. Резонансная частота — это частота действия внешней силы, на которой достигается максимальная амплитуда колебаний. Собственная частота — это частота затухающих колебаний, когда внешняя сила исчезла, и система теряет энергию, возвращаясь в положение равновесия (останавливается).



Представим себе знакомый нам всем с детства маятник — качели.

Резонансная частота маятника не зависит от массы груза (то есть не разницы кто сидит на качелях хрупкая маленькая девочка или её большой тяжёлый папа), а зависит только от

длины подвеса. Чем длиннее этот подвес, тем меньше резонансная частота. Чем выше качели, тем дольше период одного качания.

Ребёнок, впервые попавший на качели, поначалу прилагает много самых разных усилий с произвольной частотой, но качели почти не двигаются. Достаточно быстро он понимает темп, в котором надо делать усилия, чтобы раскачивать качели и понимает, что делать их надо в момент, когда качели замирают на одном из пиков.

Говоря сухим научным языком, когда частота действия внешней силы совпадает с частотой резонанса система начинает в этот самый резонанс входить, увеличивая амплитуду колебаний.



Сил у ребёнка немного и раскачать качели он сильно не может. В определённый момент все силы его начинают уходит не на увеличение амплитуды колебаний, а на поддержание колебаний на том же уровне. В этот момент вся энергия, которую прикладывает ребёнок, будет тратиться за один период колебаний на преодоление трения подвеса и сопротивление воздуха. Если предположить, что в каждый период колебаний качелей ребёнок прикладывает одинаковое усилие совершая работу A, то достигнув максимальных колебаний за n раз, он затратит количество энергии:

$$W=n \text{Ч} A,$$

которая перейдёт в энергию качания качелей (часть этой энергии будет рассеяна, но пока это не существенно).
После этого вся его энергия будет полностью рассеиваться за один такт качения:

$$A=E \text{Ч} d$$

После понимания этого момента можно переходит к понятию **добротности**.

Добротность .....

Добротность

Добротность — параметр колебательной системы, определяющий ширину резонанса и характеризующий, во сколько раз запасы энергии в системе больше, чем потери энергии за один период колебаний. В общем виде для любой колебательной системы добротность вычисляется по следующей формуле:

$$Q = \frac{2\pi f_0 W}{P_d} = \frac{2\pi W}{E_d} < P \frac{2\pi n A}{E_d}$$

f0 — резонансная частота;

W — запасённая энергия системы;

Pd — рассеиваемая мощность;

Ed — рассеиваемая энергия за один период колебаний;

A — работа, совершаемая внешней силой за один период колебаний;

n — количество колебаний, которое сделал система, прежде чем достигла максимальной амплитуды колебаний.

Из этой формулы можно сделать один очень важный вывод, который нам пригодится:

Чем выше добротность колебательной системы, тем больше колебаний сделает система под действием внешний силы, прежде чем достигнет максимальной амплитуды.

То есть, чем выше качели (чем длиннее маятник — тем выше его добротность), тем больше нужно сделать колебаний, чтобы их раскачать. От величины внешней силы зависит только амплитуда колебаний, которые может совершать система. Если ребёнок не сам качается на качелях, а его качает папа (а у папы силы больше и энергии он даёт больше), качели будут подниматься гораздо выше, но максимальной амплитуды качели достигнут примерно за то же число колебаний, если папа будет качать с одинаковым усилием. В качании на качелях самое главное не переусердствовать иначе ребёнка может укачать или качели сломаются.

Собственная частота .....

Собственная частота

Когда дети становятся старше, им надоедает просто качаться на качелях и они, раскачавшись прыгают с них, стараясь подлететь повыше и подальше приземлиться (хорошо, что детские площадки посыпают песком). После такого прыжка на качелях не остаётся источника внешней толкающей силы, да и отцу становится «не очень интересно» толкать пустые качели. Постепенно амплитуда качения уменьшается и качели останавливаются. Интервал времени между двумя ближайшими моментами отклонения качелей (маятника, резонатора,

сигнала и т.д.) называется периодом собственных колебаний, а обратная ему величина — частотой собственных колебаний.

Одни колебательные системы останавливаются быстро, всего за пару тройку колебаний (большинство качелей во дворе останавливаются не более чем за 7 колебаний), а колебания других могут затухать очень долго (колокола — это тоже колебательные системы). Скорость, с которой колебания затухают, очень важный параметр. Он называется декремент затухания.

Декремент затухания .....

Декремент затухания

Декремент затухания или логарифмический декремент колебаний — это безразмерная физическая величина, описывающая уменьшение амплитуды колебательного процесса и равная натуральному логарифму отношения двух последовательных (или через некоторое целое количество периодов) амплитуд колеблющейся величины в одну и ту же сторону:

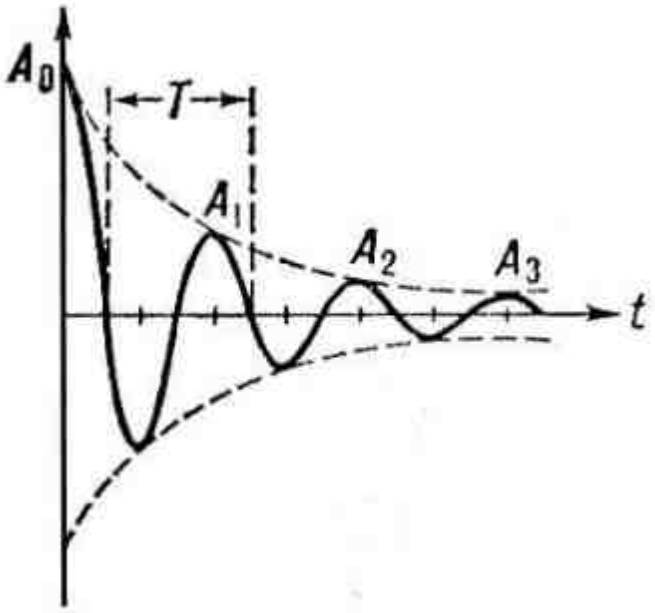
$$\lambda = ln\frac{x_i}{x_{i+1}} = \frac{1}{n}ln\frac{x(t)}{x(t+nT)} = \beta T$$

Декремент затухания равен показателю экспоненты в законе затухающих колебаний:

$$y(t) = Ae^{-\beta T}cos(wt)$$

Из декремента затухания можно рассчитать другую величину — коэффициент демпфирования по следующей формуле:

$$\zeta = \frac{1}{\sqrt{1+4\pi^2/\lambda^2}} \quad \zeta \approx \frac{\lambda}{2\pi}$$



Коэффициент демпфирования (Затухания) .....

Коэффициент демпфирования (Затухания)

Декремент затухания величина расчётная и рассчитывается по графику затухающих колебаний. Для колебательных систем с вязким трением (сила сопротивления пропорциональная скорости движения) физической величиной, определяющей характер колебаний является коэффициент демпфирования.

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{mk}}$$, где

c — коэффициент силы сопротивления движению;
k — коэффициент упругости;
m — масса подвижного груза.

При коэффициенте демпфирования меньшем единицы колебательная система будет плавно затухать. Чем меньше будет коэффициент, тем дольше будут длиться колебания. При коэффициенте равном единице или большем никаких колебаний система испытывать не будет, а просто плавно будет стремиться к нулевому положению. Так, например, дверные доводчики настраивают на коэффициент демпфирования 1 и более, чтобы дверь автоматически закрылась через некоторое время без удара о створку. Демпферы для входных дверей в метро, наоборот, настроены на коэффициент демпфирования меньше 1. После того как человек толкнёт такую дверь она сделает два три колебания и остановится.

Коэффициент демпфирования связан с добротностью следующей формулой:

$$Q = \frac{1}{2\zeta}$$

Из формулы следует, что чем больше добротность колебательной системы, тем меньше декремент затухания. *Чем меньше декремент затухания, тем меньше теряется энергии с каждым колебанием и тем больше колебаний совершит система перед остановкой.* Этот простой вывод нам пригодится для дальнейшей работы.

Если рассматривать качели, маятники и прочие системы с низкой собственной частотой (и большим периодом колебаний соответственно), то считать количество колебаний достаточно легко. Но когда мы рассматриваем колокола, балки и прочие системы с высокой собственной частотой, то «на глаз» подсчитать количество колебаний при затухании становится невозможно.

Система резонаторов .....

Система резонаторов

Если собрать несколько резонаторов с разными собственными частотами, но одинаковыми значениями декремента затухания, то получится та самая система резонаторов, о которой шла речь в самом начале статьи. Представьте себе площадку в парке отдыха, на которой установлены качели разных размеров, но похожие по конструкции. От размеров качелей будет зависеть собственная частота, а от конструкции и материалов декремент затухания. Таким образом, у них будут разные собственные частоты и одинаковый декремент затухания.



Если представить себе, что все качели одновременно испытывают воздействие внешней возбуждающей силы, от которой они начинают раскачиваться, то максимальная амплитуда

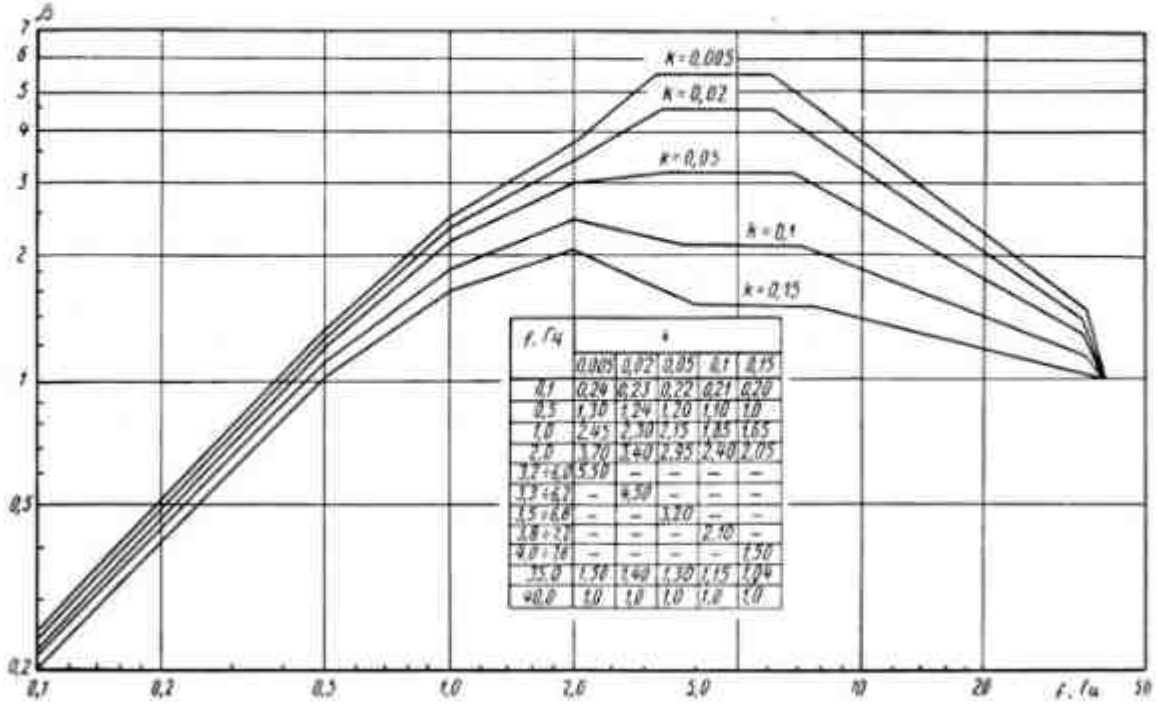
колебаний, которую в какой-то момент достигнут качели, будет тем самым максимальным откликом. Подобным внешним воздействием может быть землетрясение. Если упорядочить значения максимальных ответов по возрастанию собственных частот соответствующих резонаторов, то полученный график называется ударным спектром. Если мы имеем дело с землетрясением, то в этом случае ударный спектр называют спектром ответа.

СИНТЕЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. При отсутствии характеристик сейсмического воздействия по разделу 2 анализ сейсмостойкости энергооборудования рекомендуется проводить с использованием синтезированной модели сейсмического воздействия СА-482.

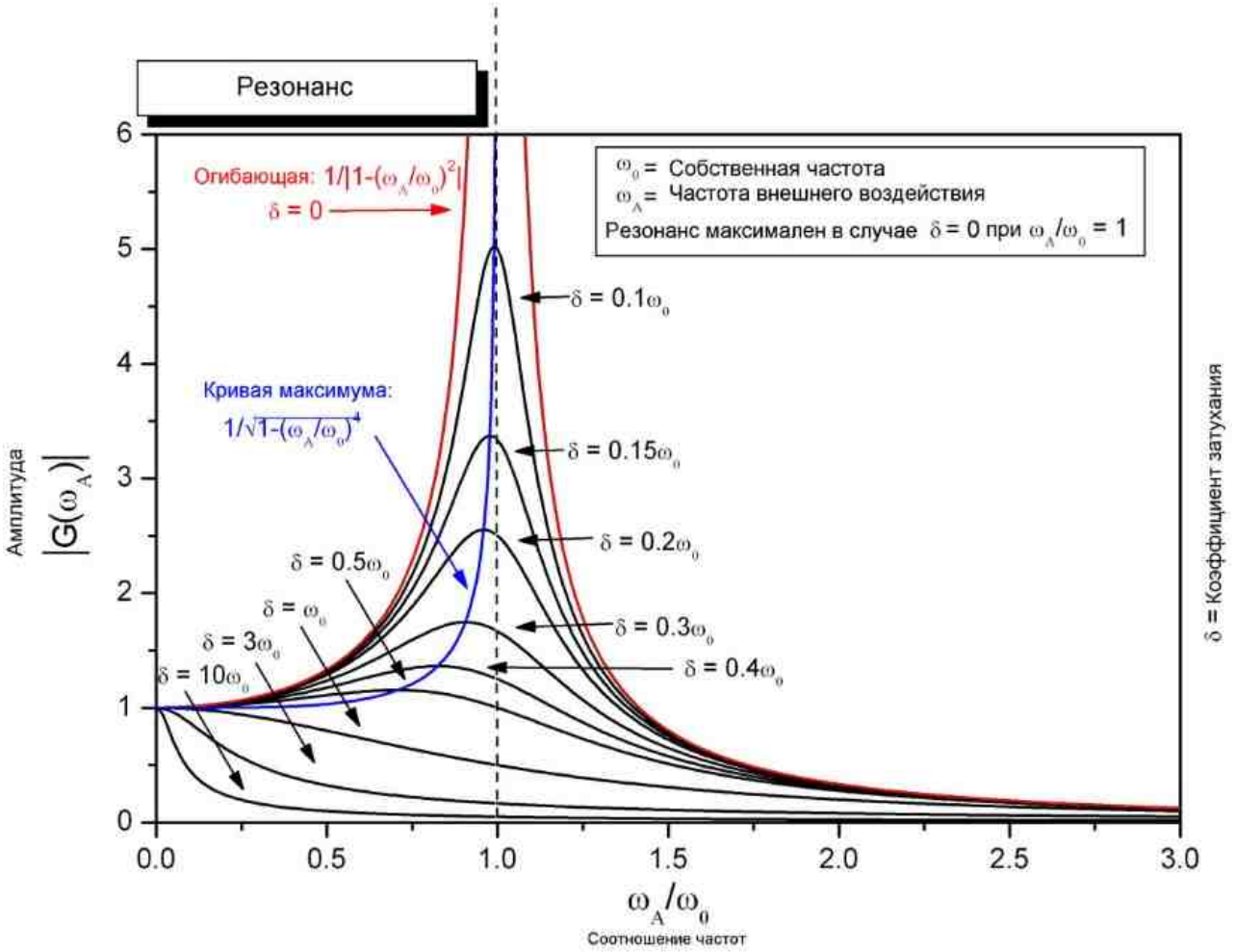
2. Синтезированная модель сейсмического воздействия СА-482 состоит из синтезированной акселерограммы и соответствующих ей обобщенных безразмерных спектров коэффициента динамичности (СКД).

Обобщенные СКД синтезированной модели сейсмического воздействия СА-482



f, Гц	k				
	0,005	0,02	0,05	0,1	0,15
0,1	0,29	0,23	0,22	0,21	0,20
0,2	1,30	1,24	1,20	1,10	1,0
1,0	2,45	2,30	2,15	1,85	1,65
2,0	3,70	3,40	2,35	2,40	2,05
3,7÷4,0	5,50	–	–	–	–
4,3÷4,7	–	4,50	–	–	–
5,5÷6,0	–	–	3,20	–	–
6,8÷7,1	–	–	–	2,10	–
9,0÷10	–	–	–	–	1,50
35,0	1,50	1,40	1,30	1,15	1,04
90,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Как мы уже выяснили выше, максимальный отклик некоторых резонаторов может быть достигнут не тогда, когда мгновенное значение силы максимально, а в какой-нибудь другой момент. Этот момент зависит от гармоник, которые присутствуют в сигнале, и от их длительности. Даже если на систему действует гармонический сигнал с одной частотой, то раскачиваться под его воздействием будут все резонаторы. Максимального по амплитуде колебаний отклика достигнет резонатор с собственной частотой наиболее близкой к частоте колебаний, остальные будут колебаться меньше. Наглядно это демонстрирует график резонанса.



Если мы имеем дело, не с установившимися колебаниями, а с коротким воздействием, то картина будет иной. Будем на систему резонаторов действовать импульсом, состоящем из нескольких периодов синусоидального сигнала с частотой 1000 Гц от полупериода до 10 периодов. Скажем заранее, что коэффициент демпфирования всех резонаторов равен 0,05, а добротность соответственно равна 10.



Как мы видим на графиках ударного спектра с ростом длительности воздействия увеличивается максимальный отклик системы резонаторов, причём частота, соответствующая максимальному отклику, приближается к частоте сигнала генератора. На

этом месте возникает уместный вопрос: «Почему от импульсов с малым числом периодов сильнее откликаются (то есть имеют большее значение) резонаторы с частотами большими частоты действующего импульса?». Для ответа на этот вопрос нужно внимательно рассмотреть график резонанса, приведённый выше.

На графике резонанса изображена зависимость ответной реакции резонатора на входное воздействие постоянной амплитуды при изменяющейся частоте входного сигнала. На графике хорошо видно, что у резонаторов с низкой добротностью резонанс наступает на частоте заметно меньшей чем собственная частота резонатора. По мере роста добротности резонатора пик резонанса становится острее и выше, а частота приближается к собственной частоте резонатора.

В ударном спектре всё наоборот. Частота входного сигнала остаётся неизменной, а варьируются собственные частоты резонаторов. Добротность каждого резонатора ограничена сверху, но длительность входного воздействия позволяет раскачать все резонаторы. Поэтому добротность каждого резонатора будет определяться количеством периодов в сигнале (но не более 10).

Если частота резонатора выше частоты входного сигнала, то соотношение $wa/w0 < 1$ и отклик не опускается ниже амплитуды входного сигнала. То есть маятники с коротким подвесом от низкочастотного воздействия не раскачиваются, а просто ходят за ним. Соответственно, небольшие строения (телефонные будки, ларьки и прочие) при землетрясении не испытывают внутренних напряжений и не ломаются, а двигаются все целиком за волной. Если частота резонатора ниже, то соотношение $wa/w0 > 1$ и амплитуда отклика быстро падает с уменьшением частоты резонатора. То есть маятники с длинным подвесом от высокочастотных воздействия даже не трогаются с места. Соответственно, большие строения (точнее сказать, строения из крупных блоков) никак не реагируют на работу отбойного молотка на улице, будь их там даже тысячи работающих одновременно.

Если взять график резонанса соответствующий $\delta=0.5w0$, то он будет примерно соответствовать спектру ударного отклика на полупериод синуса с той лишь разницей, что он будет отражён в другую сторону. Сигналам с большим числом периодов соответствуют графики с большей добротностью. Если совместить несколько графиков ударных спектров в одних осях, то мы увидим график напоминающий график резонанса, приведённый выше, но развёрнутый в обратном направлении.



Вывод .....

Вывод

Подводя итог статьи, необходимо сделать вывод, что ударный спектр — это прекрасный показатель внутреннего состояния объекта. Так для небольших объектов при построение ударного спектра по выходному сигналу можно выяснить состояние «внутренней системы резонаторов». Усталость материи, внутренние трещины и прочие неприятности вносят изменения в эту «внутреннюю систему резонаторов». Обычно это выражается в том, что происходит изменение собственных и резонансных частот, реже происходит падение добротности колебательных контуров.

Так, например, церковные колокола со временем «понижают» свои голоса, то есть у них происходит уменьшение собственной частоты (унтертона) и высота их звука падает. Таким образом проявляется эффект «старения» бронзы [1]. Если же колокол треснет (например, в сильный мороз), то он резко потеряет чистоту звука, то есть упадёт его добротность.





Можно представить себе испытуемый объект как систему резонаторов в виде набора струн (можно представить себе рояль), определить и запомнить какие «струны» в нём звучат и как сильно. А после эксплуатации по изменению этого набора откликов можно судить об внутренних изменениях. Так, например, ГОСТы на механические испытания рекомендую измерять и сравнивать АЧХ до и после испытаний. Ещё пример, при изменении основного тона собственных колебаний здания более чем в два раза в меньшую либо в большую сторону (одна из методик контроля), МЧС делает заключение, что здание находится в аварийном состоянии.



При землетрясениях наоборот измеряют ударный спектр самого землетрясения. Таким образом учёные оценивают степень разрушения зданий и сооружений [2]. Для каждого типа

сооружений вычисляется диапазон наиболее разрушительных частот. Чем выше рассчитанный спектр в определённой полосе, тем больше повреждений получит здание.

При проектировании зданий в сейсмоопасных районах в конструкцию здания закладывают системы демпфирования колебаний. Системы демпфирования рассчитывают на гашение наиболее опасных частот. Такие частоты определяются исходя из анализа сейсмограмм в данной области за всё время наблюдений. И в конце проектных работы модель здания подвергают испытаниям на модельные землетрясения [3].

ССЫЛКИ

1. https://www.muszone.ru/articles/23.html
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D1%81%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B2%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F_%C2%AB%D0%A1%D0%90-482%C2%BB
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сейсмостойкое_строительство
4. https://www.iris.edu/hq/inclass/video/building_resonance__boss_model_construction__use

P.S.

В конце можно позволить отступить от области механики и сейсмики в область социальную. В обществе имеют место аналогичные явления, называемые «общественным резонансом». Если какое-то событие овладевает умами многих людей (говорят «нашло отклик в сердцах людей»), и о нём долго вспоминают и обсуждают (говорят «событие долго будоражит умы»), то налицо общественный резонанс. Такие события могут побудить людей к действиям, например, написать письмо на телевидение, в редакцию газеты или в руководящие органы. Руководство телеканала или администрация отсортируют письма, получат весь спектр ответов, проанализируют ситуацию и примут какие-то действия.

Подобная аналогия из жизни общества может быть не абсолютно точно повторяет свойства резонанса и ударного спектра в механике, но позволяет приблизить к пониманию механического резонанса большое число людей, не имеющих технического образования.

Формулы для расчета максимально допустимых параметров .....

Формулы для расчета максимально допустимых параметров

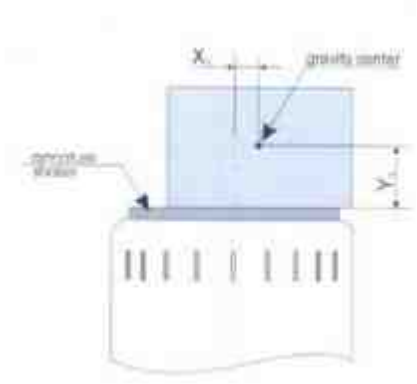
при использовании вибростендов в вертикальном и горизонтальном направлениях

Для увеличения срока эксплуатации вибрационной системы необходимо подбирать такие значения, которые находятся в диапазоне возможностей виброустановки и не превышают его пределы.

Рассчитать самые распространенные параметры можно, воспользовавшись следующими формулами.

Формулы для расчета поперечного ускорения при использовании в вертикальном направлении

ОБОЗНАЧЕНИЯ	
F_{tran}	Допустимая поперечная сила в отношении тестируемого объекта в сборе (Н)
X_1	Расстояние от центра тяжести до крепёжной поверхности в горизонтальном направлении (м)
Y_1	Расстояние от центра тяжести до крепёжной поверхности в вертикальном направлении (м)
C	Поперечная жесткость системы (Н·м)
L	Расстояние от верхнего подшипника до верхней точки арматуры (м)
m	Масса тестируемого объекта (кг)
a	Ускорение (м/с^2)
a_{gra}	Гравитационное ускорение (= 9,81 м/с2)

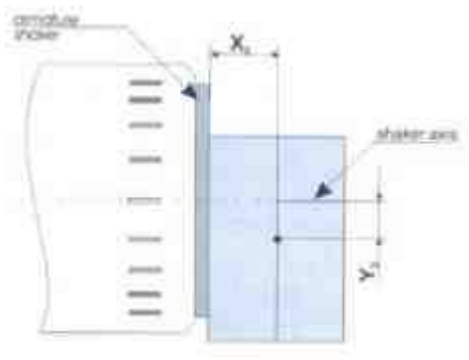


ФОРМУЛЫ	
Доступный статический момент	$M_{stat} = X_1 \cdot m \cdot a_{gra}$
Доступный динамический момент	$M_{dyn} = X_1 \cdot m \cdot a$
Общий момент	$M_{tot} = M_{stat} + M_{dyn}$
Максимальный момент поперечного ускорения	$M_{tran} = C — M_{tot}$
Динамическая поперечная сила	$F_{tran} = M_{tran} / (L + Y_1)$

Максимально допустимая динамическая сила	$F_{max} = C/ (L + Y_1)$
Максимально допустимое поперечное ускорение тестируемого объекта	$a_{maxm} = F_{max}/ m$
Максимально допустимое ускорение тестируемого объекта	$a_m = F_{tran}/ m$
Максимально допустимое ускорение крепёжной поверхности	$a_{maxes} = a_{maxm} \cdot L / (L + Y_1)$
Максимально ускорение крепёжной поверхности	$a_{es} = a_m \cdot L / (L + Y_1)$

Формулы для расчета поперечного ускорения при использовании в горизонтальном направлении

ОБОЗНАЧЕНИЯ	
F_{tran}	Допустимая поперечная сила в отношении тестируемого объекта в сборе (Н)
X_2	Расстояние от центра тяжести до крепёжной поверхности в горизонтальном направлении (м)
Y_2	Расстояние от центра тяжести до крепёжной поверхности в вертикальном направлении (м)
C	Поперечная жесткость системы (Н·м)
L	Расстояние от верхнего подшипника до верхней точки арматуры (м)
m	Масса тестируемого объекта (кг)
a	Ускорение (м/с^2)
a_{gra}	Гравитационное ускорение (= 9,81 м/с2)



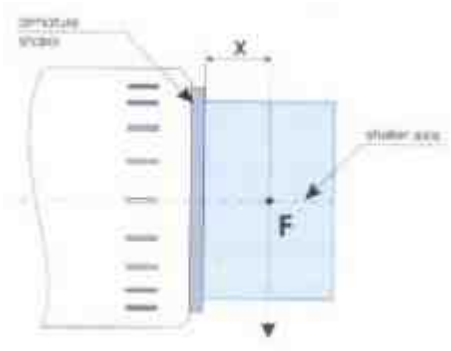
ФОРМУЛЫ	
Доступный статический момент	$M_{stat} = (L + X_2) \cdot m \cdot a_{gra}$
Доступный динамический момент	$M_{dyn} = Y_2 \cdot m \cdot a$
Общий момент	$M_{tot} = M_{stat} + M_{dyn}$
Максимальный момент поперечного ускорения	$M_{tran} = C — M_{tot}$
Динамическая поперечная сила	$F_{tran} = M_{tran}/ (L + X_2)$

Максимально допустимая динамическая сила	$F_{max} = C/ (L + X_2)$
Максимально допустимое поперечное ускорение тестируемого объекта	$a_{maxm} = F_{max}/ m$
Максимально допустимое ускорение тестируемого объекта	$a_m = F_{tran}/ m$
Максимально допустимое ускорение крепёжной поверхности	$a_{maxes} = a_{maxm} \cdot L / (L + X_2)$
Максимальное ускорение крепёжной поверхности	$a_{es} = a_m \cdot L / (L + X_2)$

Формулы для расчета максимально допустимой массы при использовании в горизонтальном направлении

ОБОЗНАЧЕНИЯ	
X	Расстояние от центра тяжести до крепёжной поверхности (м)
C	Поперечная жесткость системы (Н·м)
L	Расстояние от верхнего подшипника до верхней точки арматуры (м)

ФОРМУЛЫ	
Максимально допустимая динамическая сила	$F_{max} = C/ (L + X)$



Статистические степени свободы - DOF .....

Статистические степени свободы - DOF

для оценки спектральной мощности ускорения случайного сигнала методом усреднения по времени

Статистические степени свободы DOF предназначены для оценки спектральной плотности мощности ускорения случайного сигнала методом усреднения по времени. Эффективное

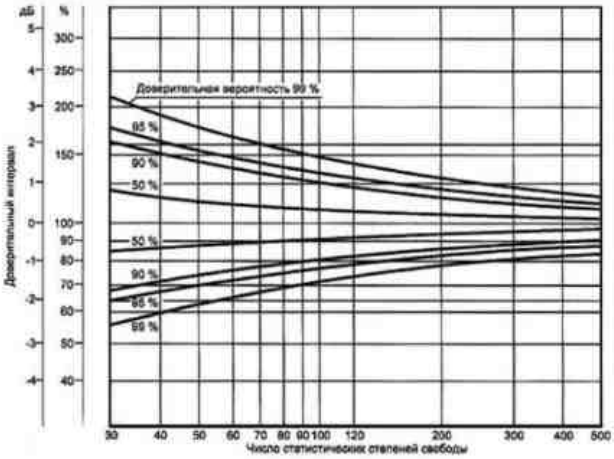
число статистических степеней свободы определяется на основе разрешения по частоте и времени эффективного усреднения.

Испытания на воздействие случайной широкополосной вибрации являются одним из наиболее сложных видов в части достижения воспроизводимости. Сложный механизм коррекции заданной спектральной плотности мощности ускорения, осуществляемый системой управления виброиспытаниями, включает в себя ряд последовательных действий, при этом важную роль играет время и точность.

Статистические степени свободы позволяют оценить случайную погрешность, связанную с конечностью эффективного времени усреднения, поскольку оценка спектральной плотности мощности ускорения (СПМУ) в контроллерах СУВ ZET 024 и ZET 028 осуществляется методами быстрого преобразования Фурье (БПФ).

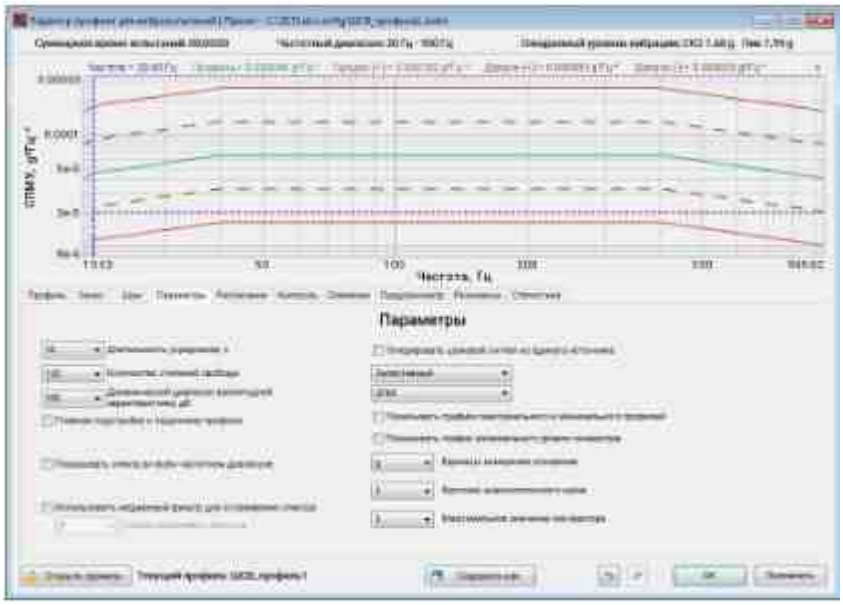
Оценка точности воспроизведения СПМУ от числа степеней свободы для различных значений доверительной вероятности указана в стандарте ГОСТ 30630.1.9-2002 (МЭК 60068-2-64:1993) «Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие случайной широкополосной вибрации с использованием цифровой системы управления испытаниями».

ЧИСЛО СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ, N_D	ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА							
	ДОВЕРИТЕЛЬНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ, %							
	50		90		95		99	
	дБ	%	дБ	%	дБ	%	дБ	
30	-0,64 0,86	86 122	-1,64 2,10	68 162	-1,95 2,52	64 179	-2,53 3,38	
62	-0,47 0,59	90 115	-1,18 1,40	76 138	-1,40 1,63	72 146	-1,83 2,23	
100	-0,38 0,45	91 111	-0,95 1,08	80 128	-1,12 1,29	77 135	-1,46 1,71	
120	-0,35 0,41	92 109	-0,87 0,98	82 125	-1,03 1,17	79 131	-1,35 1,56	73 143
254	-0,25 0,27	94 106	-0,61 0,66	87 116	-0,72 0,79	85 120	-0,95 1,04	80 127



Программное обеспечение ZETLAB VIBRO, в частности редактор профиля испытаний на воздействие случайной широкополосной вибрации (ШСВ) поддерживает возможность выбора необходимого числа степеней свободы для проведения испытаний согласно методике пользователя.

Все что потребуется от вас — это перейти в редактор профиля испытаний, выбрать вкладку «Параметры» и установить требуемое количество степеней свободы в соответствующей графе.



Возможности систем управления виброиспытаниями ZETLAB .....

Возможности систем управления виброиспытаниями ZETLAB.

Перед покупкой нового оборудования клиенты задаются рядом вопросов для выбора самой оптимальной системы в отношении цена-качество-возможности. Поскольку в настоящее время на рынке присутствует большое количество конкурирующих систем, мы собрали самые часто задаваемые вопросы касательно систем управления виброиспытаниями производства ZETLAB.
Итак, начнем с вопроса, касающегося демонстрации работы систем управления виброиспытаниями.

> Проводите ли вы демонстрацию работы предлагаемой системы управления и ее возможностей?

Проводите ли вы демонстрацию работы предлагаемой системы управления и ее возможностей?
Да, мы можем продемонстрировать работу нашей системы управления виброиспытаниями на территории нашего предприятия или на территории заказчика, в случае если место проведения демонстрации находится на территории Московской области. Также, вы можете посмотреть обучающие видео с примерами работы нашей системы управления виброиспытаниями.

> Сколько каналов можно получить в СУВ? Сколько из них можно сделать контрольными?

СУВ ZET017-U4 и ZET017-U8 имеют по 4 и 8 каналов соответственно. Системы управления виброиспытаниями нового поколения ZET 024 и ZET 028 также выпускаются в двух модификациях по 4 и 8 каналов. Для получения большего числа каналов в состав базовой комплектации входит опция синхронизации устройств по интерфейсу PTP 1588.
При подключении четырёх СУВ ZET 017-U8 с синхронизацией может использоваться до 32 каналов. Новые версии СУВ ZET 024 и ZET 028 имеют возможность увеличения измерительных каналов до 128.
В комплекте с системами управления поставляется программное обеспечение ZETLAB VIBRO. В программах «Синусоидальная вибрация» и «ШСВ» контрольными можно сделать все доступные каналы. В программах «Классический удар» и «Виброудар» контрольным может быть только один канал.

В каком частотном диапазоне работает СУВ? Может ли СУВ проводить испытания на частоте 1 Гц?

СУВ работает в диапазоне от 3 Гц до 10000 Гц с акселерометрами. В диапазоне от 1 Гц до 16 Гц СУВ работает с датчиками перемещения (вихретоковыми, оптическими) в программе «Синусоидальная вибрация».

Какой динамический диапазон обеспечивает СУВ? Какой необходим динамический диапазон для прохождения испытаний?

Динамический диапазон для испытаний на синусоидальную вибрацию составляет 80 дБ, для испытаний на ШСВ — 60 дБ для СУВ модификаций ZET 017-U. Для модификаций СУВ ZET 024 и ZET 028 динамический диапазон сигнала управления составляет 105 дБ для синусоидальной вибрации, 80 дБ — для ШСВ.
Большинство испытаний проводятся в диапазоне от 1 g до 100 g. Ускорения менее 1 g на испытуемые изделия практические не влияют, а ускорения более 100 g воспроизводят только особо мощные электродинамические вибростенды. Интервал от 1 g до 100 g составляет всего 40 дБ. Поэтому указанный динамический диапазон достаточен для испытаний.

Можно ли подключить СУВ к старому вибростенду с ламповым усилителем?

Если усилитель имеет специальный выход для подключения внешнего генератора, то можно. Если выход имеет разъём типа BNC, то проблем с подключением быть не должно. Если выход имеет другой разъём, то необходимо изготовить специальный кабель.
Необходимое условие нормальной работы при подключении контроллера ZET 017-U к любому усилителю это согласованность схем. Если у усилителя и контроллера будут разные уровни земли, то в виброиспытательной системе будет присутствовать сильная помеха,

которая может помешать испытаниям или испортить оборудование. Согласование земель можно проверить мультиметром.

Возможно ли наложение испытаний синус на синус и ШСВ на синус на одном графике?

Да, возможно. Программное обеспечение ZETLAB VIBRO позволяет задавать следующие комбинированные режимы работы: наложение синусоидальных вибраций на ШСВ (Sine-on-Random); наложение узкополосных случайных вибраций на ШСВ (Random-on-Random); наложение синусоидальных вибраций на синусоидальную вибрацию (Sine-on-Sine); наложение синусоидальных вибраций и ШСВ на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random).

Можно ли задавать в программе «Синусоидальная вибрация» профили с выдержкой на одной частоте?

Да, можно. Для этого необходимо задать две точки с одинаковой частотой и одинаковой амплитудой. В этом случае скорость развёртки станет равной нулю для этого интервала и необходимо задать длительность выдержки. Если требуется избежать вибрации на промежуточных частотах, то необходимо задать для каждой частоты одну точку до и одну точку после с той же частотой и меньшей амплитудой. Пример задания профиля можно посмотреть в документе «Руководство оператора», прилагаемого к системе.

Возможен ли поиск резонансных частот объектов испытаний с помощью СУВ?

Для поиска резонансных частот можно использовать программы СУВ.
Программы «Синусоидальная вибрация» и «Широкополосная случайная вибрация» поддерживают на постоянном уровне ускорение и спектральную плотность ускорения соответственно. При нажатии на кнопку отчёт появится окно отчёта, в котором можно выбрать график передаточной характеристики. График передаточной характеристики в программах СУВ является обратным графиком от АЧХ, то есть провал на графике передаточной характеристики соответствует резонансу, а пик на передаточной характеристике соответствует антирезонансу. В этих программах передаточная характеристика может сохраняться в отчёт.
Программы «Классический удар» и «Виброудар» проводят измерение АЧХ И ФЧХ перед началом испытаний и рисуют в основном окне их графики. На этих графиках резонансам и антирезонансам соответствуют пики амплитуды и резкие смещения фазы на π/2. Сохранить эти графики можно только в буфер обмена (комбинациями клавиш CTRL+C или C для изображения, CTRL+N или N для таблицы значений).

Можно ли так сделать: сначала снять АЧХ вибростенда без объекта испытаний, а затем АЧХ с объектом испытаний и на фоне первого графика выявить пики резонансов объекта испытаний, а потом «постоять» на этих резонансах при заданных параметрах испытаний определенное методикой время?

Да, можно. Вам необходимо измерить АЧХ с помощью специальных программ измерения АЧХ из меню “Метрология”, а потом рассчитать профиль виброиспытаний и ввести его в программу, например, “Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)”.
Новые версии СУВ имеют в составе программного обеспечения дополнительный режим работы Поиск и удержание резонансов (RSTD).
Нередко по условиям испытаний пользователям необходимо выдерживать в определенном частотном диапазоне постоянный размах (peak-to-peak amplitude) колебаний. Соответственно возникают вопросы такого характера

> Рассчитывает и поддерживает ли СУВ такой параметр как постоянный размах колебаний (peak-to-peak amplitude)? На сайте на скриншотах программ я видел, что есть 3 варианта: СКЗ, амплитудное и пиковое значения. Может пиковое значение это и есть размах?

Да, программа “Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)” может поддерживать постоянную амплитуду колебаний по перемещению (важно при описании проблемы уточнять какую физическую величину мы контролируем, так как вовремя виброиспытаний колебания испытывают и перемещение, и скорость, и ускорение).
“СКЗ” и “Амплитудный” — методы измерения контрольного параметра. Все типы виброиспытаний контролируются по величине ускорения. Для того исключить возможную путаницу названия методов измерения величин были изменены на “Эффективный” и “Огибающий”.

Выбор и эксплуатация виброиспытательной системы .....

Выбор и эксплуатация виброиспытательной системы

Подбор оборудования для проведения виброиспытаний — довольно кропотливый и сложный процесс. Необходимо учитывать множество факторов для того, чтобы в конечном результате виброустановка соответствовала всем требованиям и в то же время работала не на пределах своих возможностей.
Также довольно много вопросов возникает в начале эксплуатации системы: где расположить оборудование, какой способ подключения наиболее рациональный, на сколько эффективно работает система защиты и пр.
Ответы на эти и многие другие распространённые вопросы можно найти в данном разделе.

Выбор оборудования для вибрационных испытаний .....

Выбор оборудования для вибрационных испытаний

Объясняются особенности вибростендов, на которые следует обратить внимание при выборе тестовой системы для проведения испытаний на виброустойчивость оборудования.



Выбор тестовой системы для вибрационных испытаний, или проще – выбор вибрационной установки, может показаться трудным делом, но, как и решение любой технической задачи, его можно разделить на несколько достаточно простых этапов. Прежде всего, выделим главный компонент вибрационной установки, на который при выборе следует обратить внимание в первую очередь. Вибрационная тестовая система охватывает три основных компонента: подсистему управления, подсистему измерения и центральное механическое устройство – вибростенд со вспомогательным оборудованием, например, системой охлаждения и вентиляции, преобразователем переменного тока в постоянный (усилитель мощности) для питания катушек электродинамического вибростенда и т.д. Главное в этом списке – вибростенд, поскольку его механические характеристики определяют характеристики всей системы в целом.

Эти характеристики подразделяются на три большие группы, с которых и начинается выбор:

- частотный диапазон тестирования и пиковые величины перемещения (само перемещение точки тела в заданной системе координат, скорость как первая производная перемещения и ускорение как вторая производная). Эти параметры определяют характеристики тестирования с учетом типа теста (например, воздействие качающимся синусоидальным сигналом, случайные ударные воздействия, классический однократный удар и т.д.);
- масса и габаритные размеры вибростола, его функциональные возможности, способ крепления тестируемого изделия. Все эти характеристики должны быть соотнесены с характеристиками изделий, для которых установка приобретается, – их массой, габаритными размерами, расположением центра тяжести и т.д.;
- иногда могут потребоваться удлинительные или монтажные насадки, вес и размеры которых необходимо учитывать заранее. При этом вибростенд должен обеспечить во всем диапазоне тестирования перемещение так называемой общей движущейся массы, а не только массы испытуемого изделия.

На втором этапе пора обратиться к требованиям стандартов. В нашей стране при выборе вибростенда необходимо руководствоваться положениями ГОСТ Р ИСО 10813-1-2011 «Вибрация. Руководство по выбору вибростендов. Часть 1. Оборудование для испытаний на воздействие вибрации», гармонизированного с ISO 10813-1:2004 «Vibration generating machines – Guidance for selection – Part 1: Equipment for environmental testing». Стандарты, плохие они или

хорошие, надо соблюдать, однако отметим, что первая часть ГОСТ Р ИСО 10813 была выпущена около 10 лет назад и в ней не учтен ряд важных факторов, которые обязательно нужно учесть при выборе вибростенда. Эти факторы отмечены во второй части стандарта, выпущенной относительно недавно – в 2019 году: ISO 10813-2:2019 «Vibration-generating machines – Guidance for selection – Part 2: Equipment for dynamic structural testing». Данное название можно перевести следующим образом: «Вибростенды. Руководство по выбору. Часть 2. Оборудование для определения динамических свойств конструкций». И хотя в настоящее время только ведется работа над официальным переводом второй части на русский язык и гармонизированного ГОСТ еще не выпустили, российские потребители уже сегодня могут руководствоваться требованиями этого международного стандарта.

Итак, назовем факторы, которые часть 2 стандарта ISO 10813 выделяет как обязательные для выбора вибростенда в целях вибрационного испытания новой продукции или испытания серийного изделия для новой области применения. Необходимо принимать во внимание:

- цель испытаний (например, определение вибропрочности и/или виброустойчивости в заданных условиях окружающей среды, в режиме обычных или ускоренных испытаний, определение динамических характеристик конструкции и др.);
- требования к испытаниям;
- условия проведения испытаний (допустим, с возбуждением одного или нескольких типов вибрации; также могут проводиться испытания только вибрацией или в сочетании с другими воздействиями. В качестве примера можно упомянуть одновременные испытания на воздействие вибрации и климатических факторов);
- особенности испытуемого объекта.

Остановимся подробней на двух пунктах из этого списка.

Условия испытаний

Обычно испытания проводятся на вибрационном стенде с одним или несколькими шейкерами, после включения которых регистрируется отклик образца на заданное вибрационное воздействие. Современные вибростенды электродинамического типа позволяют получить воздействие более высокой частоты по сравнению с серводинамическими (электрогидравлическими) шейкерами. Чаще всего используются два типа вибрационного воздействия: синусоидальная и случайная вибрация. Первый вариант отлично выявляет резонансные частоты при относительно простом перемещении шейкера. Второй – предполагает изменение формы колебательного сигнала. Поскольку в случайной вибрации одновременно присутствуют все генерируемые частоты, такое воздействие оценивается спектральной плотностью вместо частоты синусоидального сигнала. Это ближе к условиям эксплуатации в реальном мире, особенно при моделировании транспортировки по неровным дорогам или вибрации от внутренних компонентов транспортных средств.

Цель испытаний: на вибропрочность или виброустойчивость

Цель любых вибрационных испытаний – определить способность изделия сохранять свои свойства и целостность под воздействием вибрации. Однако их можно разделить на два типа: испытания на вибропрочность и испытания на виброустойчивость. Основная задача

испытаний первого типа – проверить, насколько жесткую вибрацию изделие способно выдержать и после какой вибрации оно вернется к нормальной работе. Еще одна задача испытаний на вибропрочность – спрогнозировать срок службы изделия с учетом заданных нагрузок, поэтому такие испытания часто заканчиваются механическим повреждением тестируемого образца. Задача виброиспытаний второго типа – на виброустойчивость – проверить способность изделия под воздействием вибрации нормально выполнять свои функции, сохраняя значения всех параметров в установленных пределах. Степень жёсткости вибрации в данном случае ниже, чем в испытаниях первого типа, тестируемое изделие не повреждается, лишь фиксируются все случаи отказов и сбоев, если они происходят.

ТИПЫ ВИБРОСТЕНДОВ

Определившись с габаритными размерами и массой вибростенда, а также типом испытаний, можно обратиться к большому ряду вибростендов, представленных на рынке с тем, чтобы выбрать вибростенд по его рабочим характеристикам.

Повторим: вибростенд – центральное звено, исполнительный орган вибрационной установки, который воспроизводит вибрацию определенного типа и передает ее на тестируемый объект. Именно его свойствами определяются основные характеристики всей вибрационной установки в целом. К настоящему времени разработано немало различных типов вибростендов, различающихся конструкцией и принципом действия: электродинамические, гидравлические, механические, электромагнитные, пьезоэлектрические, магнитострикционные, резонансные и др.

Сегодня для испытаний на вибропрочность и виброустойчивость чаще всего используют электродинамические вибростенды, хотя стандарт 2011 года ГОСТ Р ИСО 10813-1-2011 рекомендует также гидравлические и механические вибростенды. Характеристики электродинамических вибростендов приведены в стандарте ISO 5344:2004 «Electrodynamic vibration generating systems – Performance characteristics» (название на русском языке: «Системы электродинамические для воспроизведения вибрации. Рабочие характеристики»). К типовым характеристикам вибростенда по этому стандарту относятся:

- номинальная вынуждающая сила в ньютонах, обычно для синусоидальной вибрации, случайной вибрации и классического удара (по амплитуде импульса);
- допустимая статическая нагрузка (максимальная масса статической нагрузки в кг);
- диапазон частот (номинальный в Гц);
- пределы воспроизведения перемещения, скорости и ускорения: амплитуда номинального перемещения в мм; номинальная скорость; номинальное ускорение, амплитуда; максимальное ускорение, амплитуда в импульсе;
- коэффициент гармонических искажений;
- коэффициент поперечных составляющих;
- неравномерность распределения вибрации по столу вибростенда;
- резонансные частоты вибростенда (Гц): частота основного резонанса, частота резонанса подвески стола, частота резонанса виброизоляции вибростенда.

Кроме того, вибростенды характеризуются типовыми параметрами, свойственными любой электроустановке, то есть габаритными размерами, параметрам сети электропитания, максимальной потребляемой мощностью и т.д. Эти факторы тоже необходимо учитывать, выбирая вибростенд для своих задач.

FAQ - выбор виброиспытательной системы .....

FAQ - выбор виброиспытательной системы

Ответы на часто задаваемые вопросы при выборе вибрационной установки.

По мере поступления дополнительных вопросов список будет расширяться.
Если вы не нашли ответ на свой вопрос, напишите на адрес электронной почты — info@zetlab.com и наши специалисты в кратчайшие сроки постараются помочь вам!

Масса загрузки в вертикальном и горизонтальным направлении .....

Масса загрузки в вертикальном и горизонтальном направлении

Ответы на часто задаваемые вопросы при выборе вибрационной установки

По мере поступления дополнительных вопросов список будет расширяться.
Если вы не нашли ответ на свой вопрос, напишите на адрес электронной почты — info@zetlab.com и наши специалисты в кратчайшие сроки постараются помочь вам!



Вопрос

Изменяется ли масса допустимой нагрузки при воздействии в горизонтальной плоскости? Какая корреляция с заявленной в паспорте на вибростенд. Или в паспорте, когда пишут о допустимой нагрузке, имеют в виду именно горизонтальную?



Ответ

В паспорте указана максимальная допустимая нагрузка в вертикальном направлении. При проведении испытаний в горизонтальном направлении нагрузка может быть увеличена, но всё равно будет действовать ограничение в толкающей силе. Некоторые вибростенды (например, со стабилизацией сжатым воздухом) наоборот не могут толкать в горизонтальном направлении большую массу, об этом будет написано в паспорте явным образом.

Выбор вибростенда по профилям испытаний .....

Выбор вибростенда по профилям испытаний

Вопрос

Мы испытательная лаборатория электрооборудования. Время от времени нам требуется проводить испытания на механическую прочность продукции. Далее перечислены требования по воздействиям. Просьба дать предложение по модели вибростола и управляющей системе.

Испытание 1: воздействия широкополосной вибрации в полосе 5 – 20 Гц со спектральной плотностью виброускорения 0,96 $м^2/с^3$ и в полосе 20 – 500 Гц со спектральной плотностью виброускорения 0,96 $м^2/с^3$ на частоте 20 Гц, далее – 3 дБ/октава.

Испытание 2: синусоидальная вибрация, ускорение 4 g, частота 5 – 80 Гц

Испытание 3: синусоидальная вибрация, ускорение 2 g, частота 25 Гц в течение 30 мин

Испытание 4: синусоидальная вибрация, ускорение 3 g, частота до 15 Гц

Испытание 5: синусоидальная вибрация, ускорение 1 g, частота 1 – 100 Гц

Испытание 6: синусоидальная вибрация, перемещение с амплитудой 0,76 мм и полным размахом 1,52 мм; частота воздействия от 10 до 55 Гц со скоростью 1 Гц/мин (и обратно).

Испытание 7: синусоидальная вибрация, амплитуда ускорения 3 g в диапазоне частот 10 – 100 Гц.

Ответ

По профилю испытаний получилось выделить следующие предельные значения характеристик вибрации:

Частотный диапазон – от 1 до 500 Гц.

Ускорение – до 4 g на синусе и 0,9 g на ШСВ.

Перемещение – до 0,76 мм.

Следует обратить внимание на то, что при низких частотах (1 – 5 Гц) вибростенды имеют ограничение по перемещению, а на высоких частотах (свыше 50 Гц) по ускорению.

Ускорение и перемещение вибростенда при синусоидальной вибрации связанны между собой по формуле:

A[м/с²] = (2 * pi * F[Гц]) ^2 * D[мм] / 1000

или приближённо A = D * F^2 / 25

и наоборот D = 25 * A / F^2

Таким образом на частоте 1 Гц при поддержании ускорения в 1 g мы получим перемещение 250 мм.

На частоте 10 Гц при ускорении 3 g мы получим перемещение 7,5 мм.

При поддержании перемещения 0,76 мм на частоте 55 Гц мы получим ускорение 9,3 g.

Так что будьте готовы пересчёту профилей в испытаниях 5, 6 и 7. Для удобства оператора и безопасности испытаний программа «Синусоидальная вибрация» выполняет расчёт всех вибрационных характеристик и проверку их на допустимость.

Подводя промежуточный итог, рекомендуем ориентироваться на вибростенд с перемещением не менее 7,5 мм и максимальным ускорением не менее 10 g. В это случае вам нужно будет пересмотреть только один профиль. Этот пока без учёта массы испытуемого изделия.

Выбор оборудования для виброционных испытаний .....

Выбор оборудования для виброционных испытаний

Объясняются особенности вибростендов, на которые следует обратить внимание при выборе тестовой системы для проведения испытаний на виброустойчивость оборудования.

Выбор тестовой системы для вибрационных испытаний, или проще – выбор вибрационной установки, может показаться трудным делом, но, как и решение любой технической задачи, его можно разделить на несколько достаточно простых этапов. Прежде всего, выделим главный компонент вибрационной установки, на который при выборе следует обратить внимание в первую очередь. Вибрационная тестовая система охватывает три основных компонента: подсистему управления, подсистему измерения и центральное механическое

устройство – вибростенд со вспомогательным оборудованием, например, системой охлаждения и вентиляции, преобразователем переменного тока в постоянный (усилитель мощности) для питания катушек электродинамического вибростенда и т.д. Главное в этом списке – вибростенд, поскольку его механические характеристики определяют характеристики всей системы в целом.



Эти характеристики подразделяются на три большие группы, с которых и начинается выбор:

- частотный диапазон тестирования и пиковые величины перемещения (само перемещение точки тела в заданной системе координат, скорость как первая производная перемещения и ускорение как вторая производная). Эти параметры определяют характеристики тестирования с учетом типа теста (например, воздействие качающимся синусоидальным сигналом, случайные ударные воздействия, классический однократный удар и т.д.);
- масса и габаритные размеры вибростола, его функциональные возможности, способ крепления тестируемого изделия. Все эти характеристики должны быть соотнесены с характеристиками изделий, для которых установка приобретается, – их массой, габаритными размерами, расположением центра тяжести и т.д.;
- иногда могут потребоваться удлинительные или монтажные насадки, вес и размеры которых необходимо учитывать заранее. При этом вибростенд должен обеспечить во всем диапазоне тестирования перемещение так называемой общей движущейся массы, а не только массы испытуемого изделия.

На втором этапе пора обратиться к требованиям стандартов. В нашей стране при выборе вибростенда необходимо руководствоваться положениями ГОСТ Р ИСО 10813-1-2011 «Вибрация. Руководство по выбору вибростендов. Часть 1. Оборудование для испытаний на воздействие вибрации», гармонизированного с ISO 10813-1:2004 «Vibration generating machines – Guidance for selection – Part 1: Equipment for environmental testing». Стандарты, плохие они или хорошие, надо соблюдать, однако отметим, что первая часть ГОСТ Р ИСО 10813 была выпущена около 10 лет назад и в ней не учтен ряд важных факторов, которые обязательно нужно учесть при выборе вибростенда. Эти факторы отмечены во второй части стандарта, выпущенной относительно недавно – в 2019 году: ISO 10813-2:2019 «Vibration-generating machines – Guidance for selection – Part 2: Equipment for dynamic structural testing». Данное название можно перевести следующим образом: «Вибростенды. Руководство по выбору. Часть 2.

Оборудование для определения динамических свойств конструкций». И хотя в настоящее время только ведется работа над официальным переводом второй части на русский язык и гармонизированного ГОСТ еще не выпустили, российские потребители уже сегодня могут руководствоваться требованиями этого международного стандарта.

Итак, назовем факторы, которые часть 2 стандарта ISO 10813 выделяет как обязательные для выбора вибростенда в целях вибрационного испытания новой продукции или испытания серийного изделия для новой области применения. Необходимо принимать во внимание:

- цель испытаний (например, определение вибропрочности и/или виброустойчивости в заданных условиях окружающей среды, в режиме обычных или ускоренных испытаний, определение динамических характеристик конструкции и др.);
- требования к испытаниям;
- условия проведения испытаний (допустим, с возбуждением одного или нескольких типов вибрации; также могут проводиться испытания только вибрацией или в сочетании с другими воздействиями. В качестве примера можно упомянуть одновременные испытания на воздействие вибрации и климатических факторов);
- особенности испытуемого объекта.

Остановимся подробней на двух пунктах из этого списка.

Условия испытаний

Обычно испытания проводятся на вибрационном стенде с одним или несколькими шейкерами, после включения которых регистрируется отклик образца на заданное вибрационное воздействие. Современные вибростенды электродинамического типа позволяют получить воздействие более высокой частоты по сравнению с серводинамическими (электрогидравлическими) шейкерами. Чаще всего используются два типа вибрационного воздействия: синусоидальная и случайная вибрация. Первый вариант отлично выявляет резонансные частоты при относительно простом перемещении шейкера. Второй – предполагает изменение формы колебательного сигнала. Поскольку в случайной вибрации одновременно присутствуют все генерируемые частоты, такое воздействие оценивается спектральной плотностью вместо частоты синусоидального сигнала. Это ближе к условиям эксплуатации в реальном мире, особенно при моделировании транспортировки по неровным дорогам или вибрации от внутренних компонентов транспортных средств.

Цель испытаний: на вибропрочность или виброустойчивость

Цель любых вибрационных испытаний – определить способность изделия сохранять свои свойства и целостность под воздействием вибрации. Однако их можно разделить на два типа: испытания на вибропрочность и испытания на виброустойчивость. Основная задача испытаний первого типа – проверить, насколько жесткую вибрацию изделие способно выдержать и после какой вибрации оно вернется к нормальной работе. Еще одна задача испытаний на вибропрочность – спрогнозировать срок службы изделия с учетом заданных нагрузок, поэтому такие испытания часто заканчиваются механическим повреждением

тестируемого образца. Задача виброиспытаний второго типа – на виброустойчивость – проверить способность изделия под воздействием вибрации нормально выполнять свои функции, сохраняя значения всех параметров в установленных пределах. Степень жёсткости вибрации в данном случае ниже, чем в испытаниях первого типа, тестируемое изделие не повреждается, лишь фиксируются все случаи отказов и сбоев, если они происходят.

ТИПЫ ВИБРОСТЕНДОВ

Определившись с габаритными размерами и массой вибростенда, а также типом испытаний, можно обратиться к большому ряду вибростендов, представленных на рынке с тем, чтобы выбрать вибростенд по его рабочим характеристикам.

Повторим: вибростенд – центральное звено, исполнительный орган вибрационной установки, который воспроизводит вибрацию определенного типа и передает ее на тестируемый объект. Именно его свойствами определяются основные характеристики всей вибрационной установки в целом. К настоящему времени разработано немало различных типов вибростендов, различающихся конструкцией и принципом действия: электродинамические, гидравлические, механические, электромагнитные, пьезоэлектрические, магнитострикционные, резонансные и др.

Сегодня для испытаний на вибропрочность и виброустойчивость чаще всего используют электродинамические вибростенды, хотя стандарт 2011 года ГОСТ Р ИСО 10813-1-2011 рекомендует также гидравлические и механические вибростенды. Характеристики электродинамических вибростендов приведены в стандарте ISO 5344:2004 «Electrodynamic vibration generating systems – Performance characteristics» (название на русском языке: «Системы электродинамические для воспроизведения вибрации. Рабочие характеристики»). К типовым характеристикам вибростенда по этому стандарту относятся:

- номинальная вынуждающая сила в ньютонах, обычно для синусоидальной вибрации, случайной вибрации и классического удара (по амплитуде импульса);
- допустимая статическая нагрузка (максимальная масса статической нагрузки в кг);
- диапазон частот (номинальный в Гц);
- пределы воспроизведения перемещения, скорости и ускорения: амплитуда номинального перемещения в мм; номинальная скорость; номинальное ускорение, амплитуда; максимальное ускорение, амплитуда в импульсе;
- коэффициент гармонических искажений;
- коэффициент поперечных составляющих;
- неравномерность распределения вибрации по столу вибростенда;
- резонансные частоты вибростенда (Гц): частота основного резонанса, частота резонанса подвески стола, частота резонанса виброизоляции вибростенда.

Кроме того, вибростенды характеризуются типовыми параметрами, свойственными любой электроустановке, то есть габаритными размерами, параметрам сети электропитания, максимальной потребляемой мощностью и т.д. Эти факторы тоже необходимо учитывать, выбирая вибростенд для своих задач.

Выбор вибростенда по массе загрузки .....

Выбор вибростенда по массе загрузки



Вопрос

Подскажите, какой выбрать вибростенд?

Предстоит испытывать оборудование от 100 грамм до 20 кг, но 95% испытаний это оборудование до 1 кг. Возможно, стоит выбрать модель, которая дешевле и трясти изделие при боковом воздействии? При серьезном удорожании оборудования готовы ограничится возможностью воздействия на оборудование весом до 3 кг.



Ответ

Вибростенды, способные трясти до 20 кг имеют толкающую силу не менее 20 кН, имеют массу от 1,5 тонн и стоят приличных денег (например, TIRA TV59320/340).

Если ограничиться массой около 3 кг, то можно взять вибростенд с толкающей силой от 2 кН (например, TIRA TV50303-120).

Максимальная масса нагрузки на вибростенд ограничивается параметрами самого вибростенда, его системой подвести, усилителем, который даёт постоянный ток для уравновешивания стола, и массой вибростенда.

При вертикальной нагрузке по третьему закону Ньютона вибростенд действует на пол здания с такой же силой, с какой он трясёт изделие. Более массивные стенды меньше действуют на пол.

Испытания в горизонтальной плоскости позволяют снять ограничение на массу испытуемого изделия, при условии, что массу испытуемого изделия возьмёт на себя другой объект: стол скольжения или подвес. Ограничение в толкающей силе и ускорении останутся неизменными.

Характеристики ударных воздействий .....

Характеристики ударных воздействий



Вопрос

Как определить по характеристикам стола, удар с каким пиковым ускорением может обеспечить стол? Какая зависимость от массы изделия? Зависимость от размещения (на столе или при боковом размещении)?



Ответ

Для испытаний на удар (и на ШСВ) формулы остаются такими же, изменяется только толкающая сила, которую может обеспечить вибростенд. Чем тяжелее испытуемое изделие, тем меньше можно получить пиковое ускорение. При испытаниях в горизонтальной плоскости зависимость такая же.

Обычно для мощных вибростендов производители указывают три значения толкающей силы: для синуса, для ШСВ и для удара.

Состав оборудования для виброиспытаний .....

Состав оборудования для виброиспытаний



Вопрос

Состав стенда для организации работы – это сам вибростол, и система управления с ПО и датчиком вибрации, который крепится на испытуемом образце?



Ответ

Состав оборудования вибростенда зависит от конкретной модели. Для некоторых моделей может потребоваться компрессор (для калибровочных вибростендов), водяное охлаждение (для особо мощных) и т.д. Системы управления и контрольные датчики для электродинамических вибростендов являются универсальными средствами, то есть могут подойти к практически к любому электродинамическому вибростенду. Мы предлагаем систему управления вибростендами ZET 017-U, а также широкий выбор датчиков и вибростендов.

FAQ - эксплуатация виброиспытательной системы .....

FAQ - эксплуатация виброиспытательной системы

Ответы на часто задаваемые вопросы при эксплуатации и обслуживании вибрационных установок.

Аттестация виброиспытательной системы .....

Аттестация виброиспытательной системы



Вопрос

Оборудование допустимо аттестовывать как систему или принято поверять только систему управления и датчик? Примеры аттестатов и свидетельств о поверке (какие данные заявляются).



Ответ

Аттестуется вибростенд отдельно от системы управления. Однако, ГОСТ 25051.3-83 имеет несколько пунктов, которые необходимо выполнять на используемой системе управления. О выполнении аттестации вибростенда с использование оборудования ZETLAB можно прочитать на нашем сайте.

Безопасность проведения испытаний .....

Безопасность проведения испытаний



Вопрос

Нам необходимо испытать сложный по конструкции и дорогостоящий прибор, как безопаснее всего провести его испытания?



Ответ

Если под опасностью в данном случае подразумевается даже незначительное превышение уровня вибрации над профилем испытаний, то СУВ необходимо настроить на эти ограничения.

Самый простой вариант — это уменьшение параметров вибростенда в настройках: перемещение, скорость и ускорение. В этом случае испытания будут остановлены при превышении параметров.

Более сложный вариант — коррекция профиля. Для коррекции профиля необходимо предварительно измерить АЧХ испытуемого изделия. По АЧХ необходимо в области резонансов и резких перепадов АЧХ уменьшить время развёртки для испытаний на синусоидальную вибрацию или добавить дополнительную точку для испытаний на ШСВ.

Наилучший вариант — это контроль по нескольких датчикам. Для обратной связи необходимо выбрать режим контроля по максимальному значению. В этом случае перегрузки будут исключены и чем больше датчиков используется, тем выше надёжность контроля.

Скорость срабатывания встроенный защиты .....

Скорость срабатывания встроенный защиты



Вопрос

Как быстро программы СУВ реагируют на превышение ускорения?



Ответ

Программа “Синусоидальная вибрация” реагирует на превышение ускорения в зависимости от текущей частоты сигнала. Время реакции изменяется в диапазоне от 330 мс (для частоты 3 Гц) до 20 мс (для частоты 50 Гц и выше).

Программа “ШСВ” реагирует на превышение ускорения в течении 1 секунды.

Программы “Классический удар” и “Виброудар” реагируют на превышение ускорения в течение длительности ударного импульса.

Установка вибростенда .....

Установка вибростенда



Вопрос

Требования к основанию для крепления вибростола, советы по монтажу?



Ответ

Небольшие вибростенды, предназначенные для калибровки и поверки датчиков (например, TV 50018), можно размешать на столах, тумбочках для удобства оператора. Тем не менее, стоит использовать специальную мебель с толстой столешницей или устанавливать вибростенд над ножками, чтобы избежать сильного резонанса. Подобные вибростенды имеют резиновые ножки.

Средние вибростенды необходимо устанавливать на пол или на постамент.

Крупные вибростенды устанавливаются только на пол. У крупных вибростендов может быть пневматическая разгрузка, которая компенсирует колебания самого вибростенда, совершаемые в противофазе от колебаний испытуемого изделия. Для крупных вибростендов без пневматической разгрузки желательно подготовить виброизолированный фундамент.

Размещение калибровочных вибростендов .....

Размещение калибровочных вибростендов



Вопрос

На видеоуроках я видел, что ваш вибростенд размещается на простой офисной тумбочке. Поставил свою TIRA 51120 на офисный стол — он на низких частотах стал гудеть и дрожать (вибростенд на резиновых амортизаторах). А что вы можете порекомендовать в качестве основания для такого небольшого вибростенда?



Ответ

По третьему закону Ньютона, который гласит: «Сила действия равна силе противодействия», с какой силой вибростенд трясёт изделие с такой же силой изделие качает вибростенд. Вибростенд, однако, в несколько раз тяжелее испытуемого изделия, соответственно он вибрирует с меньшей амплитудой. Соответственно вибростенд трясёт и стол, на котором он установлен.

Обычный офисный стол имеет поперечную доску не посредине, а ближе к одной и сторон стола. Поэтому столешница имеет низкую частоту собственных колебаний (гудит) и в центре стола находится точка пучности (стоячая волна достигает в ней максимальной амплитуды перемещения). Соответственно, если вибростенд установить в центр стола, то в момент прохождения частоты резонанса столешница начнёт колебаться. По этой причине мы и установили вибростенд на тумбочку. Крышка у тумбочки меньше, чем у стола, значит собственная частота будет выше. У нас тоже возникает резонанс тумбочки на частотах 24–27 Гц, от которого катаются ручки по столу и трясутся вещи в тумбочке, но амплитуда перемещения невысока, невооружённым глазом не видна и не мешает другим задачам.

Самое лучшее основание для вибростендов — это монолитный бетонный куб, к которому прикручена болтами станина вибростенда. В офисе или лаборатории вибростенд нужно ставить на пол на резиновые ножки. Но на полу с вибростендом работать не очень удобно, поэтому следующий наилучший вариант размещения — это отдельная тумба без полок, из толстых досок (чем толще, тем лучше) с ребром жёсткости посредине.

Подключение по Ethernet .....

Подключение по Ethernet

Вопрос

Можно ли подключить СУВ через Ethernet и как это сделать?

Ответ

Большинство наших устройств имеют аппаратную возможность подключения к компьютеру по сети Ethernet и анализаторы ZET017 не исключение. Для подключения необходимо, чтобы в анализаторе была программная опция работы по сети Ethernet. Эта опция реализуется после оформления заказа, то есть вам нужно указать, что вам нужна такая опция.

Прежде всего необходимо настроить сетевой адрес анализатора и маску подсети, в которой он будет работать. Для этого необходимо подключить анализатор по USB и открыть программу “Диспетчер устройств”. В свойствах анализатора должна быть вкладка “Ethernet” (если соответствующая опция была заложена в анализатор), на которой нужно задать адрес и маску подсети.

После сохранения настроек анализатор можно выключить, отсоединить от компьютера, подключить Ethernet кабель и снова включить. Компьютер сам не найдёт анализатор и его надо подключать вручную. Для этого необходимо запустить программу “Подключение устройств” из вкладки “Сетевые программы”, задать количество подключаемых устройств, написать в свободном поле сетевой адрес анализатора и нажать кнопки “Проверить” и “Активировать”. После того как индикатор загорится зелёным цветом и появится название устройства программу “Подключение устройств” можно закрыть и работать.

Отчёты о результатах испытаний .....

Отчёты о результатах испытаний

Вопрос

Как настроить автоматическое сохранение отчётов в программах СУВ?

Ответ

Автоматическое сохранение отчётов уже включено в программах СУВ. После окончания виброиспытаний отчёты в формате DTU сохраняются в текущую директорию сохранения результатов. Если вам нужно изменить директорию сохранения результатов, то кликните по значку “ZETLAB” в левом верхнем углу панели ZETLAB, в выпадающем меню нажмите на

кнопку “Пути конфигурации пользователя”, в открывшемся окне нажмите на кнопку “Результаты обработки” и задайте нужную вам директорию.

Чтение результатов испытаний .....

Чтение результатов испытаний



Вопрос

Как преобразовать файлы результатов, полученные после испытаний для работы с другими программами?



Ответ

Все результаты испытаний, а также результаты работы других программ ZETLAB, сохраняются в формате DTU. DTU-файл представляет собой текстовый файл в начале, которого записана в виде текста общая информация о программе и режиме работы. Далее идут теги (они обозначены символом “#”), которые указывают как должен выглядеть график. После тегов идёт строка с названием столбцов таблицы. За ней строка с единицами измерения данных для каждого столбца. После идёт таблица с результатами. Первый столбец содержит данные о разметке оси X и может быть записан в формате “дата-время”. Числа в столбцах отделяются другу от друга знаком табуляции.

DTU-файлы легко экспортируются в EXCEL. Для этого файл нужно открыть с помощью EXCEL’я и выбрать знак табуляции как разделитель столбцов.

Проведение испытаний в система управления виброиспытаниями (СУВ) .....

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Система управления виброиспытаниями (СУВ)

В данном разделе приведены распространенные вопросы, с которыми сталкиваются большинство специалистов при проведении испытаний по виброустойчивость и вибропрочность. Практическое применение систем управления виброиспытаниями ZETLAB для самых распространенных задач.

Для удобства восприятия, информационная часть разделена на четыре подраздела:

Оглавление

Подготовка к испытаниям
- Требования к компьютеру
- Требования к монтажу и электропитанию
- Общие рекомендации по защите от электромагнитных полей
- Рекомендации по выявлению проблем с заземлением
- Пусконаладочные работы вибрационных систем

Нюансы при проведении классических видов испытаний
- Интерпретация результатов предтеста
- Распространённые трудности при работе с СУВ ZETLAB
  - Низкое кач. предтеста из-за пл. контакта в кабеле сигнала упр.
  - Низкое качество предтеста из-за плохого заземления
  - Влияние горизонта установки станины вибростенда
- Лазерные датчики в системах управления виброиспытаниями
- Прохождение испытаний при множественных резонансах
- Прохождение испытаний при наличии антирезонансов
- Аттестация вибростендов в режиме ШСВ
- Испытания на воздействие синусоидальной вибрации
- Испытание изделий на воздействие случайной вибрации
- Испытания на воздействие ударных нагрузок
- Профиль классического удара
- Имитация стрелково-пушечного воздействия
- Определение виброперемещения "На глаз"
- Мониторинг изменения спектральных характеристик
- Notching - Безопасное пр. вибр. с огр. по следящим каналам
  - Пример ограничение по следящим каналам
- Международные стандарты

Поиск и удержание резонансов
  - Использование электрического колебательного контура

Определение модуля упругости древесины
Определение динамического модуля упругости резонансным методом

Проведение усталостных испытаний
Контроль деформации изделий во время виброиспытаний

Определение вибрационной прочности и статического напряжения

Подготовка к испытаниям .....

Требования к компьютеру

Требования к монтажу и электропитанию

Общие рекомендации по защите от электромагнитных полей

Рекомендации по выявлению проблем с заземлением

Пусконаладочные работы вибрационных систем

Требования к компьютеру .....

ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЬЮТЕРУ

для установки ПО ZETLAB VIBRO

Для работы с программным обеспечением ZETLAB VIBRO рекомендованы следующие минимальные требования к конфигурации компьютера:

- двухядерный процессор или более;
- тактовая частота процессора – не менее 1,6 ГГц;
- оперативная память – не менее 8 Гб;
- свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 128 Мб памяти;
- разрешение экрана не менее 1600Ч900;
- сетевой интерфейс 10/100 Мбит/с (порт RJ-45);
- наличие интерфейса HighSpeed USB 2.0* для установки программ;
- наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет);
- наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).

*подключение через интерфейс SuperSpeed USB 3.0 не гарантируется

**ОБРАЩАЕМ ВНИМАНИЕ НА ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМПЬЮТЕРУ ПРИ РАБОТЕ С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ZETLAB VIBRO.
ПРИВЕДЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ РЕКОМЕНДОВАНЫ ДЛЯ РАБОТЫ С КОЛИЧЕСТВОМ ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ КАНАЛОВ КОНТРОЛЛЕРА НЕ БОЛЕЕ 2.**

Программное обеспечение ZETLAB VIBRO предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной) либо корректно русифицированной версии операционных систем:

- Microsoft® Windows® 7 32 разрядная с пакетом обновления SP1.
- Microsoft® Windows® 7 64 разрядная с пакетом обновления SP1.
- Microsoft® Windows® 8 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8 64 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8.1 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8.1 64 разрядная
- Microsoft® Windows® 10 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная.

Примечание

ДЛЯ РАБОТЫ С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ЗАДЕЙСТВОВАННЫХ КАНАЛОВ СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ БОЛЕЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПК	
Процессор	четырехядерный или более
Тактовая частота процессора	не менее 2,5 ГГц
Оперативная память	не менее 8 Гб
Свободное место на жестком диске или SSD накопитель	не менее 512 Гб
Видеокарта	с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 4 Гб памяти
Разрешение экрана	не менее 1920Ч1080
Сетевой интерфейс	10/100 Мбит/с (порт RJ-45)
Количество мониторов	2
• наличие интерфейса HighSpeed USB 2.0* для установки программ; • наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет); • наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).	

Требования к монтажу и электропитанию .....

ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ И ЭЛЕКТРОПИТАНИЮ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ВИБРОУСТАНОВОК

В зависимости от вида вибростенда необходимо следовать рекомендациям по их установке:

- вибростенды малой мощности, предназначенные для калибровки и поверки датчиков (например, TV 50018), можно размещать на столах, тумбочках для удобства оператора. Тем не менее, стоит использовать специальную мебель с толстой столешницей или устанавливать вибростенд над ножками, чтобы избежать сильного резонанса. Подобные вибростенды имеют резиновые ножки;
- вибростенды средней мощности необходимо устанавливать на пол или на постамент;
- крупные вибростенды большой мощности устанавливаются только на пол. У крупных вибростендов может быть пневматическая разгрузка, которая компенсирует колебания самого вибростенда, совершаемые в противофазе от колебаний испытуемого изделия. Для крупных вибростендов без пневматической разгрузки желательно подготовить виброизолированный фундамент.

Самое лучшее основание для вибростендов — это монолитный бетонный куб, к которому прикручена болтами станина вибростенда. В офисе или лаборатории вибростенд нужно ставить на пол на резиновые ножки. Но на полу с вибростендом работать не очень удобно, поэтому следующий наилучший вариант размещения — это отдельная тумба без полок, из толстых досок (чем толще, тем лучше) с ребром жёсткости посредине.

Ниже приведены некоторые типы электродинамических установок и соответствующие рекомендации по установке и электропитанию:

Наименование вибростенда	Тип монтажа вибростенда	Суммарная пиковая мощность электропотребления	Тип электропитания/количество точек подключения	
			Однофазная сеть	Трехфазная сеть
TV 50009	Жесткая цапфа с изолированными ножками	1 кВт	6	—
TV 50018	Жесткая цапфа с изолированными ножками	1 кВт	6	—
TV 51110	Жесткая цапфа с изолированными ножками	1 кВт	6	—
TV 52110	Жесткая цапфа с изолированными ножками	1 кВт	6	—
TV 51120	Жесткая цапфа с изолированными ножками	2 кВт	6	—
TV 52120	Жесткая цапфа с изолированными ножками	2 кВт	6	—
TV 51140	Жесткая цапфа с изолированными ножками	5 кВт	6	—
ВСВ-133	Жесткая цапфа с изолированными ножками	2 кВт	6	—
TV 5220-120	Жесткая цапфа с изолированными ножками	6 кВт	6	—
TV 5220/LS-120	Жесткая цапфа с изолированными ножками	6 кВт	7	—
TV 54216/LS-130	Жесткая цапфа с изолированными ножками	6 кВт	6	—
TV 50350/LS-120	Жесткая цапфа с изолированными ножками	5 кВт (~3*400В) 1 кВт (~1*220В)	4	1
TV 55240/LS-180	Жесткая цапфа с изолированными ножками	7 кВт (~3*400В) 1 кВт (~1*220В)	4	1
TV 56263/LS-180	Жесткая цапфа с изолированными ножками	15 кВт (~3*400В) 1 кВт (~1*220В)	4	1
TV 51010/LS-340	Жесткая цапфа с изолированными ножками/ изолированная тяжёлая плита	16 кВт (~3*400В) 1 кВт (~1*220В)	4	1



TV 51110

Вибростенд

100 Н; 2...7 000 Гц; 45 g; 13 мм. Масса загрузки 1 кг



m030/MA1-CE

Вибростенд

300 Н; DC...3 000 Гц; 50 g; 26 мм. Масса загрузки 15 кг



m060/MA1-CE

Вибростенд

600 Н; DC...3 000 Гц; 50 g; 30 мм. Масса загрузки 15 кг



m120/MA1-CE

Вибростенд

1 200 Н; DC...2 000 Гц; 50 g; 30 мм. Масса загрузки 120 кг



LDS V201

Вибростенд

17,8 Н; DC...13 000 Гц; 97 g; 5 мм

Общие рекомендации по защите от электромагнитных полей .....

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

при использовании тензорезисторов, тензодатчиков, вибродатчиков и датчиков с кварцевым чувствительным элементом

Надежность и достоверность показаний измерительных устройств зависит от их помехозащищённости по отношению к внешним и внутренним, случайным и регулярным помехам. От правильного решения задачи обеспечения помехоустойчивости измерительной системы зависит нормальное ее функционирование в процессе эксплуатации. Основная доля помех, влияющих на корректность показаний, приходится на электромагнитные помехи.
В данной статье мы рассмотрим несколько вариантов решения задачи по исключению этой составляющей из процесса измерений при использовании оборудования ZETLAB в комплекте с вибродатчиками, тензорезисторами, тензодатчиками и датчиками с кварцевым чувствительным элементом.

Вибродатчик

Рекомендации по защите от электромагнитных помех при работе с электродинамическими установками в комплекте с оборудованием ZETLAB и вибродатчиками следующие:

1. Необходимо СУВ ZET 017 или ZET 02X отвязать гальванически от ПК и общей «Земли». Для этого рекомендуется использовать подключение по каналу Ethernet.
2. Проводом «Заземление» соединить СУВ ZET 017 (ZET 02X) и корпус вибростенда: для этого необходимо соединить проводом контакт на задней панели анализатора с маркировкой ⏚ с металлической деталью на корпусе вибростенда (например, гайка или болт). Вибростенд должен быть соединён с «Землёй». Провод «Заземление» в комплект поставки СУВ ZET 017, ZET 02X не входит.

Примерная схема соединения приведена на рисунке:



Тензорезистор

1, Рекомендации по защите от электромагнитных помех при работе с оборудованием ZETLAB в комплекте с тензорезисторами для измерения деформационных процессов следующие:

2. Необходимо тензометрическую станцию ZET 017-T или ZET 05X отвязать гальванически от ПК и общей «Земли». Для этого рекомендуется использовать подключение по каналу Ethernet.
3. Проводом «Заземление» соединить тензостанцию ZET 017-T (ZET 05X) и объект наблюдений: для этого необходимо соединить проводом контакт на задней панели тензостанции с маркировкой ⏚ с металлической деталью на конструкции (например, гайка или болт). Провод «Заземление» в комплект поставки тензостанции ZET 017-T, ZET 05X не входит.
4. Необходимо экран кабеля для подключения тензорезисторов к тензометрической станции ZET 017-T, ZET 05X подключить к «Земле» тензостанции.
5. Примерная схема соединения приведена на рисунке:



Тензодатчик

1. Рекомендации по защите от электромагнитных помех при работе с оборудованием ZETLAB в комплекте с тензодатчиками для измерения деформационных процессов в конструкциях следующие:
2. Необходимо тензометрическую станцию ZET 017-T или ZET 05X отвязать гальванически от ПК и общей «Земли». Для этого рекомендуется использовать подключение по каналу Ethernet.
3. В случае, если корпус тензодатчика имеет электрический контакт с объектом наблюдений, необходимо корпус тензометрической станции ZET 017-T (ZET 05X) соединить проводом с корпусом тензодатчика.

Примерная схема соединения приведена на рисунке:



Датчик с кварцевым чувствительным элементом

Рекомендации по защите от электромагнитных помех при использовании датчиков с кварцевым чувствительным элементом совместно с оборудованием ZETLAB следующие:

1. Анализатор спектра ZET 017 или ZET 03X необходимо отвязать гальванически от ПК и общей «Земли». Для этого рекомендуется использовать подключение по каналу Ethernet.
2. Датчик давления необходимо отвязать гальванически от объекта, а также его экранировать. Для этого можно использовать металлическую коробку. Датчик давления подключить к объекту исследования с помощью неметаллической трубки. Датчик давления не должен иметь электрического контакта с металлической коробкой.
3. Произвести заземление следующим образом: металлическую коробку, анализатор спектра ZET017 (ZET 03X) и ПК необходимо подключить к земляной шине в одной точке. Если каждый элемент подключить к земляной шине, но в разных местах, то это может только ухудшить ситуацию. Поэтому обязательно подключение к земляной шине в одной точке.

Примерная схема соединения приведена на рисунке:



Рекомендации по выявлению проблем с заземлением .....

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ПРОБЛЕМ С ЗАЗЕМЛЕНИЕМ

на примере контроллеров СУВ ZET 20X

При эксплуатации контроллеров СУВ в реальных условиях иногда возникает проблема шумов. Чаще всего это связано с так называемыми земляными петлями и/или электромагнитными наводками.

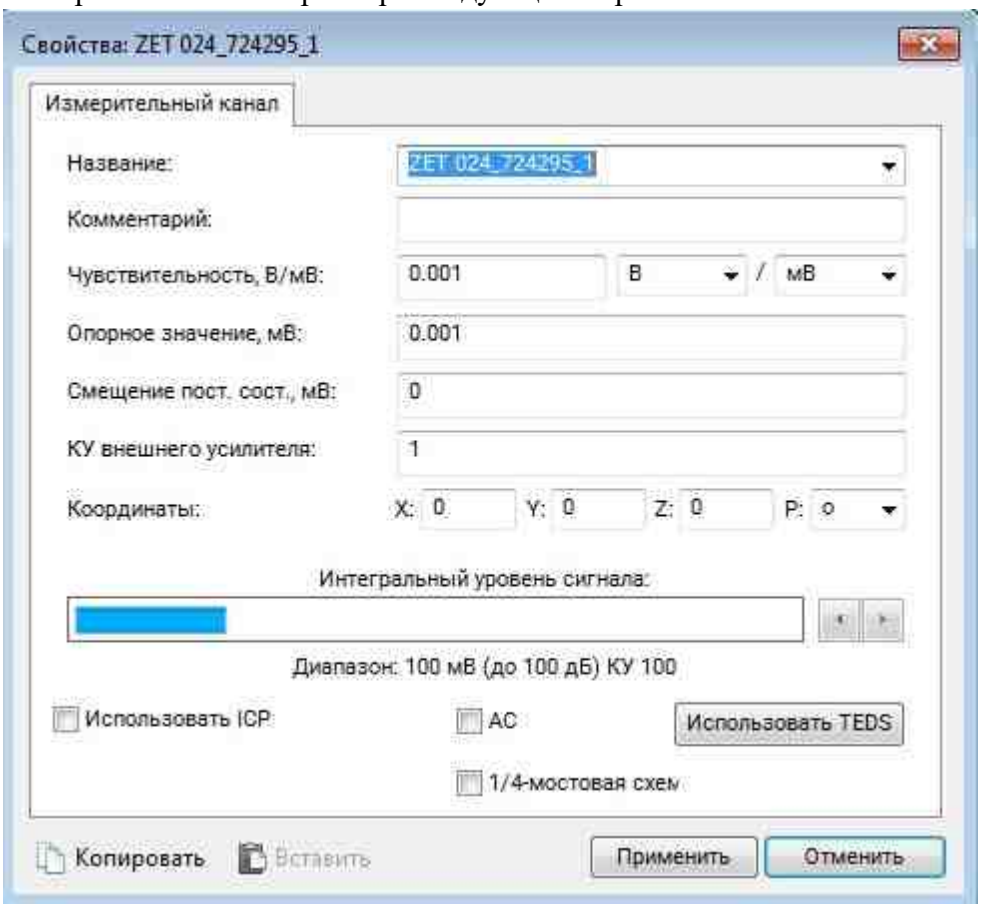
Проблемы могут быть вызваны с устаревшей системой заземления в помещении, где эксплуатируется СУВ, или с работающими рядом импульсными силовыми установками.

Разность потенциалов между точками заземления контроллера и усилителя может вносить существенные шумы в сигнал, особенно это ярко проявляется при использовании усилителей D-класса.

Самые распространенные источники помех и способы их устранения приведены на странице **«Рекомендации по защите от электромагнитных полей»**.

Если самостоятельно локализовать и устранить источник шума не получается, необходимо предоставить нам диагностическую информацию, выполнив перечисленные действия:

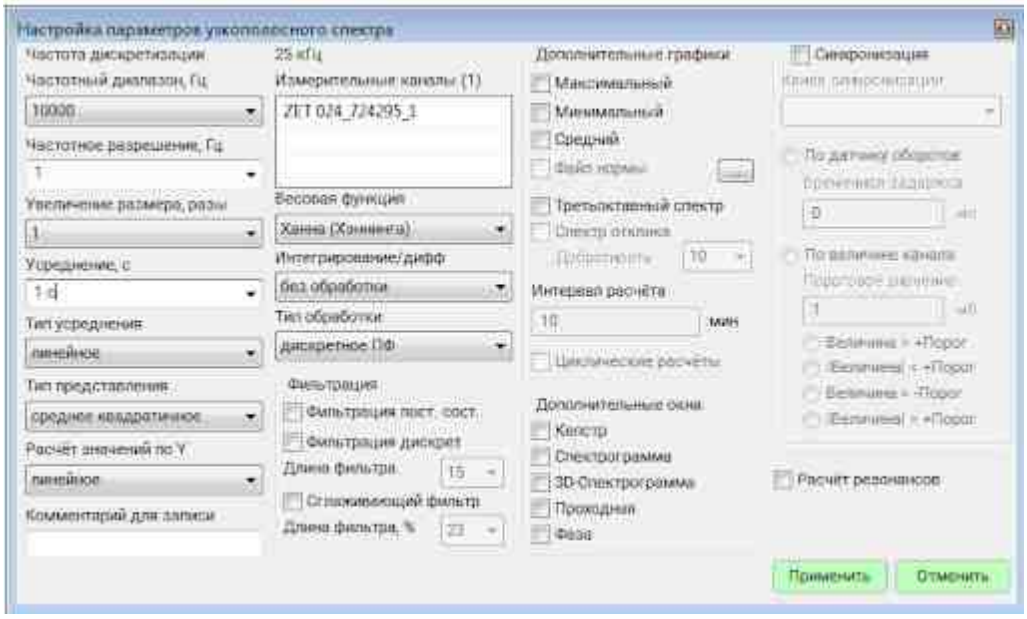
1. Настройте первый канал контроллера следующим образом:



2. Выключите питание усилителя и, по возможности, всех силовых установок в помещении.

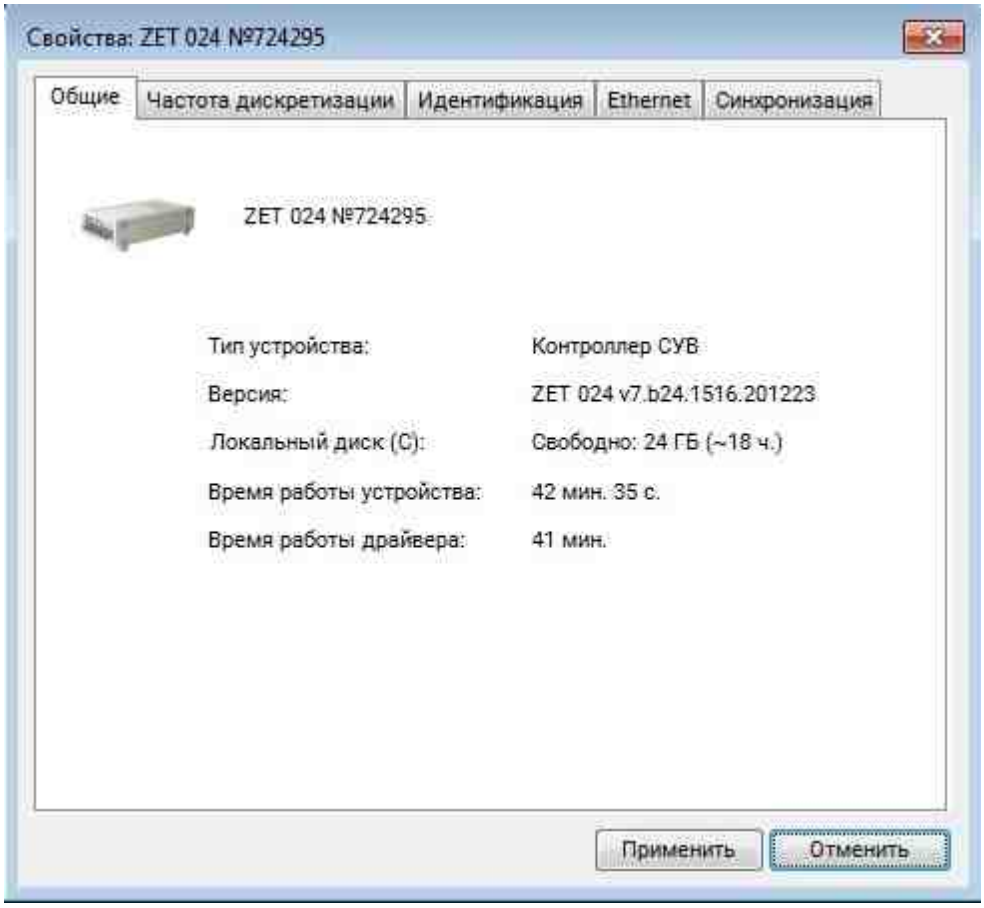
3. Наденьте заглушку 50 Ом на вход первого канала.

4. Запустите программу *Узкополосный спектр* из меню «Анализ сигналов» панели ZETLAB и установите следующие настройки программы:



5. После активации настроек, запишите спектр сигнала, путём нажатия кнопки “Запись” в правой части окна программы и сохраните в файл с именем “base noise.dtx”.
6. Подключите акселерометр к входу первого канала, включите ICP, сенсор положите рядом с контроллером на изолированную поверхность.
   В программе *Узкополосный спектр* нажмите кнопку “Запись” и сохраните спектр в файл с именем “sensor base noise.dtx”.
7. Установите акселерометр на вибростенд через изолирующий скотч или прокладку.
   В программе *Узкополосный спектр* запишите спектр сигнала с акселерометра, путём нажатия кнопки “Запись” в правой части окна программы и сохраните в файл с именем “sensor shaker noise.dtx”.
8. Установите заглушку на вход усилителя и включите усилитель на минимальное усиление.
   В программе *Узкополосный спектр* нажмите кнопку “Запись” и сохраните спектр в файл с именем “amp0 noise.dtx”.
9. Не снимая заглушки установите усиление на максимум.
   В программе *Узкополосный спектр* нажмите кнопку “Запись” и сохраните спектр в файл с именем “amp max noise.dtx”.
10. Выставьте усиление на 0, подключите контроллер к усилителю, не запуская программу СУВ и генератор, снова установите усиление на максимум.
    В программе *Узкополосный спектр* нажмите кнопку “Запись” и сохраните спектр в файл с именем “out amp max noise.dtx”.
11. Выставьте усиление на 0, вставьте перемычку между клеммами заземления на задней панели, снова установите усиление на максимум.
    В программе Узкополосный спектр нажмите кнопку “Запись” и сохраните спектр в файл с именем “out amp coupling max noise.dtx”.

12. Сохранённые файлы вместе со скриншотом вкладки *Общие* из программы *Диспетчер устройств* отправить на адрес электронной почты info@zetlab.com.



Пусконаладочные работы вибрационных систем .....

ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ ВИБРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Виброиспытательная система является сложным технологическим комплексом, в состав которого входит высокомощное оборудование. Для корректной работы системы при проведении пусконаладочных работ необходимо контролировать целый ряд параметров, часть из которых мы рассмотрим в данной статье.

Контроль сопротивлений изоляции

Перед началом монтажа следует проверить сопротивления изоляции между обмотками электродвигателя вентилятора охлаждения, а также между катушкой арматуры и катушкой подмагничивания.
Контроль производится мегаомметром при подаче тестового напряжения 500В.
Значения сопротивлений изоляции должны быть не ниже 10 МОм.
В случаях если сопротивление изоляции оказывается ниже 10 МОм коммутация элемента в состав стенда не допускается до выяснения причины снижения сопротивления изоляции.

Контроль сопротивления заземления

После монтажа элементов (узлов), входящих в состав системы до момента подачи электропитания должны быть проверены сопротивления заземления.
Все элементы должны быть заземлены на шину заземления, расположенную внизу стойки усилителя и иметь сопротивления заземления не более 0.5 Ом, за исключением сопротивлений заземления вибростенда и усилителей, которые не должны превышать 0,05 Ом. Сопротивления заземления между шиной земли в стойке усилителя и шиной земли в распределительном щитке не должно превышать 0,05 Ом.

Контроль качества установки акселерометров

Установка акселерометров на стол вибростенда должна выполняться через диэлектрический материал, исключающий электрический контакт.
Проверка отсутствия электрического контакта выполняется мультиметром в режиме измерения сопротивления.
Значение измеренного сопротивления между столом вибростенда и корпусом акселерометра должно превышать 10 МОм.

Контроль перепада напряжения между нейтральным проводом и проводом заземления

Перепад напряжения между нейтральным проводом и проводом заземления не должен превышать 2 В переменного тока.

Контроль напряжения и тока электропитания системы

Напряжение и ток электропитания вибростенда контролируется в точке подключения силового кабеля питания вибростенда в распределительном щитке. Для контроля на каждой из трех фаз используются гальванически развязанные приборы измерения питающих напряжений и токов потребления.
Контроль выполняется в течении всего периода проведения работ по пусконаладке.

Контроль напряжения питания усилителя мощности

Контроль проводится по показаниям на панели цифрового логического модуля.
Значение напряжения питания усилителя мощности в период работы вибростенда не должно выходить за пределы значений, приведённых в эксплуатационной документации.

Контроль эффективности системы охлаждения

Для контроля используется показания значений температуры индикатора цифрового логического модуля.
Контроль проводится путем измерения прироста температуры в пересчете на один kW потребляемой мощности по следующей схеме:

- при включении регистрируется значение с датчика температуры (до подачи напряжения на катушку подмагничивания);
- после подачи напряжения на катушку подмагничивания по истечении 30 минут повторно регистрируется значения с датчика температуры;
- рассчитывается прирост температуры как отношение разности показаний температуры к подаваемой на катушку подмагничивания мощности.

Контроль по генерируемым уровням сигналов

Контроль проводится как для вертикального, так и горизонтального положения вибростенда. Контроль производится путем сравнения исходных графиков генерируемого сигнала (графиков эталонов), полученных на предприятии изготовителе при прохождении максимальных профилей синусоидальным сигналом качающейся частоты, с графиками прогнозируемых уровней генератора, полученных в режиме «Предтест» при подаче сигнала случайной вибрации в заданной полосе частот с определённой амплитудой (СКЗ генератора).
В случае диагностирования между графиками прогнозируемых уровней и графиками эталонов значительных расхождений (более 30%) должны быть предприняты меры для выявления и устранения причин таких расхождений.

Контроль по классическому удару

Для контроля используются гальванически развязанные датчики тока и напряжения установленные в точках подключения арматуры вибростенда в стойке усилителя.
Контроль проводится при формировании ударов длительностью 3 мс с частотой следования 1 Гц и постепенным увеличением интенсивности ударов (с шагом в 10%) в диапазоне от 10% до 100% относительно максимально допустимого уровня ударного воздействия. При этом на каждом шаге проверяется линейность увеличения тока арматуры.

Контроль тока и напряжения арматуры

Для контроля используются гальванически развязанные датчики тока и напряжения установленные в точках подключения арматуры вибростенда в стойке усилителя.
Контроль проводится путем анализа характера графиков тока и напряжения регистрируемых при прохождении профилей синусоидальным сигналом качающейся частоты.
График тока не должен иметь значительных колебаний (значительно отклоняться от постоянного уровня) при работе вибростенда в области профиля с постоянным ускорением.
Графики тока и напряжения, полученные при прохождении профилей с различной степенью эквилизации, не должны изменять свой характерный образ.

Нюансы при проведении классических видов испытаний .....

Нюансы при проведении классических видов испытаний
Интерпретация результатов предтеста
Распространённые трудности при работе с СУВ ZETLAB
Низкое кач. предтеста из-за пл. контакта в кабеле сигнала упр.

Низкое качество предтеста из-за плохого заземления
Влияние горизонта установки станины вибростенда
Лазерные датчики в системах управления виброиспытаниями
Прохождение испытаний при множественных резонансах
Прохождение испытаний при наличии антирезонансов
Аттестация вибростендов в режиме ШСВ
Испытания на воздействие синусоидальной вибрации
Испытание изделий на воздействие случайной вибрации
Испытания на воздействие ударных нагрузок
Профиль классического удара
Имитация стрелково-пушечного воздействия
Определение виброперемещения "На глаз"
Мониторинг изменения спектральных характеристик
Notching - Безопасное пр. вибр. с огр. по следящим каналам
Пример ограничение по следящим каналам
Международные стандарты

Интерпретация результатов предтеста .....

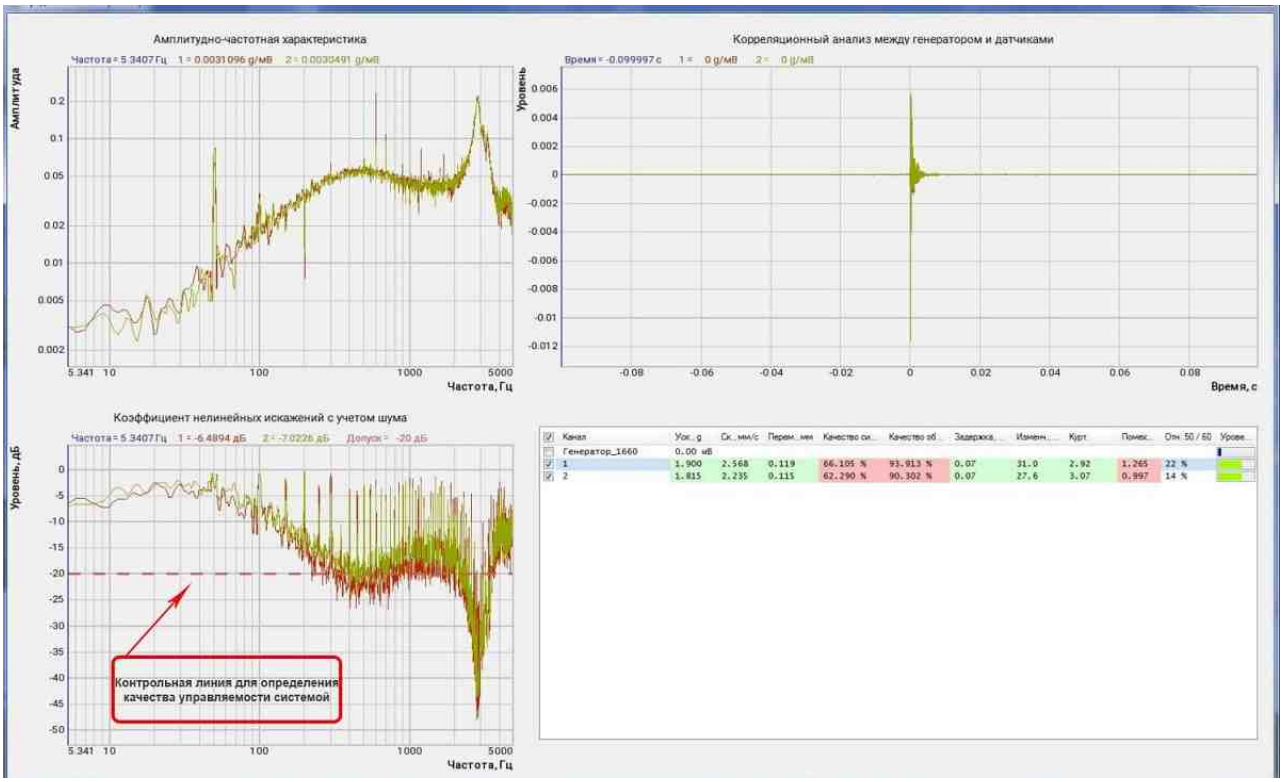
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЕДТЕСТА

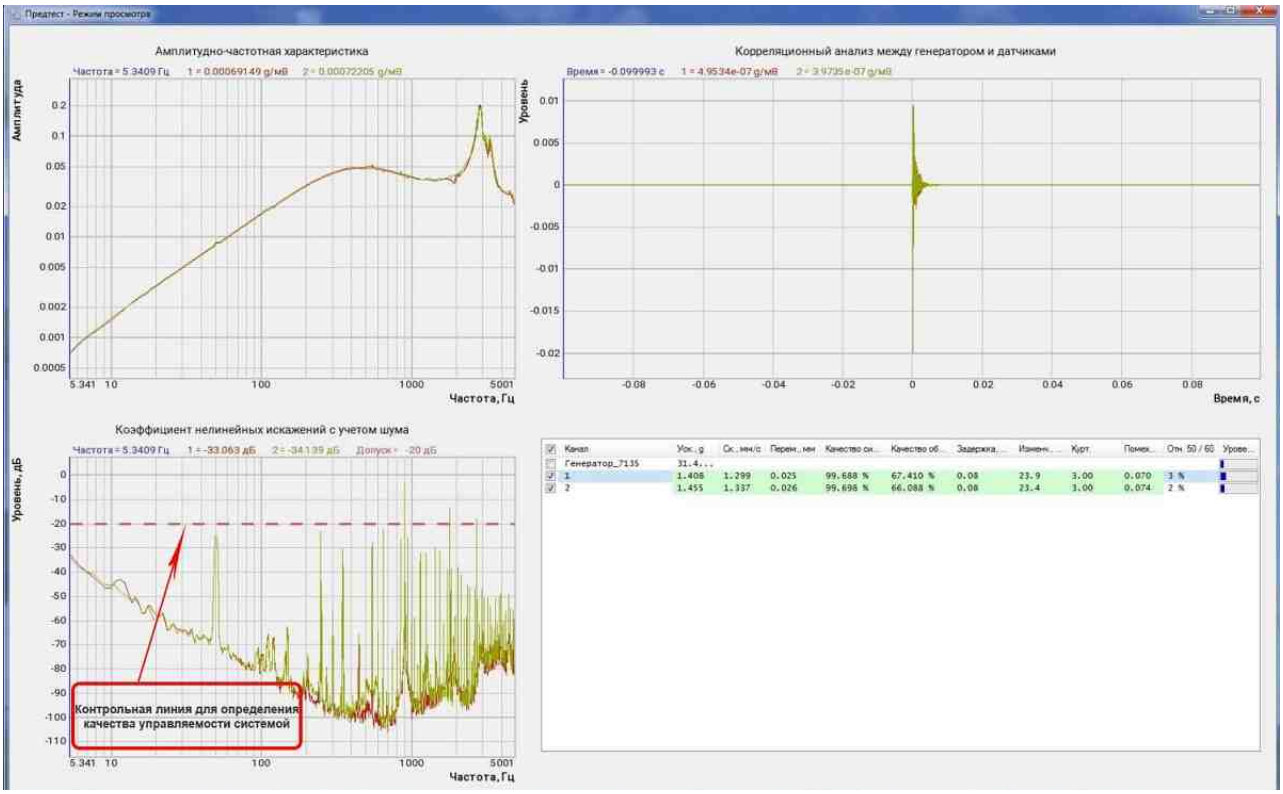
Проведение испытаний изделий на воздействие факторов механической природы, в частности вибрации, определяет на сколько изделие готово к использованию по назначению. В связи с чем, от корректности полученных результатов зависит будет ли соответствовать изделие заявленному сроку эксплуатации в рабочих условиях.

Теперь встает вопрос: а как же определить на сколько корректно проведены испытания и выдержаны ли все условия?

Одним из решающих факторов является выбор соответствующей системы управления. Большинство современных систем управления виброиспытаниями в составе программного обеспечения имеют функцию предварительного анализа системы на предмет возможности управления и прохождения заданных уровней.

Разберем принцип интерпретации полученных результатов на примере прохождения Предтеста двух систем управления виброиспытаниями ZET 017-U и ZET 028 при одинаковых условиях сильных элекромагнитных наводок.





Окно программы Предтест разделено на четыре области, в каждой из которых отображаются характеристики, позволяющие в совокупности оценить степень управляемости:

- Амплитудно-частотная характеристика;

- Корреляция между генератором сигнала и датчиками;
- Значение общего гармонического искажения;
- Аналитика по каждому каналу в отдельности.

Интерпретация первых двух графиков, для специалистов, работающих в области вибрационных испытаний, не представляет особого труда.

Сложности могут возникнуть с третьим графиком — коэффициент нелинейных искажений с учетом шума. Этот параметр используется для выражения влияния высокочастотных компонентов сигнала на канал управления системы, а соответственно — возможность качественного управления виброиспытаниями. Чем ниже значение коэффициента нелинейных искажений, тем более точно будет осуществляться управление.

Для удобства трактовки результатов на график нанесена контрольная линия, соответствующая значению коэффициента нелинейных искажений при низком качестве управляемости системой. Расположение графика ниже контрольной линии говорит о достаточном качестве управляемости, выше — о неудовлетворительном.

В нашем конкретном примере можно увидеть, что значение коэффициента нелинейных искажений с системой ZET 017-U сильно выше значения того же коэффициента с системой управления виброиспытаниями ZET 028. Основная причина — влияние электромагнитных наводок.

Это объясняется тем, что в контроллерах нового поколения ZET 028, предназначенных для управления виброиспытаниями на электродинамических вибростендах, произведена модернизация системы защиты от электромагнитных помех. Соответственно, в условиях сильных электромагнитных наводок предпочтительнее использовать системы управления ZET 028.

Дополнительно к графическим отображениям, в табличном виде приведены все основные параметры по каждому используемому датчику, в том числе и уровень помехи.

Распространённые трудности при работе с СУВ ZETLAB .....

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТРУДНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С СУВ ZETLAB

Системы управления виброиспытаниями относятся к оборудованию, требующему определенных навыков и умений при работе с ним. В силу определённых особенностей, у пользователей могут возникать трудности при первом запуске системы.

В данной статье рассмотрим наиболее распространённые проблемы, связанные с запуском системы:

На *Рис. 1* представлен пример отрицательного результата прохождения предтеста выполненного на вибростенде со столом расширения.

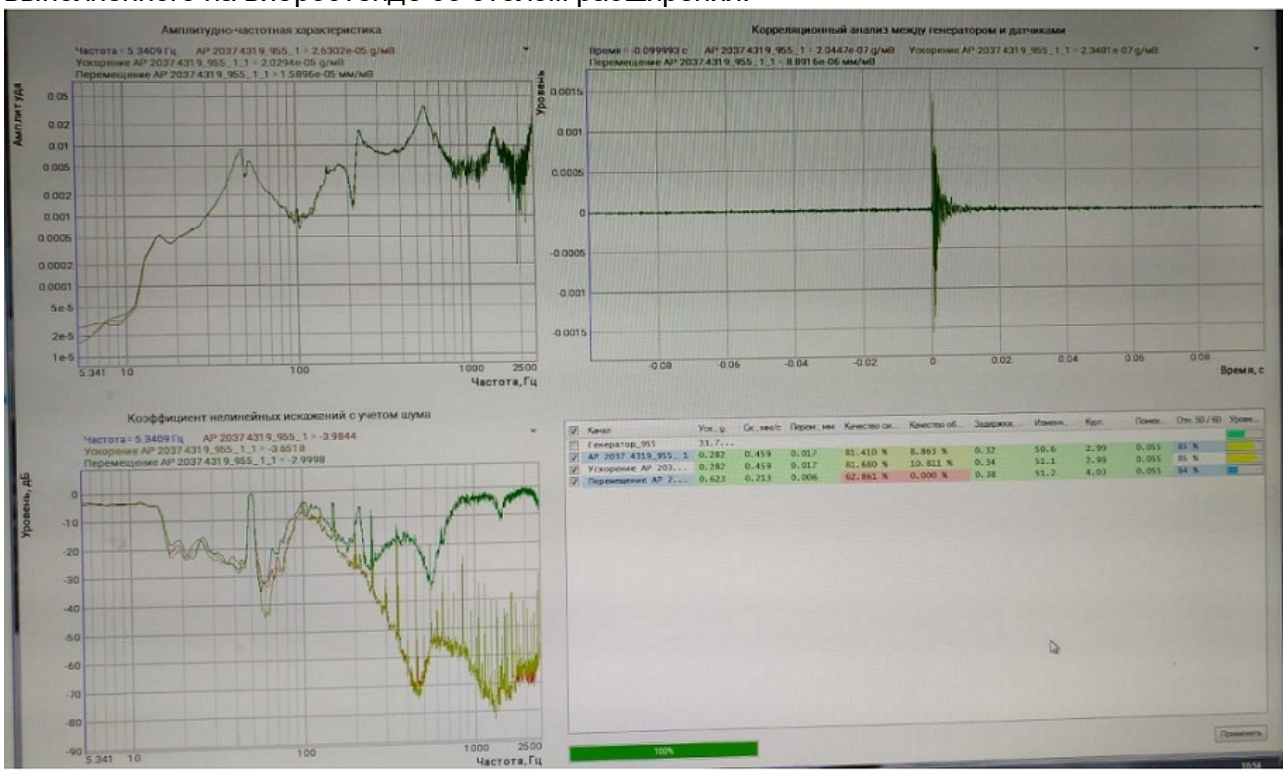


Рис. 1. Отрицательный результат предтеста

Вывод о низком качества результатов предтеста сделан в первую очередь по высокому уровню коэффициента нелинейных искажений (уровень близкий к 0 дБ). Параметр «Качество сигнала» (в таблице результатов) также указывает на низкое качество результатов предтеста и имеет значение меньше 90% (выделен желтым или красным цветом).

В таком случае перед началом испытаний необходимо разобраться с причиной возникновения отрицательного результата предтеста. Для этого в окне программы «Предтест» следует активировать кнопку «Рекомендации» и в открывшемся окне обратить внимание на предложенные варианты возможных неисправностей и при необходимости устранить их.

Если ничего из предложенного в рекомендациях не помогает попробуйте проверить последовательно ниже предложенные варианты:

- плохое заземление;
- плохой контакт;
- неисправный кабель;
- неисправный датчик.

После устранения неисправностей необходимо повторно пройти предтест и убедиться в том, что результат прохождения предтеста положительный. На *Рис. 2*

представлен пример положительного результата прохождения предтеста после устранения неисправности, связанной с плохим контактом в кабеле управления.

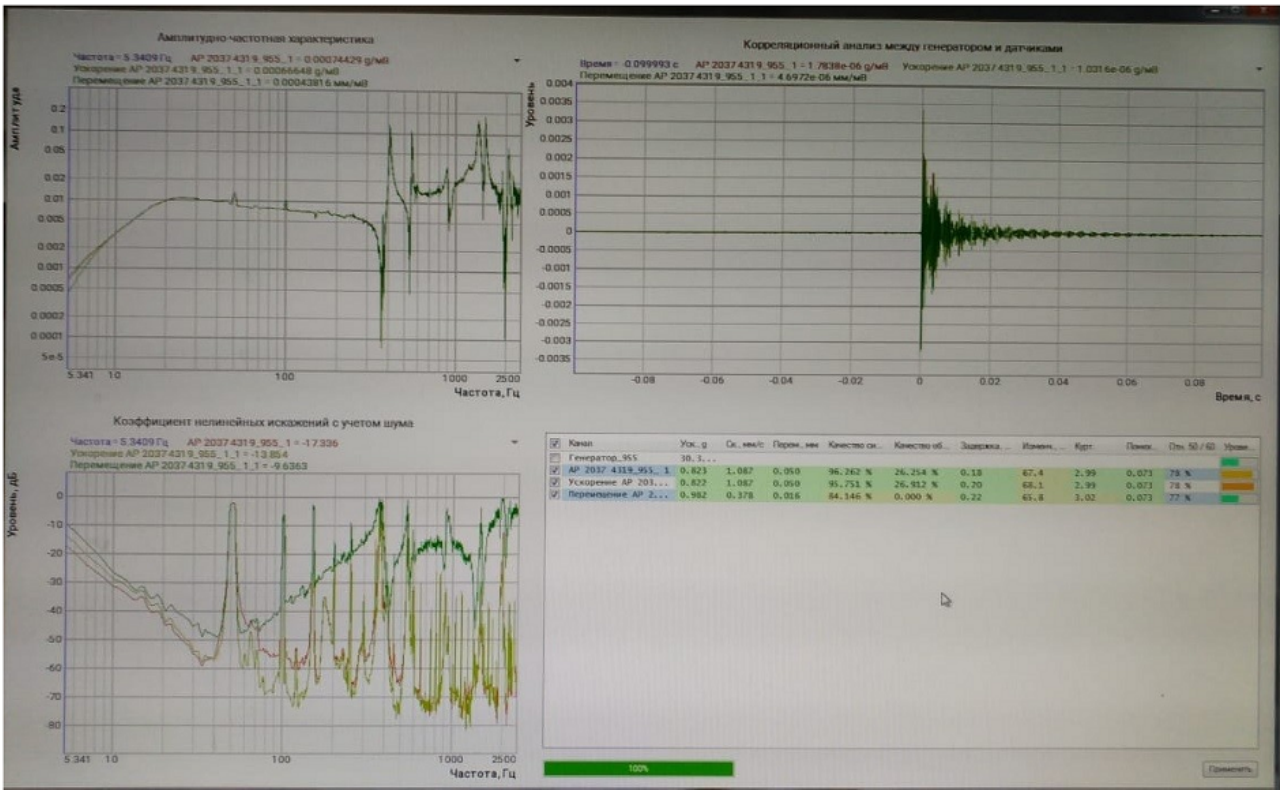


Рис. 2. Положительный результат предтеста

На *Рис. 3* представлен пример низкого качестве результата прохождения предтеста выполненного на пустом вибростенде (без стола расширения). Вывод о низком качества результатов предтеста сделан в первую очередь по высокому уровню коэффициента нелинейных искажений в низкочастотной области (уровень выше, чем минус 20 дБ). Параметр «Качество сигнала» (в таблице результатов) также указывает на невысокое качество результатов предтеста для пустого вибростенда и имеет значение меньше 98%. Положительным результатом результатов предтеста (для пустого стола вибростенда) считается уровень качества сигнала не менее 99%.

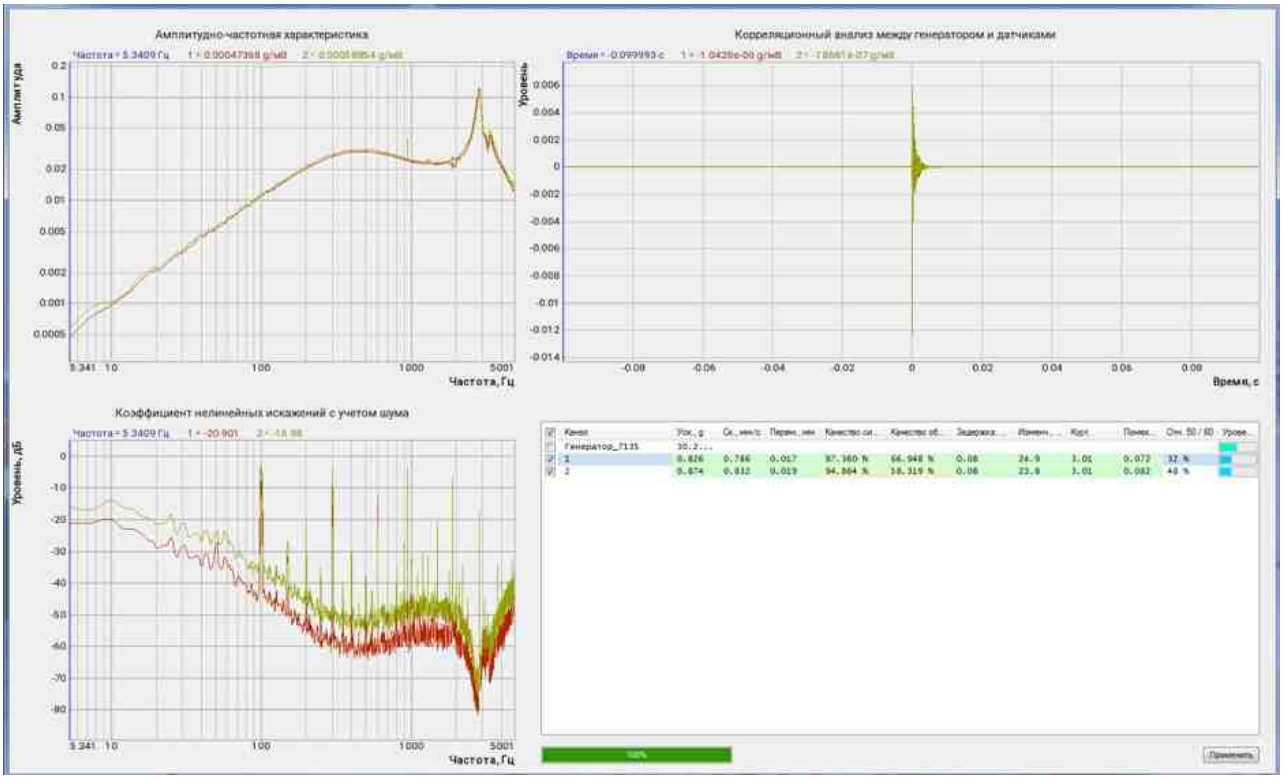


Рис. 3. *Низкое качество результата предтеста*

После выполнения заземления был пройден предтест повторно, результаты которого приведены на *Рис. 4*. На рисунке видно, что уровень коэффициента нелинейных искажений в низкочастотной области значительно снизился (стал ниже минус 30 дБ), а также выросло качество сигнала (стало выше 99%).

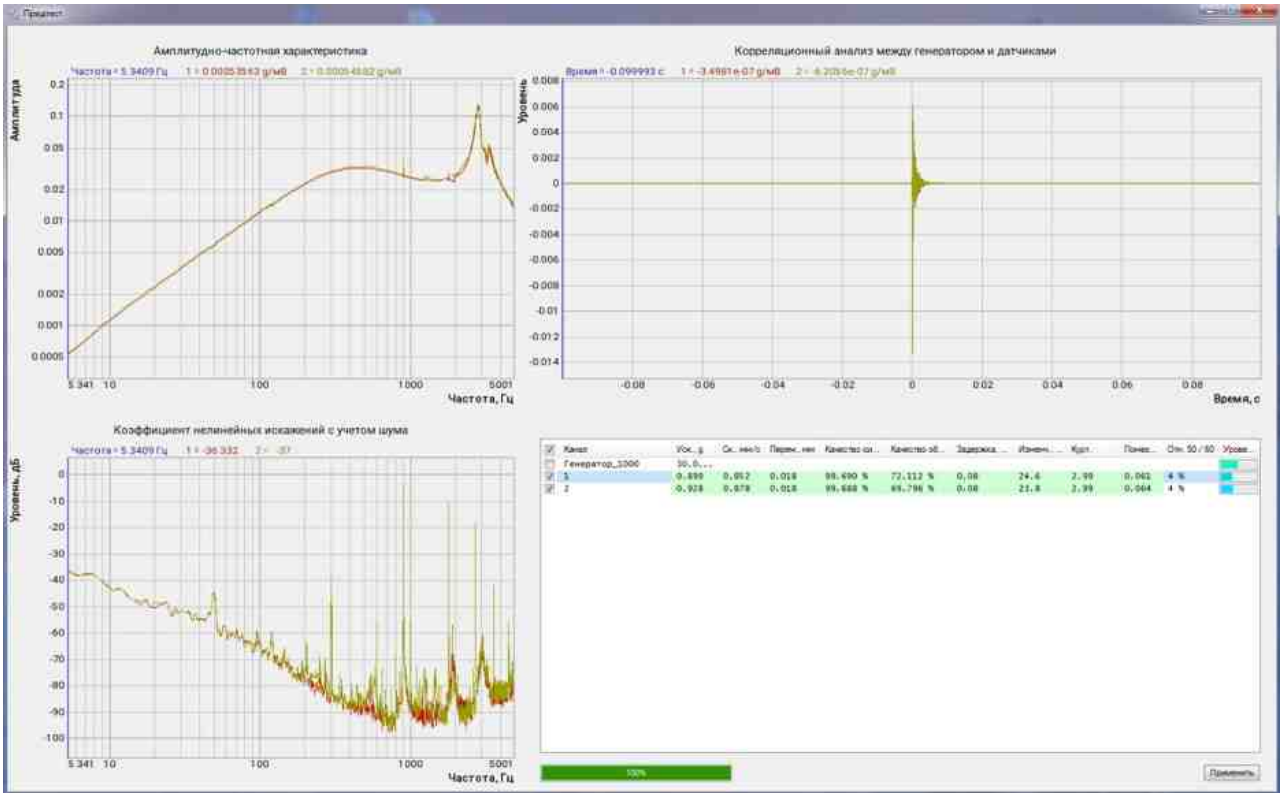


Рис. 4. Высокое качество результата предтеста

На *Рис. 5* представлен график нелинейных искажений, снятый при небольшом отклонении станины вибростенда от горизонта (отклонение станины в пределах 2 градусов), а на *Рис. 6* — при горизонтальном положении станины. Вибростенд при проведении сравнительных испытаний был нагружен на 60% от максимально допустимого веса загрузки, а уровень воздействия составлял 25% от максимально допустимого с учетом установленной массы.

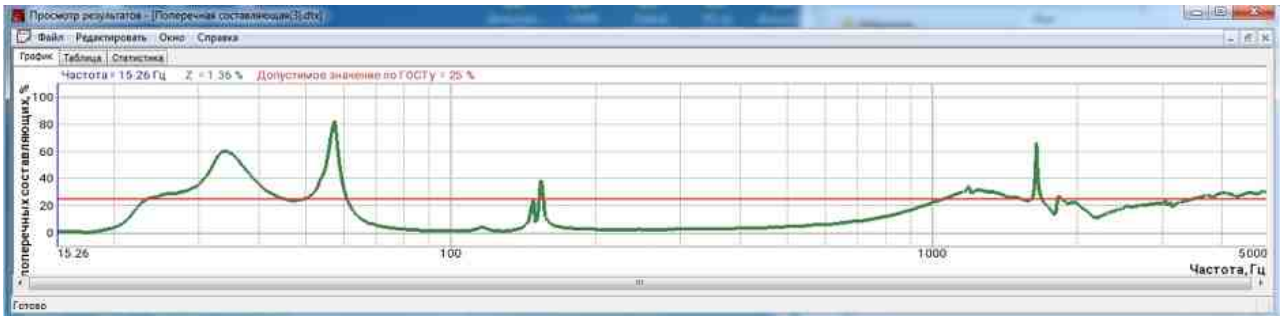


Рис. 5. Станина отклонена от горизонта

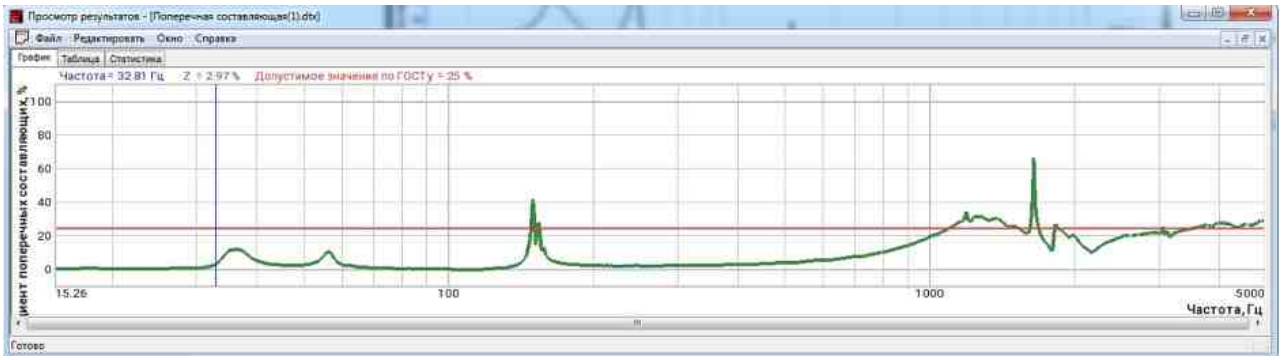


Рис. 6. Станина выставлена горизонтально

По графикам видно, что в области резонанса подвески (20…50 Гц) даже при незначительных отклонениях от горизонтали на вибростенде возникает значительный уровень поперечных колебаний, который может быть помехой как на этапе проведения аттестации, так и при проведении испытаний, особенно при задании значительных уровней воздействий.

Лазерные датчики в системах управления виброиспытаниями .....

ЛАЗЕРНЫЕ ДАТЧИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ

Традиционными датчиками при проведении испытаний изделий на виброустойчивость, вибропрочность или транспортную вибрацию являются акселерометры. При всех преимуществах данных датчиков, не всегда представляется возможным их использование. Основная проблема заключается в установке датчиков на объектах

исследования, поскольку акселерометры подразумевают жесткое контактное крепление в целях получения наиболее точного отклика конструкции на входное воздействие.

В случаях, когда механическое крепление не допустимо, используются бесконтактные датчики вибрации — оптические (лазерные датчики) или вихретоковые.

Сегодня рассмотрим порядок подключения лазерных датчиков к системам управления виброиспытаниями ZET 028, настройку измерительного канала и особенности управления испытаниями, в случае выбора лазерного датчика в качестве контрольного. В нашем случае, будем использовать оптический датчик перемещения РФ603.

При наличии аналогового выхода по напряжению, датчики РФ603 подключаются к контроллерам ZET 028 напрямую, с учетом организации внешнего питания. Также программное обеспечение ZETLAB поддерживает возможность подключения данного вида датчиков по интерфейсу Ethernet.

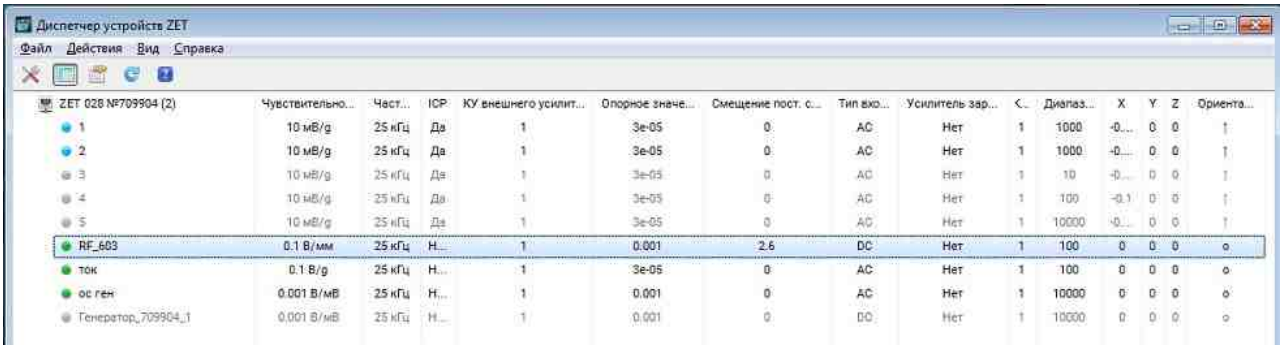
Для получения наиболее достоверных результатов, датчик необходимо устанавливать таким образом, чтобы базовое расстояние до мишени не превышало заявленное в документации, а сама мишень имела хороший коэффициент отражения. Не допускается использовать мишень с неровной текстурой и заметными повреждениями (трещины, царапины), расположение на ровной поверхности без углублений и перепадов, поскольку все эти факторы сильно влияют на точность измерений.

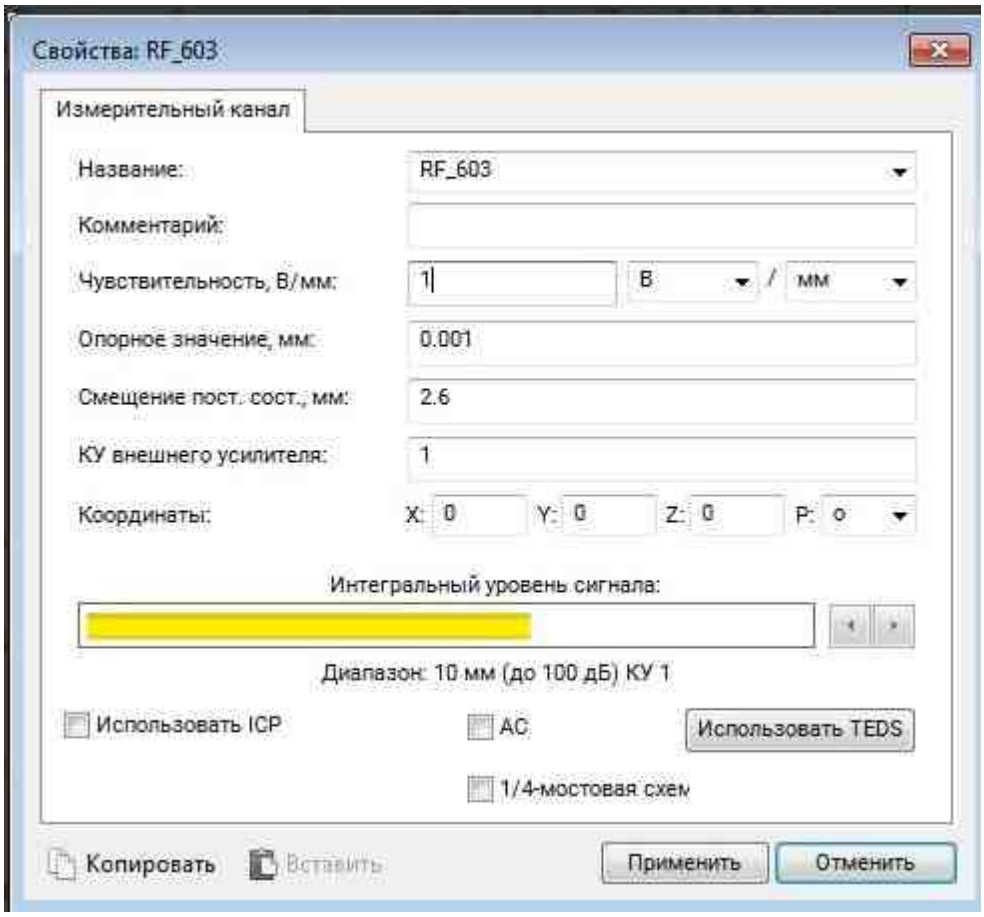


Настройка измерительного канала

Настройка измерительного канала осуществляется в программе *Диспетчер устройств*, которая запускается нажатием кнопки *Параметры каналов* на СУВ-панели.

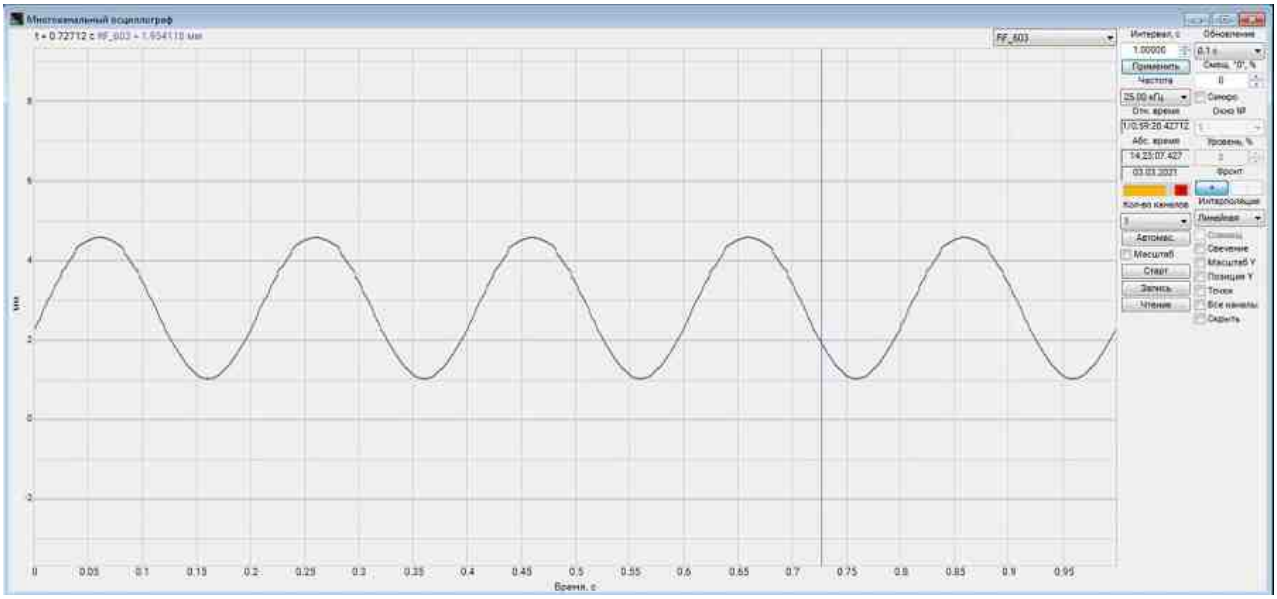
В первую очередь необходимо задать чувствительность в единицах В/мм. В нашем случае датчик имеет диапазон измерений 10 мм, а максимальное входное напряжение контроллера ZET 028 при единичном коэффициенте усиления — 10 В, соответственно, чувствительность используемого датчика 1 В/мм.

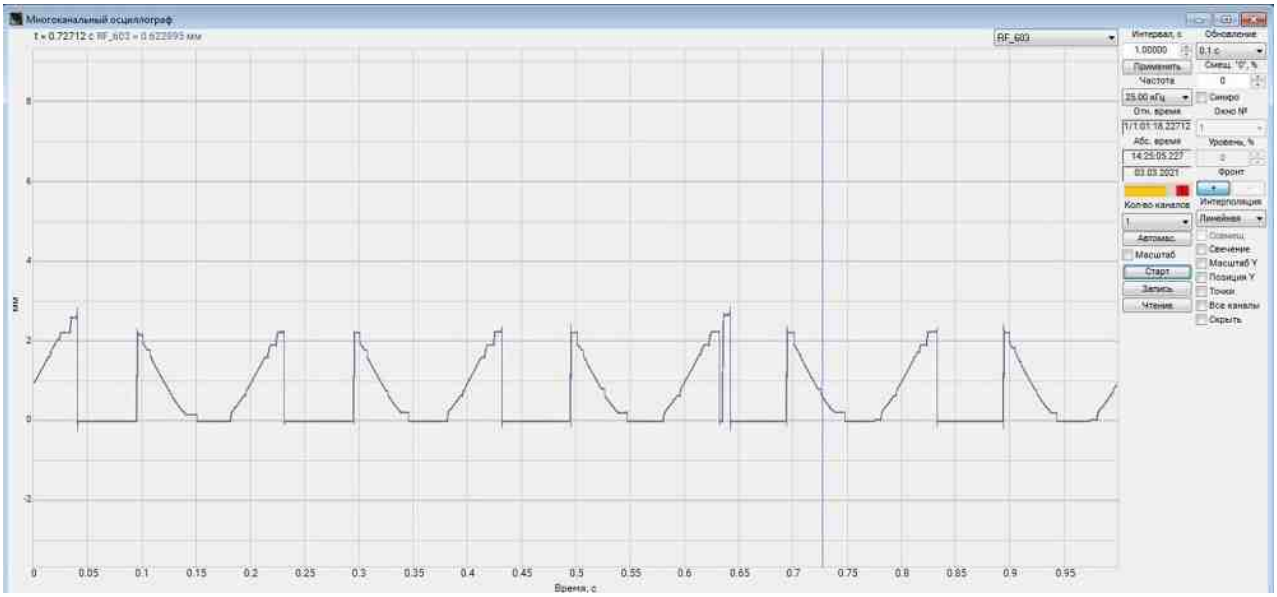


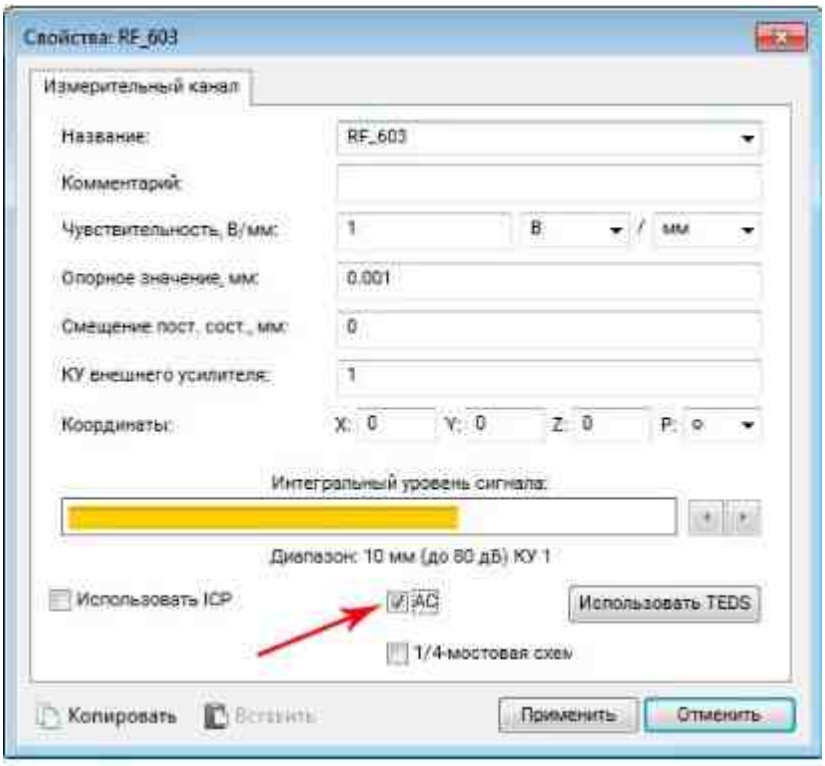


Следующим обязательным шагом по настройке оптических датчиков в составе систем управления виброиспытаниями является их юстировка. Правильного позиционирования датчика можно добиться, выполнив несколько шагов:

1. Запустить программу *Многоканальный осциллограф*, выбрать отображаемый канал — канал подключения оптического датчика.
2. Путем регулирования положения датчика, добиться на осциллограмме показаний, соответствующих приблизительно середине диапазона измерений (в нашем случае — 5 мм).
3. Запустить программу Генератор в ручном режиме со следующими параметрами: Синус, Частота — 5 Гц, Амплитуда — не более 10 мВ.
4. Плавно увеличивая амплитуду сигнала, проверить диапазон измерений датчика и убедиться в отсутствии обрывов сигнала (примеры осциллограмм приведены ниже).
5. Отключить генератор сигналов. Открыть программу *Диспетчер устройств,* и в свойствах измерительного канала лазерного датчика установить флаг рядом со значением *AC,* для исключения постоянной составляющей сигнала.


Многоканальный осциллограф
RF_603
Время, с


Многоканальный осциллограф
RF_603
Время, с

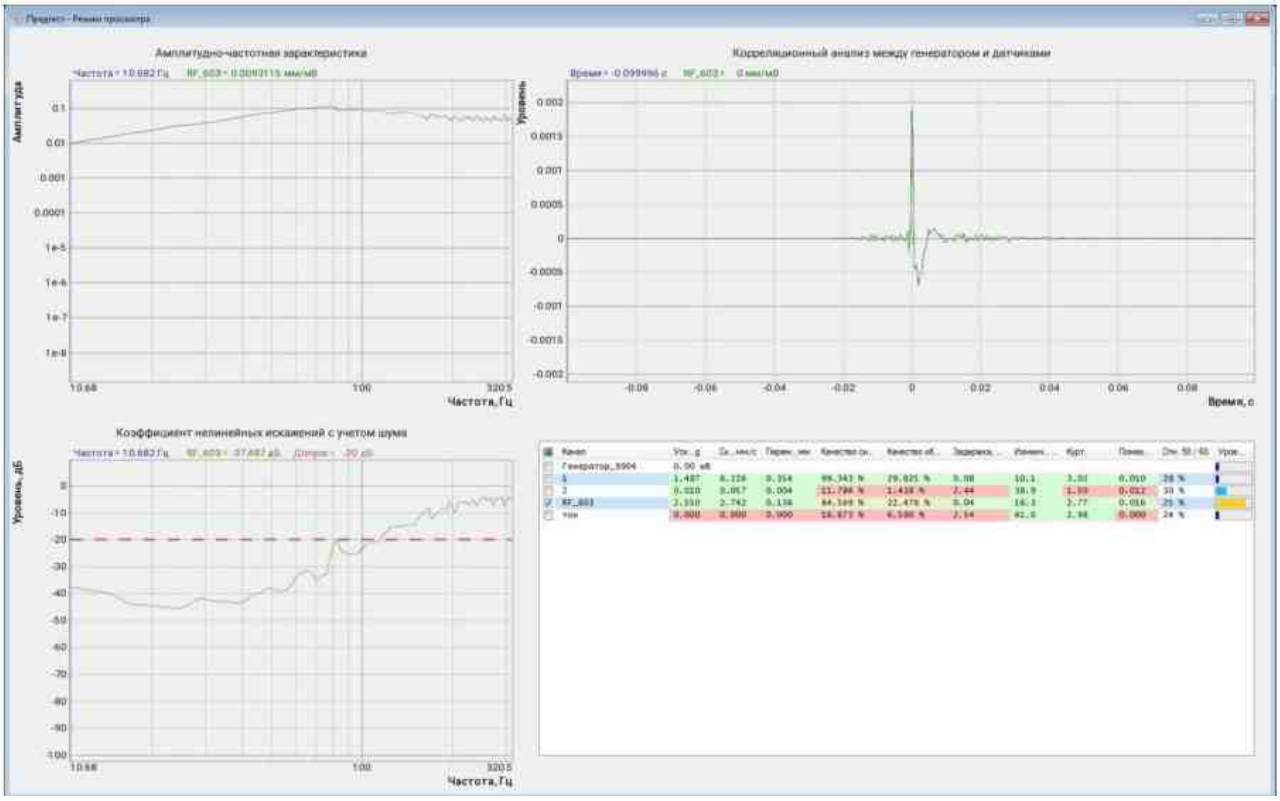


Использование лазерного датчика в качестве контрольного

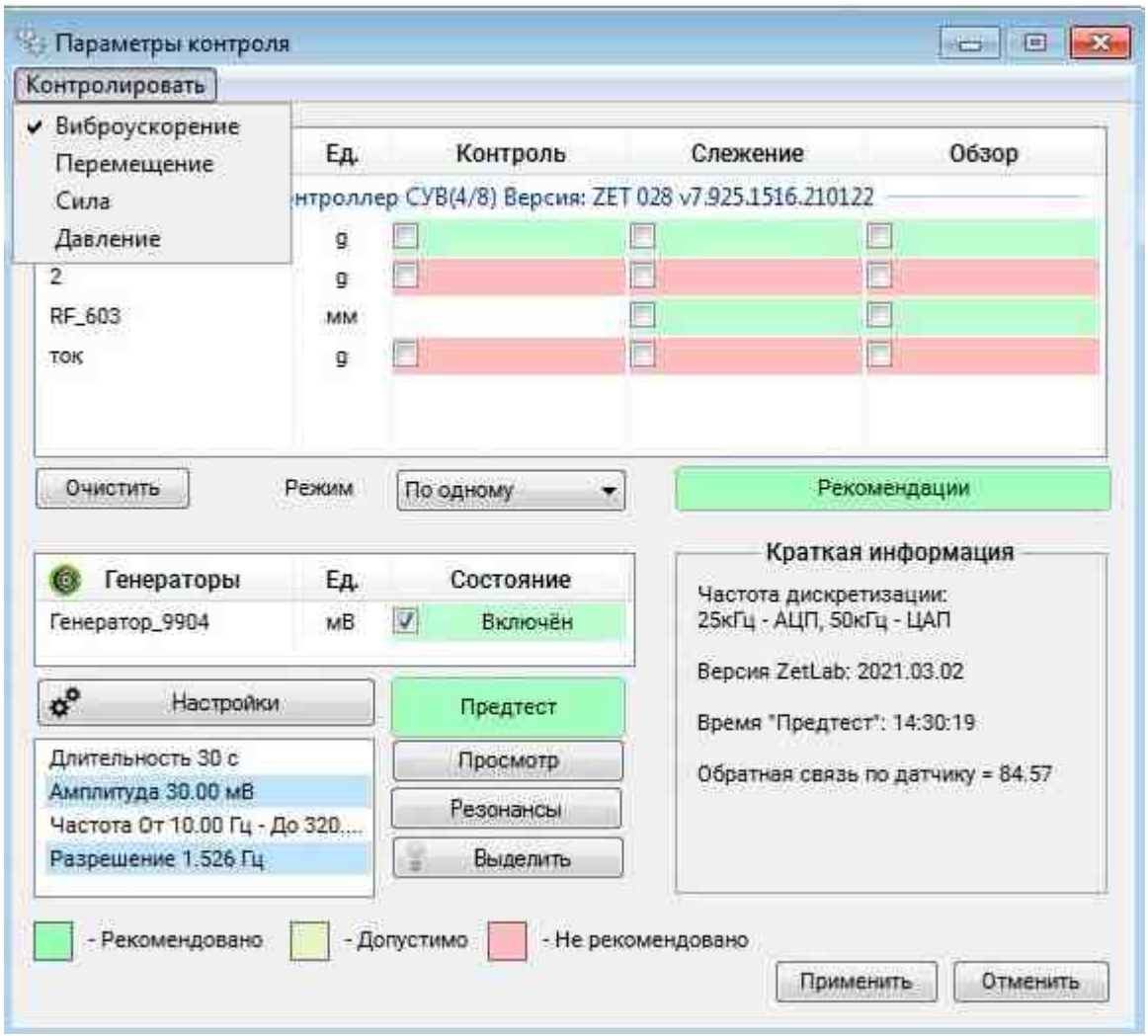
После того, как настройка измерительного канала проведена в полном объеме, можно переходить непосредственно к проведению испытаний.

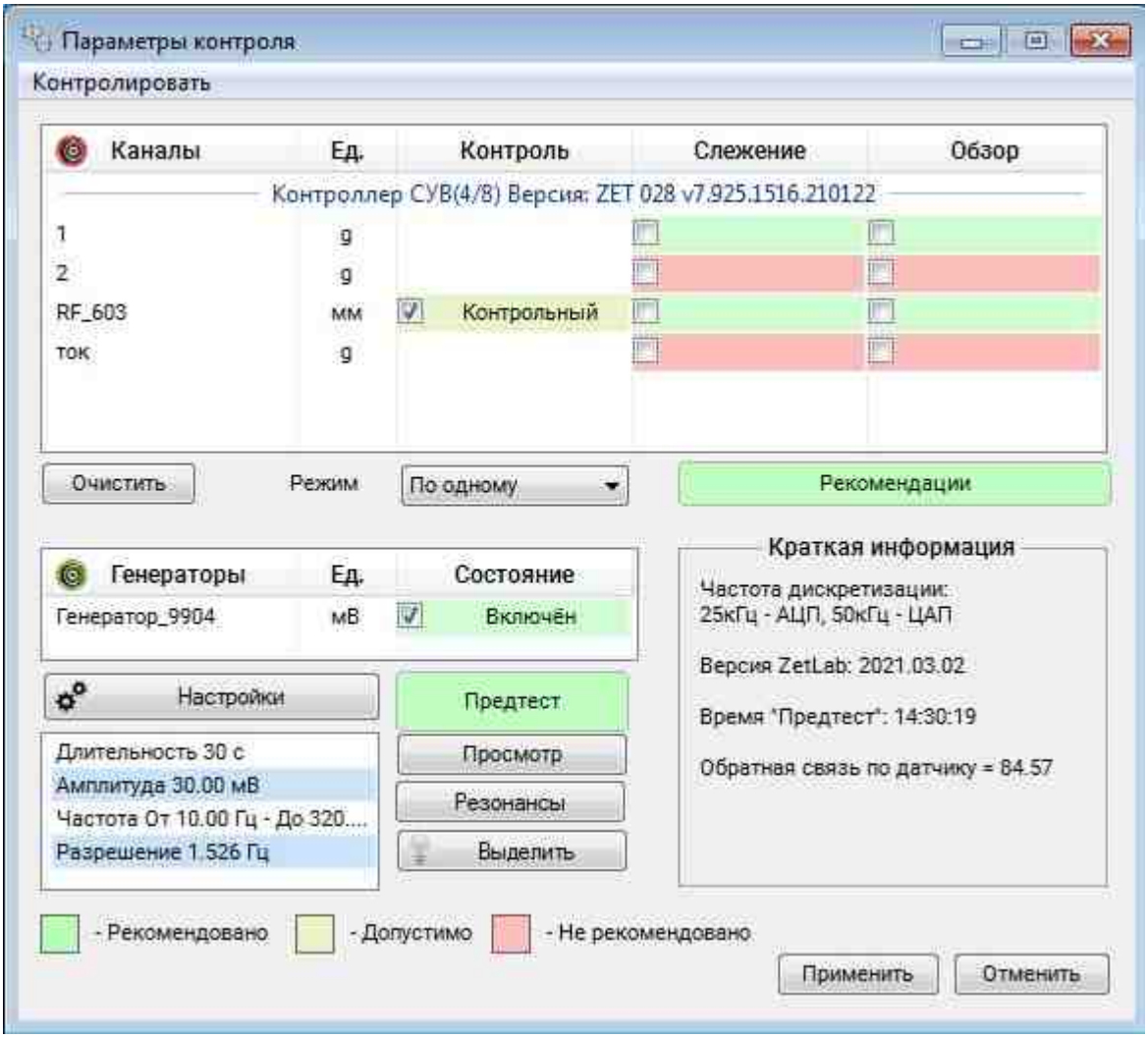
Если вы не первый раз пользуетесь системой управления вибрацией ZET 028, то наверняка знаете, что к настройке необходимого воздействия можно перейти только после прохождения *Предтеста*.

Запустить программу *Предтест* и дождаться результатов по прохождению (полная информация на странице **результатов предтеста**).

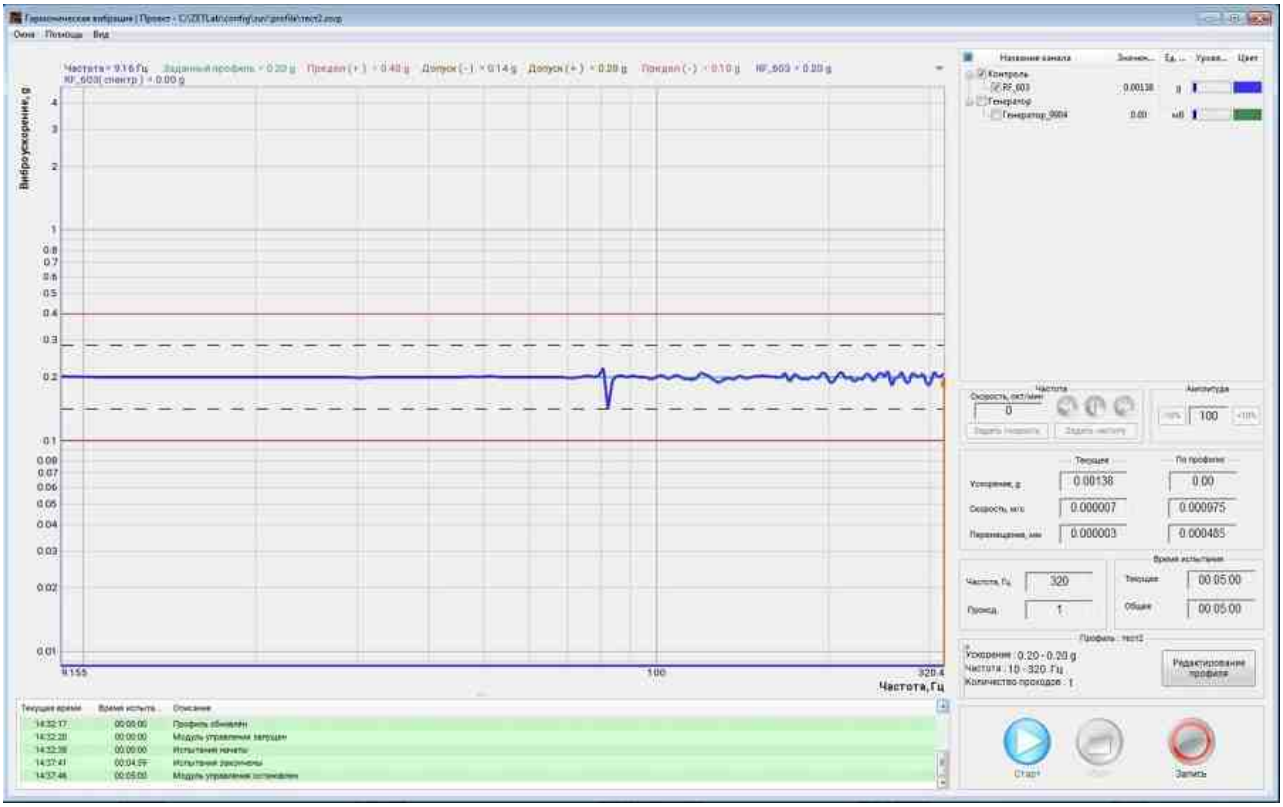


Поскольку в данном случае, мы рассматриваем способ управления испытаниями по оптическому датчику, необходимо изменить тип контроля с виброускорения на перемещение. После чего, программа позволит выбрать канал с подключенным лазерным датчиком в качестве контрольного.


Параметры контроля
Контролировать
Виброускорение
Перемещение
Сила
Давление
Ед.
Контроль
Слежение
Обзор
нтроллер СУВ(4/8) Версия: ZET 028 v7.925.1516.210122
g
2
g
RF_603
мм
ток
g
Очистить
Режим
По одному
Рекомендации
Генераторы
Ед.
Состояние
Генератор_9904
мВ
Включён
Краткая информация
Частота дискретизации:
25кГц - АЦП, 50кГц - ЦАП
Версия ZetLab: 2021.03.02
Время "Предтест": 14:30:19
Обратная связь по датчику = 84.57
Настройки
Предтест
Длительность 30 с
Амплитуда 30.00 мВ
Частота От 10.00 Гц - До 320....
Разрешение 1.526 Гц
Просмотр
Резонансы
Выделить
- Рекомендовано
- Допустимо
- Не рекомендовано
Применить
Отменить



Следует учесть, что работа в режиме обратной связи по датчику, регистрирующему виброперемещение поддерживается только для испытаний на гармоническую вибрацию. Поэтому, после установки лазерного датчика в качестве контрольного, для выбора будет доступен только один вид испытаний — синусоидальная вибрация.



В заключение можно отметить, что использование бесконтактных датчиков вибрации при проведении испытаний на воздействие вибрации, безусловно имеет множество преимуществ. Однако, корректность полученных результатов будет сильно зависеть от профессионального уровня испытателя, а также от типа подключаемого датчика.

Прохождение испытаний при множественных резонансах .....

с использованием программной функции системы управления виброиспытаниями

Все системы управления виброиспытаниями ориентированы на полную автоматизацию при управлении воздействиями на любых видах вибростендов, что обеспечивает эффективность работы испытателя, исключение повреждения тестируемых изделий и сокращение времени проведения всей процедуры.

Система по входным сигналам с датчиков, установленных на испытуемом объекте, позволяет мгновенно оценить амплитуду ускорений, сравнить с запрограммированным значением и подстроить уровень выходного сигнала генератора в соответствие заданному профилю. Но в случаях, когда изделие имеет множественные резонансы, не каждая система управления способна быстро обработать сигнал и подстроить соответствующий уровень, за счет антирезонансов.

Например, стоит задача пройти заданный профиль испытаний составного изделия, на котором определённым образом расположены контрольные датчики. В процессе эксперимента, в отдельных частях изделия могут возникать множественные резонансы, которые вносят большой вклад в уровень сигнала на контрольном датчике, в результате чего

испытания автоматически прерываются, не пройдя профиль до конца. Программная функция компенсации антирезонансов является решением поставленной задачи.

Проведем эксперимент по выявлению возможности реализации данного алгоритма для разных систем управления виброиспытаниями.

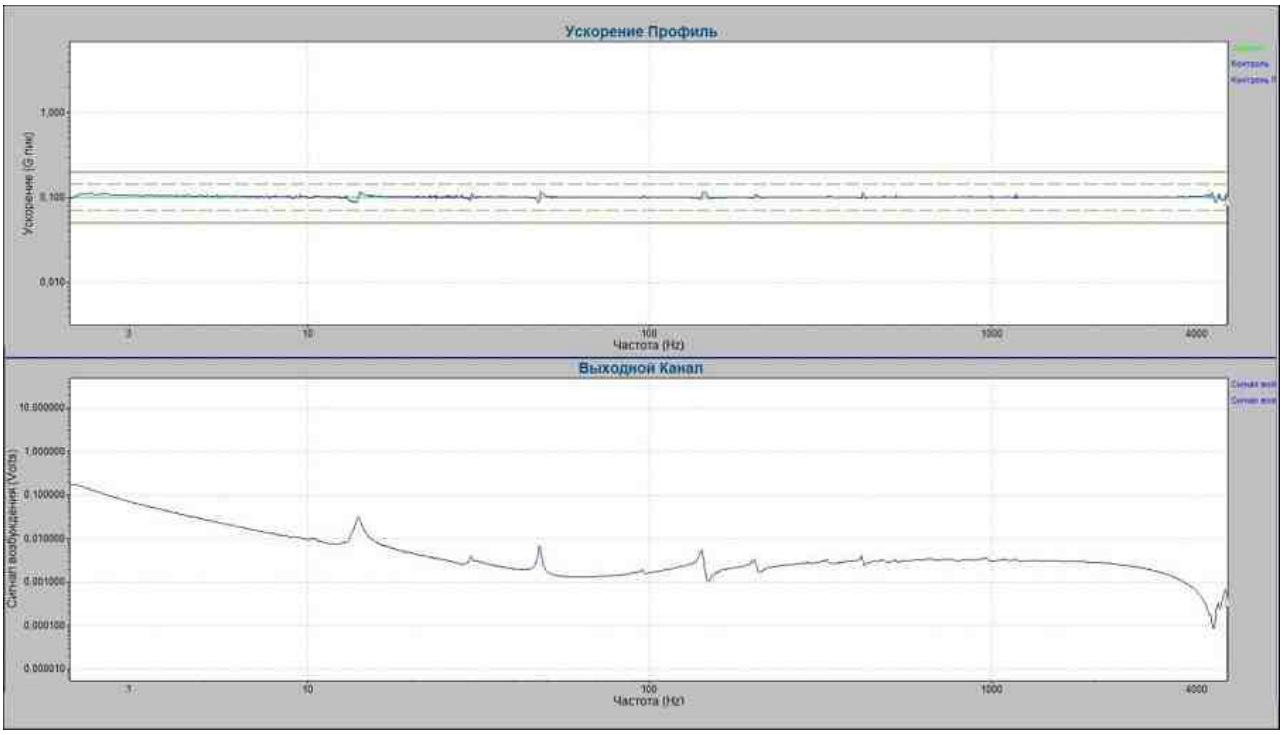
В качестве изделия использовалась металлическая прямоугольная рамка, на которой располагаются акселерометры от центра к краю с номерами 6, 5, 4 и 3 соответственно.

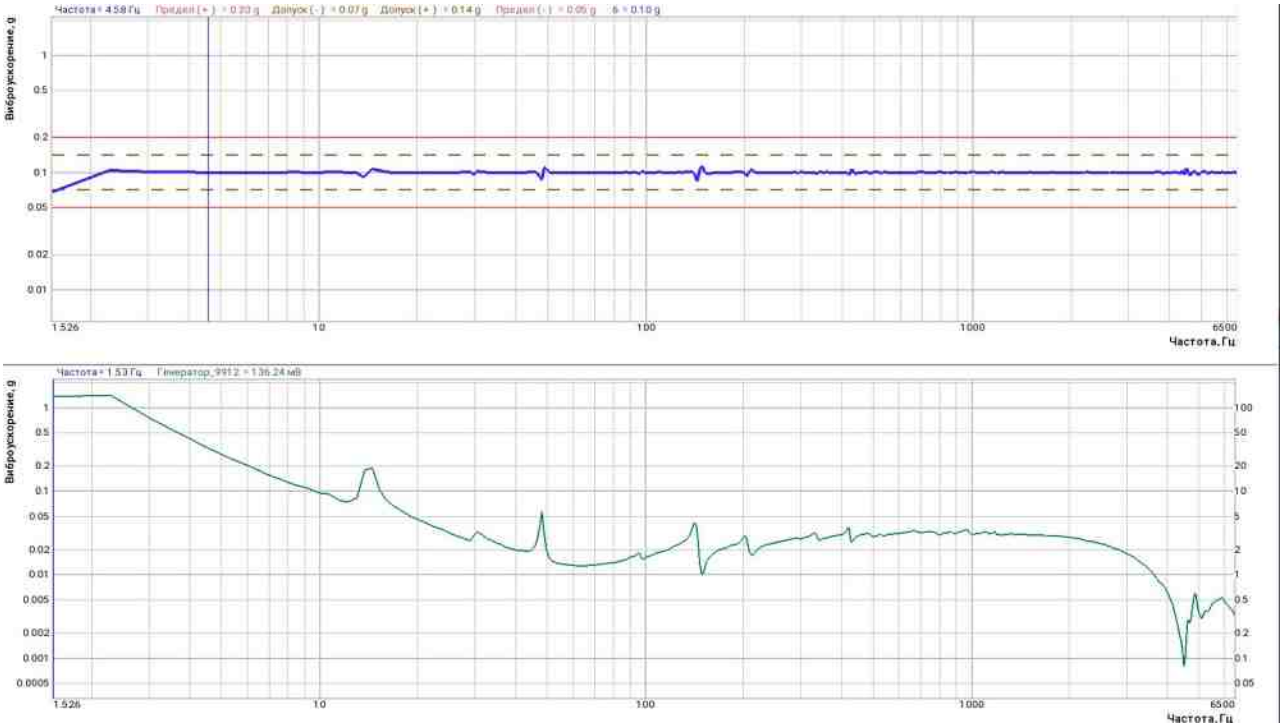


Ниже представлены результаты прохождения испытаний по заданному профилю прямоугольной рамки, под управлением двух разных систем, при последовательном выборе в качестве контрольного датчиков 6, 5, 4 и 3.

КОНТРОЛЬНЫЙ ДАТЧИК №6

Прохождение профиля испытаний с датчиком №6 в качестве контрольного не вызвало затруднений ни у одной системы управления виброиспытаниями. Поскольку датчик жестко установлен в центре стола вибростенда, он не подвержен влиянию резонансов и имеет хорошее качество обратной связи.

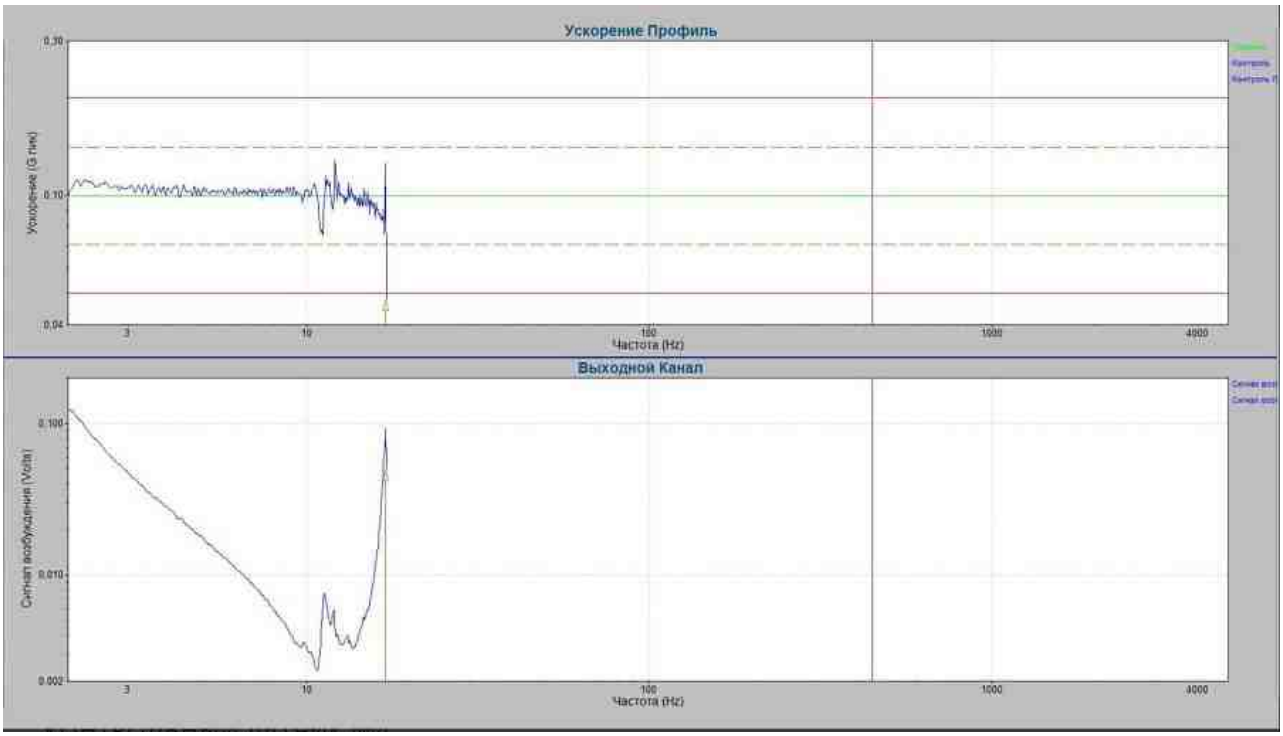


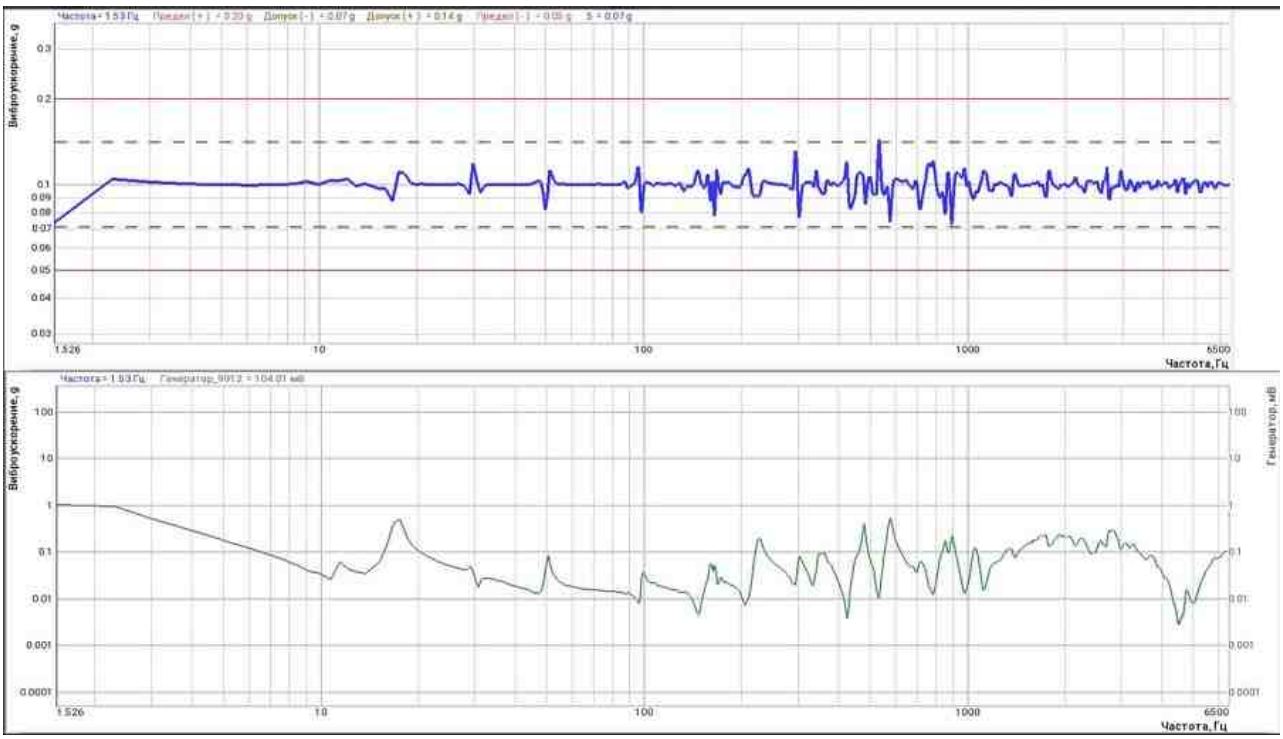


КОНТРОЛЬНЫЙ ДАТЧИК №5

При выборе датчика №5 в качестве контрольного, первая система управления прервала испытания на частоте 17,01 Гц.

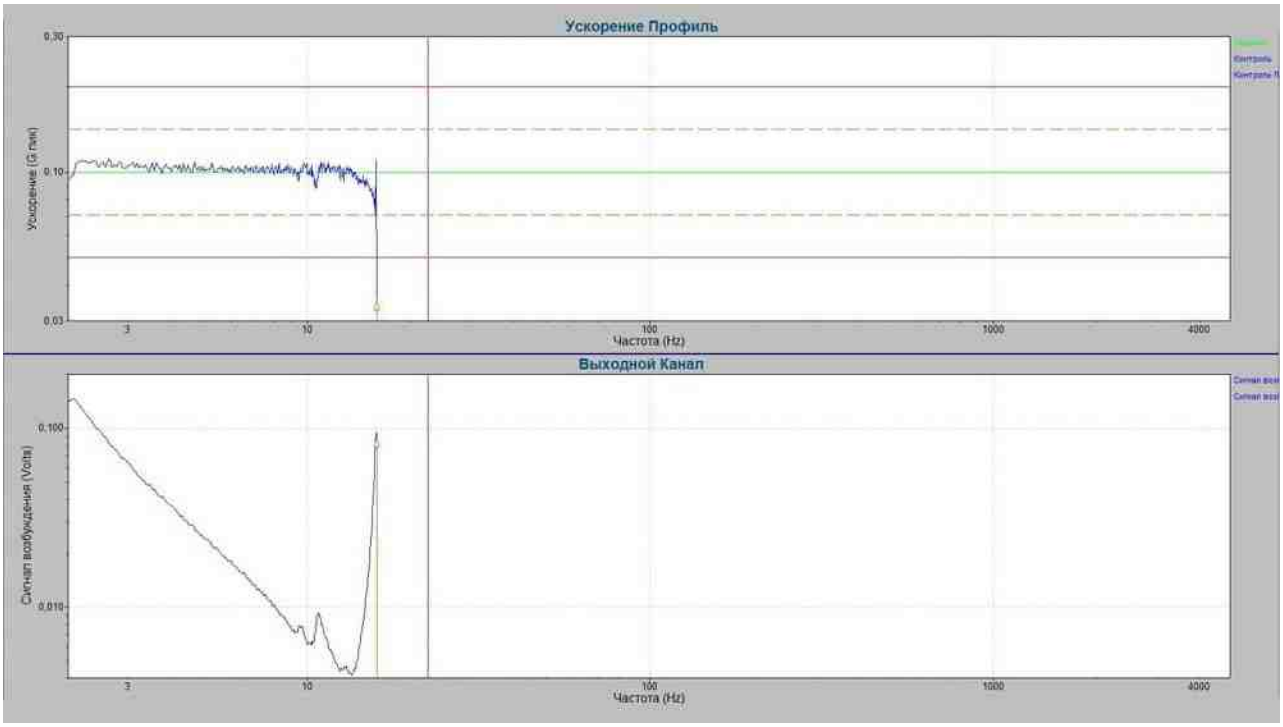
Система управления виброиспытаниями ZET 028 справилась с заданным профилем, при этом сигнал с датчика начал незначительно приближаться к первой пороговой линии только в области частоты 550 Гц.

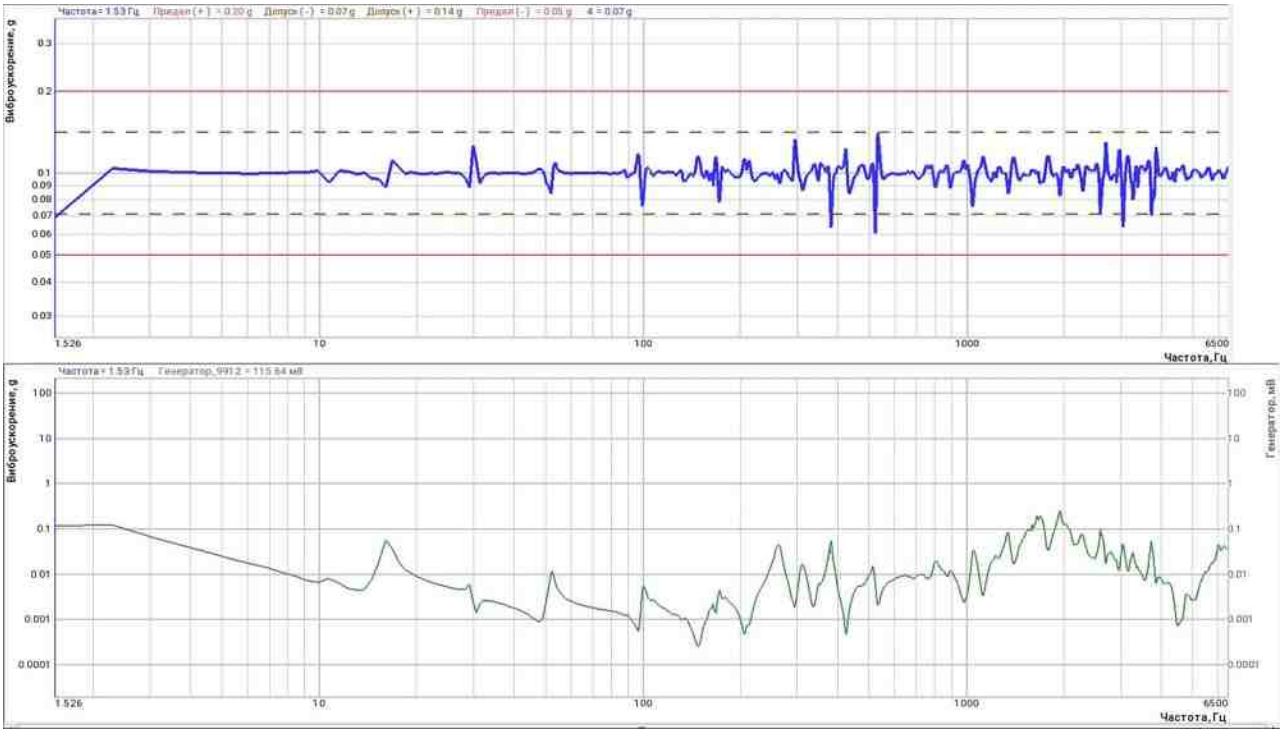




КОНТРОЛЬНЫЙ ДАТЧИК №4

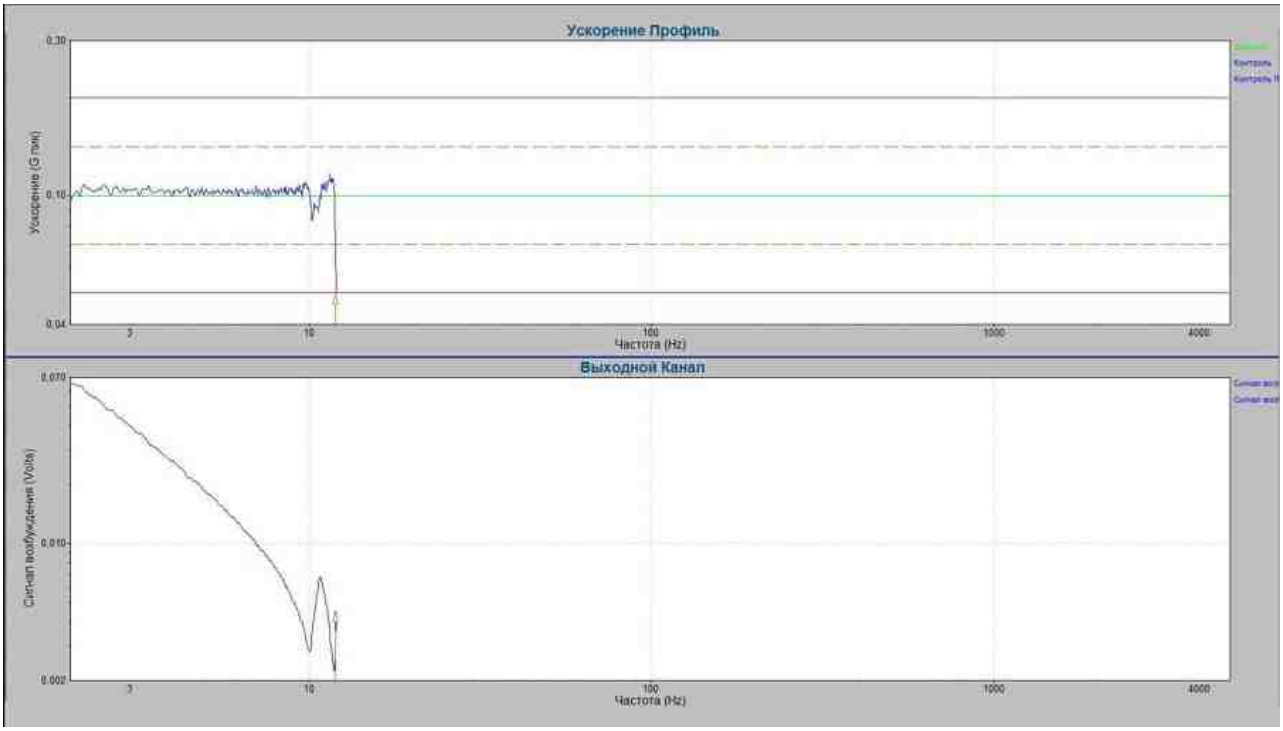
При выборе датчика №4 в качестве контрольного, первая система управления прервала испытания на частоте 15,94 Гц.
Система управления виброиспытаниями ZET 028 справилась с заданным профилем, сигнал с датчика несколько раз пересекал первую пороговую линии начиная с 380 Гц.

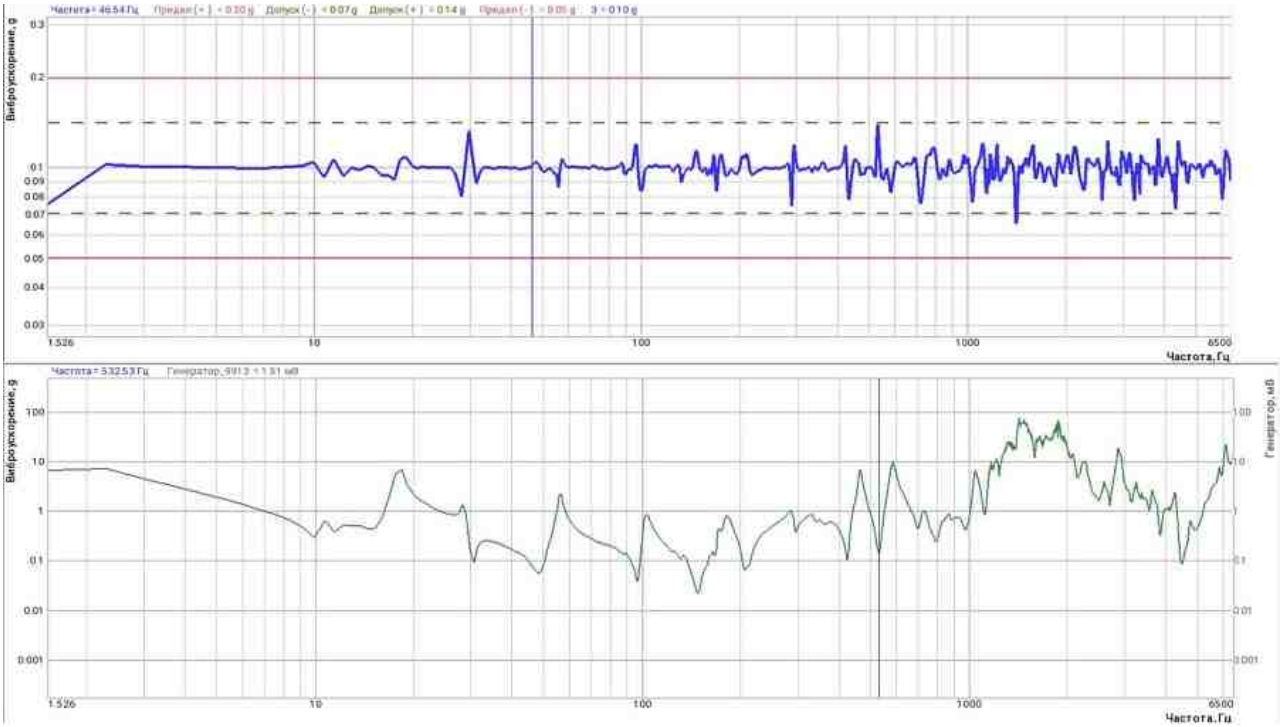




КОНТРОЛЬНЫЙ ДАТЧИК №3

При выборе датчика №3 в качестве контрольного, первая система управления прервала испытания на частоте 11,97 Гц.
Система управления виброиспытаниями ZET 028 справилась с заданным профилем, сигнал с датчика несколько раз пересекал первую пороговую линии начиная с 380 Гц, как и в предыдущем эксперименте с датчиком №4.





Эксперимент показывает, что у одной из систем управления возникли трудности с прохождением профиля испытаний по мере удаления контрольного датчика от центральной части стола вибростенда. Причем чем дальше располагался датчик, тем быстрее срабатывала защита.

Система управления виброиспытаниями ZET 028 справилась с прохождением профиля во всех четырех случаях, за счет использования программной функции компенсации антирезонансов.

Прохождение испытаний при наличии антирезонансов .....

ПРОХОЖДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПРИ НАЛИЧИИ АНТИРЕЗОНАНСОВ

Антирезонанс — это явление практически нулевого отклика динамической системы на периодическое внешнее воздействие произвольной амплитуды. Является противоположностью резонанса.

Если объяснять простым языком для случая испытаний на гармоническую вибрацию, то мы увеличиваем напряжение выходного сигнала с генератора, а измеряемое ускорение на контрольном датчике практически не изменяется.

Нагляднее всего явление антирезонанса демонстрирует опыт с натянутой струной. При периодическом воздействии на натянутую струну с определённой частотой на струне возникает стоячая волна, которую даже можно разглядеть невооружённым глазом. В зависимости от частоты на струне будет 1 или больше участков колебаний. Точки с максимальной амплитудой колебаний называются “пучностями”, а неподвижные точки “узлами”. Пучности нам демонстрируют эффект резонанса, а узлы — эффект антирезонанса.

О наличии резонансов и антирезонансов можно узнать ещё до начала виброиспытаний по результатам работы программы “Предтест”. На графиках в сетке “Амплитудно-частотная характеристика” резонансам будут соответствовать острые локальные максимумы, а антирезонансам острые локальные минимумы. Более подробно изучить резонансы можно в окне “Поиск резонансов”, которое открывается соответствующей кнопкой.

Лучше всего в качестве контрольного датчика выбирать тот, который не имеет никаких пиков, и форма графика больше всего приближена к горизонтальной прямой. Но если графики у всех датчиков в равной мере изрезаны, то можно предпринять следующие действия.

Вариант первый — переместите датчик

Если датчик всего один, то можно попробовать найти более оптимальное место установки. Чаще всего датчики ставят сверху на испытуемое изделие или на оснастку и выбирают место ближе к центру, потому что так удобнее и быстрее всего крепить датчик. Но в этом случае мы гарантированно получим максимально “изрезанную” АЧХ.

Лучшая точка для крепления контрольного датчика — это подвижная часть вибростенда. Если испытуемое изделие с оснасткой не занимает всю поверхность подвижной части, то установите контрольный датчик на подвижную часть вибростенда.

Если непосредственно на подвижную часть вибростенда датчик установить не получается, то его нужно попытаться установить на оснастку или расширительный стол,

желательно как можно ближе к оси вибростенда или к болтам, которыми расширительный стол или оснастка крепится к вибростенду. В этих точках жёсткость конструкции максимальна, что теоретически поможет избежать проблем в области низких и средних частот.

Если датчик должен стоять сверху, то лучше всего его установить в углу оснастки или близко к крепежам, которые удерживают изделие или оснастку.

К сожалению, реальность слишком многообразна и точку с хорошей АЧХ, возможно, найти не удастся.

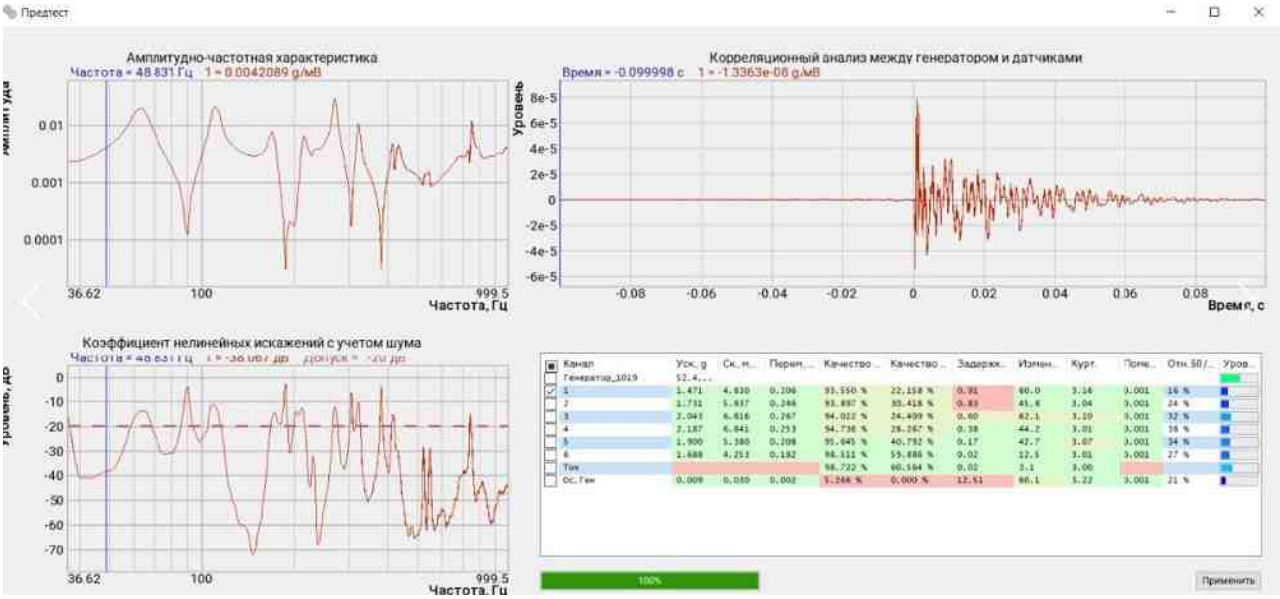


Рис. 1. Результаты предтеста для датчика, установленного далеко от центра

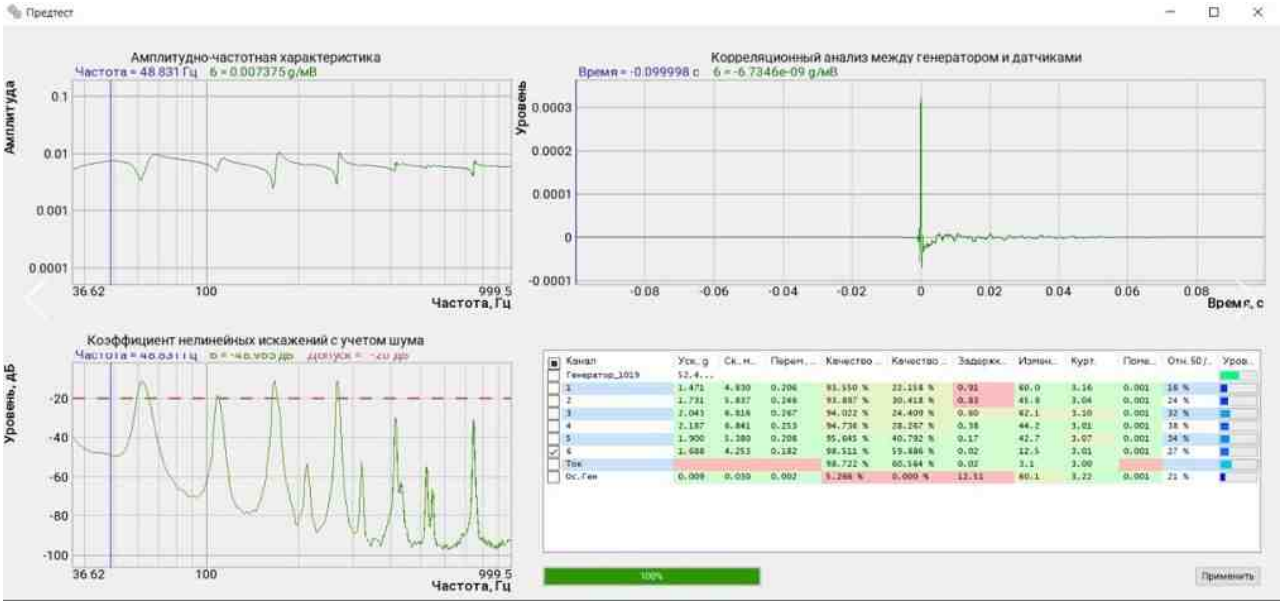


Рис 2. Результаты предтеста для датчика, установленного в центре

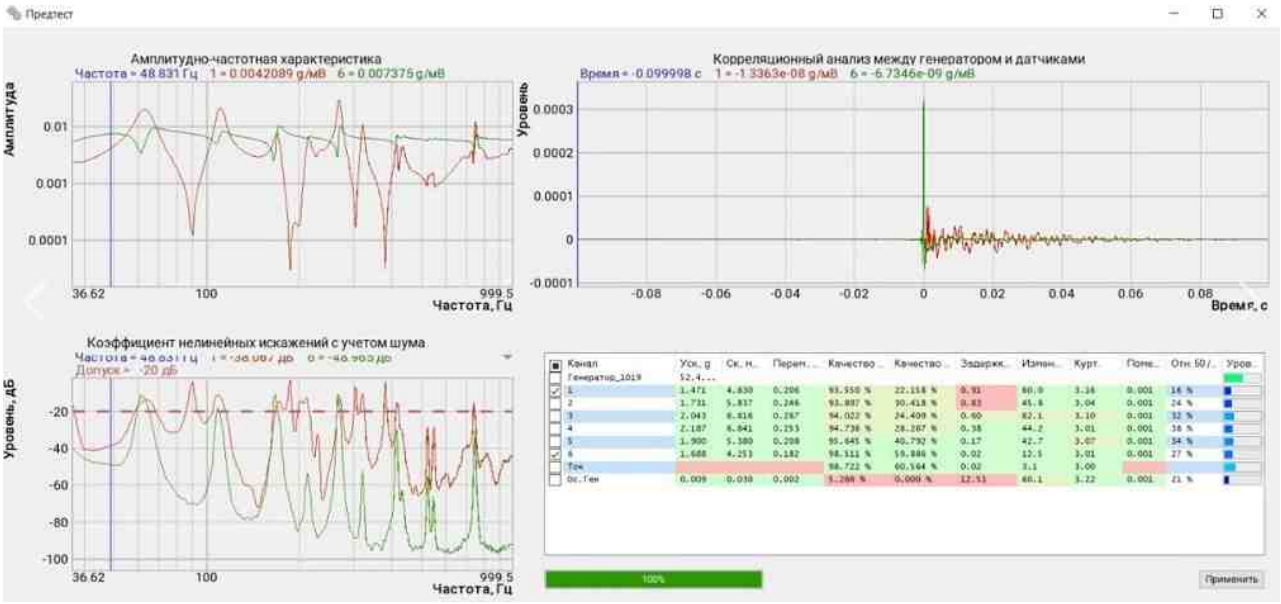


Рис. 3. Сравнение результатов предтеста для двух датчиков, установленных в разных местах

На рисунках приведены реальные графики АЧХ для датчиков, установленных на самом краю испытуемого объекта (№1) и в центре испытуемого объекта (№6). Невооруженным глазом видно, что АЧХ датчика, установленного в центре, имеет меньшую изменчивость, чем датчика на краю. АЧХ датчика, установленного далеко от центра, изменяется в указанном диапазоне частот примерно в 1000 раз (60 дБ), а у датчика, установленного в центре, изменяется всего в 5 раз (14 дБ). Таким образом провести испытания с контролем по датчику №6 гораздо проще чем по датчику №1.

Вариант второй — контроль по нескольким датчикам

Если есть возможность использовать несколько датчиков, то можно использовать во время испытаний режим контроля по нескольким контрольным датчикам. В этом случае, когда один из датчиков попадёт в область антирезонанса и будет показывать значение близкое к нулю, другие датчики покажут ненулевые результаты и по ним можно удержать амплитуду колебаний на заданном уровне. Для этого тоже важно правильно выбрать места установки датчиков, но критерий выбора будет гораздо легче. Достаточно чтобы у всех использованных датчиков не совпадали частоты антирезонансов.

Проверить правильность выбора датчиков можно в редакторе профиля. На вкладке “Предпросмотр” можно увидеть, как будут выглядеть графики ускорения по всем задействованным каналам, а также посмотреть на график ожидаемого напряжения. Если на графике ожидаемого напряжения есть острый максимум, превышающий

максимальное значение напряжения на входе вибростенда, то испытания провести не удастся.

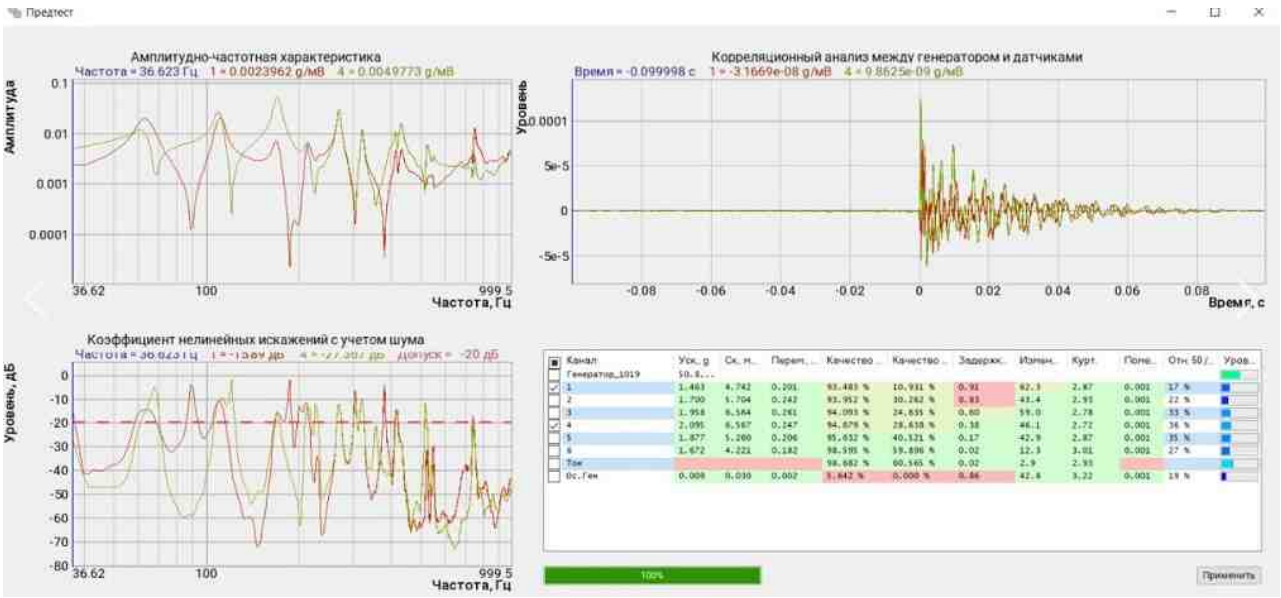


Рис. 4. Результаты предтеста по двум датчикам, установленным в неудачных местах

В другом примере найти удачную точку для одного контрольного датчика не удалось, и мы выбрали два датчика с “плохими” АЧХ для контроля по среднему арифметическому значению измерений обоих датчиков.

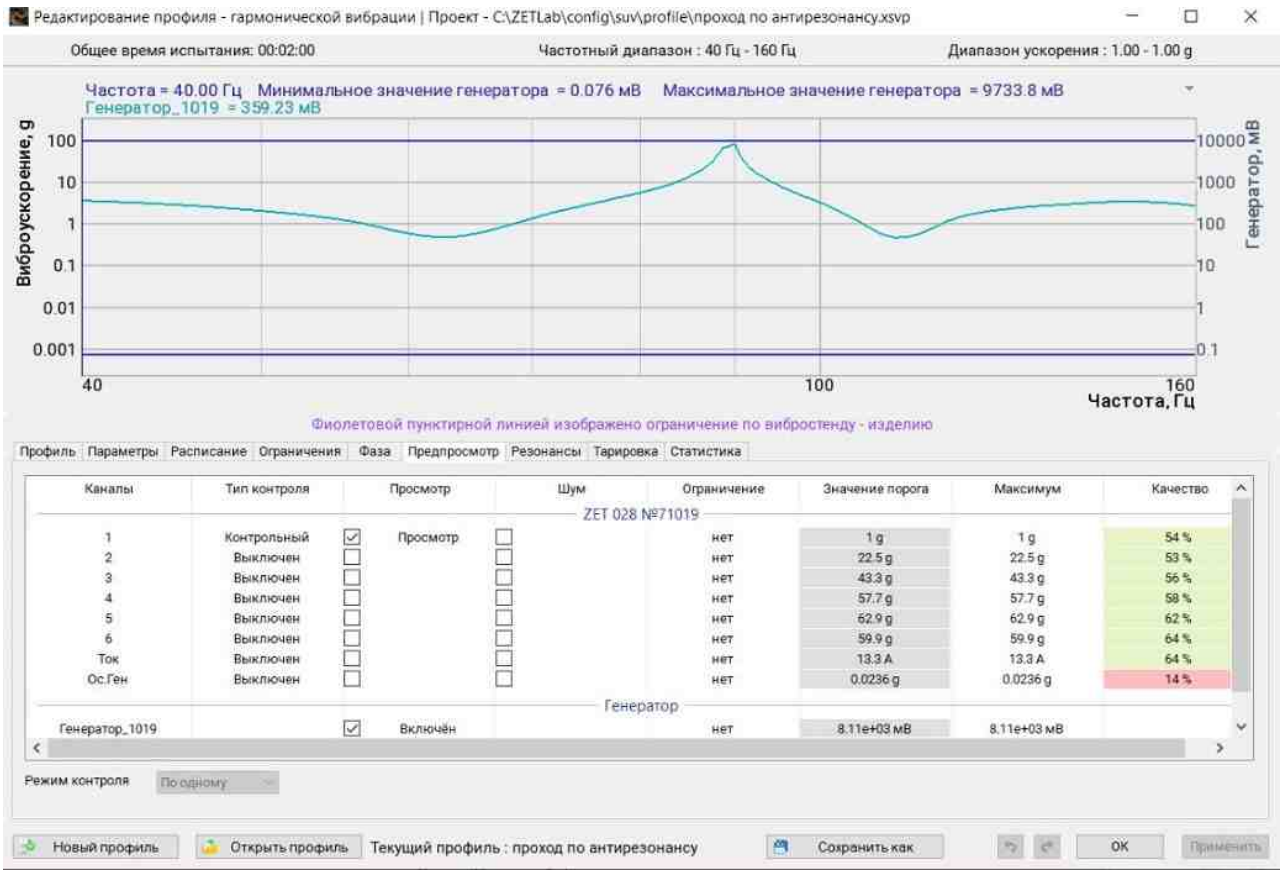


Рис. 5. График ожидаемого напряжения на выходе, при контроле по датчику №1

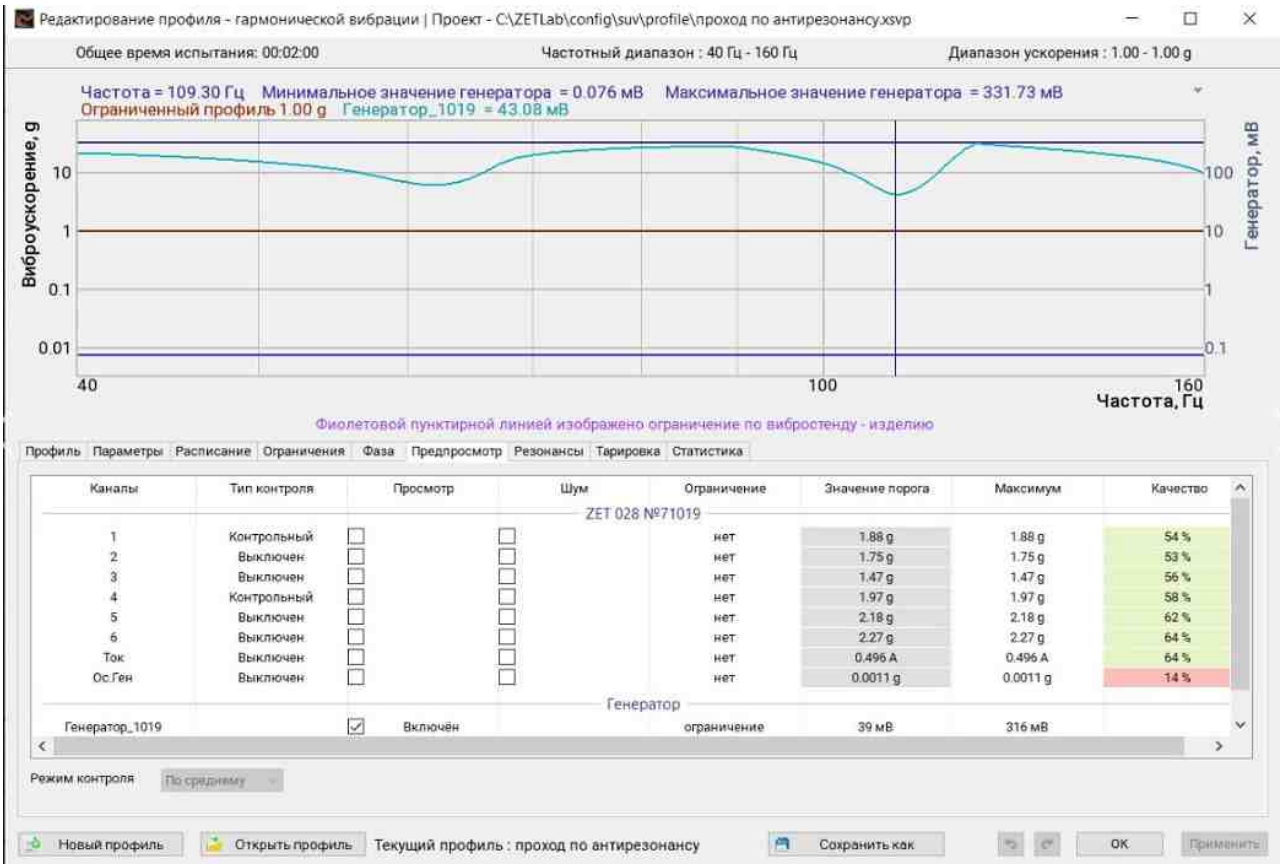


Рис. 6. График ожидаемого напряжения на выходе, при контроле по среднему значению от датчиков №1 и №4

По первому изображению видно, что в частотном диапазоне профиля испытаний датчик №1 имеет антирезонанс на частоте 90 Гц, и при его прохождении контроллер выдаст напряжение более 8 вольт. Если добавить канал №4 как второй контрольный, то при прохождении всего профиля напряжение на выходе составит не более 330 мВ, что видно на Рис. 6. Результат испытаний на Рис. 7 очень хорошо соответствует предварительному расчёту. Ожидаемый график напряжения соответствует реальному, достигая ограничения напряжения в 336 мВ.

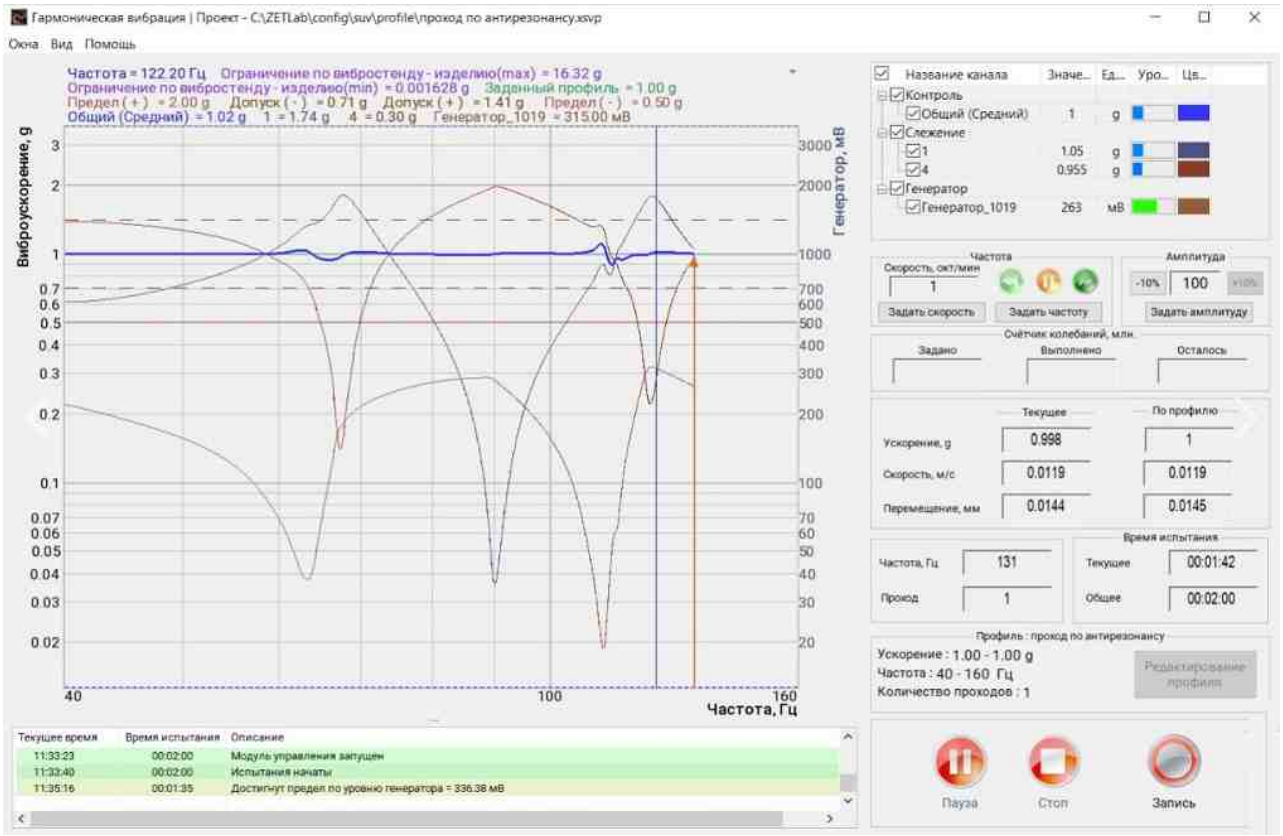


Рис. 7. Прохождение виброиспытаний по двум контрольным каналам

_____

P.S. Внимательный читатель может заметить, что на рисунке 4 АЧХ датчиков №1 и №4 совпадают на интервале частот от 270 до 330 Гц и имеют на это участке два резонанса и один антирезонанс. Если бы диапазон частот профиля испытаний был шире и включал этот участок, то нам бы пришлось подбирать другую пару датчиков для прохождения испытаний. Или даже тройку датчиков.

Вариант третий — ограничение

Если предыдущие варианты по каким-то причинам для конкретного варианта испытаний не подходят, то можно настроить ограничение либо по уровню следящих датчиков, либо по уровню генератора. Для этого в редакторе профиля необходимо на вкладке “предпросмотр” в столбце таблицы “Ограничение” выбрать вариант “ограничение”, а в столбце “Значение порога” задать значение, которое не должен превысить канал во время испытаний. Задать ограничение можно как по измерительным каналам, так и по каналам генератора. После задания значения порога на сетке появится график “Ограниченный профиль”, который будет показывать ожидаемую форму графика контрольного канала. В столбце “Просмотр” можно включить отображение предполагаемых форма графиков при проведении испытаний. Графики ожидаемых значений могут помочь при выборе значения ограничения.

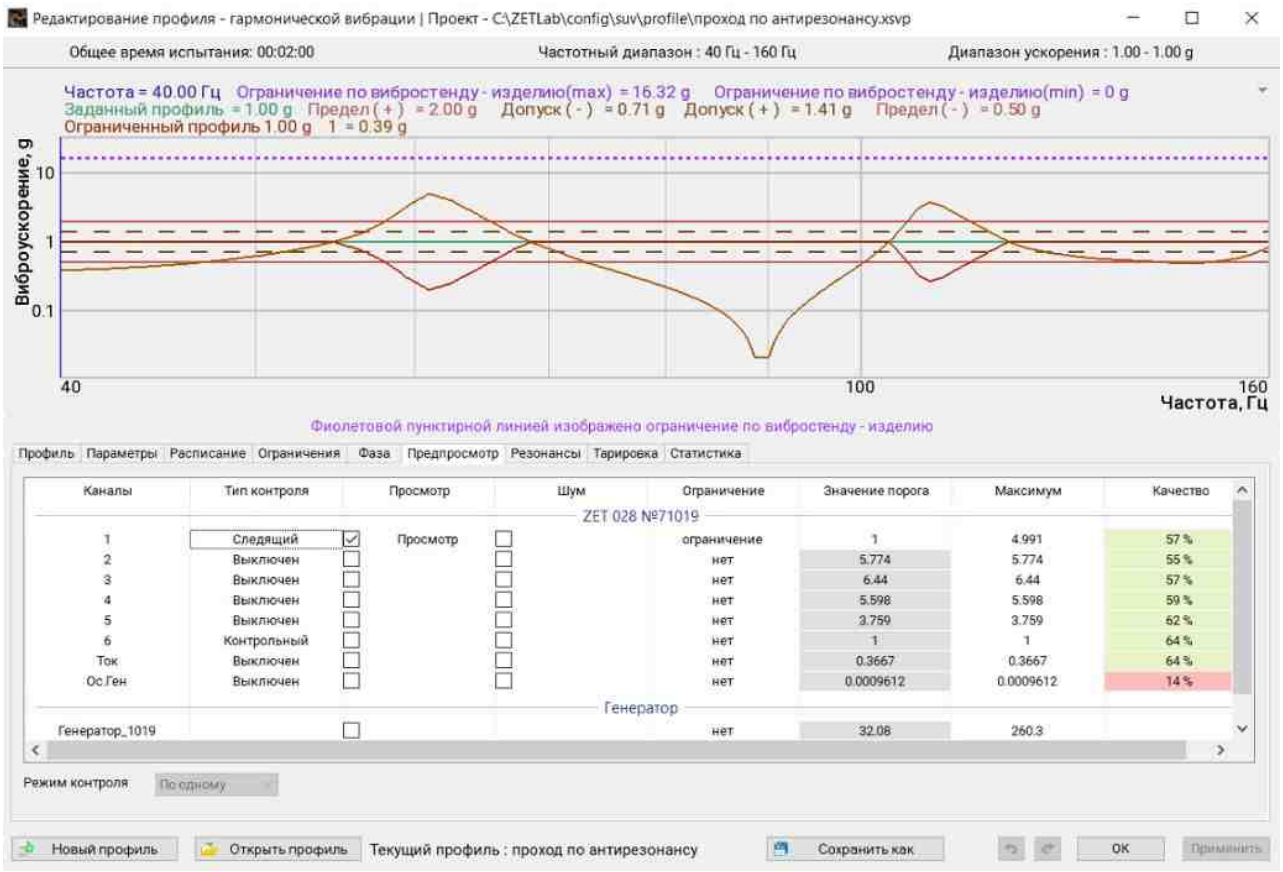


Рис. 8. Ограничение по резонансам на крайнем датчике

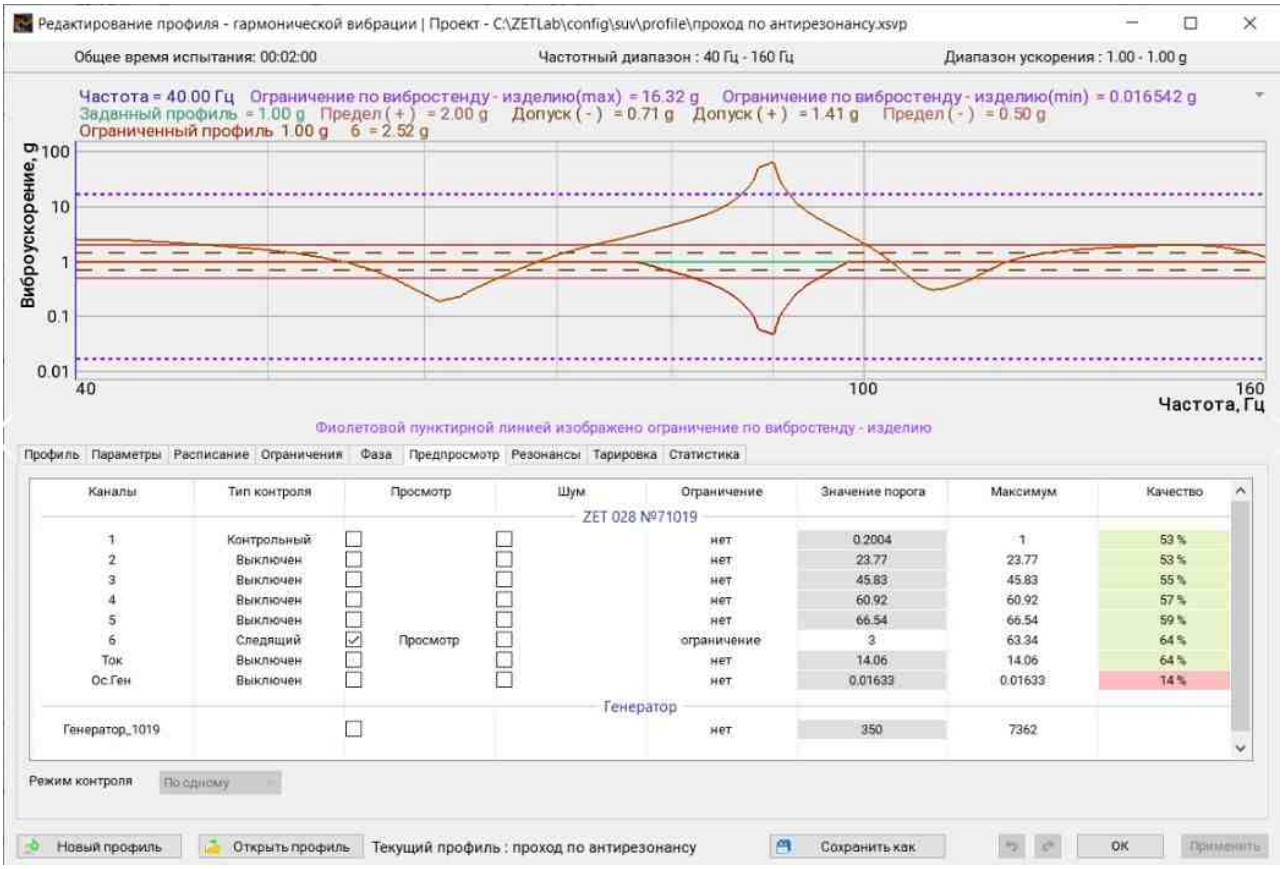


Рис. 9. Ограничение в точке антирезонанса по крайнему датчику

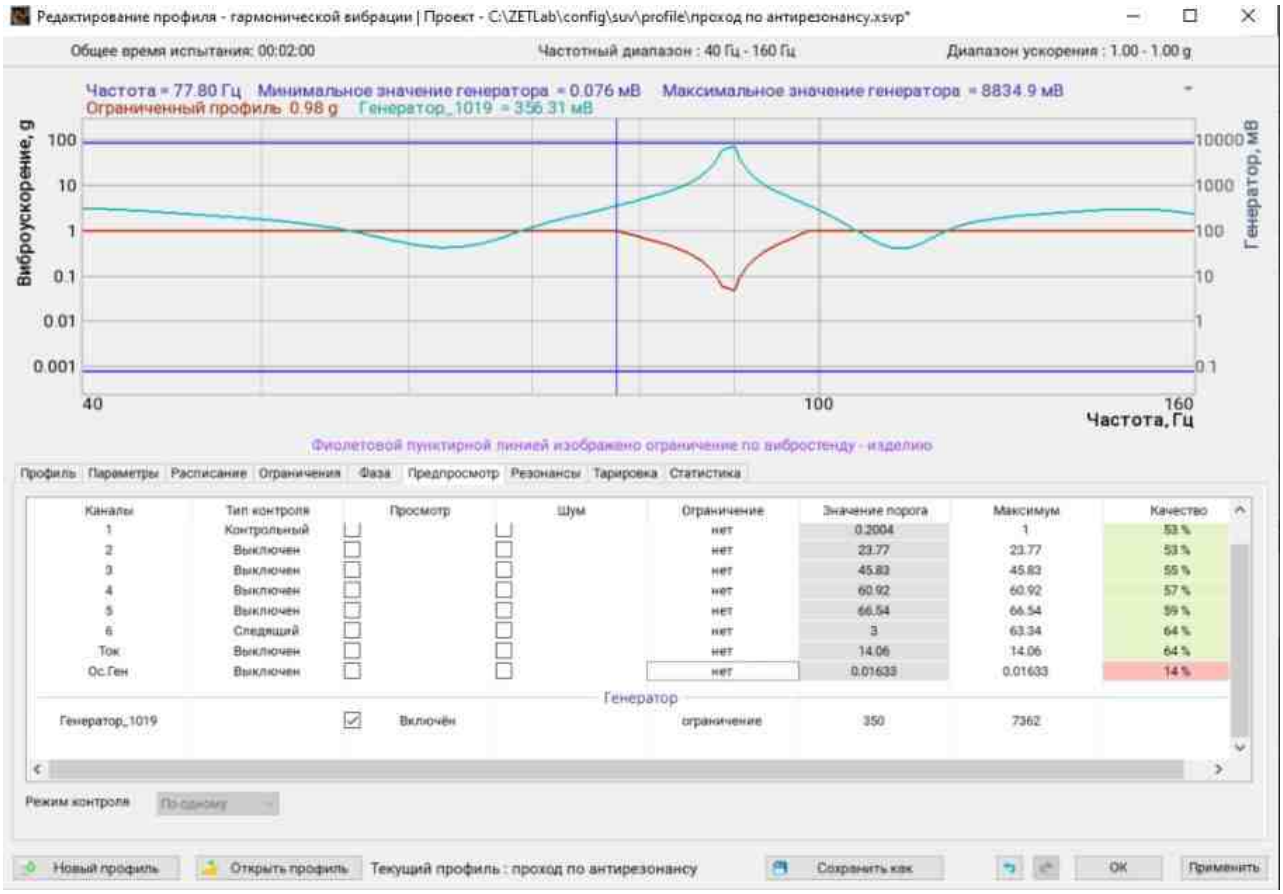


Рис.10. Ограничение в точке антирезонанса по каналу генератора

При проведении испытаний по профилю, в котором было включено ограничение, график нижнего критического предела будет спрятан и остановки испытаний, когда графика контрольного канала опуститься ниже его, не произойдёт. В нашем примере датчик №1 расположен на самом краю изделия, а датчик №6 расположен в центре. АЧХ этих датчиков приводились выше на Рис. 3.

Когда контроль ведётся по датчику №6, то мы увидим два резонанса на краю изделия. Включение ограничения по датчику №1 нам позволит пройти испытания без возбуждения резонансов в испытуемом изделии. Результат такого испытания показан на Рис. 11.

Когда контроль ведётся по датчику №1, то мы увидим увеличение амплитуды колебаний при прохождении антирезонанса. Программа испытаний будет удерживать амплитуду контрольного на заданном уровне за счёт увеличения напряжения и это приведёт к увеличению общей вибрации испытуемого изделия. Включение ограничения по датчику №6 или по каналу генератора позволит защитить испытуемое изделие от поломки. Результат такого испытания показан на Рис. 12.

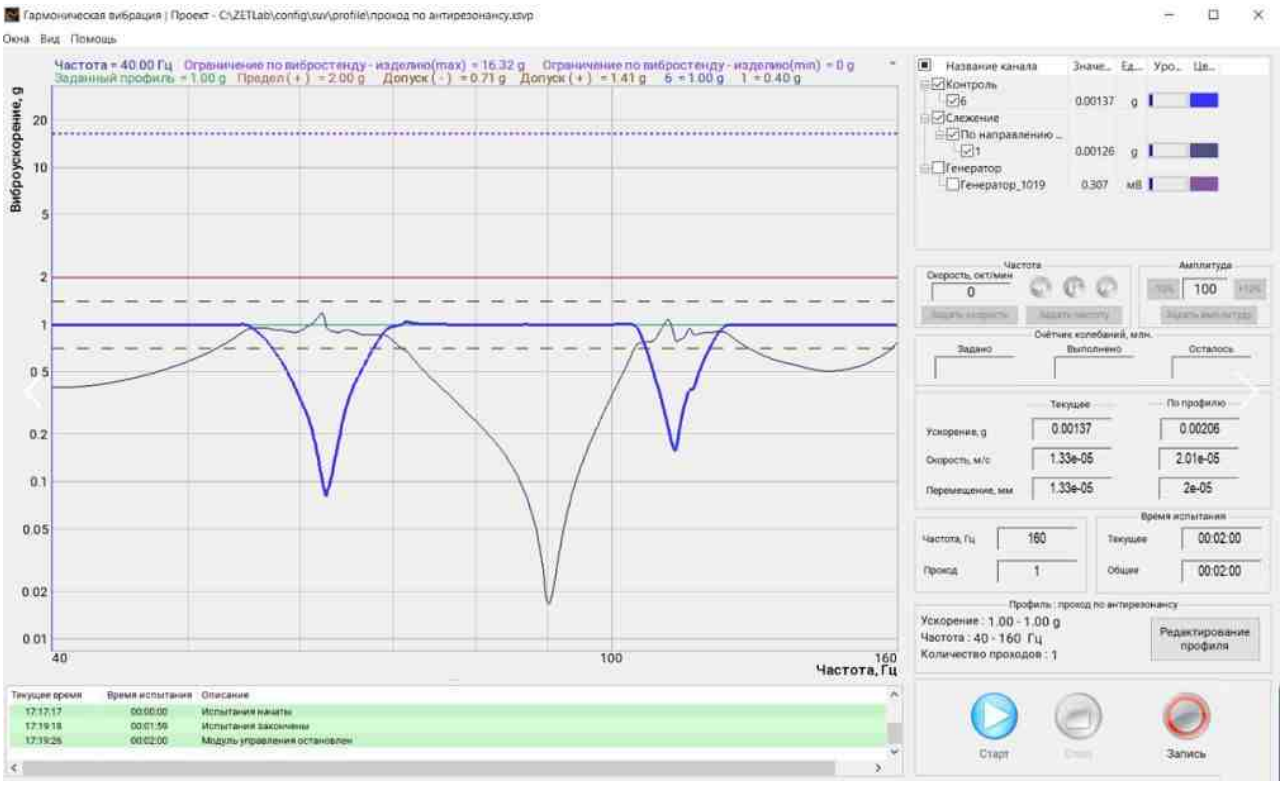


Рис.11. Прохождение испытаний при ограничении резонансов на крайнем канале

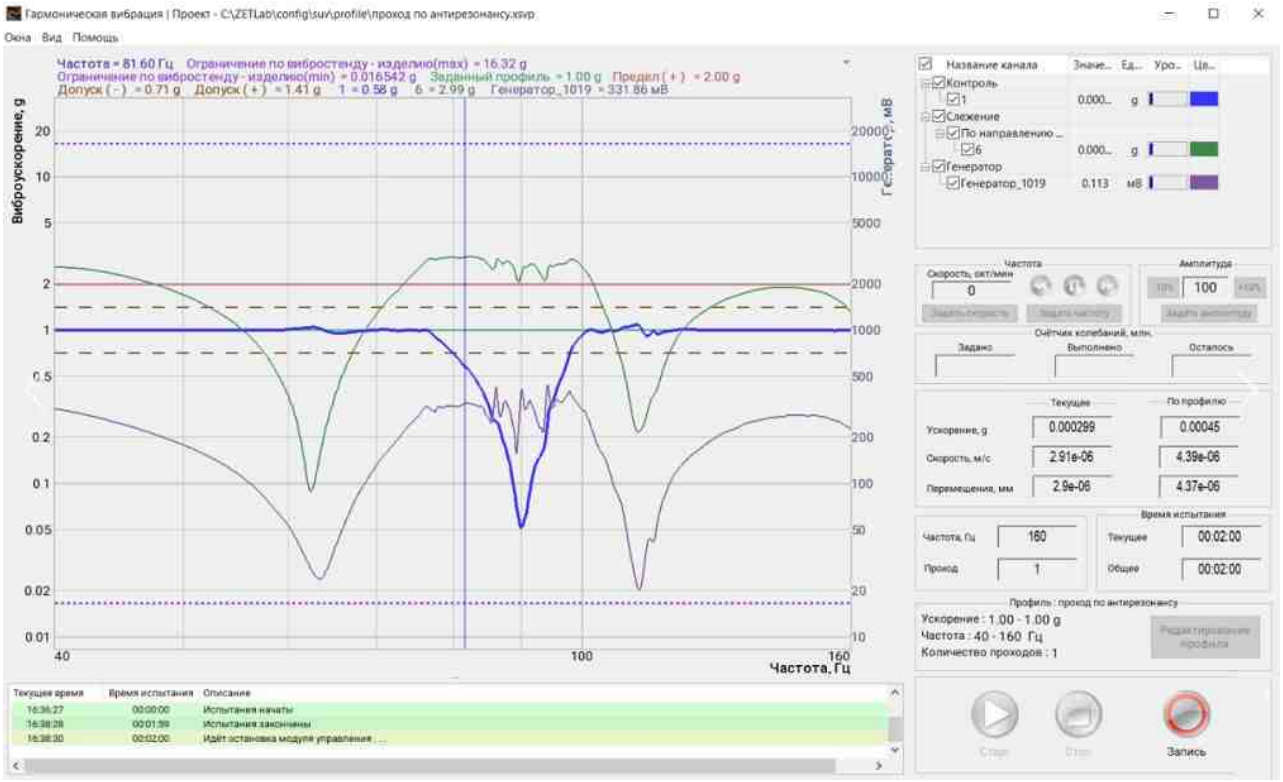


Рис. 12. Проведение испытаний при ограничении в точке антирезонанса крайнего датчика

Аттестация вибростендов в режиме ШСВ .....

АТТЕСТАЦИЯ ВИБРОСТЕНДОВ

режим воспроизведения широкополосной случайной вибрации

При испытаниях изделия на воздействие широкополосной случайной вибрации условия реальной эксплуатации воспроизводятся более точно, поэтому воспроизведение вибростендом этого типа вибрации является важнейшим элементом испытаний изделия на виброустойчивость и вибропрочность. В статье приводятся основные положения ОСТ 1 02705-90, определяющего порядок аттестации вибростендов в режиме воспроизведения широкополосной случайной вибрации, включая требования по ее периодичности и последовательности выполняемых операций, включая их описание.

Одним из основных требований, выдвигаемых при проектировании, создании и эксплуатации современных видов техники, является высокая устойчивость к внешним воздействиям, одним из которых является вибрация. Большинство вибрационных воздействий на изделие описывается базовой математической моделью, предусматривающей использование синусоидальной вибрации, широкополосной случайной вибрации (ШСВ) и классического удара.

Воздействие этих факторов на изделие проверяется на специальных установках, в состав которых в общих случаях входят вибростенд с закрепленными датчиками (акселерометрами), усилитель, система управления вибрацией и компьютер, обеспечивающий управление испытаниями, регистрацию, анализ и отображение их результатов в заданном виде.

Испытания на воздействие ШСВ проводятся с целью нейтрализовать основной недостаток синусоидальной вибрации, когда в сигнале присутствует только одна гармоника с заданным периодом (частотой) и амплитудой. Кроме того, в природе практически не существует идеальных синусоидальных волн.

Реальная вибрация состоит из произвольных кратковременных ударных колебаний, распространяющихся в широких областях спектра; в случае ШСВ на изделие воздействует случайный сигнал, содержащий все частоты заданного диапазона, что дает возможность наиболее точного воспроизведения условий эксплуатации изделия, когда частотные составляющие сигнала характеризуются случайной фазой и амплитудой.

Поэтому воспроизведение вибростендом широкополосной случайной вибрации является важнейшим элементом испытаний изделия на виброустойчивость и вибропрочность.

Аттестация вибростендов в режиме воспроизведения ШСВ выполняется в соответствии с требованиями ОСТ 1 02705-90 «Установки испытательные вибрационные. Порядок проведения аттестации в режиме воспроизведения широкополосной случайной вибрации».

Цель аттестации заключается в подтверждении их возможности воспроизводить условия испытаний в пределах допустимых отклонений, а также в установлении пригодности вибростендов к применению в соответствии с их назначением.

Периодичность аттестации определяется в зависимости от условий эксплуатации установки и ее интенсивности, а также от стабильности точностных характеристик. Если аттестация вибростенда в гармоническом режиме проведена, и ее результаты вместе с данными контрольной проверки аппаратуры управления ШСВ подтверждают предыдущие, периодическую аттестацию в режиме ШСВ можно не проводить.

При проведении аттестации испытательных вибрационных установок, оборудованных аппаратурой управления ШСВ, в соответствии с требованиями ОСТ 1 02705-90 выполняются следующие операции:

- **внешний осмотр** (п. 6.1 указанного Стандарта): проверяется отсутствие механических повреждений и выполнение требований, касающихся комплектации технической документацией, проверки требований безопасности, свидетельств о поверке средств измерений, а также проверки аппаратуры управления ШСВ (точностные характеристики) на соответствие технической документации;
- **опробование** (п. 6.2): при выполнении этой операции проверяется заземление (правильность и надежность), включение и функционирование вибростенда, включая прогрев в течение установленного технической документацией времени;
- **определение номинального диапазона воспроизводимой спектральной плотности ускорения – СПУ** (п. 6.3): выполняется запись СПУ сигнала шума, рассчитывается нижний и верхний предел воспроизводимого уровня СПУ;
- **определение неравномерности задания СПУ** (п. 6.4): операция выполняется в контрольной точке стола и трех наиболее удаленных от центра стола точках крепления при первичной аттестации и в одной контрольной точке при периодической либо внеплановой аттестации. В ходе операции воспроизводится график СПУ (посредством использования аппаратуры управления ШСВ) и проверяется выполнение требования о нахождении заданного ускорения в номинальном диапазоне частот в заданном диапазоне. Затем с помощью средств измерений выполняется запись СПУ в номинальном диапазоне частот и определяется неравномерность ее задания;
- **определение относительного уровня ускорения за пределами номинального диапазона частот** (п. 6.5) выполняется при задании графика СПУ с учетом выполнения условия, определяемого нахождением заданного ускорения в номинальном диапазоне частот в заданном диапазоне;
- **определение пределов относительной погрешности воспроизведения среднего квадратического значения (СКЗ) ускорения** (п. 6.6) выполняется с доверительной вероятностью 0,9 в зависимости от предела относительной погрешности виброметра из состава установки и предела дополнительной погрешности от неравномерности АЧХ виброметра.
- **определение предела относительной погрешности воспроизведения СПУ** (п. 6.7) выполняется также с доверительной вероятностью 0,9 в зависимости от пределов неравномерности АЧХ виброметра, относительной погрешности анализатора спектра при измерении нормированных значений амплитуд составляющих спектра, неисключенной систематической погрешности регистратора, а также неравномерности задания СПУ в контрольной точке и оценки погрешности анализа (остаточной пульсации), которая определяется в соответствии с ГОСТ 28222-89 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Fdb: Широкополосная случайная вибрация. Средняя воспроизводимость».

Перечисленные выше операции являются обязательными как при проведении первичной аттестации, так и периодической либо внеочередной. Исключение составляет только операция по п. 6.5, которая при проведении периодической либо внеочередной проверки не выполняется.

Результаты аттестации оформляются протоколом в соответствии с требованиями ОСТ 1 00422-2005.

Значения параметров, полученные при аттестации, сравниваются с допустимыми значениями, установленными нормативно-технической документацией на вибростенд. При соответствии полученных при испытаниях результатов установленным требованиям метрологической службой оформляется аттестат, оформленный в соответствии с требованиями ОСТ 00422. При этом значения, подлежащих периодическому контролю эксплуатационных параметров копируются из протокола в формуляр вибростенда, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.601-2013 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

При отрицательных результатах аттестации аттестат не выдается и в протокол испытаний заносится запись о недопустимости эксплуатации вибростенда.

Испытания на воздействие синусоидальной вибрации .....

ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СИНУСОИДАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ ПО ГОСТ 28203 (СТ МЭК 68-2-6)

Целью данного испытания является выявление механических дефектов и/или ухудшения заданных характеристик, а также сопоставление полученных результатов с требованиями соответствующей НТД для определения степени годности элементов, аппаратуры и других изделий (далее — образца) к воздействию вибрации заданной степени жёсткости. В некоторых случаях это испытание может быть использовано для определения конструктивной прочности образцов и/или изучения их динамических характеристик. Кроме того, на основе степеней жёсткости может быть проведена классификация элементов по различным категориям. В соответствующей НТД следует также оговорить, должен ли образец работать во время испытания или только выдерживать условия испытания.

Степень жёсткости испытания определяют сочетанием следующих трех параметров: частотного диапазона, амплитуды вибрации и длительности воздействия вибрации (выраженной количеством циклов качания или временем).

Рекомендуемые диапазоны частот: 1…35, 1…100, 10…55, 10…150, 10…500, 10…2000, 10…5000, 55…500, 55…2000, 55…5000, 100…2000 Гц.

Амплитуда вибрации (ускорения и перемещения или того и другого) должна быть указана в соответствующей НТД. Ниже установленной частоты, известной как частота перехода, все амплитуды задаются как постоянное перемещение, выше этой частоты — как постоянное ускорение. Каждое значение амплитуды перемещения связано соответствующем значением амплитуды ускорения таким образом, что на частоте перехода уровень вибрации одинаков. До верхней частоты 10 Гц обычно удобно указывать амплитуду перемещения по всему диапазону частот.

В соответствующей НТД должна выбираться длительность воздействия вибрации из рекомендуемых ниже. Если длительность воздействия составляет 10 ч или более для каждого направления или частоты, время может быть разделено на периоды при условии, что механические напряжения в образце (вследствие нагрева или других причин) не уменьшаются.

При воздействии вибрации методом качающейся частоты длительность воздействия вибрации в направлении каждой оси должна определяться числом циклов качания, установленном в соответствующей НТД из следующего ряда: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100.

Воздействие вибрации на фиксированных частотах различают двух типов: на критических частотах и на заранее заданных частотах. При воздействии вибрации на критических частотах длительность выдержки в каждом направлении должна быть выбрана из следующего ряда: (10±0.5) мин; (30±1) мин; (90±1) мин; 10 ч ±5 мин. При воздействии вибрации на заранее заданных частотах длительность, указанная в соответствующей НТД, должна учитывать полное время, в течение которого образец подвергается вибрации во время эксплуатации. Верхний предел 10^7 колебаний должен применяться для каждой комбинации частоты и направления оси.

При первоначальных измерениях, если в соответствующей НТД указана необходимость, должны быть произведены измерения электрических параметров и проверки механических характеристик перед выдержкой. В соответствующей НТД должно быть установлено число осей, в направлении которых проводят воздействие вибрации, и их относительное расположение. Если это не указано, то образец должен поочередно подвергаться воздействию вибрации в трех взаимно перпендикулярных направлениях, которые выбираются таким образом, чтобы легко было выявить повреждения.

Управляющий сигнал формируется с помощью сигнала от одной или нескольких контрольных точек. Во втором случае сигналы подвергаются или непрерывному арифметическому усреднению, или обработке, которая оговаривается в соответствующей НТД.

Применяемая методика испытаний должна выбираться при разработке, соответствующей НТД из этапов, приведенных ниже. В общем случае этапы испытания следует проводить последовательно в направлении одной и той же оси и затем повторять для других осей. Необходимо принять специальные меры в том случае, когда образцы, эксплуатируемые обычно с амортизаторами, испытывают без них. При необходимости контроль требуемой амплитуды вибрации дополняют одновременным ограничением максимального уровня возбуждающей силы, подаваемой на вибрационную установку.

Этапы испытаний:
- исследование реакции образца на вибрационное воздействие;
- вибрационное воздействие.

Обычно исследование реакции образца при воздействии вибрации в требуемом диапазоне частот следует проводить на протяжении всего цикла качания в тех же условиях, что и при выдержке, но амплитуда вибрации и скорость качания могут быть уменьшены по сравнению с номинальными значениями, если необходимо определить более точно реакцию изделия на вибрационные воздействия. При этом следует избегать чрезмерного увеличения длительности воздействия вибрации. В соответствующей НТД может быть указана необходимость функционирования образца во время исследования реакции образца на вибрационное воздействие. На данном этапе образец исследуют для выявления критических частот, на которых:
- происходит выход из строя образца и/или ухудшение его характеристик, зависящих от вибрации;

- возникают механические резонансы или другие связанные с ними явления, например, дребезжание.

Реакция образца, а также все частоты и амплитуды, на которых эти явления имеют место, должны быть зарегистрированы.

При вибрационном воздействии на образец рассматриваются два метода:
- воздействие вибрации методом качания частоты;
- воздействие вибрации на фиксированных частотах.

Воздействие вибрации методом качания частоты является предпочтительным. Частота должна изменяться в пределах частотного диапазона, амплитуда и длительность воздействия должны быть установлены в соответствующей НТД. Если необходимо, частотный диапазон может быть разбит на несколько поддиапазонов при условии, что механические напряжения в образце не уменьшаются.

При воздействии вибрации на фиксированных частотах образец подвергают вибрации на частотах, выявленных при исследовании поведения образца при воздействии вибрации и на заранее заданных частотах, установленных в соответствующей НТД.

Испытания на воздействие синусоидальной вибрации (по ГОСТ 28203 (СТ МЭК 68-2-6)) в автоматическом режиме проводятся с помощью системы управления вибростендами **ZET 017-U** *через интерфейс программы* **Генератор с обратной связью (Синусоидальная вибрация)**.

Испытание изделий на воздействие случайной вибрации .....

ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ СЛУЧАЙНОЙ ВИБРАЦИИ

по ГОСТ 28220 (СТ МЭК 68-2-34)

Испытание на воздействие случайной вибрации представляет собой сложный вид испытания. В данном виде испытания часто употребляется такой термин, как «спектральная плотность ускорения (СПУ)». Его надо понимать, как «спектральная плотность ускорения случайной вибрации, выраженная в единицах «ускорение в квадрате, деленная на частоту (g^2/Гц)». Спектр СПУ определяет закон изменения СПУ в пределах частотного диапазона.

Целью испытания является определение способности изделий, элементов и аппаратуры выдерживать воздействие случайной вибрации заданной степени жёсткости, а также выявление возможных механических повреждений и/или ухудшения заданных характеристик изделия для решения вопроса о пригодности образца. Во время испытания образец подвергают воздействию случайной вибрации с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот. Вследствие сложной механической реакции образца и его крепления — это испытание требует особой тщательности при его подготовке и проведении.

Для облегчения использования методов испытаний программу испытаний делят на 4 раздела:
- испытание Fd. СТ МЭК 68-2-34 (ГОСТ 28220);

- испытание Fda. СТ МЭК 68-2-35 (ГОСТ 28221);
- испытание Fdb. СТ МЭК 68-2-36 (ГОСТ 28222);
- испытание Fdc. СТ МЭК 68-2-37 (ГОСТ 28223).

Каждый из последний трех разделов представляет собой законченный метод испытания с рекомендуемыми методами подтверждения, содержащимися в приложениях. Все сведения, которые требуются разработчику соответствующей НТД, приведены в испытании Fd. Сведения, необходимые инженеру-испытателю, приведены в испытаниях Fda, Fdb, Fdc (в зависимости от того, какое из них требуется).

Теория испытания

Для всех методов испытаний требуется определенная степень воспроизводимости, особенно для квалификационных или приемочных испытаний, проводимых для испытания одного и того же типа образцов различными организациями, такими как поставщик и потребитель изделий электронной техники.

Слово «воспроизводимость», употребляемое здесь, не означает сходимость результатов, полученных в условиях испытаний и в реальных условиях; под ним подразумевается получение аналогичных результатов испытаний, которые проводятся в различных лабораториях различным обслуживающим персоналом. Большое расхождение требований к различным значениям допусков при определенном уровне жёсткости, а также обеспечение достоверности результатов испытаний приводят к введению трех воспроизводимостей: высокая (допуск в контрольных точках: ±3 дБ; в измерительных точках: ±5 дБ), средняя (± 6 дБ в контрольных точках), и низкая (допуски не устанавливается). Для каждой вопроизводимости можно сделать выбор метода подтверждения, принимая во внимание как динамические характеристики испытуемого образца, так и наличие испытательного оборудования.

Требования обеспечения воспроизводимости включают в себя контроль за уровнем вибрации в пределах узкой полосы частот. Несмотря на то, что выравнивание частот в узкой полосе обеспечивает лучшую воспроизводимость, чем в широкой полосе, выравнивание в узкой полосе частот в меньшей мере учитывает влияние окружающей среды на испытуемый образец. Однако выравнивание в широкой полосе частот приводит к тому, что резонанс внутри образца изменяет испытательный уровень настолько, что могут возникнуть пики и провалы. При эксплуатации реальные условия окружающей среды обычно способствуют возникновению пиков и провалов вследствие влияния окружающей среды на образец. Кроме того, маловероятно, чтобы эти пики и провалы совпали с пиками и провалами, возникающими при испытаниях в лаборатории.

Для этого испытания степень жёсткости вибрации определяется соотношением следующих параметров:
- диапазон частот;
- уровень СПУ;
- длительность выдержки.

Для простоты в этом испытании используют равномерный спектр. При особых обстоятельствах может оказаться возможной иная форма спектра, указываемая как функция частоты.

Наиболее часто используемые диапазоны частот: 20…150, 20…500, 20…2 000 Гц.

Номинальный уровень СПУ в заданном частотном диапазоне следует выбирать из следующих значений: 0,0005; 0,001; 0,002; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0.5; 1; 2; 5; 10 g^2/Гц.

Длительность выдержки следует выбирать из значений, приведенных ниже. Если требуемая длительность равна или более 10 ч в каждом направлении, то это время может быть разделено на периоды по 5 ч каждый, при условии, что напряжения, возникающие в изделии (вследствие нагрева и т.д.), не уменьшаются. Любая заданная длительность является суммарным временем выдержки, которое должно быть поровну разделено между каждыми заданными направлениями: 30 с, 90 с, 3 мин, 9 мин, 30 мин, 90 мин, 3 ч, 9 ч, 30 ч.

Перед проведением испытания необходимо подвергнуть образец воздействию синусоидальной вибрации для снятия частотной характеристики, и также провести испытания для обнаружения резонансных частот.

При снятии частотной характеристики испытания на синусоидальную вибрацию проводят по всему частотному диапазону в обоих направлениях, причем амплитуда синусоидального возбуждения находится в зависимости от заданной степени жёсткости испытания на случайную вибрацию.

В процессе испытания для обнаружения резонансных частот сравнивают частоты, на которых возникают механические резонансы и другие зависящие от частоты явления (например, нарушение нормального режима работы) для того, чтобы получить дополнительную информацию относительно остаточных явлений, вызванных испытанием на воздействие случайной вибрации. В соответствующей НТД должно быть указано, что следует предпринять, если возникают какие-либо изменения резонансной частоты.

При первоначальных измерениях, если в соответствующей НТД указана необходимость, должны быть произведены измерения электрических параметров и проверки механических характеристик перед выдержкой. Во время выдержки образец подвергают воздействию случайной вибрации при заданном уровне. Образцы подвергают воздействию вибрации в трех взаимно перпендикулярных осях поочередно, если иное не оговорено в соответствующей НТД. Направления воздействия вибрации выбираются таким образом, чтобы все дефекты образца можно было легко выявить. Если иное не установлено в соответствующей НТД, то аппаратура должна находиться в рабочем состоянии, если это возможно, для того чтобы можно было определить, как нарушения работоспособности образца, так и его механические дефекты. В соответствующей НТД следует установить, требуются ли измерения электрических параметров, и проверка механических характеристик во время выдержки и на какой стадии они должны быть проведены.

Существуют три метода испытания на воздействие широкополосной вибрации:
- воздействие широкополосной случайной вибрации;
- узкополосная случайная вибрация на фиксированных частотах;
- случайная вибрация методом качающейся частоты.

Эти три метода испытаний на воздействие вибрации не рассматривают как эквивалентные и поэтому должны быть представлены как отдельные испытания. Широкополосные

испытания рассматривают в первую очередь, кроме того, с технической точки зрения, этот вид испытания наиболее совершенен.

Методики испытания на воздействие случайной вибрации дополняют существующие испытания на воздействие синусоидальной вибрации по СТ МЭК 68-2-6 (ГОСТ 28203), что является еще одним шагом вперед по воспроизведению типа вибрации, существующей в реальных условиях, а также для имитации воздействий на образец, более точно воспроизводящих условий эксплуатации. Испытание на случайную вибрацию следует применять во всех случаях, когда это экономически возможно, т.к. существуют повреждения, которые не выявляются при воздействии синусоидальной вибрации и которые могут быть легко выявлены в результате испытания на воздействие случайной вибрации.

Испытания на воздействие ударных нагрузок .....

ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

по ГОСТ 28213 (одиночный удар) и ГОСТ 28215 (многократные удары)

Испытания на воздействие классического удара проводят для элементов, аппаратуры и других электротехнических изделий с целью определения их устойчивости к воздействию одиночных (ГОСТ 28213) и многократных (ГОСТ 28215) ударных нагрузок. Как проводятся эти испытания? Какое требуется оборудование? Какие параметры следует задавать? Эти вопросы будут рассмотрены в данном разделе.

Любое электротехническое оборудование в процессе эксплуатации и транспортирования подвергается воздействию внешних факторов, в том числе — ударам, одиночным или многократным, различной природы и уровня воздействия. Испытание на воздействие удара по ГОСТ 28213 обеспечивает удобный метод определения способности образцов выдерживать воздействие одиночного удара. Для повторяющихся ударов испытание следует проводить согласно ГОСТ 28215.

Прежде всего следует понимать, что целью испытаний по ГОСТ 28213 и ГОСТ 28215 является определение механических дефектов и (или) ухудшения заданных характеристик, а также использование этой информации вместе с требованиями нормативно-технической документации для определения конструктивной прочности образцов или как средство контроля их качества.

Испытательное оборудование

В зависимости от сложности испытаний, воздействие на образец ударной нагрузки может осуществляться с помощью ударной установки, на электродинамическом вибростенде, методом свободного падения и др. На ударных установках параметры удара контролируются по показаниям датчика силы. При проведении испытаний на электродинамических вибростендах по показаниям акселерометра контролируется воспроизводимое ускорение и строится график зависимости ускорения от времени для получения реальной формы импульса. Критерием попадания формы импульса в заданный допуск может служить соответствие значения виброскорости, полученного путем интегрирования кривой ускорение-время, значению из таблицы 1. При испытании образца методом свободного

падения изменение скорости определяется высотой падения и отскока, при этом образец испытывает постоянное ускорение.

Выбор оборудования

Испытательное оборудование должно обеспечивать воспроизведение требуемых параметров с заданной точностью. Характеристики измерительной системы должны быть такими, чтобы можно было зарегистрировать значение действительного импульса.

Электродинамические вибростенды позволяют воспроизводить все формы сигналов, описанные в ГОСТ 28213. Параметры вибростенда определяют степень жёсткости при испытаниях. Для проведения испытаний на электродинамическом вибростенде также потребуются: акселерометр для определения параметров воспроизводимой вибрации, анализатор спектра для измерения сигнала с акселерометра и управления вибростендом, программное обеспечение, позволяющее проводить испытания в автоматическом режиме по заданному профилю с непрерывным контролем всех параметров.

При выборе оборудования следует особое внимание обратить на значения воспроизводимых ускорения, скорости и перемещения, а также частотный диапазон не только самого вибростенда, но и акселерометра, и измерительной и задающей аппаратуры, применяемой при испытаниях. Немаловажным параметром является максимальная масса загрузки вибростенда, поскольку испытание некоторых изделий требуется проводить в упаковке, которая, иной раз, соизмерима с весом самого прибора.

Параметры испытаний

Степень жёсткости и форма ударного импульса, воздействующего на образец, по возможности должны определяться внешними условиями, которым образец подвергается во процессе эксплуатации и транспортирования. Но, поскольку образцы зачастую подвергаются ударам различной амплитуды, имеющим сложный и случайный характер, целью испытания не является точное воспроизведение этих воздействий. Параметры испытаний стандартизованы, а допуски выбраны таким образом, чтобы можно было получить аналогичные результаты, при проведении испытаний в различных лабораториях различным обслуживающим персоналом. Стандартизация значений параметров позволяет группировать изделия по категориям в соответствии с их способностью выдерживать определенные степени жёсткости, указанные в ГОСТ 28213 и ГОСТ 28215.

Определения:

- степень жёсткости удара — комбинация пикового ускорения и длительности импульса;
- степень жёсткости многократных ударов — сочетание пикового ускорения, длительности импульса и количества ударов;
- форма импульса — временная зависимость номинального ускорения, воспроизводимого установкой и воздействующего на образец;
- изменение скорости (импульса ударного ускорения) — абсолютное значение мгновенного приращения скорости во времени от приложенного ускорения.

При проведении испытаний на воздействие одиночных ударов необходимо выбрать форму (полусинусоидальный, трапецеидальный или пилообразный), амплитуду и длительность импульса. Изменение скорости должно находиться в пределах 15 % номинального импульса.

Испытания на воздействие многократных ударов проводятся воздействием полусинусоидальных импульсов определенной амплитуды, длительности и частоты следования. Изменение скорости должно находиться в пределах 20 % номинального импульса.

При испытаниях на воздействие ударных нагрузок ускорение образца в направлении, перпендикулярном воздействию, не должно превышать 30 % ускорения в заданном направлении.

Проведение испытаний

При проведении испытаний на удар образец всегда крепят к крепежному приспособлению или вибрационному столу испытательной установки.

При проведении испытаний на воздействие одиночного удара, в каждом направлении по трем взаимно перпендикулярным осям образца должно быть приложено три последовательных удара, т.е. общее число ударов — 18.

При проведении испытаний образцов типа «элемент» на воздействие многократных ударов, заданное число ударов (см. табл. 3) должно быть приложено в каждом направлении по трем взаимно перпендикулярным осям образца.

При проведении испытаний аппаратуры на воздействие многократных ударов, заданное число ударов (см. табл. 3) должно быть приложено в каждом направлении по трем взаимно перпендикулярным осям образца. Если положение образца при монтаже или транспортировании известно и если при монтаже наиболее сильные удары воздействуют в одном направлении, то допускается прикладывать заданное количество ударов только в этом положении образца или направлении.

Выбор параметров

В таблице ниже приведены значения скорости и длительности импульсов при испытаниях на воздействие одиночных ударов, рекомендуемых ГОСТ 28213 и соответствующие им значения изменения скорости для каждого типа импульса. Предпочтительные комбинации выделены строками темного цвета.

Таблица 1. Ускорение, длительность импульса и изменение скорости для различных типов сигналов

Пиковое ускорение, A, g	Соответствующая длительность номинального	Соответствующие изменения скорости импульса Δv, м·с$^{-1}$

	импульса, D, мс	полусинусоидального $\Delta v=(2/\Pi)AD\times10^{-3}$	пилообразного с пиком на конце пульса $\Delta v=0.5AD\times10^{-3}$	трапецеидального $\Delta v=0,9AD\times10^{-3}$
5	30	1,0	—	—
15	11	1,0	0.8	1,5
30	18	3,4	2,6	4,8
30	11	2,1	1,6	2,9
30	6	1,1	0,9	1,6
50	11	3,4	2,7	4,9
50	3	0,9	0,7	1,3
100	11	6,9	5,4	9,7
100	6	3,7	2,9	5,3
200	6	7,5	5,9	10,6
200	3	3,7	2,9	5,3
500	1	3,1	—	—
1000	1	6,2	—	—
1500	0.5	4,7	—	—
3000	0,2	3,7	—	—

В таблице ниже приведены формы импульса и степени жёсткости, рекомендуемые при испытаниях различных образцов на воздействие одиночного удара по ГОСТ 28213.

Таблица 2. Примеры форм ударного импульса и степеней жёсткости, используемых при испытаниях на воздействие удара для различного применения по ГОСТ 28213-89

Степень жёсткости		Форма импульса	Элементы	Аппаратура
пиковое ускорение, g	длительность, мс			
15	11	Пилообразный со спадом на конце, полусинусоидальный, трапецеидальный		Основное испытание для определения прочности, при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировании. Стационарная аппаратура, транспортируемая только автомобильным, железнодорожным и авиационным транспортом в защитной противоударной упаковке
30	18	Пилообразный со спадом на конце,		Испытание на прочность конструкции

		полусинусоидальный, трапецеидальный		крепления аппаратуры. Аппаратура, установленная или транспортируемая в закрепленном положении на железнодорожном, автомобильном или воздушном транспорте
50	11	Пилообразный со спадом на конце, полусинусоидальный, трапецеидальный	Элементы в защитной упаковке, транспортируемые колесным транспортом (по автодорогам и железным дорогам), дозвуковыми и сверхзвуковыми самолетами, торговыми судами или легкими военными кораблями.	Аппаратура, устанавливаемая и транспортируемая в закрепленном положении транспортными средствами повышенной проходимости. Аппаратура, перевозимая в незакрепленном положении по автодорогам и железным дорогам длительное время.
			Элементы, установленные в аппаратуру, транспортируемую или установленную на колесный транспорт, передвигающийся по автодорогам или железной дороге, на дозвуковые и сверхзвуковые транспортные самолеты, торговые суда и легкие военные корабли.	Аппаратура, используемая в промышленности и подвергаемая ударам при механизированных погрузочно-разгрузочных работах, например, доковые краны, автопогрузчики.
			Элементы, устанавливаемые в аппаратуру, предназначенную для тяжелой промышленности	
100	6	Пилообразный со спадом на конце, полусинусоидальный, трапецеидальный	Элементы в защитной упаковке, транспортируемые транспортными средствами повышенной проходимости.	Отдельные удары при погрузочно-разгрузочных работах на автомобильном или железнодорожном транспорте
			Элементы, установленные в	Удары высокой интенсивности пуска,

			аппаратуру, транспортируемую или размещенную на транспортных средствах повышенной проходимости	разделением частей ракет (космических кораблей), аэродинамического удара и при входе космического корабля в плотные слои атмосферы
			Элементы, установленные в аппаратуру, размещаемую на дозвуковых и сверхзвуковых транспортных самолетах. Элементы, установленные в аппаратуру, перевозимую в незакрепленном состоянии автомобильным или железнодорожным транспортом в течение длительного времени	Портативная аппаратура
500	1	Полусинусоидальный	Испытание прочности конструкции полупроводниковых приборов, интегральных схем, микросхем и микросборок	Удары, вызванные взрывом, произведенным на земле, в воде или в воздухе
1500	0.5	Полусинусоидальный	Испытание прочности конструкции полупроводниковых приборов, интегральных схем, микросхем и микросборок	

В таблице ниже приведены степени жёсткости, рекомендуемые при испытаниях различных образцов на воздействие многократных ударов по ГОСТ 28215.

Таблица 3. Примеры степеней жёсткости для испытаний на воздействие многократных ударов, типичных для различного применения по ГОСТ 28215

Степени жёсткости			Элементы	Аппаратура
Пиковое ускорение, g	Длительность, мс	Число ударов в каждом направлении		
10	16	1000	Транспортирование в заводской упаковке хрупких изделий по	Обычное испытание на прочность аппаратуры,

			автомобильной дороге, исключая пересеченную местность	установленной или транспортируемой в закрепленном положении и перевозимой колесным транспортом обычной проходимости
15	6	4000	Проверка минимальной прочности для изделий общего назначения с главными механическими нагрузками, имеющими место при транспортировании	Аппаратура, устанавливаемая стационарно или на тяжелом подвижном оборудовании, например, вблизи от электростанции
25	6	1000	—	Аппаратура, устанавливаемая или транспортируемая в закрепленном положении на вездеходах. Аппаратура, устанавливаемая на механических погрузочно-разгрузочных устройствах, например, портовые краны, автопогрузчики.
40	6	1000	Транспортирование изделий в упаковке изготовителя, предназначенных для использования в не портативной аппаратуре	Аппаратура, которая может перевозиться незакрепленной колесным транспортом (по железной или автомобильной дороге) при случайных перевозках, например, доставке
40	6	4000	Изделия, предназначенные для аппаратуры, используемой на подвижных средствах	Подвижная аппаратура, перевозимая на транспорте любого типа (по железной дороге, автомобильной, по пересеченной местности) в незакрепленном состоянии
100	2	4000	Лампы и пружинные контакты, например, для клавишных	

			переключателей, телефонов, коммутаторов	

Для образцов массой меньше 100 кг рекомендуется использовать степени жёсткости 25 g и 40 g. Для более тяжелых изделий — степень жёсткости 10 g.

В таблице ниже приведены номинальные значения изменения скорости для различной степени жёсткости при испытаниях образцов на воздействие многократных ударов по ГОСТ 28215.

Таблица 4. Ускорение, длительность импульса и соответствующее изменение скорости

Пиковое ускорение, g	**Длительность импульса, мс**	**Соответствующее изменение скорости импульса Δv, м·с$^{-1}$**
10	16	1,0
15	6	0,6
25	6	0,9
40	6	1,5
100	2	1,5

См. также

Программа Генератор с ОС (Классический удар), входящая в состав специализированного программного обеспечения ZETLab системы управления вибростендами, позволяет проводить испытания различных изделий на устойчивость к воздействию ударной вибрации. Программа обеспечивает управление элекродинамическим вибростендом с параметрами вибрации в соответствии с ГОСТ 28213 и ГОСТ 28215.

Статья на тему «Ударный спектр и интегралы Дюмеля»

Профиль классического удара .....

ПРОФИЛЬ КЛАССИЧЕСКОГО УДАРА

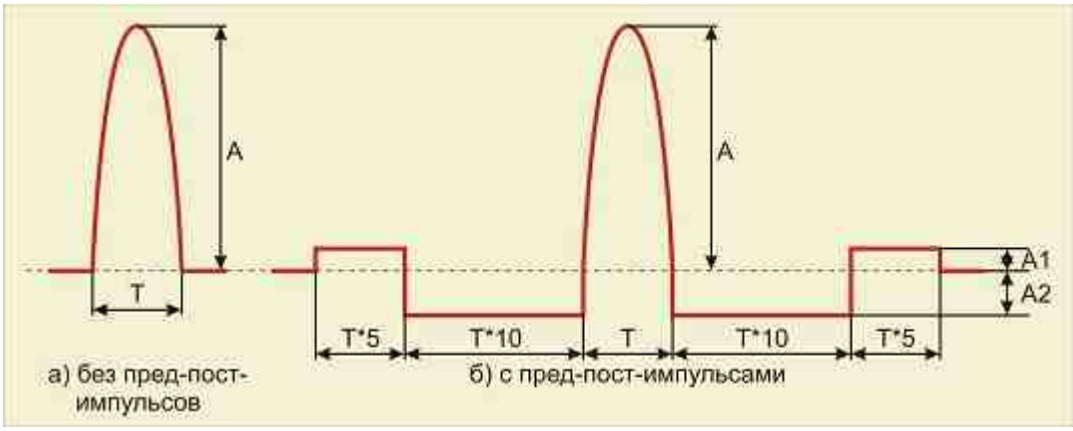
Измерительное оборудование, радиоэлектронная аппаратура и другие изделия, подвергаемые в процессе эксплуатации и транспортирования одиночным или многократным ударам, должны проходить испытания на прочность к воздействию ударных нагрузок. Методы испытаний приведены в ГОСТ 28215 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Eb и руководство: Многократные удары» и ГОСТ 28213 «Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ea и руководство: Одиночный удар».

Испытания на воздействие ударных нагрузок могут использоваться для определения качества конструкции образца, а также оценки его структурной прочности. Испытания проводят

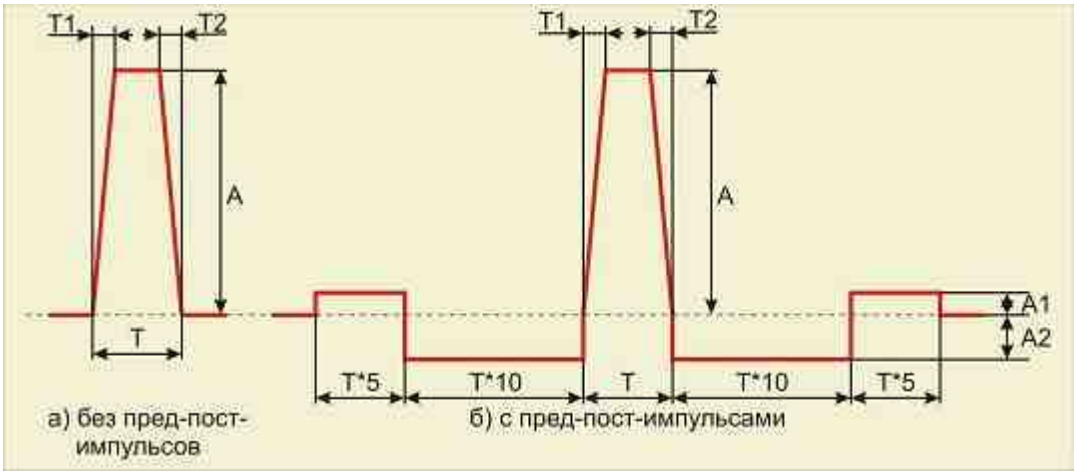
путем воздействия на образец одиночных или повторяющихся ударов со стандартными формами импульсов определенной длительности и пиковым ускорением. Ниже приводятся формы ударных импульсов, воспроизводимых программой **СУВ — Классический удар** с обозначением параметров, задаваемых при настройке программы.

Ударные сигналы могут воспроизводиться с пред-пост-импульсами и без них. На рисунках: **T** — длительность удара; **A** — амплитуда удара. Длительность пред- и пост-импульсов в 10 раз больше длительности самого ударного импульса. Амплитуда пред- и пост-импульсов в 10 раз меньше амплитуды самого ударного импульса. Для трапецеидального сигнала дополнительными задаваемыми параметрами являются время нарастания и спада сигнала (T1 и T2 на рисунке). Для пилообразного сигнала дополнительным задаваемым параметром является время спада сигнала (T2 на рисунке).

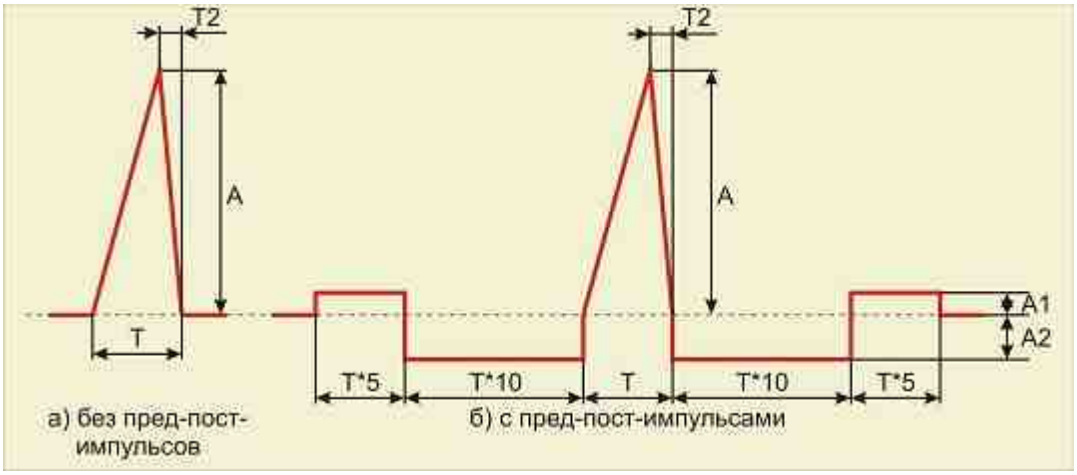
Полусинусоидальный импульс применяется для воспроизведения удара, возникающего при соударении или резком торможении линейной подвижной системы, например, удара, упругого по своей структуре.



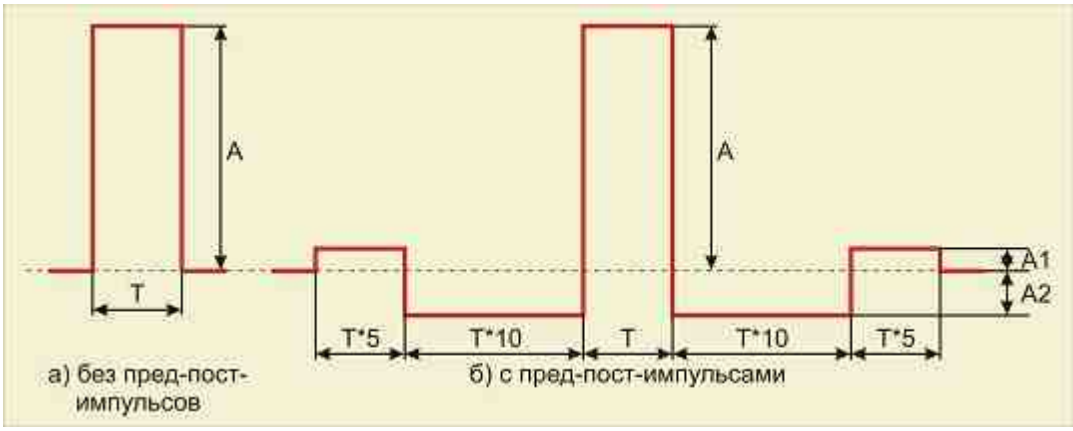
Трапецеидальный импульс вызывает более высокий отклик в широком спектре частот по сравнению с полусинусоидальным. Применяется в том случае, когда целью испытания является воспроизведение ударных воздействий, таких как во время запуска космического зонда или спутника при фазе «отстрел болтов». Предназначен, в основном, для аппаратуры.



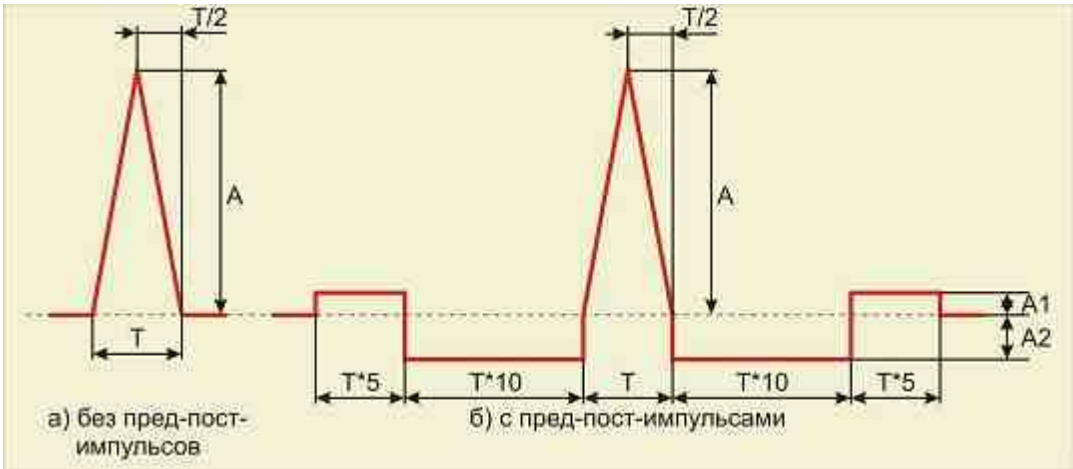
Пилообразный импульс с пиком на конце имеет более равномерный спектр по сравнению с полусинусоидальным или трапецеидальным импульсом.



Прямоугольный импульс является частным случаем трапецеидального импульса



Треугольный импульс является частным случаем пилообразного импульса



Имитация стрелково-пушечного воздействия .....

СУВ ZET 017-U

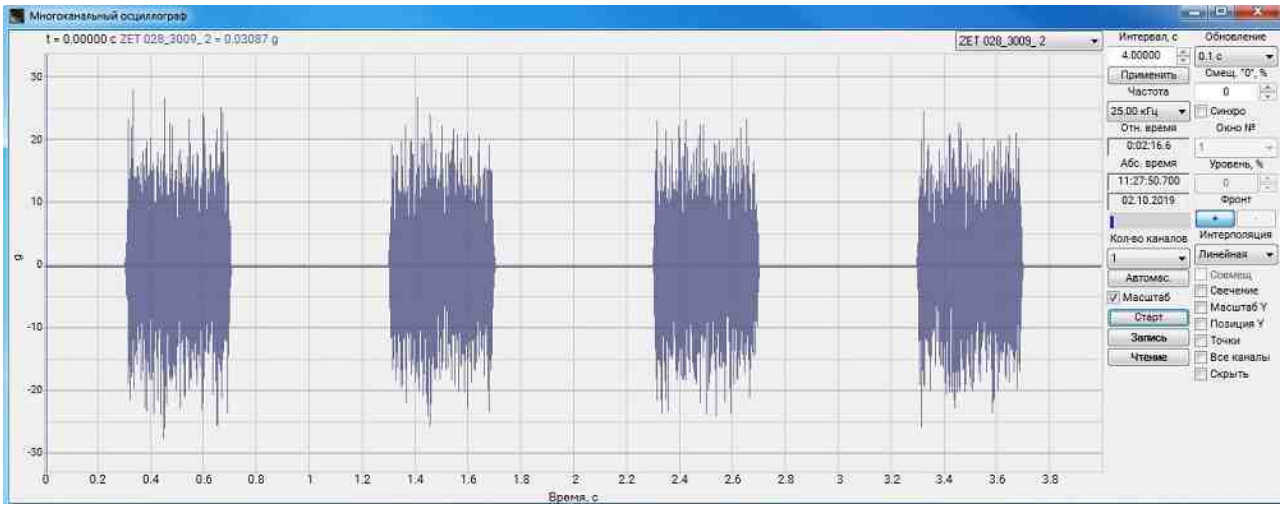
имитация стрелково-пушечного воздействия

Для испытаний изделий на устойчивость к воздействию случайной вибрации в режиме имитации стрелково-пушечного воздействия (СПВ) используется программа «Виброудар», входящая в состав **ZETLAB VIBRO** — программного обеспечения, поставляемого с системой управления вибростендами ZET 017-U.

Для режима СПВ задаётся спектральная плотность мощности ускорения и частоты.

При включении режима СПВ автоматически включается режим эквализации. Генератор включается в режиме СПВ и производится плавный выход на заданный интегральный уровень установленного графика эквализации, и с установленными временными интервалами.

В режиме СПВ шумовой сигнал, установленный в соответствии с файлом-нормой, будет импульсами подаваться с выходного канала анализатора на виброустановку с установленными временными интервалами. На рисунке ниже показана осциллограмма генерируемого сигнала в режиме СПВ.

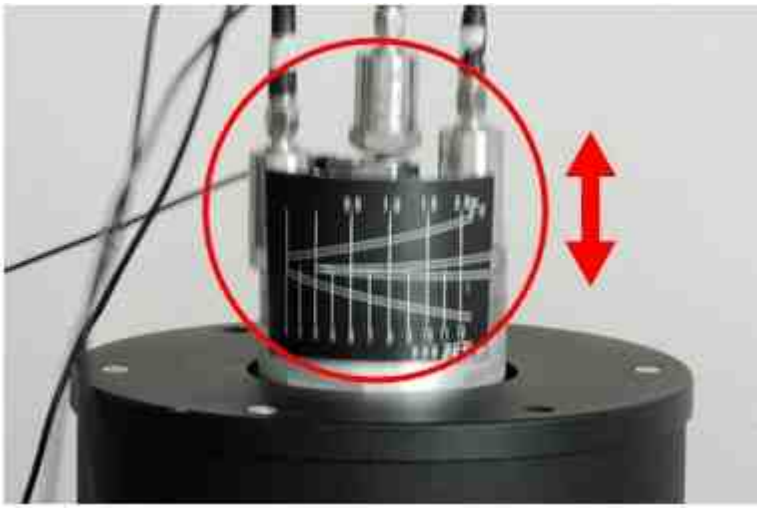


Определение виброперемещения "На глаз" .....

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИБРОПЕРЕМЕЩЕНИЯ «НА ГЛАЗ»

Для определения виброперемещения при синусоидальной вибрации на низких частотах (но не ниже 16 Гц) используется «графический клин» — наклейка с двумя линиями, соединёнными под острым углом.

Суть метода заключается в определении пересечения двух линий при виброиспытаниях. При частоте изменения кадров выше 16 герц человек уже не воспринимает отдельные кадры, а видит непрерывное действие. Кроме того, человеческим глазом выделяются крайние положения вибростола, так как в эти моменты скорость перемещения практически равна нулю. Точки линий, находящиеся на расстоянии, равном удвоенному виброперемещению, при виброиспытаниях будут периодически находиться на одном и том же месте при крайних положениях вибростола, что даёт чёткую отметку на фоне размытых линий.



Изображение было получено при испытании акселерометров ВС-112 методом сличения с образцовым вибродатчиком (АР10) на установке типа ВС-133. Напряжение на вибростенд подавалось со встроенного генератора анализатора спектра ZET 017. Виброперемещение также контролировалось программой «Виброметр».



Мониторинг изменения спектральных характеристик .....

МОНИТОРИНГ ИЗМЕНЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

во время испытаний на виброустойчивость

Одним из важных этапов производства технических изделий являются испытания на стойкость к воздействию механических факторов. Эти испытания проводятся для выявления конструкционных недостатков, производственных дефектов, определения работоспособности в сложных условиях эксплуатации. Сложность испытаний на воздействие механических факторов заключается в возможности частичного или полного разрушения испытуемого образца. При разрушении испытуемого образца информация о ходе испытаний может оказать помощь при выяснении причин разрушения, и чем детальнее и шире информация, тем лучше. Если разрушение испытуемого образца недопустимо, то необходимо определить момент остановки испытаний.

Во время испытаний на воздействие классического удара к испытуемому образцу прикладывается на короткий промежуток времени значительная сила. Большая часть энергии, передаваемой испытуемому образцу, идёт на перемещение стола вибростенда с закрепленным на нём образцом, оставшаяся энергия поглощается им и идёт на деформацию. Количество энергии, поглощённой телом в ходе виброиспытаний, определяет степень деформации испытуемого образца. Задача состоит в том, чтобы по изменению реакции системы на входное воздействие определить степень деформации испытуемого образца и его динамику без применения дефектоскопов в течение испытаний.

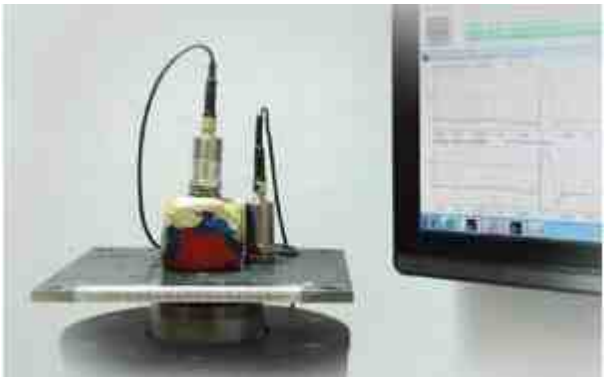


Рис. 1 — расстановка датчиков при проведении эксперимента

В эксперименте в качестве демпфера использовался кусок пластилина весом 100 грамм, которому была придана форма кубика со сторонами 41Ч41Ч41 мм (Рис. 1). Кусок пластилина поместили в центр расширительного стола вибростенда. Первый датчик был установлен рядом с куском пластилина на расширительном столе, второй установлен непосредственно на пластилине. Испытания проводились с помощью ZETLAB система управления вибростендами — программного обеспечения для управления вибростендами на базе анализатора спектра ZET 017, контроллер ZET 024. В ходе виброиспытаний выполнялся классический удар полусинусоидальной формы с амплитудой 1 g и длительностью 4 мс. На вход виброустановки подаётся входной сигнал с таким расчетом, чтобы контрольный акселерометр показал на осциллограмме импульс заданной формы. В данном эксперименте контрольный акселерометр «ВК», требуемая форма ударного импульса — половина синусоиды.

На рисунке 2 в программе «Многоканальный осциллограф» хорошо виден «провал» на пике сигнала, снятого со второго датчика. Этот «провал» связан с демпфирующими свойствами пластилина. Энергия, затрачиваемая на движение штока вибростенда, частично поглощается пластилином, что приводит к его деформации. В программе «Модальный анализ» рассчитываются по сигналам датчиков различные параметры измеряемой системы, в том числе и работа — «Интеграл F*s». По результатам измерений пластилин поглотил:

$\Delta E=E_1-E_2=0{,}0938-0{,}0510=0{,}0428$ Дж

Эта энергия пошла на деформацию пластилина и рассеялась в виде тепла. При деформации пластилина будет изменяться амплитудно-частотная характеристика. Изменение амплитудно-частотных характеристик хорошо видно на узкополосном спектре.

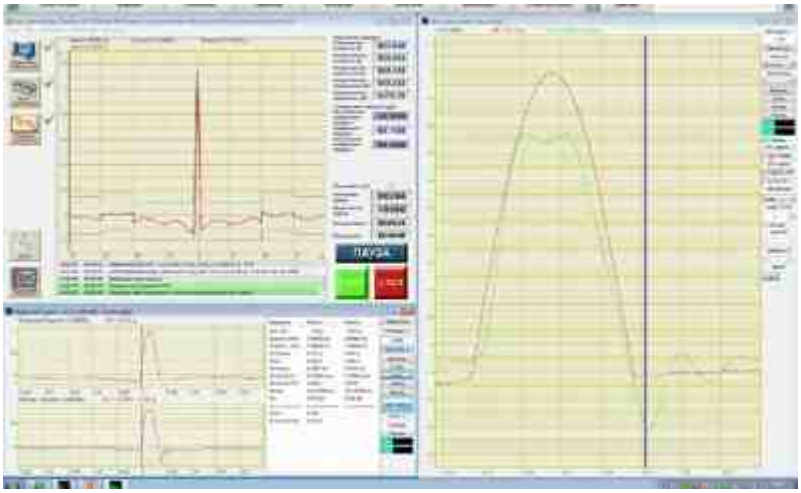


Рис. 2 — проведение эксперимента в виртуальной лаборатории ZETLab: программы «Классический удар» (слева вверху), «Модальный анализ» (внизу), «Многоканальный осциллограф» (справа)

На Рис. 3 представлены графики мгновенного спектра в конце виброиспытаний, график усреднённого спектра за первые 100 секунд и график разности первых двух графиков. На

рисунке 3 хорошо видно, что наибольшее расхождение между графиками спектров наблюдается в полосе от 110 Гц до 150 Гц. Поскольку воздействующий сигнал представляет собой половину волны синусоиды и имеет длительность 4 мс, то полный период соответственно 8 мс, а частота равна 125 Гц. То есть наибольшие изменения в амплитудно-частотной характеристике куска пластилина произошли в области воздействующей частоты, что говорит о достоверности результатов.



Рис. 3 — спектры удара: мгновенный, усреднённый и их разность

СКЗ мгновенного спектра составило 0,001316 g, скз усреднённого спектра 0,001293 g, скз разности спектров 0,000075 g, а относительное изменение составляет 5.8%.

При длительных испытаниях деформации в испытуемом образце будут накапливаться постепенно. Для определения величины деформации воспользуемся методом сравнения спектра ударного импульса с образцовым спектром. В качестве образцового спектра возьмём среднее арифметическое спектров первых ударных импульсов. В ходе виброиспытаний датчик, установленный на пластилине, отклонился от вертикального положения, что, несомненно, повлияло на передаточную характеристику.

В ходе испытания требуется контроль над отклонениями от образцового спектра в реальном времени, а не расчёт отклонения по их завершении. Алгоритм работы программы контроля достаточно прост: в течении заданного времени в начале испытаний накапливаются измерения спектра для вычисления образцового спектра, а потом в течении всего времени испытаний сравниваются с ним и строится график отклонений. При превышении заданного порогового уровня отклонений подаётся сигнал оператору.

Данная программа была реализована в SCADA-системе ZETView. На рисунке 4 приведён проект, реализующий описанный выше алгоритм. В левом верхнем углу проекта находится элемент «входной канал», из него сигнал (голубые кружочки и соединительные линии) поступает на вход «узкополосного спектра». На выходе «узкополосного спектра» формируются массивы спектра и частотной полосы (фиолетовые кружочки и соединительные линии) и отображаются на «графике спектра». Массив спектра также поступает на элемент «суммирование массивов», который поэлементно суммирует массив спектра с результатом предыдущего суммирования в течении первых 100 секунд. Количество секунд установлено в элементе «количество усреднений», отсчитывает их элемент «инкрементирование» (в левом нижнем углу). Через указанное количество времени «мультиплексор» будет переключен на первый канал, по которому передаётся из элемента

«массив нулей» нулевой массив того же размера, что и спектр. После деления массива поэлементно на количество усреднений в элементе «усреднённый спектр» получается массив усреднённого за 100 секунд спектра, который подаётся на «график спектра» и вычитается из мгновенного спектра. Из массива на выходе элемента «вычитания спектров» вычисляется среднеквадратичное значение (зелёные кружочки и соединительные линии), которое сравнивается с «пороговым значением», выводится на индикатор «скз разности» и записывается по сигналу «таймера графиков» (красные кружочки и соединительные линии) в конец массива «отклонение». Одновременно, по сигналу «таймера графиков» в элементе «инкрементирование» (справа) считается прошедшее с начала эксперимента время, которое выводится на элемент «счётчик измерений» и записывается в конец массива «время». Массивы «отклонение» отображается на «графике скз разности» по оси, заданной массивом «время».

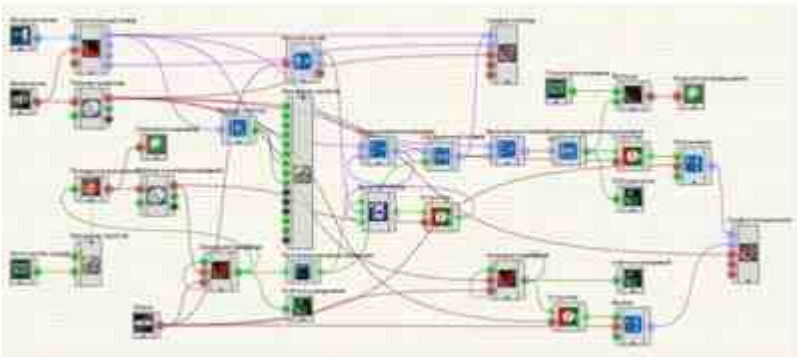


Рис. 4 — SCADA-проект ZETView регистрации отклонений от усреднённого спектра

SCADA-проект ZETView состоит из двух частей: вида проектирования (Рис. 4) и вида оператора (Рис. 5). Оператор видит только необходимую ему информацию о ходе выполнения проекта в виде графиков, цифровых индикаторов и кнопок управления проектом. Проект запускается нажатием кнопки «Включить» (при этом кнопка изменяет название на «Включено»), для перезапуска измерений есть кнопка «Сброс». После превышения указанного «времени накопления» цветовой индикатор изменил цвет на красный. На нижних цифровых индикаторах отображается текущее «скз отклонения» мгновенного спектра от среднего и текущее время испытаний. При превышении «порогового значения отклонения» цветовой индикатор меняет цвет на красный. На верхнем графике отображён усреднённый спектр и мгновенный спектр. На нижнем графике отображено отклонение мгновенного спектра от среднего в течении времени испытаний.

На нижнем графике хорошо заметно, что разность между усреднённым спектром в начале испытаний и мгновенным спектром с течением времени увеличивается. Случайные внешние воздействия иногда дают «всплеск» на графике, но минимальные значения разности постоянно возрастают. Постоянный рост минимальных значений отклонения говорит о появлении в пластилине необратимых деформаций и об их накоплении. При более длительных и интенсивных испытаниях деформации пластилина станут заметными даже невооружённым глазом.

Поскольку пластилин материал пластичный, то накопление деформаций не приведёт к его разрыву. Изделия из более ломких материалов (таких как закалённая сталь, стекло и прочих) при накоплении определённого количества деформаций раскалываются на куски полностью или частично. Поэтому наблюдение за изменением амплитудно-частотных характеристик позволит определить момент разрушения испытуемого изделия. При накоплении достаточного объёма статистки спектральных характеристик и результатов

дефектоскопии можно уверенно определять степень деформации по изменению спектральных характеристик.

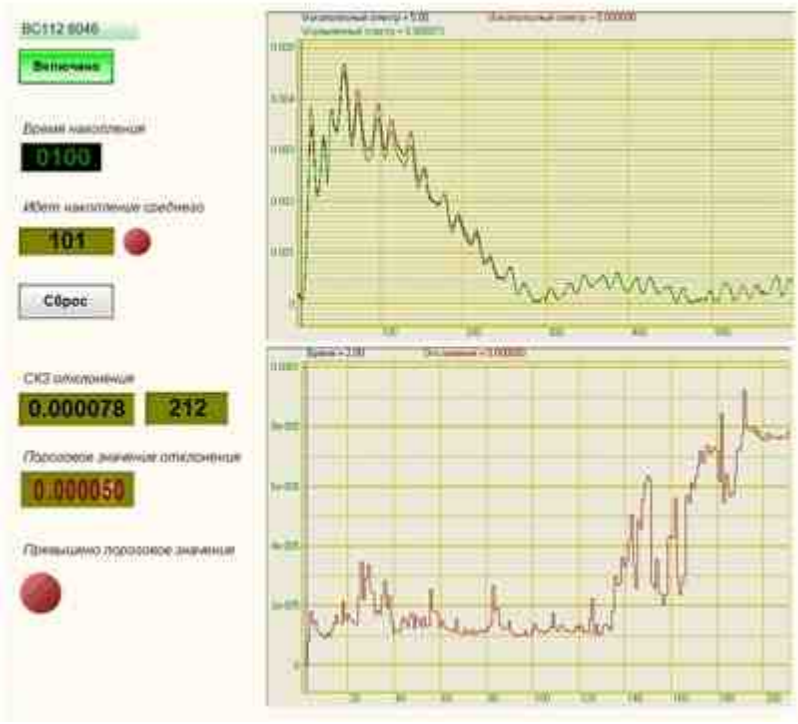


Рис. 5 — SCADA-проект ZETView регистрации отклонений от усреднённого спектра, вид оператора

SCADA-система ZETView позволяет легко и быстро (описываемый проект был реализован за 1 час) реализовывать алгоритмы любой сложности и представить результаты в удобном для работы оператора виде. Выполнение всех операций обработки сигналов представляется в наглядной форме, на которой видна последовательность выполнения действий. SCADA-система ZETView очень простая и интуитивно понятная система. Неискушённый пользователь, не являясь программистом, за сравнительно короткое время (от нескольких минут до нескольких часов) способен создать сложную программу для сбора данных и управления объектами, обладающую красивым и удобным человеко-машинным интерфейсом.

Задачи контроля спектральных характеристик возникают не только при виброиспытаниях, но и во многих других областях науки и техники. Аналогичные задачи возникают также при контроле деформации зданий (изменения собственных частот колебания зданий), обнаружении дефектов в машинах и прочих. Приведённый выше алгоритм и его реализация в SCADA-система ZETView могут быть легко применены для решения прочих подобных задач.

Notching - Безопасное проведение виброиспытаний с ограничением по следящим каналам .....

Основная цель виброиспытаний заключается определении устойчивости изделий влиянию внешних факторов в виде вибрации при эксплуатации или транспортировке.

Специалисты тщательно измеряют эти условия и переводят результаты в профили для виброиспытаний. Вовремя виброиспытаний система управления поддерживает параметры вибрации, заданные профилем, только в области крепления испытуемого изделия к оснастке. В других точках испытуемого изделия из-за наличия резонансов амплитуда вибрации может во много раз превысить амплитуду в точке крепления, что неминуемо приведёт к поломке испытуемого изделия.

Управление виброиспытаниями с контролем по нескольким точкам уместно применять, только если они все являются точками крепления испытуемого изделия к оснастке. Включение контрольных точек, которые не находятся в области крепления может привести к недостаточной нагрузке на испытуемое изделие.

Выходом из сложившейся ситуации может стать управление с ограничением по наблюдательным точкам — Notching. Введение подобных ограничений позволит, во-первых, сократить области, где система управления вынуждена снизить вибронагрузку, а во-вторых, предотвратить разрушение испытуемого изделия.



Опция Notching в системах управления виброиспытаниями ZETLAB

Решение вышеописанной проблемы возможно при использовании систем управления виброиспытаниями ZETLAB — ZET 024 или ZET 028.

Базовое программное обеспечение ZETLAB VIBRO может быть дополнено функцией ограничения по следящим каналам (Notching).

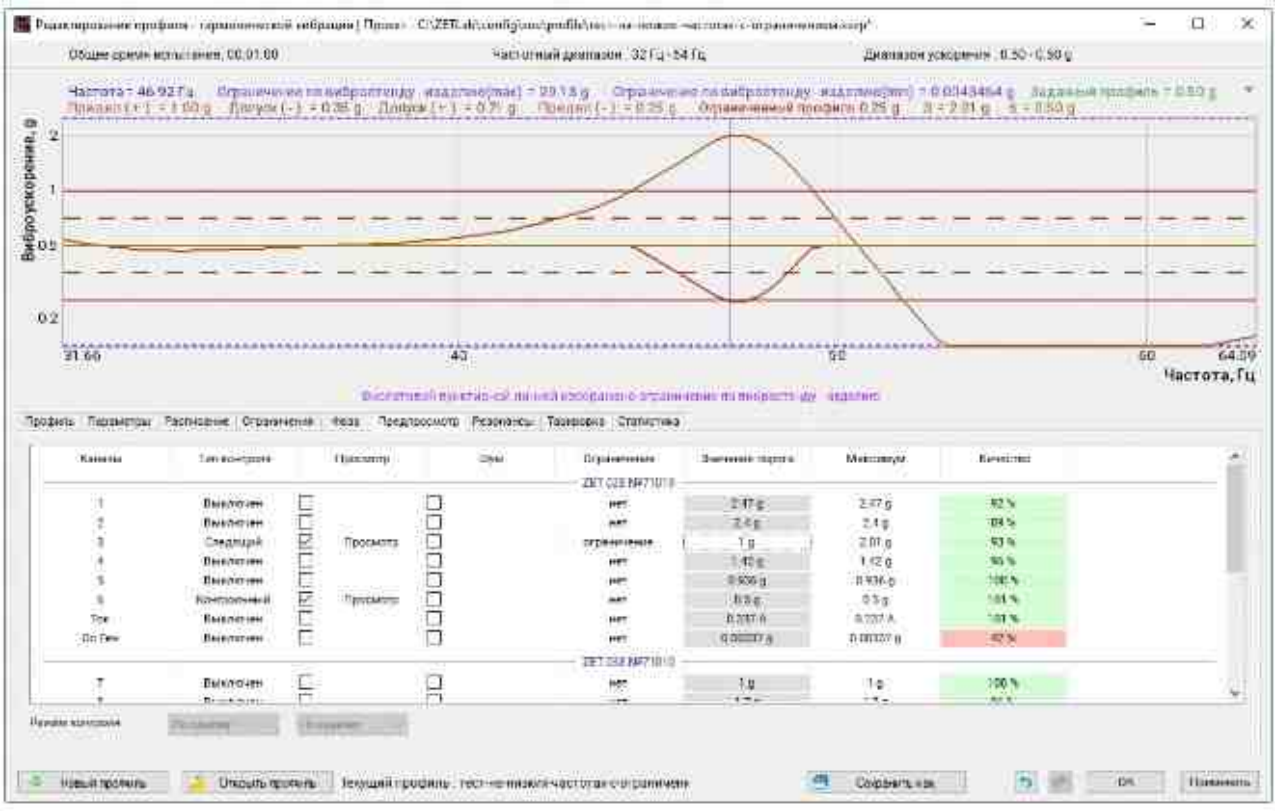
Решение о необходимости применения данного функционала принимается исходя из результатов предварительного измерения амплитудно-частотных характеристик, а точках крепления вибродатчиков, которые позволяют перед испытаниями увидеть наличие резонансов и антирезонансов в испытуемом изделии, оценить максимальные значения ускорения и задать адекватные пороги для следящих каналов.

На рисунке представлены результаты предтеста. В случае, если система управления будет удерживать ускорение 0.5 g по контрольному каналу «6» на всём частотном диапазоне, то по следящему каналу «3» ускорение достигнет 2.0 g.

Без включенного ограничения амплитуда колебаний становится угрожающей целостности рамки и помимо колебаний в плоскости рамки будут появляться колебания в перпендикулярном направлении.

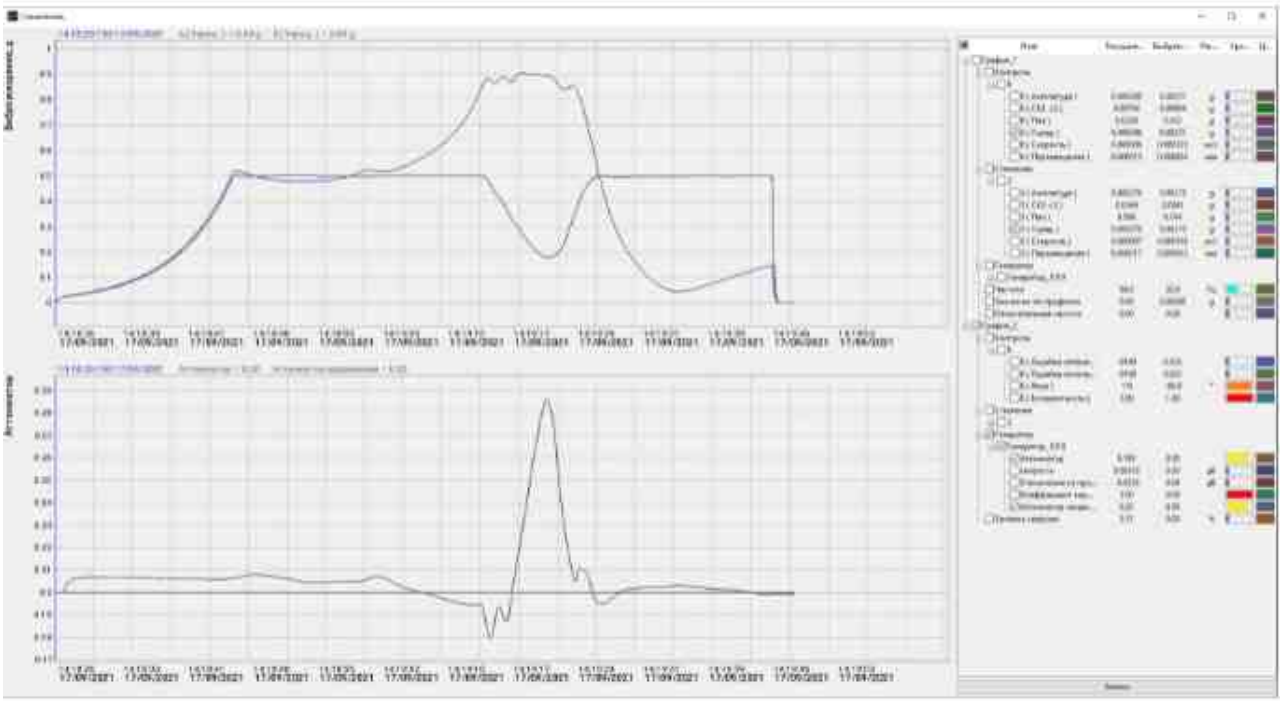
При задании ограничения в 1.0 g по следящему каналу «3», появился график, на котором показан ожидаемый провал в области ограничения. Во время испытаний полученный результат может отличаться от ожидаемого.

По мере приближения частоты генератора к частоте резонанса, колебания рамки будут становиться всё более выраженными, но благодаря заданному ограничению рамка в целом будет колебаться с допустимой амплитудой.



Пример работы программы с опцией ограничения по следящему каналу, а также акселерограммы результатов прохождения данного вида испытаний приведены на рисунках ниже.





Демонстрация работы функции ограничения по следящим каналам (Notching) представлена в видеоуроке «Проведение испытаний с ограничением по следящим каналам» на нашем YouTube-канале Zetlab Public, а также в разделе Видеоуроки.

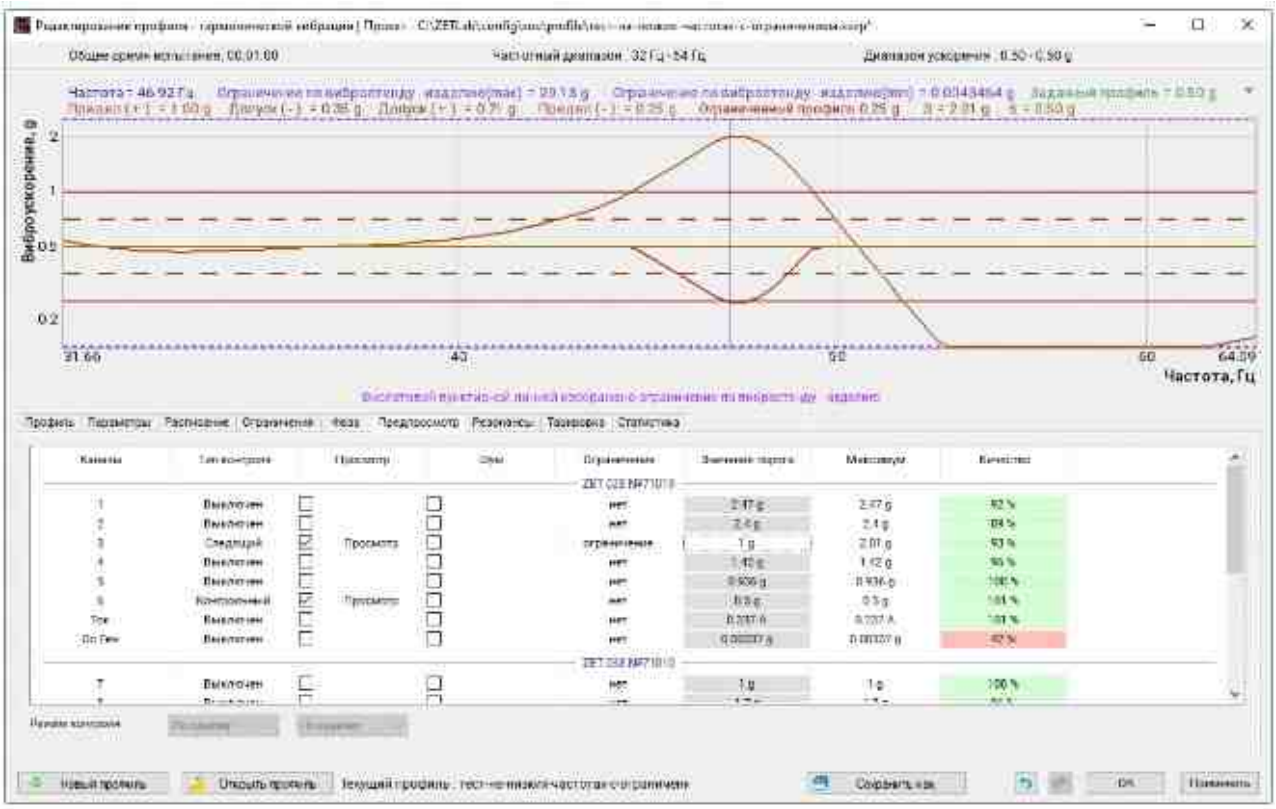
Ограничение усилия по следящим каналам — это экономичный метод предотвращения чрезмерных вибрационных воздействий, связанных с жестким монтажом изделия.

Это метод, ограничивающий уровни вибрации на различных частотах. Его цель — предотвратить ненужное возбуждение любых больших резонансов, которые могут возникнуть во время испытания на вибрацию. Ограничение усилия не удаляет частоты из спектра, а скорее ограничивает пиковые колебания в выбранной области, чтобы предотвратить слишком сильное возбуждение каких-либо резонансов в продукте.



В момент проведения предтеста, в программном обеспечении формируется ответная реакция изделия на подаваемое воздействие в точках установки датчиков. Данная процедура позволяет перед началом основных испытаний увидеть наличие резонансов и антирезонансов в испытуемом изделии, оценить максимальную амплитуду ускорения и на основании этих данных сделать вывод о необходимости использования функции ограничения по следящим каналам.

Для активации функции ограничения по следящим каналам (Notching) при проведении виброиспытаний, следует в редакторе профиля Гармоническая вибрация перейти на вкладку Предпросмотр, определить по каким каналам уровень виброускорения превышает допустимые предельные ограничения и установить значение порога. При этом отобразится график, с ожидаемым провалом в области ограничения.



Международные стандарты .....

IEC 60068-2-64:1993 Экологические испытания. Часть 2-64. Методы испытаний. Испытание Fh: Вибрация, широкополосная случайная выборка (цифровое управление) и руководство.

Усовершенствование и повышение качества окружающих нас изделий и услуг — неотъемлемая часть прогресса. Соответствие и взаимозаменяемость устройств различных производителей, как отечественных, так и зарубежных, рождает рынок спроса и предложения для определённой задачи и по возможностям каждого.

Но за достижением такой взаимозаменяемости, стоит ряд организаций, которые образуют Мировое сотрудничество по стандартизации (World Standards Cooperation — WSC).

Основные цели, которые преследует мировое сотрудничество по стандартизации:
- сближение уровня качества продукции, изготавливаемой в различных странах;
- обеспечение взаимозаменяемости элементов сложной продукции;
- содействие международной торговле;
- содействие взаимному обмену научно-технической информацией и ускорение научно-технического прогресса.

А значит, международные стандарты являются важным инструментом глобального торгового и экономического развития. Они обеспечивают согласованную, стабильную и всемирно признанную основу для распространения и использования технологий. Повышают

актуальность и признание рынка и являются краеугольным камнем мировой торговли и развития.



В международное сообщество по стандартизации входят три организации:

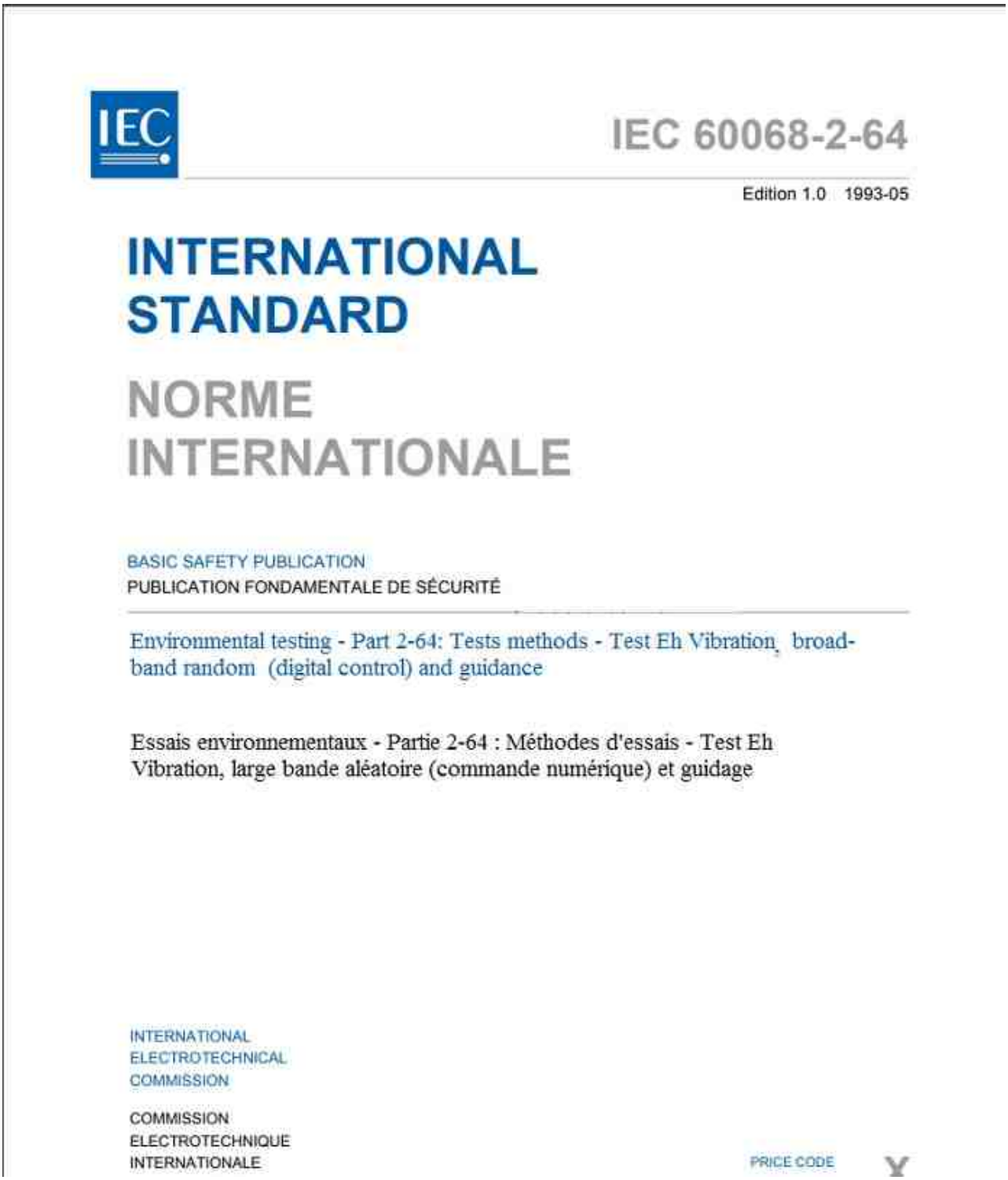
Международная организация по стандартизации (ИСО) — International Organization for Standardization (ISO)

Международная электротехническая комиссия (МЭК) — International Electrotechnical Commission (IEC)

Международный Союз Электросвязи (МЭС) — International Telecommunication Union (ITU)-канале Zetlab Public, а также в разделе Видеоуроки.

Сегодня мы остановимся на рассмотрении международного стандарта, разработанного и опубликованного в 1993 году техническим комитетом 104 (Условия окружающей среды, классификация и методы испытаний) Международной электротехнической комиссии (МЭК):

IEC 60068-2-64:1993 Экологические испытания. Часть 2-64. Методы испытаний. Испытание Fh: Вибрация, широкополосная случайная выборка (цифровое управление) и руководство.



IEC 60068-2-64

Edition 1.0 1993-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Environmental testing - Part 2-64: Tests methods - Test Eh Vibration, broad-band random (digital control) and guidance

Essais environnementaux - Partie 2-64 : Méthodes d'essais - Test Eh Vibration, large bande aléatoire (commande numérique) et guidage

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE Y

Данный стандарт регламентирует устойчивость образцов к динамическим нагрузкам без неприемлемого ухудшения его функциональной и/или структурной целостности, когда подвергается определенным требованиям испытания на случайные вибрации. Широкополосная случайная вибрация может использоваться для выявления накопленных воздействий напряжения и возникающих в результате механических слабостей и ухудшения заданных характеристик. Эта информация в сочетании с соответствующей спецификацией может использоваться для оценки приемлемости образцов.

Этот стандарт также применим к образцам, которые могут подвергаться вибрации случайного (стохастического) характера в результате транспортировки или эксплуатации, например, в самолетах, космических транспортных средствах и наземных транспортных средствах. Он предназначен в первую очередь для неупакованных образцов, и для предметов в их транспортном контейнере, когда последний может рассматриваться как часть самого образца.

Метод и процедуры настоящего стандарта основаны на цифровом управлении случайной вибрацией.

Почему мы взяли на рассмотрение именно этот стандарт? Все очень просто. Мы, как производители цифровой системы управления виброиспытаниями, в первую очередь заинтересованы в актуализации наших устройств современным мировым тенденциям в области проведения испытаний.

В России настоящий стандарт был разработан и внесён только спустя 6 лет после публикации первоисточника Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация и удар» и введен в действие в 1999 году:

ГОСТ Р 51502-99 (МЭК 60068-2-64-93) Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие случайной широкополосной вибрации с использованием цифровой системы управления испытаниями.

Вторая редакция стандарта была выпущена в 2002 году под модифицированной степенью соответствия (MOD) по отношению к первоисточнику (международному стандарту IEC 60068-2-64:1993).

В 2008 году была выпущена обновлённая дополненная версия международного стандарта IEC 60068-2-64:2008.

Несмотря на этот факт, стандарт ГОСТ 30630.1.9-2002 до сих пор берется за основу при приведении испытаний изделий на стойкость к механическим воздействующим факторам.

Несоответствие в стандартах можно определить с первых страниц, хотя бы по количеству приведенных терминов и определений.

Новая редакция стандарта IEC 60068-2-64:2008 содержит рекомендации по последовательности тестовых воздействий при проведении испытаний для каждой из взаимно перпендикулярных осей:

- анализ первоначального частотного отклика на синусоидальное или ШСВ воздействие низкого уровня;
- воздействие ШСВ в качестве механической или тестовой нагрузки;
- итоговый анализ частотного отклика в целях сравнения новых результатов с первоначальными и выявления наличия возможных механических повреждений на основании изменения динамических характеристик.

Приведены рекомендации по частотным характеристикам измерительной системы в целом (включающую в себя преобразователь, устройство обработки сигналов, систему сбора и обработки данных), поскольку она оказывает существенное влияние на точность измерений.

Также дополнен перечень информации, обязательной к включению в спецификации для проведения испытаний и приведена информация, которая должна быть указана в тестовом отчете.

Дополнительно для ознакомительных целей, приложение стандарта содержит стандартные профили испытаний, в частности при различных видах транспортировки.

Соответственно, Государственный стандарт ГОСТ 30630.1.9-2002 не содержит полной информации по проведению испытаний в соответствии с требованиями международной стандартизации. В дополнении к этому сама структура стандарта переработана под государственные стандарты России и рад разделов и приложений опущен в связи со ссылками на соответствующие стандарты, что приводит к неудобству использования данного документа.

Системы управления виброиспытаниями ZETLAB позволяют проводить все виды испытаний на воздействие внешних механических факторов, как в соответствии с государственными стандартами, так и в соответствии с международными. Все возможности программно-аппаратного комплекса СУВ ZETLAB вы найдёте на страницах нашего сайта.

В совокупности всех возможностей и преимуществ можно подвести резюме, что системы управления виброиспытаниями производства ZETLAB:
• Соответствуют современным международным тенденциям в области испытаний, в частности имеют возможность проведения испытаний с повышенным уровнем куртозиса.
• Позволяют производить анализ изменения характеристик изделий при проведении типовых и периодических испытаний.
• Способны создать достойную конкуренцию оборудованию ведущих мировых производителей в данной области.

Поиск и удержание резонансов .....

Использование электрического колебательного контура

Определение модуля упругости древесины

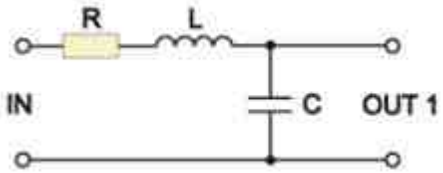
Определение динамического модуля упругости резонансным методом

Использование электрического колебательного контура .....

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КОЛЕБАТЕЛЬНОГО КОНТУРА ДЛЯ СИМУЛЯЦИИ МЕХАНИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА РЕАЛЬНОГО ВИБРОСТЕНДА

Испытания на стойкость к различным вибрациям проходит значительное количество товаров и изделий. С развитием технократического общества увеличивается спектр и масштабы производства, соответственно потребность в установках для виброиспытаний также будет расти. Для автоматизации процесса виброиспытаний создаются специальные

системы управления виброиспытаниями. При проведении виброиспытаний все испытатели сталкиваются с явлением резонанса, причиной которого может быть и сам вибростенд, и крепёжный стол, и сам испытуемый объект. Вне зависимости от причин резонанса система управления вибростендами должна обеспечивать прохождение заданного профиля с допустимыми отклонениями. Поскольку систем управления вибростендами написано немало, встаёт вопрос о сравнении характеристик этих систем. Одна из таких характеристик — удержание сигнала в коридоре допуска (6 дБ) для заданного профиля во время прохождения резонанса с высокой добротностью. Использование эталонного вибростенда для сравнения систем управления вибростендами по этой характеристике требует значительных материальных и организационных затрат. Исходя из того, что все система управления вибростендами получают данные не от самого вибростенда, а от различных вибродатчиков, которые преобразуют механические вибрации в электрические сигналы, можно использовать электрический колебательный контур для симуляции резонанса. Этот способ существенно дешевле и проще в реализации, поскольку теоретическая база хорошо изучена и элементы дёшевы и доступны.



Принципиальная схема последовательного электрического колебательного контура

Резонансная частота электрического колебательного контура:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Добротность электрического колебательного контура:

$$Q = \frac{1}{R}\cdot\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{U_{max}}{U_0}$$

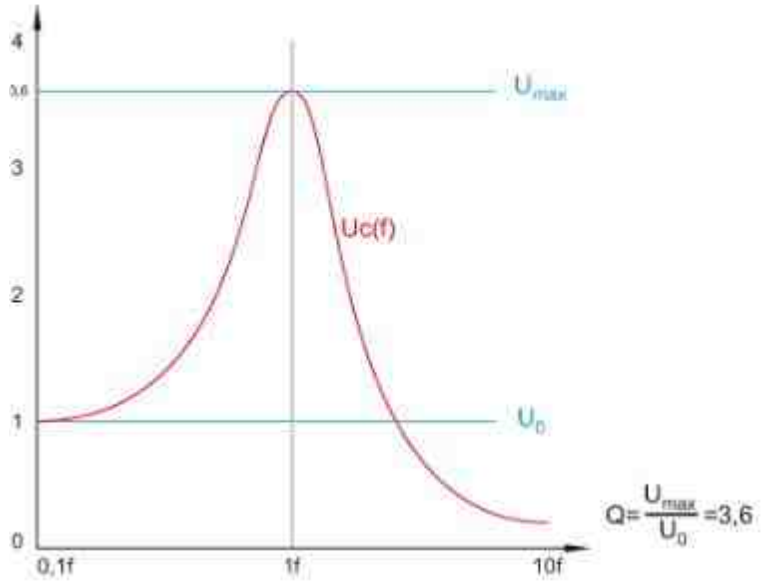
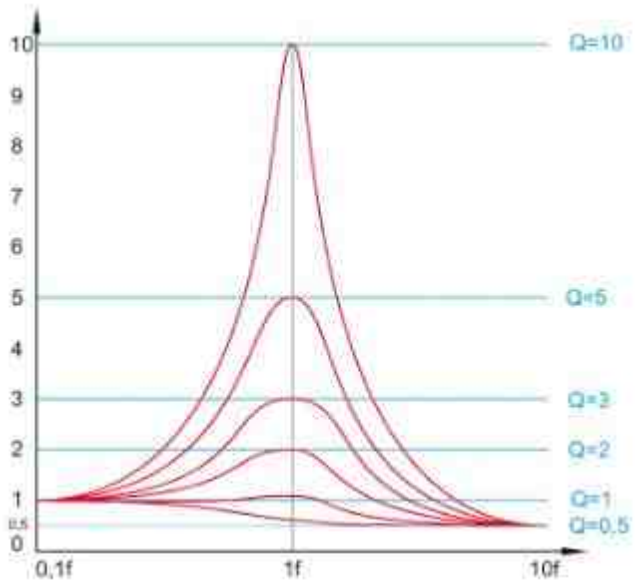


График зависимости напряжения на конденсаторе от частоты

На рисунке выше изображён график зависимости напряжения на конденсаторе, на котором виден характерный резонансный пик. Для измерения остроты резонанса определяют добротность колебательного контура. Для электрического колебательного контура добротность определяется как отношение волнового сопротивления контура к резистивному сопротивлению, либо как отношение напряжения на резонансной частоте к напряжению на нулевой частоте (т.е. напряжению источника питания). Для механических и электромеханических систем добротность резонанса определяется только экспериментальным путём.

Чем больше добротность колебательного контура, тем острее и выше резонанс, тем сложнее системе управления вибростендами удержать сигнал в заданных пределах, так как при постоянной скорости развёртки передаточная характеристика вибростенда изменяется быстрее.



Графики резонансов с различной добротностью

На рисунке выше изображены графики электрических колебательных контуров с одинаковой резонансной частотой, но различными параметрами добротности. Варьировать добротность электрического колебательного контура можно путём изменения величины активного сопротивления, не изменяя при этом реактивных элементов (катушку индуктивности и конденсатор). Чем больше сопротивление резистора, тем меньше будет добротность контура, и наоборот, чем меньше сопротивление резистора, тем выше добротность. Добиться бесконечно большой добротности, выкинув резистор, нельзя, так как имеется активное сопротивление проводов катушки индуктивности.

Резонансные частоты колебательных контуров, Гц

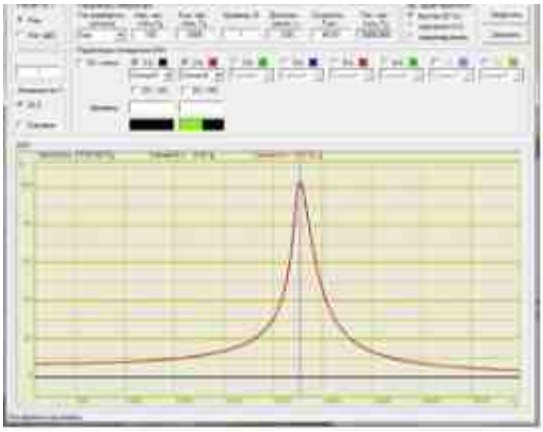
	10 мГн	12 мГн	15 мГн	18 мГн	20 мГн	22 мГн
0,10 мкФ	5032,9	4,594,4	4,109,4	3,751,3	3558,8	3393,2
0,22 мкФ	3393,2	3097,5	2770,5	2529,1	2399,4	2287,7
0,33 мкФ	2770,5	2529,1	2262,1	2065,0	1959,1	1867,9
0,47 мкФ	3231,5	2119,2	1895,5	1730,4	1641,6	1565,2
0,56 мкФ	2126,8	1941,5	1736,5	1585,2	1503,9	1433,9
0,68 мкФ	1930,0	1761,9	2575,9	1438,6	1364,7	1301,2
1,00 мкФ	1591,5	1452,9	1299,5	1186,3	1125,4	1073,0
1,50 мкФ	1299,5	1186,3	1061,0	986,6	918,9	876,1
1,80 мкФ	1186,3	1082,9	968,6	884,2	838,8	799,8
2,20 мкФ	1070,0	979,5	876,1	799,8	758,7	723,4
2,70 мкФ	968,6	884,2	790,8	721,9	684,9	653,0
3,30 мкФ	876,1	799,8	715,3	653,0	619,5	590,7
3,90 мкФ	805,9	735,7	658,0	600,7	569,9	543,3
4,70 мкФ	734,1	670,2	599,4	547,2	519,1	494,9

Добротность колебательного контура (при R=1Ом)

	10 мГн	12 мГн	15 мГн	18 мГн	20 мГн	22 мГн
0,10 мкФ	316,23	346,41	387,30	424,26	447,21	469,04
0,22 мкФ	213,20	233,55	261,12	286,04	301,51	316,23
0,33 мкФ	174,08	190,69	213,20	233,55	246,18	258,20
0,47 мкФ	145,86	159,79	178,65	195,70	206,28	216,35
0,56 мкФ	133,63	146,39	163,66	179,28	188,98	198,21
0,68 мкФ	121,27	132,84	148,52	162,70	171,50	179,87
1,00 мкФ	100,00	109,54	122,47	134,16	141,42	148,32
1,50 мкФ	81,65	89,44	100,00	109,54	115,47	121,11
1,80 мкФ	74,54	81,65	91,29	100,00	105,41	110,55
2,20 мкФ	67,42	73,85	82,57	90,45	95,35	100,00
2,70 мкФ	60,86	66,67	74,54	81,65	86,07	90,27
3,30 мкФ	55,05	60,30	67,42	73,85	77,85	81,65
3,90 мкФ	50,64	55,47	62,02	67,94	71,61	75,11
4,70 мкФ	46,13	50,53	56,49	61,89	65,23	68,42

Пример электрического резонансного контура

Расчётные параметры колебательного контура: C=0.19 мкФ, L=18 мГн, R_L=15.5 Ом, R=0 Ом, f=2721 Гц, Q=18,6.

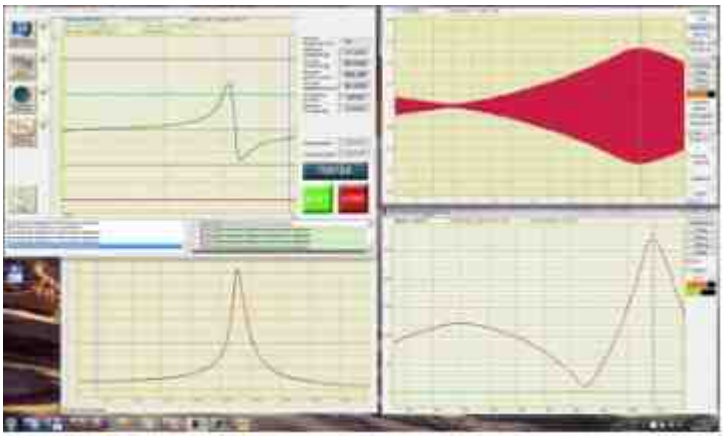


Измеренная АЧХ реального колебательного контура

На рисунке выше изображена АЧХ реального электрического колебательного контура, собранного из указанных выше элементов. Программа для измерения АЧХ находится во вкладке «Метрология» на панели управления ZETLAB и входит в базовую комплектацию.

Измеренные параметры колебательного контура: f=2770 Гц, Q=15

Удержание резонанса система управления вибростендами SinVibration «ZETLAB»



Прохождение резонанса

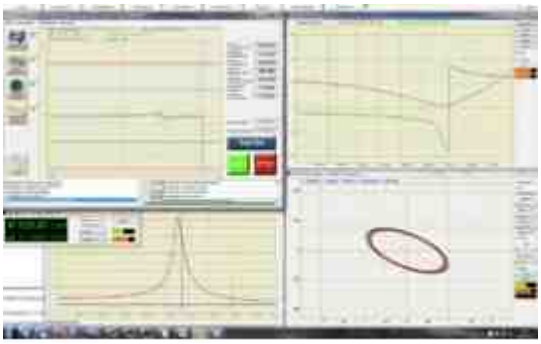
На рисунке выше изображён снимок экрана, на котором изображены программа система управления вибростендами «SinVibration», многоканальный осциллограф и многоканальный самописец. Осциллограф и самописец отображают напряжение на генераторе. Система управления вибростендами отображает заданный профиль виброиспытаний и график сигнала по каналу обратной связи.

Заданный профиль

- начальная точка 1000 Гц 1g ,
- конечная точка 5000 Гц 1g.
- скорость развёртки 10 окт/мин,
- предельные отклонения ±6 дБ.



Удержание резонанса с добротностью 15 на скорости 10 окт в мин



Удержание резонанса с добротностью 15 на скорости 1 окт в мин

См. также: Методы измерения добротности электрического колебательного контура

Статья опубликована в журнале «Автоматизация в промышленности» № 11, 2010

Автор статьи: Бегишев С.В.

В статье была использована следующая литература:

«Электротехника», Усольцев А.А.

Определение модуля упругости древесины .....

по методике ГОСТ 16483.31-74 «Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента колебаний»

Для определения модуля упругости древесины используют резонансный метод, описанный в ГОСТ 16483.31-74 «Древесина. Резонансный метод определения модулей упругости и сдвига и декремента затуханий».

Согласно ГОСТ 16483.31-74, сущность метода заключается в возбуждении у образца со свободными концами продольных колебаний основной гармоники и изгибных колебаний второго обертона; по частотам резонансных колебаний определяют модуль упругости и модуль сдвига, а по ширине резонансных пиков -логарифмический декремент затуханий.

Соответственно, для определения динамического модуля упругости необходимо с высокой точностью определять резонансную частоту продольных колебаний образца.

Специалисты компании ZETLAB провели эксперимент по определению резонансной частоты при помощи программного обеспечения и измерительных устройств ZETLAB.

В качестве образца был использован фрагмент древесины, длиной 35 мм:



СОСТАВ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ





С целью проведения измерений резонансной частоты материала была собрана установка следующего состава:
1) Вибрационная система TV 51140
2) Система управления виброиспытаниями ZET 028
3) Акселерометры ВС 111
4) ПК с установленным программным обеспечением ZETLAB для обработки результатов.

Образец закреплялся на столе вибростенда при помощи штифта в продольном направлении.
Акселерометры устанавливались на торцы образца:

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

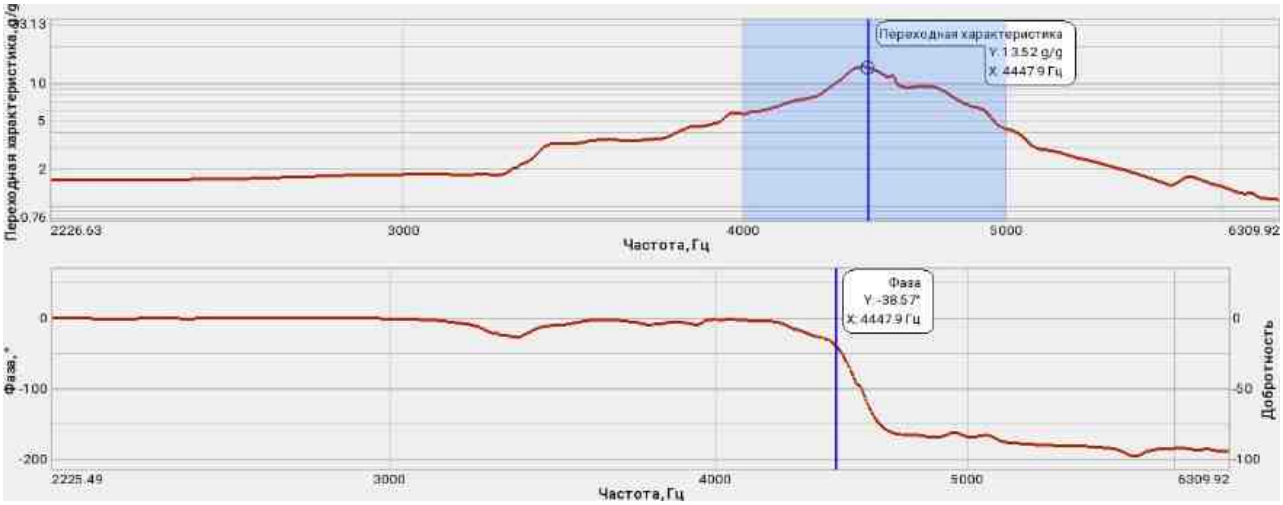
При помощи контроллера системы управления виброиспытаними ZET 028 через вибростенд образец подвергался воздействию вибрации.

Сигналы с акселерометров обрабатывались в программе «Взаимный узкополосный спектр», которая позволяет проводить анализ частотных характеристик физических систем, на вход которых поступает некоторое возмущение.

Оценка характеристик приведена на графиках ниже:

1) На графике приведены амплитудная и фазовая характеристики объекта испытаний. Как видно, амплитудная характеристика обладает отчётливым пиком на частоте 4447,9 Гц, а

фазовая характеристика резко меняется на той же частоте. Это свидетельствует о первой нормальной моде объекта, за которой и будет вестись наблюдение.



2) В таблице регистрируется резонансная частота и рассчитываются дополнительные параметры, соответствующие данной моде колебаний:

F0, Гц	Fr, Гц	dF, Гц	Qph	Qpar	Фаза, °	Ампл., g/g	Вклад, %	A1, м
4449.8	4442.7	306.3	14.5	12.4	-36.6	13.7	100.0	0.003

3) В течение испытаний самописец сигналов записывает все зарегистрированные значения резонансной частоты образца.
По графику видно, что резонансная частота на всем протяжении испытаний (в данном случае 10 минут) определяется с высокой точностью (погрешность не более 0,1 %).



Последующая обработка результатов ведется при помощи вычислений.
Модуль упругости рассчитывается по формуле:

$$E = 4\frac{l \cdot m \cdot \beta^2}{b \cdot h} \cdot f^2$$

где b, h, l – соответственно ширина, высота и длина образца, м.
m – масса образца, кг.
f – резонансная частота, Гц.
β – поправка на массу прикрепленных датчиков и штифта, равная отношению массы образца с дополнительным весом к массе образца без него.
Эксперимент показал, что при помощи программного обеспечения и устройств ZETLAB можно с высокой точностью определять требуемые характеристики, а также автоматизировать процесс определения резонансной частоты древесины, а соответственно и модулей упругости.

Определение динамического модуля упругости резонансным методом .....

Определение динамического модуля упругости материала позволяет сделать выводы о стойкости испытуемого материала к деформациям, действующим в данном направлении.

Принцип определения динамического модуля упругости резонансным методом состоит в возбуждении продольных колебаний образца в форме пластины определённой длины на частоте собственных колебаний (на резонансной частоте). Резонансная частота определяется при максимальной амплитуде колебаний образца.

Динамический модуль упругости определяется из скорости распространения звука в образце в продольном направлении в соответствии с формулой:

$$E_{dyn} = v_s^2 \text{ Ч } \rho_R$$

где, E_{dyn} — динамический модуль упругости, в ГПа;

v_s — продольная скорость звука, м/с;

ρ_R — плотность образца, в кг/м^3.

Расчет скорости звука производится через частоту собственных колебаний в соответствии с формулой:

$$v_s = 2 \text{ Ч } l \text{ Ч } f_0,$$

где, l — длина образца, м;

f_0 — резонансная частота образца, Гц.

Следовательно, резонансная частота используется для определения динамического модуля упругости в соответствии с формулой:

$$E_{dyn} = 4 \text{ Ч } l^2 \text{ Ч } f_0^2 \text{ Ч } \rho_R$$

Для проведения испытаний по определению динамического модуля упругости резонансным методом был отобран образец со следующими характеристиками:
медная пластина, длиной 0,203 м.

Состав установки

Для опреления динамического модуля упругости медной пластины, специалисты ZETLAB собрали установку, в состав которой входит:

- вибрационная установка TV 50018;
- контроллер ZET 024 для управления вибрационным генератором,
- акселерометр ВС 111 для определения параметров вибрации образца;
- специализированная программная функция «Анализ резонансов» из состава программы «Взаимный узкополосный спектральный анализ» для определения в автоматизированном режиме резонансной частоты образца.

Результаты испытаний

На графике приведена амплитудная характеристика медной пластины, снятая при помощи программы ***Взаимный узкополосный спектр***:



В таблице регистрируется значение резонансной частоты:

F0, Гц	Fc, Гц	dF, Гц	Qph	Qpar	Фаза, °	Ампл., g/мВ	Вклад, %	A1, м
9136.7	9136.5	49.6	183.5	138.5	-26.4	0.00095	65.0	16.4
10410	10411	44.9	232.1	232.1	165.2	0.00015	10.7	14.3
8716.8	8719.2	111.6	78.1	78.1	-94.7	0.00014	10.1	23.4
8214.8	8213.4	105.8	77.6	37.9	-110.6	0.000083	5.09	22.6
10991	10994	127.9	86.0	86.0	-161.7	0.000033	2.09	25.0

Наиболее существенный вклад определяется на частоте 9136,7 Гц, которая в свою очередь является частотой основного резонанса пластины.

Проверка сходимости результатов осуществлялась по определению скорости распространения звуковой волны в твёрдом теле.

Согласно теории, скорость распространения волны равна:

$$v = \lambda \cdot f_{рез}$$

Где, λ – это длина волны, равная значению $2l$

$f_{рез}$ – резонансная частота образца.

Откуда:

$$v = 0{,}406 \cdot 9136{,}7 = 3709{,}5 \text{ м/с}$$

Согласно источнику «Техническая энциклопедия», продольная скорость распространения звука в меди соответствует 3710 м/с.

Что говорит о высокой точности полученных результатов.

Динамический модуль упругости рассчитывается согласно формуле:

$$E_д = 4{,}08 \cdot \rho \cdot (l \cdot f)^2,$$

Где $E_д$ – модуль упругости, Па;

ρ – плотность материала образца, кг/м^3;
l – длина образца, м;
f – резонансная частота, Гц.

В результате чего динамический модуль упругости медного образца соответствует 125,3 ГПа.

Проведение усталостных испытаний .....

Контроль деформации изделий во время виброиспытаний

Контроль деформации изделий во время виброиспытаний .....

Вибрационное воздействие на определенных частотах способно вызывать в отдельных частях изделия механического напряжение, которое в последствии может привести к разрушению.

Наиболее простой и бюджетный способ контроля за напряженно-деформированным состоянием — использование тензорезисторов.

Основные сложности, которые могут возникнуть при использовании данного метода:

- необходимость дополнительного аппаратного обеспечения, поскольку большинство систем управления виброиспытаниями не поддерживают возможность подключения тензорезистивных датчиков;
- увеличение времени обработки результатов испытаний, за счет дополнительных процедур исследования влияния вибрации на механическое напряжение изделия;
- отсутствие возможности экстренного прерывания вибрационных испытаний, в случае достижения предельных значений напряженно-деформированного состояния.

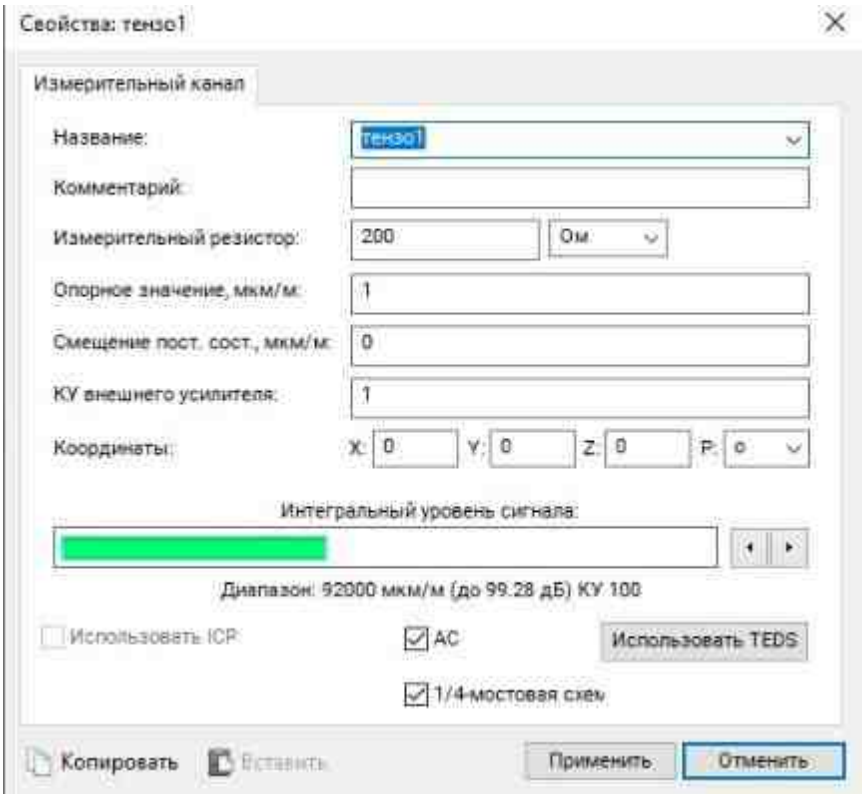
Системы управления виброиспытаниями ZET 024 и ZET 028 поддерживают подключение одиночных тензорезисторов по 1/4-мостовой схеме непосредственно ко входу контроллера, а также возможность использования канала тензорезистора в качестве обзорного в программном обеспечении во время проведения виброиспытаний.

Настройка измерительного канала

Настройка измерительного канала осуществляется в программе *Диспетчер устройств*, которая запускается нажатием кнопки *Параметры каналов* на СУВ-панели.

В настройках свойств канала необходимо установить флаг рядом со значением «*1/4-мостовая схема*», после чего в программе активируется режим тензоизмерений и станет доступно поле «*Измерительный тензорезистор*», куда необходимо ввести номинальное сопротивление используемого тензорезистора. Для расширения измерительного диапазона можно установить коэффициент усиления КУ = 100.

По окончании настройки канала необходимо сохранить внесенные изменения, нажав кнопку *Применить*.

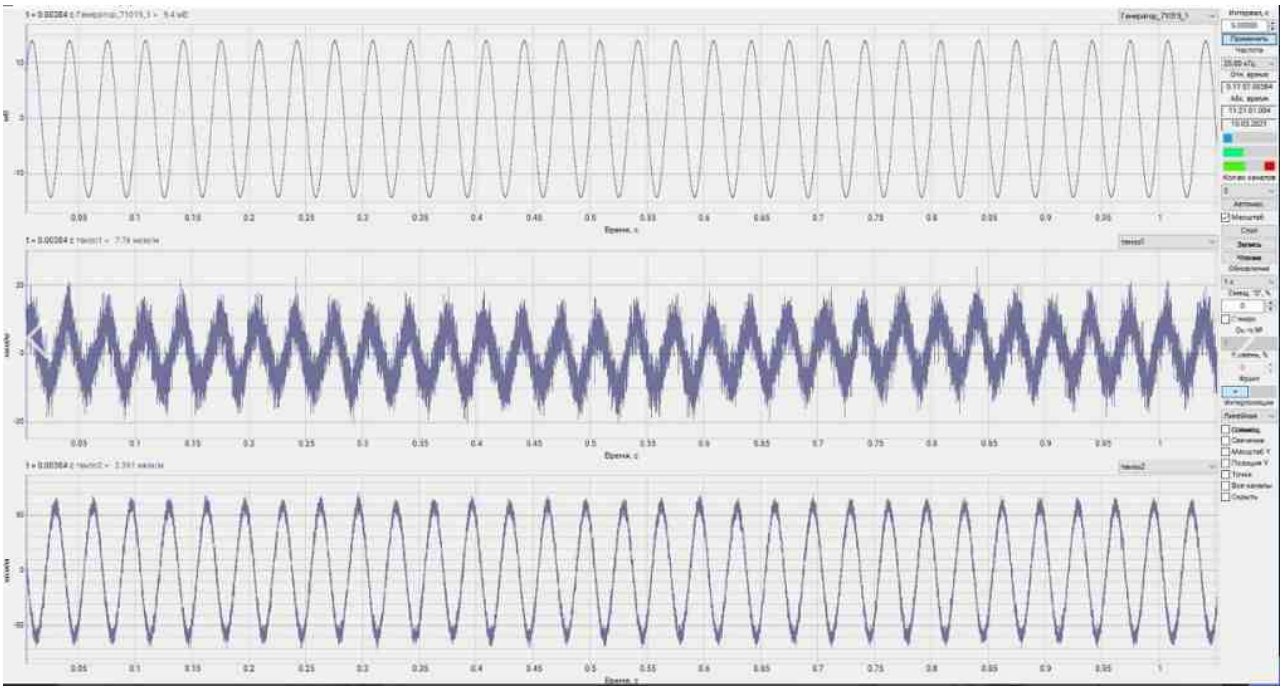


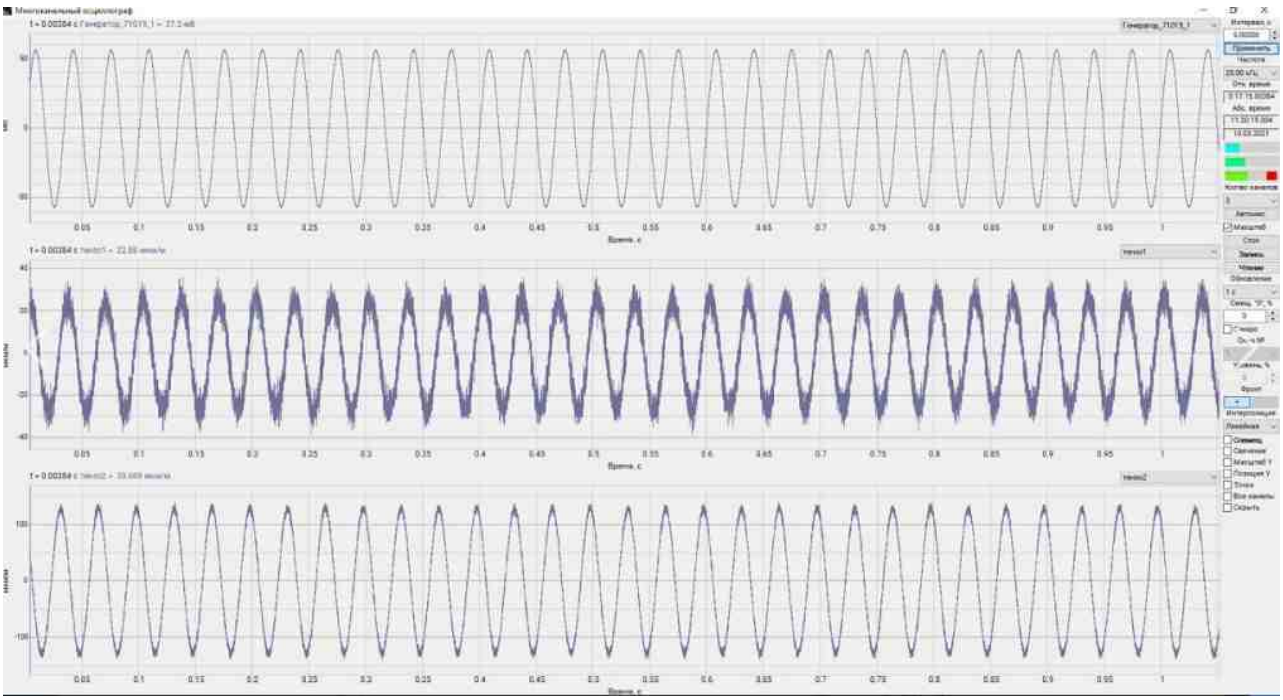
Проверить работу канала можно следующим образом:

1. Запустить программу *Многоканальный осциллограф*, выбрать отображаемый канал — канал подключения тензорезистора.
2. Запустить программу Генератор в ручном режиме со следующими параметрами: Синус, Частота — 30 Гц, Амплитуда — не более 10 мВ.
3. Плавно увеличивая амплитуду сигнала, проверить изменение показаний тензорезистора и убедиться в отсутствии обрывов сигнала (примеры осциллограмм приведены ниже).

Проведение виброиспытаний с контролем за относительной деформацией

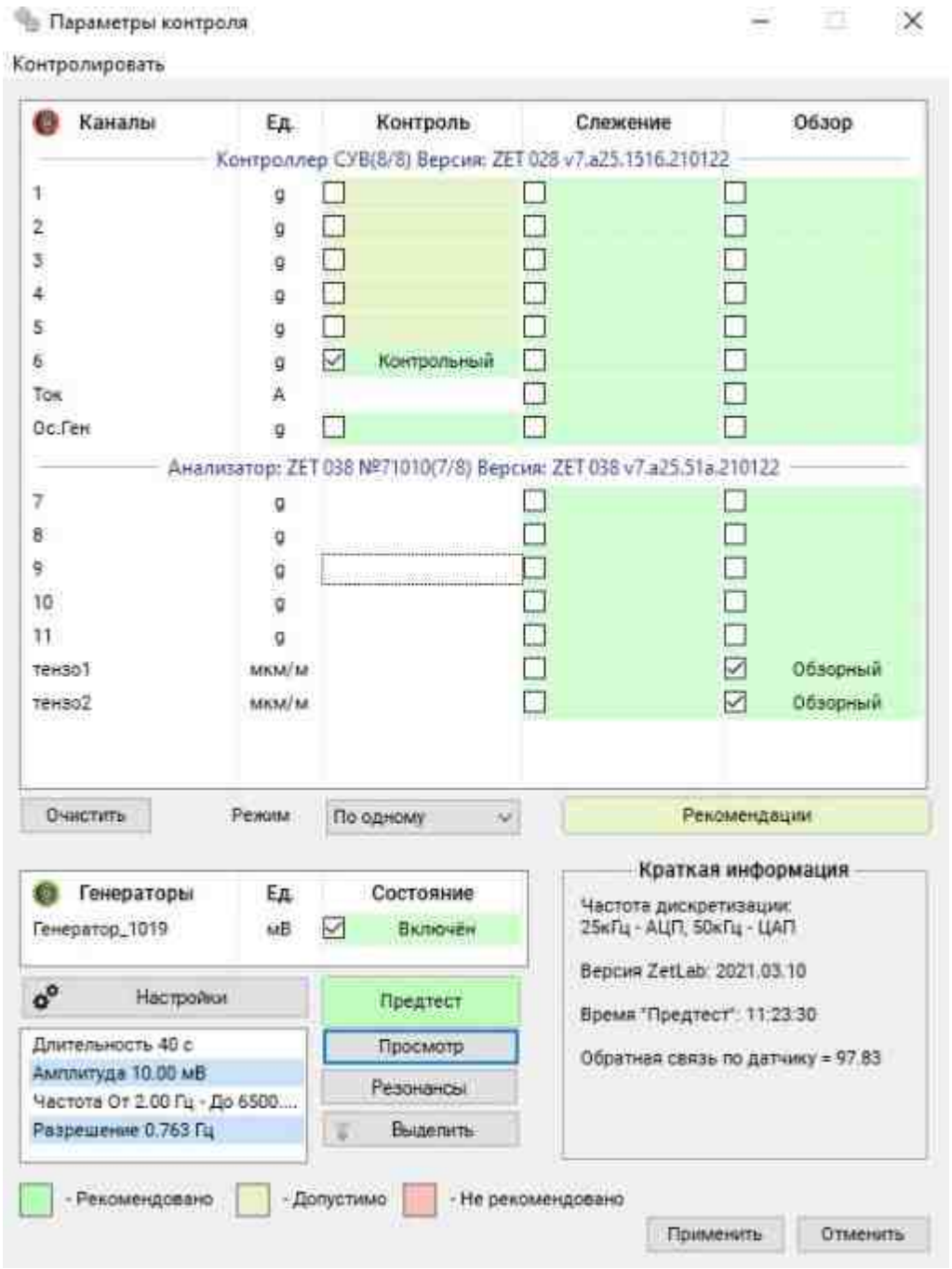
Проведение испытаний необходимо начинать с *Предтеста*. Запустить программу *Предтест* из СУВ-панели и дождаться результатов по прохождению (полная информация на странице **Интерпретация результатов предтеста**).

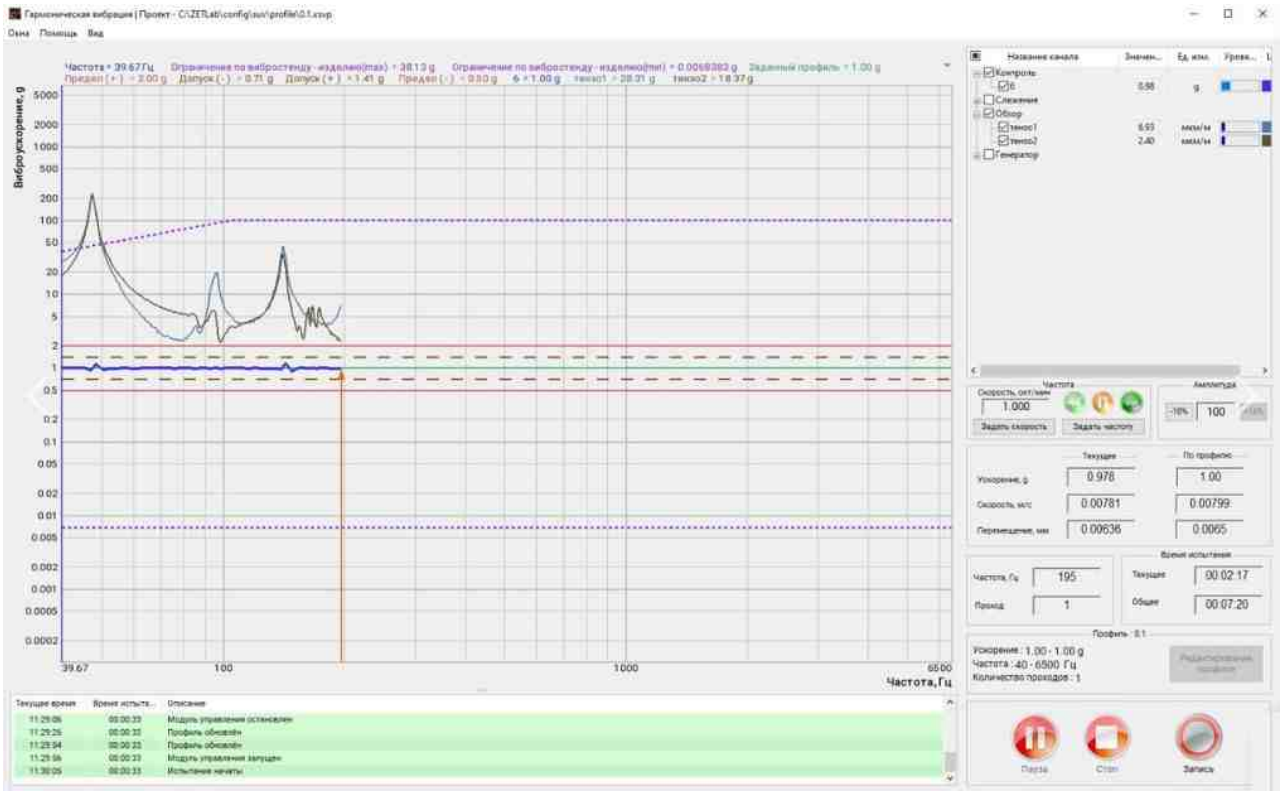




Следует учесть, что работа в режиме обратной связи по тензорезистору не предусмотрена. Данный канал можно использовать в качестве обзорного и в процессе проведения виброиспытаний любого вида следить за механическим напряжением изделия непосредственно в окне программы.


Амплитудно-частотная характеристика
Частота, Гц
Корреляционный анализ между генераторами и датчиками
Время, с
Коэффициент нелинейных искажений с учетом шума
Частота, Гц
Применить


Параметры контроля
Контролировать
Каналы
Ед.
Контроль
Слежение
Обзор
Контроллер СУВ(8/8) Версия: ZET 028 v7.a25.1516.210122
1
2
3
4
5
6
Ток
Ос.Ген
g
A
Контрольный
Анализатор: ZET 038 №71010(7/8) Версия: ZET 038 v7.a25.51a.210122
7
8
9
10
11
тензо1
тензо2
мкм/м
Обзорный
Очистить
Режим
По одному
Рекомендации
Генераторы
Состояние
Генератор_1019
мВ
Включён
Краткая информация
Частота дискретизации:
25кГц - АЦП, 50кГц - ЦАП
Версия ZetLab: 2021.03.10
Время "Предтест": 11:23:30
Обратная связь по датчику = 97.83
Настройки
Предтест
Длительность 40 с
Амплитуда 10.00 мВ
Частота От 2.00 Гц - До 6500....
Разрешение 0.763 Гц
Просмотр
Резонансы
Выделить
- Рекомендовано
- Допустимо
- Не рекомендовано
Применить
Отменить



Определение вибрационной прочности и статического напряжения .....

Определение вибрационной прочности и статического напряжения

при выпуске деталей из производства

В настоящее время обрабатывающая промышленность (например, машиностроение) всё больше набирает обороты по производству всевозможных машин и оборудования, требующих в свою очередь надёжных и износостойких составных деталей.

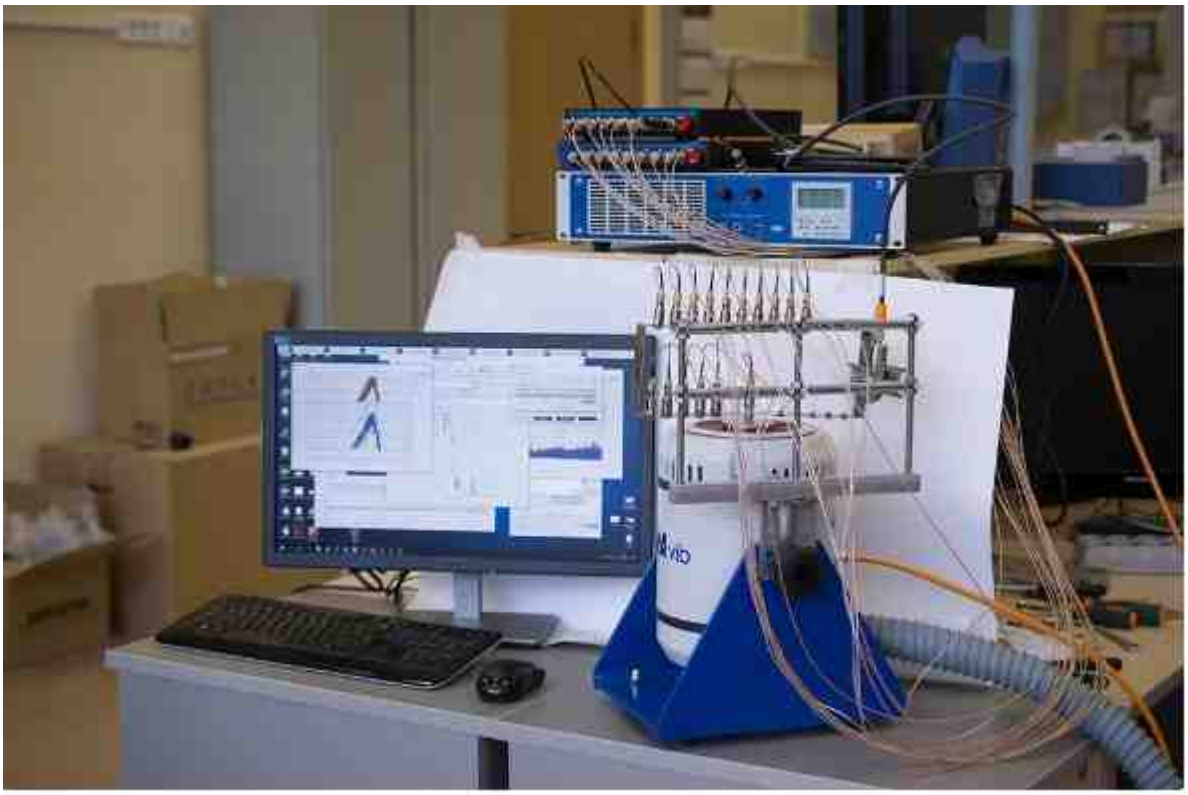
В процессе эксплуатации все детали подвергаются различного рода воздействиям, в результате чего возникают дефекты, приводящие к довольно плачевным последствиям: от того насколько повреждена или изношена деталь, зависит взаимное расположение остальных деталей, базирующихся на ней, в каких условиях они будут работать и, в конечном итоге, как долго они смогут выполнять свои функции, то есть каков будет их ресурс.

К основным видам проблем, вызывающим дефекты, относятся недостаточная вибрационная прочность, а также рост статических напряжений в деталях. Определение вибрационной прочности и напряжённо-деформированного состояния деталей при выпуске из производства является обязательной процедурой для обеспечения безопасной эксплуатации.

Специалисты компании ZETLAB постарались объединить данные два вида исследований на одном стенде, в целях экономии времени проведения испытаний, а также рабочего пространства.

Вибрационные нагрузки задаются на электродинамическом вибростенде при помощи **системы управления виброиспытаниями ZET 028** и контролируются при помощи акселерометров, установленных на исследуемой детали.

Контроль напряжённо-деформированного состояния осуществляется при помощи датчика поверхностной деформации 9238B производства Kistler. Датчик крепится на поверхности исследуемой детали таким образом, чтобы две контактные поверхности датчика плотно соприкасались с поверхностью самой детали. При возникновении статических напряжений корпус датчика ведёт себя как передаточный элемент, который преобразует измерение расстояния в усилие. Пьезоэлектрические элементы датчика при изменении расстояния генерируют электрический заряд, пропорциональный этому усилию. Преимущество данной технологии перед тензометрическими датчиками — высокая чувствительность, высокая устойчивость к перегрузке, практически неограниченный срок эксплуатации и высокая стабильность цикла нагрузки.





Специализированное программное обеспечение ZETLAB позволяет в предтестовом автоматизированном режиме определить наиболее подходящий датчик для контроля вибрационной нагрузки.

Пользователь в процессе проведения испытаний может управлять вибрационным нагружением, благодаря возможности регулирования коэффициента эксцесса (куртозиса) шумового сигнала. Что в свою очередь позволяет ускорить время испытаний.

ПО ZETLAB также позволяет вести наблюдение за динамическими характеристиками изделия (собственная частота колебаний и декремент) в процессе испытаний при помощи программы **Взаимный узкополосный спектральный анализ**.

Определение вибрационной прочности и статического напряжения изделий при выпуске из производства при помощи аппаратных и программных продуктов ZETLAB — это простой и доступный способ ускорить процесс проведения испытаний, а также значительно сократить траты за счёт многофункциональности измерительного стенда.

Состав программ ZETLAB VIBRO .....

Состав программ ZETLAB VIBRO

Название программы		Состав комплектов программного обеспечение ZETLAB							
		DEMO	ANAL	VIBR	NOIZ	TENZ	SEISMO	BASE	SENSOR
Анализ сигналов	Узкополосный спектр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Спектральный анализ октавной полосы	✓	✓	✓	✓		✓		
	Взаимный узкополосный спектр	✓	✓	✓			✓		
	Взаимный корреляционный анализ	✓	✓	✓			✓		
	Анализ нелинейных искажений	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Синхронное накопление	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Модальный анализ	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Гистограмма		✓	✓		✓	✓		✓
	Регистратор ударов		✓	✓		✓	✓		✓
	Детектор STA\LTA		✓			✓	✓		✓
	Вейвлет-анализ		✓				✓		✓
	Вольтметр переменного тока	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
	Вольтметр постоянного тока	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Селективный вольтметр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Частотомер	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Фазометр	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓

	Измеритель мощности	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Тахометр		✓		✓	✓	✓		
	Торсиограф		✓		✓	✓	✓		
	Энкодер		✓		✓	✓	✓		
	Термометр ТС					✓			
	Термометр ТП					✓			
	Тензометр					✓			
	Виброметр	✓	✓	✓	✓		✓		
	Регистрация от сторонних приборов Agilent и др.		опци	опция	опция	опция	опция	опция	
Отображение	Многоканальный осциллограф	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Сейсмограф								
	XYZ-осциллограф	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
	XY-плоттер	✓	✓	✓	*	✓	✓	✓	✓
	Просмотр результатов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Визуализация 3D	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Генераторы	Генератор сигналов	✓	✓	✓		✓	✓	✓	опция
	Редактор параметров вибростендов	✓		✓					
	Редактор параметров изделий	✓		✓					
	Генератор «Классический удар»	✓		✓					
	Генератор «Виброудар»	✓		✓					
	Генератор «Гармоническая вибрация»	✓		✓					
	Генератор Случайная	✓		✓					

	вибрация (ШСВ)								

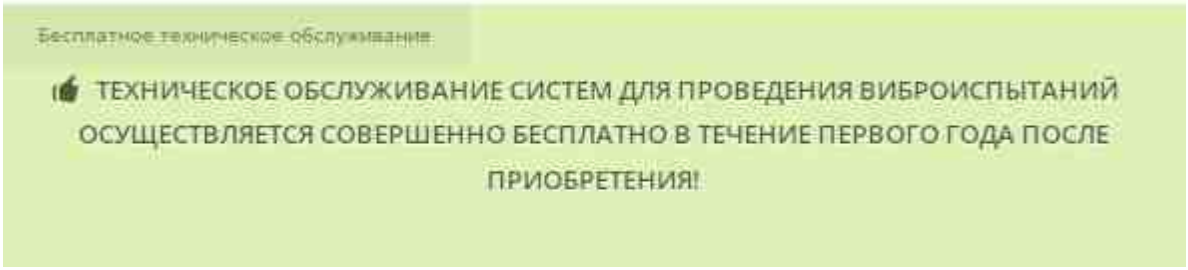
		DEMO	ANALI	VIBR	NOIZ	TENZ	SEISMO	BASE	SENSOR
Регистрация	Запись сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Конвертер архива сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Просмотр трендов сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Сканер трендов сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Просмотр трендов событий	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Воспроизведение сигналов		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
	Многоканальный самописец		✓	✓	✓	✓	✓	опция	опция
Метрология	Снятие АЧХ лог. (AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (с выбором внешнего генератора AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (AC/DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лин. (AC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лин. (DC)		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. (Selective)		✓	✓			✓		
	Снятие ФЧХ лог.		✓	✓			✓		
	Снятие ФЧХ лин.		✓	✓			✓		
	Снятие КНИ лог.		✓	✓			✓		
	Снятие АЧХ лог. по фиксир. част. Ряду (AC)		✓	✓					
	Аттестация вибростенда		✓	✓					

	Метрологический самоконтроль ZET7xxx		✓	✓			✓		
Автоматизация	Скада ZETView		опция	✓	опция	опция	✓	опция	опция
	Регулятор	✓	✓	✓		✓	✓	опция	
	Арифмометр	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Адаптивный фильтр 50 Гц	✓	✓	✓	✓	✓	✓	опция	✓
	Фильтрация сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	опция	✓
	Синхронизация устройств		*	*	*	*	✓	✓	
	Формула	✓	✓	✓		✓	✓	опция	
	Управление коммутационным блоком	✓	*	*	*	*	✓	✓	*
Сетевые	Включить передатчик сигналов	✓	✓	✓	опция	✓	✓	опция	✓
	Приёмник сигналов (клиент данных)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Подключение устройств (новый интерфейс)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*
	Подключение устройств (по IP адресам)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*
Сервисные	Диспетчер устройств	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Время ZETServer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Контроль синхронизации	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Прослушивание каналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Журнал ошибок ZETLab	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Журнал событий	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Сервисное и техническое обслуживание систем для вибрационных испытаний .....

Сервисное и техническое обслуживание систем для вибрационных испытаний

Испытательные виброустановки имеют определенный срок службы, установленный производителем.
По истечение срока службы испытательного вибростенда выходят из строя или требуют сервисного обслуживания составные элементы системы. При этом значительная часть испытательной установки сохраняет работоспособность еще на долгие годы.
Наша компания осуществляет услуги по техническому и сервисному обслуживанию на весь комплект поставляемого оборудования в составе систем для вибрационных испытаний.



Техническое обслуживание .....

Техническое обслуживание

В техническое обслуживание входят следующие виды работ:
- проведение обучения/инструктажа;
- проведение аттестации системы на месте эксплуатации;
- плановое обновление программной части системы.

Обучение в рамках технического обслуживания производится в 2 этапа.

Первый этап включает в себя технический инструктаж по настройке оборудования при готовности к отгрузке заказа на производственной базе нашей компании. В программный курс обязательно входит:
- первый запуск системы по принципу «быстрый старт»;
- основные параметры, подлежащие контролю при проведении пусконаладочных работ;
- наработка навыков по работе с аппаратным и программным интерфейсом приобретенного устройства.

Второй этап обучения производится после проведения пуско-наладочных работ на площадке клиента через выполнение индивидуальных сценариев работы по требованиям эксплуатирующей организации. Также второй этап обучения включает следующие виды работ:
- тарирование вибродатчиков методом сличения с эталонным;

- инструктаж по осуществлению самоконтроля и диагностике контрольно-измерительного оборудования, входящего в состав установки;
- формирование профилей в программах ZETLAB VIBRO "Гармоническая вибрация", "Широкополосная случайная вибрация (ШСВ)", "Классический удар", "Виброудар" для проведения тестовых и реальных испытаний;
- проведение аттестации электродинамической испытательной вибрационной установки в соответствии с требованиями государственных стандартов;
- отработка порядка действий обслуживающего персонала при возникновении возможных нештатных ситуаций, связанных с работой установки;
- инструктаж по сбору необходимой информации для формирования полной диагностической картины при передаче в сервисный отдел.

Сервисное обслуживание .....

Сервисное обслуживание

Сервисное обслуживание включает в себя несколько этапов:
- консультация (удаленная либо выездная, в зависимости от сложности);
- диагностика;
- согласование сроков выполнения услуги сервисного обслуживания;
- согласование проекта работ;
- формирование и согласование счёта и дополнительного соглашения к договору поставки на сервисное обслуживание испытательной системы;
- в случае необходимости: поставка новых компонентов и запчастей, пуско-наладка испытательной системы, запуск, ввод и сдача в эксплуатацию;
- проведение предварительной аттестации испытательной системы;
- подписание акта выполненных работ и услуг;
- закрытие Договора.

Для обращения в Сервисный центр необходимо заполнить бланк-заявку и отправить ее на адрес электронной почты info@zetlab.com. Срок рассмотрения заявки составляет не более одного рабочего дня с момента получения обращения.

В отдельных случаях осуществляется выезд сервисного инженера на место эксплуатации оборудования.



Также осуществляется техническая поддержка клиентов на любом уровне при помощи приложения WhatsApp и по электронной почте info@zetlab.com.

Техническая поддержка включает в себя консультации по работе с испытательной виброустановкой, поддержку по вопросам работы с программным продуктом ZETLAB, получение обновлений версий программного обеспечения ZETLAB.

Термины и определения .....

Основные термины и определения приведены в таблице (Таблица 21.1).

Таблица 21.1

Q - фактор	В физике и технике, то коэффициент качества или Q - фактор является безразмерным параметром, который е описывает, как underdamped в генератор или резонатор находится. Он приблизительно определяется как отношение начальной энергии, запасенной в резонаторе, к энергии, потерянной за один радиан цикла колебаний. В качестве альтернативы коэффициент добротности определяется как отношение центральной частоты резонатора к его ширине полосы при воздействии осциллирующей движущей силы. Эти два определения дают схожие, но не идентичные результаты. Высшее Q указывает на меньшую скорость потери энергии, и колебания затухают медленнее. Маятник, подвешенный на качественном подшипнике, колеблющийся на воздухе, имеет высокую добротность, а маятник, погруженный в масло, - низкую. Резонаторы с высокими показателями качества имеют низкое демпфирование, поэтому они дольше звонят или вибрируют.
Акселерограмма	Запись перемещения, скорости или ускорения как функции времени
Акселерометр	Первичный преобразователь (датчик), формирующий электрический сигнал пропорциональный регистрируемому ускорению
Амплитуда	Наибольшее (по модулю) из мгновенных значений, определяющих сигнал за период усреднения
Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)	Зависимость амплитуды установившихся колебаний выходного сигнала некоторой системы от частоты её входного гармонического сигнала. АЧХ — один из видов «частотного отклика» системы наряду с ФЧХ и АФЧХ.
Анализатор спектра с быстрым преобразованием Фурье (FFT)	В настоящее время он все чаще используется для повышения производительности и снижения затрат при радиочастотном проектировании, тестировании производства электроники, сервисном обслуживании, ремонте. С расширением использования беспроводных технологий, используемых при проектировании электронных схем электронных устройств, повышение

	производительности анализаторов спектра приобретает все большее значение. Как следует из названия, анализатор спектра FFT — это элемент радиочастотного испытательного оборудования, который использует методы анализа Фурье и цифровой обработки сигналов для обеспечения спектрального анализа.
Антирезонанс	Частота, при которой реакция на сигнал управления (генератора) резко уменьшается (очень мала). Следует избегать установки датчиков, которым будет назначен статус "Контроль" (канал обратной связи) в зонах объекта испытания с большой величиной антирезонансов. В случаях наличия антирезонансов имеющих высокие значения возможно использование многоточечного управления (выбрав в предтесте режим контроля по среднему либо по максимальному) по нескольким датчикам со статусом "Контроль" антирезонансы на которых не совпадают по частоте.
Лопатки газотурбинных двигателей (SDS)	Это отдельный компонент, который составляет секцию турбины газовой турбины или паровой турбины <159.>. Лопасти отвечают за извлечение энергии из высокотемпературного газа под высоким давлением, вырабатываемого камерой сгорания. Лопатки турбины часто являются ограничивающим элементом газовых турбин.
Газотурбинных двигателей (ГТД)	Это двигатель, работающий за счет нагревания сжатого газа, который в свою очередь подается на вал газовой турбины. Сжатый атмосферный воздух из компрессора поступает в камеру сгорания, затем туда подаётся топливо, которое, сгорая, образует большое количество продуктов сгорания под высоким давлением. Затем в газовой турбине энергия газообразных продуктов сгорания преобразуется в механическую работу за счёт вращения струёй газа лопаток, часть которой расходуется на сжатие воздуха в компрессоре. Остальная часть работы передаётся на приводимый агрегат. Работа, потребляемая этим агрегатом, является полезной работой двигателя. Газотурбинные двигатели имеют самую большую удельную мощность среди ДВС, до 6 кВт/кг. В качестве топлива может быть все что горит, от бензина до измельченного угля.

Граничные точки	Точки, используемые при построении профилей виброиспытаний для синусоидальной и широкополосной вибрации
Вибрационная установка	Оборудование, включающее в себя вибростенд в комплекте с усилителем мощности.
Воображаемая контрольная точка	Условная точка, которой приписан некоторый сигнал, сформированный по сигналам вибрации с нескольких проверочных точек (измерительным каналам которых присвоен статус "Контроль") и используемый для управления режимом испытаний (многоточечное управление) таким образом, чтобы удовлетворить заданным в испытаниях требованиям.
Воспроизводимость	Близость результатов измерений одной и той же величины с одним и тем же значением, проводимых: разными методами, с разными первичными преобразователями (датчиками), разными операторами, в разных испытательных лабораториях, в разные моменты времени интервал между которыми значительно больше времени проведения одного измерения.
Время усреднения	Временной интервал, в течении которого из регистрируемого потока производится выборка в массив мгновенных значений сигнала, с целью дальнейшей обработки массива.
Граничные точки	Точки, используемые при построении профилей виброиспытаний для синусоидальной и широкополосной вибрации
Действующая вибрация	Вибрация, характеризуемая сигналом с датчика, установленного в контрольной точке.
Децибел (дБ)	Единица измерения физической величины относительно выбранного опорного значения, выраженная как логарифм lg (по основанию 10) отношения значения физической величины к опорному значению. В системе управления виброиспытаниями производства ZETLAB опорное значение равно единице поэтому для перевода значений в линейных физических величин "x" в дБ формула имеет вид дБ = 20lg(x), а в случае физических величин, имеющих размерность мощности "x2" формула имеет вид дБ=10lg(x2)
Динамический диапазон измерительного канала	Определяется как соотношение максимального уровня регистрируемых сигналов к минимальному регистрируемому уровню. Теоретический предел для 24

	разрядного АЦП равен 140 дБ, однако реальный динамический диапазон снижается в связи с влиянием помех и искажений в системе.
Динамический диапазон сигнала управления	Определяется как соотношение максимального значения сигнала формируемого на канале управления к его минимальному значению. Для режима синусоидальной вибрации, в случае если сигнал управления меняется в диапазоне от 1 мВ до 10 В, динамический диапазон составляет 10000 раз = 80 дБ. Для режима широкополосной случайной вибрации (ШСВ) максимальные и минимальные значения сигнала управления измеряются по спектральной плотности мощности. Динамический диапазон вибрационной системы в целом определяется не только динамическим диапазоном ЦАП контроллера СУВ, но в каждом конкретном испытании может ограничиваться прочими факторами: уровнем шума на столе вибростенда (регистрируемым при отсутствии сигнала управления), динамическим диапазоном вибрационной установки, предельным допустимым уровнем вибрации в испытании и т.п.
Длительность ударного импульса	Временной интервал от начала до окончания ударного импульса являющейся значимой частью акселерограммы
Добротность	Является мерой остроты резонанса и обратно пропорциональна логарифмическому декременту затухания. При проведении испытаний на синусоидальное воздействие изделий, имеющих резонансы с высокой добротностью, устанавливайте высокие значения частотного разрешения (большое число частотных полос) и снижайте скорость развертки по частоте
Единицы измерения	Контроллеры СУВ позволяют подключать к своим входам датчики, регистрирующие различные физические величины такие как: ускорение (м/с^2, мм/с^2, g), перемещение (м, мм, мкм), скорость (м/с, мм/с), поэтому для получения корректных результатов измерительным каналам следует назначать единицы измерения, соответствующие типам подключаемых датчиков. *Примечание: единицы измерения для первичных преобразователей (акселерометров) приводятся в соответствующих им паспортах.*

Значимая часть акселерограммы	Для классического удара: часть акселерограммы между двумя моментами времени, когда сигнал в первый раз достигает уровня 10 % пикового значения и когда он в последний раз опускается ниже этого уровня Для виброудара: часть акселерограммы между двумя моментами времени, когда сигнал в первый раз достигает уровня 25 % пикового значения и когда он в последний раз опускается ниже этого уровня
Измерительный канал (контроль/слежение/обзор)	Входной канал (канал АЦП) контроллера СУВ с подключенным первичным преобразователем, используемым при проведении виброиспытаний. Измерительным каналам при проведении виброиспытаний могут быть назначены статусы "контроль", "слежение" и "обзор". Статус контроль определяет, что данные с измерительного канала используются для формирования сигнала управления в том числе и формировании аварийной остановки виброиспытаний по превышению критериев, определяемых во вкладке "Профиль" окна редактора профиля испытаний. Статус слежение определяет, что данные с измерительного канала используются для формирования аварийной остановки виброиспытаний по превышению критериев, определяемых во вкладке "Остановка" окна редактора профиля испытаний. Статус обзор определяет, что данные с измерительного канала не каким образом не участвуют в управлении виброиспытаниями и используются лишь для визуализации регистрируемых сигналов.
Инструментальная погрешность	Совокупность погрешностей, вносимых как аналоговыми устройствами, подключенными ко входам контроллера, так и самим контроллером СУВ.
Истинная спектральная плотность ускорения	Спектральная плотность ускорения, воздействующая на испытываемое изделие.
Канал обратной связи	Канал системы управления, который обеспечивает оцифровку сигнала в контрольной точке, процедуру обработки сигнала и преобразование обработанного сигнала в аналоговую форму для подачи на усилитель мощности вибрационной установки.
Канал управления	Канал генератора контроллера СУВ, задействованный для формирования сигнала управления.

Кнопка аварийной остановки	Кнопка расположенная справа на передней панели контроллера СУВ и предназначенная для экстренной остановки (режим СТОП) передачи сигнала управления на вибрационную установку.
Контроллер СУВ	Устройства моделей ZET 024 либо ZET 028, имеющих по одному выходному каналу управления (ЦАП) и соответственно четыре, либо восемь измерительных каналов (АЦП).
Контрольная точка	Одна из проверочных точек (измерительному каналу которой назначен статус "Контроль"), сигнал с которой используют для управления режимом испытаний (одноточечное управление) таким образом, чтобы удовлетворить заданным в испытаниях требованиям.
Коррекция	Процедура приведения к минимуму погрешности воспроизведения спектральной плотности ускорения
Максимальное напряжение управления	Предельное значение напряжения на выходе канала управления (генератора) контроллера СУВ
Мгновенное значение сигнала	Значение амплитуды сигнала, зарегистрированное за один отсчет АЦП.
Многоточечное управления	Управление по сигналам, усредняемым аналоговым или другим подходящим способом, регистрируемым по измерительным каналам с датчиков вибрации, установленным в нескольких проверочных точках.
Наблюдаемая спектральная плотность ускорения	Визуализируемая спектральная плотность ускорения на мониторе СУВ, включающая в себя инструментальную погрешность, случайную погрешность и смещение.
Нормативно-Техническая Документация (НТД)	Государственный стандарт, стандарт предприятия, технические условия, технические описания, рецептуры и другая документация, закрепляющая требования к качеству продукции
Объект испытаний	Изделие, подвергаемое вибрационным испытаниям.
Одноточечное управление	Управление по сигналу, регистрируемому с измерительного канала от датчика вибрации, установленного в контрольной точке, для поддержания вибрации в этой точке на заданном уровне.
Отсечка задающего сигнала	Ограничение максимального задающего сигнала на уровне, определяемом значением пик-фактора.

Первичные преобразователи	Датчики, преобразовывающие различные физические величины (ускорение, скорость, перемещение, деформацию, температуру и т.п.) в электрический сигнал пропорциональный воздействию физической величины.
Пик фактор	Отношение пикового значения к среднеквадратичному значению сигнала.
Погрешность воспроизведения спектральной плотности ускорения	Разность между заданной спектральной плотностью ускорения и спектральной плотностью ускорения сигнала управления.
Поперечная вибрация	Вибрация, действующая в направлении, отличном от заданного (определяемая обычно в двух ортогональных осях, расположенных в плоскости, перпендикулярной к заданному направлению движения. Обратите внимание на то, что поперечная вибрация должна измеряться вблизи точек крепления.
Предпочтительные направления воздействия вибрации	Три взаимно-ортогональных направления, выбираемых таким образом, чтобы при воздействии вибрации в этих направлениях вероятность повреждения объекта испытаний была максимальной.
Предтест	Программа, обеспечивающая регистрацию амплитудно-частотных характеристик, а также других параметров необходимых для проведения испытаний, по всем доступных измерительным каналам СУВ путем регистрации с измерительных каналов сигналов отклика на сформированное по каналу управление воздействие в виде шумового сигнала в установленном частотном диапазоне с малым уровнем спектральной плотности ускорения. В результате программа в автоматическом режиме формирует рекомендации и указывает на возможные ошибки, допущенные при подготовке к проведению испытаний
Проверочная точка	Точки установки датчиков (измерительным каналам которых назначен статус "Слежение") на крепежном приспособлении, на вибростоле или на объекте испытаний, расположенные как можно ближе к точкам крепления объекта испытаний (соединенные с ними жесткой связью) и служат для контроля соблюдения требований, предъявленных к испытаниям.

Профиль виброиспытаний	Определяет требуемый условиями испытания профиль, который должен быть обеспечен при проведении виброиспытаний путем формирования необходимого сигнала по каналу управления. Для испытаний широкополосной случайной вибрацией и синусоидальной вибрацией профиль определяется в частотной области, а при испытаниях в режиме удар – во временной области.
Разрешение по частоте	Ширина интервала приращения частоты в представлении спектральной плотности ускорения (выражаемая в герцах)
Регистрация	Процесс обработки совокупности отсчетов (зарегистрированных с измерительных каналов через равные промежутки времени), при помощи процедуры быстрого преобразования Фурье.
Режим контроля (по одному, по среднему, по максимальному)	Существует три режима контроля на основе которых формируется сигнал управления: в режиме «по одному» сигнал управления формируется на основе данных, регистрируемых по одному контрольному каналу. В режиме «по среднему» сигнал управления формируется по средним значениям, зарегистрированным по выбранной в качестве контрольных группе каналов. В режиме «по максимальному» сигал управления формируется по максимальным значениям, зарегистрированным по выбранной в качестве контрольных группе каналов. Режимы по среднему и по максимальному относятся к многоточечному управлению.
Режим СТОП	Режим, при котором нажата кнопка аварийной остановки расположенная справа на передней панели контроллера СУВ.
Резонанс	Частота при которых реакция на сигнал управления (генератора) резко возрастает (очень велика). При исследовании усталостных характеристик изделия проводят выдержку на резонансных частотах.
Результаты предтеста	Список параметров, сохраненных по результатам проведении предтеста и актуальных до следующего его проведения или до истечения времени суток, в которые предтест был проведен
Сегмент профиля	Участок профиля виброиспытаний ограниченный соседними по частоте граничными точками

Сигнал управления	Напряжение на выходе канала управления (генератора) контроллера СУВ, используемое для возбуждения вибростенда
Система управления виброиспытаниями (СУВ)	является аппаратно-программным комплексом, обеспечивающим генерирование сигналов управления на вход усилителя вибростенда в соответствии с заданными профилями испытания, а также регистрацию сигналов отклика с датчиков, устанавливаемых как на подвижной платформе вибростенда, так и объекте испытаний.
Скорость затухания сигналов	При остановке виброиспытаний необходимо чтобы сигнал управления (генератора) уменьшался плавно, в противном случае объект испытаний может подвергнуться ударному воздействию. Степень снижения уровня сигнала управления можно выбрать из диапазона от 20 до 60 дБ/с
Случайная погрешность	Погрешность оценки спектральной плотности ускорения, изменяющаяся от одного измерения к другому и обусловленная конечным временем усреднения сигнала и конечной шириной полосы фильтрации
Спад на высоких частотах	Участок спектральной плотности ускорения на частотах больших чем верхняя граница эффективного диапазона частот испытаний
Спад на низких частотах	Участок спектральной плотности ускорения на частотах меньших чем нижняя граница эффективного диапазона частот испытаний
Спектральная плотность ускорения (СПУ)	Функция частоты, определяемая как предельное отношение среднего квадрата значения сигнала ускорения после его прохождения через узкополосный фильтр, среднегеометрическая частота которого совпадает с заданной, к ширине полосы фильтра при стремлении ширины полосы к нулю, а времени усреднения — к бесконечности.
Спектральная плотность ускорения сигнала управления	Спектральная плотность ускорения сигнала, измеренного в контрольной точке (реальной или воображаемой)
Спектральный анализ октавной полосы (Долеоктавный спектр)	Предназначен для автоматического измерения коэффициента нелинейных искажений и среднеквадратических значений напряжения исследуемых сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра.

Среднеквадратичное значение сигнала	Квадратный корень от суммы квадратов мгновенных значений сигнала, зарегистрированных за время усреднения
Стандартное отклонение	Характеристика случайного временного сигнала, которая для сигнала вибрации совпадает со среднеквадратичным значением
Статическая степень свободы	Величина, характеризующая свойства оценки спектральной плотности ускорения, получаемой по случайным отсчетам методом усреднения по времени, и зависящая от разрешения по частоте и времени усреднения.
Стрелково-пушечного воздействие (СПВ)	Для испытаний изделий на устойчивость к воздействию случайной вибрации в режиме
Статическая точность	Отношение истинной спектральной плотности ускорения к наблюдаемой
Текущее значение параметра (ТЗП)	Используется в Мониторинг объектов в Редакторе параметров
Точка измерения отклика	Точки установки датчиков (измерительным каналам которых назначен статус "Обзор") на объекте испытаний, сигналы с которых не участвуют в управлении виброиспытаниями, а используются лишь для исследования его частотной характеристики.
Точка крепления	Часть объекта испытаний, находящаяся в контакте с крепежным приспособлением или вибростолом в том месте, где его обычно закрепляют при эксплуатации. В случае если при испытаниях для установки объекта испытаний используют устройство, применяемое при его эксплуатации, то точку крепления определяют на этом устройстве, а не на объекте испытаний.
Управление по максимальному значению	Способ определения сигнала при многоточечном управлении путем выбора максимального значения контролируемого параметра для каждой частотной составляющей по не менее чем двум проверочным точкам измерительным каналам которых назначен статус "Контроль"
Управление по среднему значению	Способ определения сигнала при многоточечном управлении путем усреднения для каждой частотной составляющей по не менее чем двум проверочным точкам

	измерительным каналам которых назначен статус "Контроль".
Ускорение	Векторная величина, определяющая степень изменения скорости во времени.
Ускорение свободного падения	Ускорение свободного падения, округлено до ближайшего целого числа, т.е. до 10 м/с2.
Усреднение (линейное/экспоненциальное)	Временной интервал, в течении которого из регистрируемого потока данных производится выборка в массив мгновенных значений сигнала, с целью дальнейшей обработки массива. Применяется с целью повышения статистической точности или для подавления помех. При линейном усреднении каждый элемент данных вносит одинаковый вклад в среднее значение. Линейное усреднение как правило используется на ограниченных временных интервалах, так как при больших временных интервалах последние добавляемые значения фактически перестают влиять на результирующее усредненное значение. При экспоненциальном усреднении каждое последнее усредняемое значение имеет больший вес чем те, что принимали в усреднении ранее, поэтому его можно применять на бесконечных интервалах. Среднее значение будет динамически отражать влияние новых регистрируемых значений, участвующих в усреднении, а влияние предыдущих по мере их старения будет уменьшаться. Степень экспоненциального усреднения определяется весовым коэффициентом, который рассчитывается как обратная величина к числу усреднений.
Фазо-частотная характеристика (ФЧХ)	Зависимость разности фаз между выходным и входным сигналами от частоты сигнала. Для линейной электрической цепи, зависимость сдвига по фазе между гармоническими колебаниями на выходе и входе этой цепи от частоты гармонических колебаний на входе. Часто ФЧХ используют для оценки фазовых искажений формы сложного сигнала, вызываемых неодинаковой задержкой во времени его отдельных гармонических составляющих при их прохождении по цепи.
ЦСМ (Центральный статистический момент)	Моменты случайной величины — это некоторые функции, которые численно описывают характеристики

	распределения данной случайной величины. Существуют начальные, центральные, абсолютные, центрально абсолютные и факториальные моменты. Центральный момент соответствует дисперсии распределения, он показывает разброс вокруг среднего значения (то есть вокруг математического ожидания или первого момента).
Частота	Число колебаний или циклов в единицу времени. Единица измерения Гц.
Частота выборки	Число выборочных значений сигнала в единицу времени (в секунду) при представлении сигнала в цифровом виде
Частота дискретизации (выборки)	По отношению к измерительным каналам - количество выполняемых аналого-цифровых преобразований в секунду по каждому регистрируемому измерительному каналу, по отношению к сигналу управления - количество цифро-аналоговых преобразований в секунду при формировании сигнала управления. Программам ZETLAB, выполняющим обработку цифрового сигнала, требуется массив данных из последовательности зарегистрированных мгновенных значений амплитуды обрабатываемого сигнала накапливаемый за время усреднения, при этом частота регистрации мгновенных значений определяется частой дискретизации. Таким образом, чем выше частота дискретизации, тем больше становится размер массива при одном и том же времени усреднения. Достоверность результатов измерения напрямую связано с тем насколько правильно подобраны параметры время усреднения и частота дискретизации. Наилучшие результаты измерения достигаются в том случае, когда при обеспечении необходимой детализации исключается ее избыточность. Для СУВ с количеством каналов не превышающем 48 каналов приняты значения частот дискретизации: 25 кГц для измерительных каналов и 50 кГц для каналов управления. Для СУВ с количеством каналов в диапазоне 49...160 каналов приняты значения частот дискретизации: 2,5 кГц для измерительных каналов и 5 кГц для каналов управления.
Частота резонанса	Значение частоты, характерное для объекта подверженного вибрации, при которой регистрируются: увеличение амплитуды колебаний объекта, и разница фаз между фазой

	вибрационного воздействия и фазой колебания объекта равная 90 градусам
Частотный диапазон испытаний	Диапазон между нижней и верхней границей в частотной области определенный в профиле испытаний.
Число степеней свободы	Указывает на число независимых переменных, используемых при вычислении среднего. Используется в усреднении при управлении широкополосной случайной вибрацией. Каждое усреднение добавляет две степени свободы. Чем больше степеней свободы, тем более точно рассчитывается спектральная плотность мощности широкополосного сигнала
Ширина пика на уровне минус 3 дБ	Ширина полосы частот между двумя точками частотной характеристики, расположенными на уровне 0,708 от ее максимального значения, в предположении, что частотная характеристика в данной полосе частот описывает пик одиночного резонанса
Широкополосная случайная вибрация (ШСВ)	Формируемый на канале управления сигнал (при испытаниях ШСВ) представляет из себя шум, распределенный случайным образом по широкому диапазону в области частот
Этап испытаний	Элемент программы испытаний, занимающий одну строку в таблице расписания
Эффективный диапазон частот испытаний	Диапазон между нижней и верхней границей в частотной области определенный в профиле испытаний. Следует помнить, что за пределами эффективного диапазона частот также присутствуют составляющие в сигнале вследствие недостаточно резкого спада кривой спектральной плотности ускорения на границах профиля.

Инструкция по передаче информации в техподдержку СУВ .....

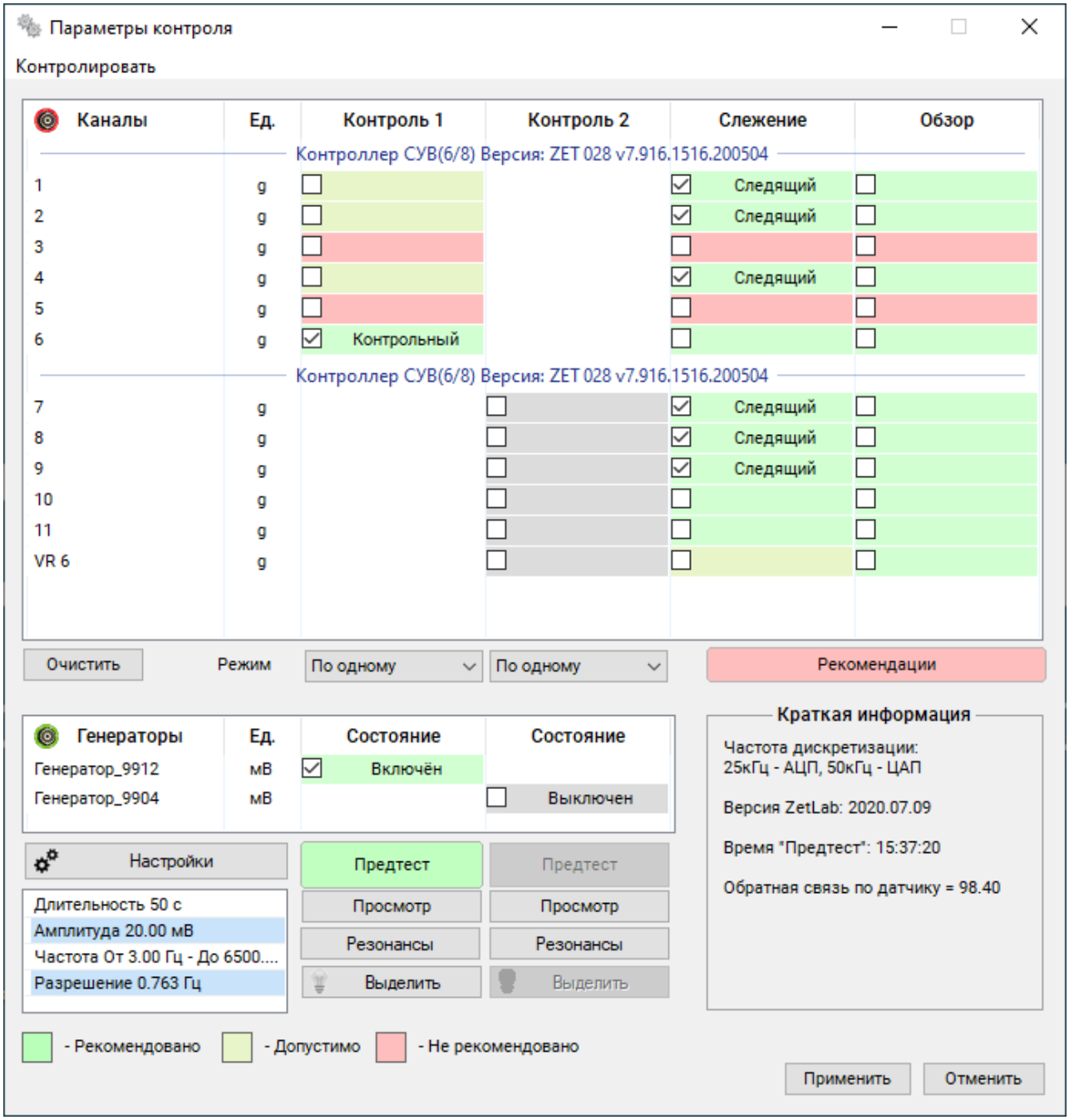
Необходимые файлы и сведения для полноценной диагностики вашей системы

При обращении в техподдержку СУВ по средствам бесплатной системы мгновенного обмена текстовыми сообщениями WhatsApp, для получения консультации у специалиста по вопросам функционирования нашей аппаратуры вам необходимо подготовить перечень исходных данных. Каких именно, приведем в данном обзоре:

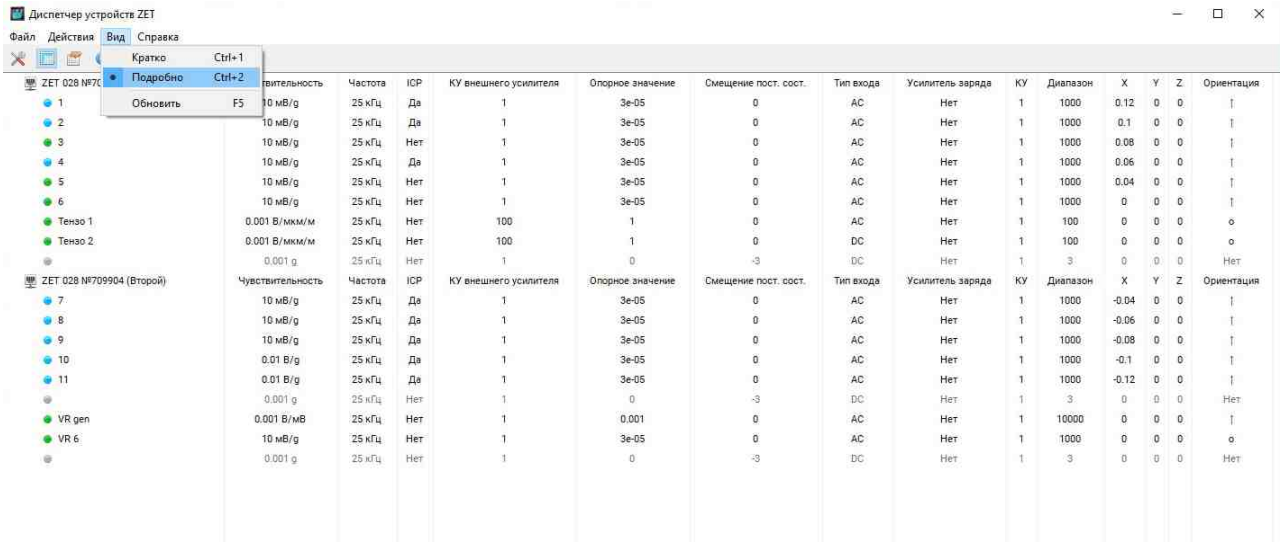
- Скриншот или фото окна программы «Предтест»:



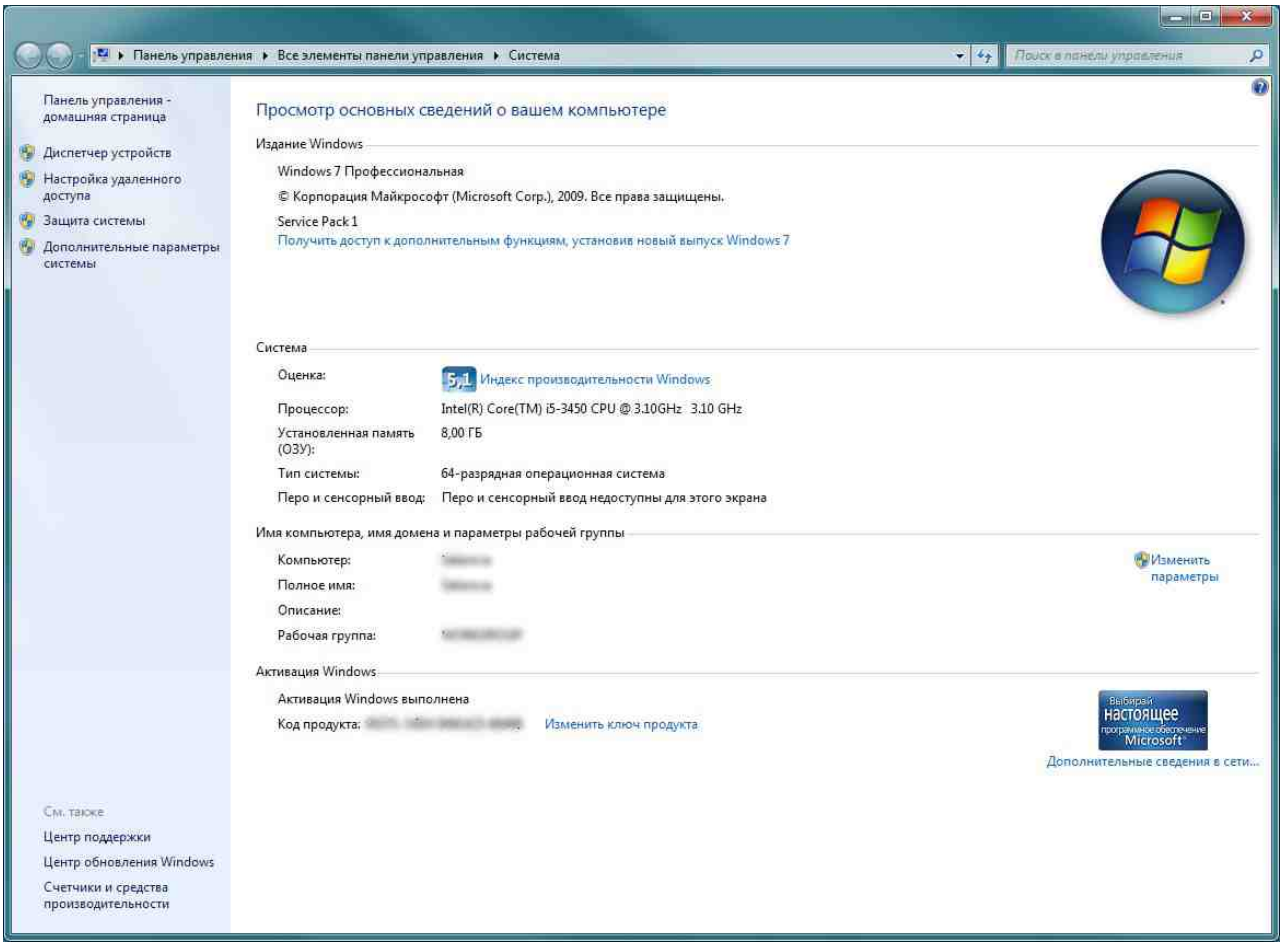
- Скриншот или фото окна программы «Параметры контроля»:



- Скриншот или фото окна программы «Диспетчер устройств» в подробном виде:



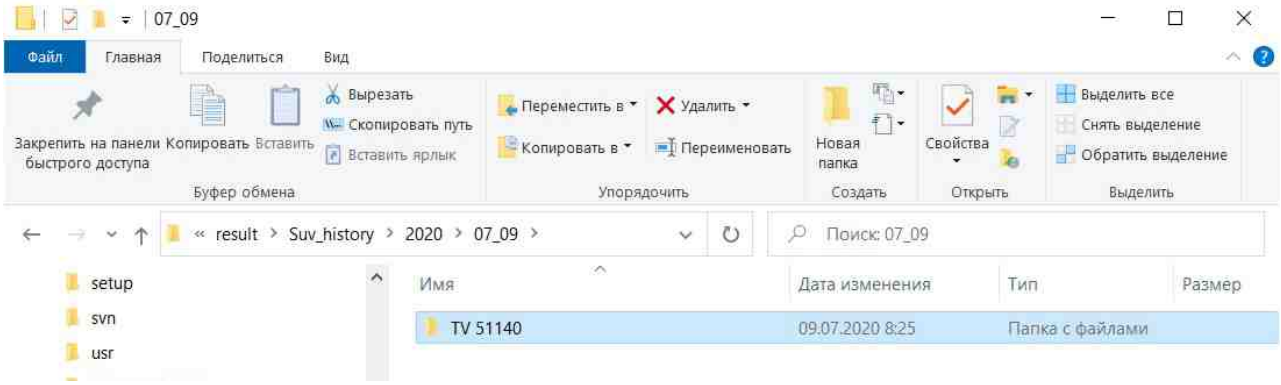
- Скриншот или фото основных сведений о персональном компьютере:



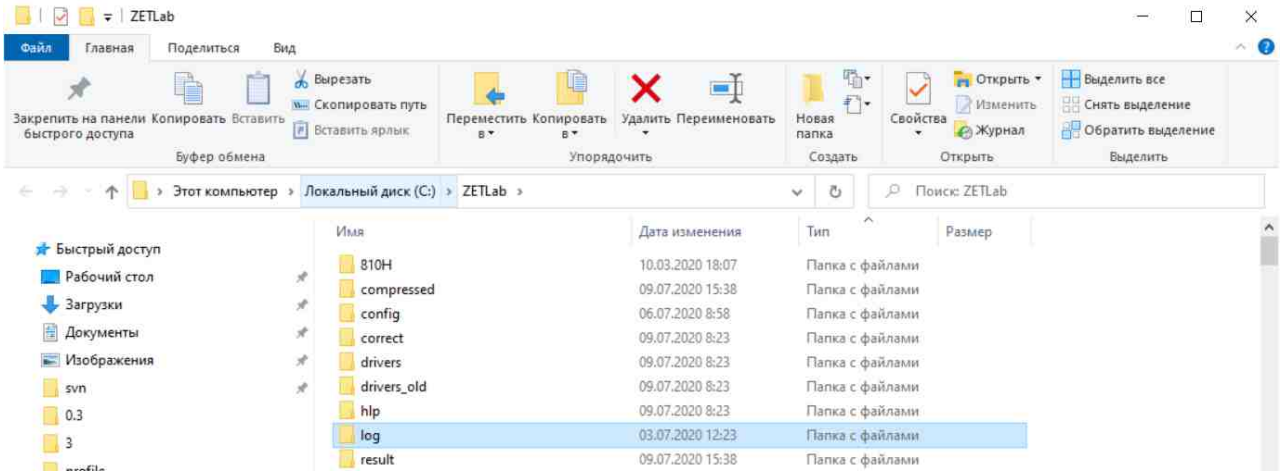
Помимо скриншотов настройки программ специалистам потребуются системные файлы, которые сохранились в процессе проведения испытаний.

- Вам необходимо заархивировать папки с данными, расположенные в следующих директориях и также направить их нам на номер технической поддержки.

- Файлы, сформированные при проведении испытаний. Войти в директорию их расположения можно непосредственно из СУВ-панели, перейдя по ссылке «Результаты испытаний». Потребуется создать архив папки в открывшейся директории.



- Лог-файлы программы. Данная папка находится в корневой директории ZETLAB. Для быстрого доступа к ней, необходимо вернуться в панель ZETLAB, открыть главное меню -> Пути конфигурации пользователя -> Корневая директория ZETLAB.



Поскольку большинство клиентов приложения WhatsApp пользуются смартфонами, а программное обеспечение системы управления вибростендами ZETLAB VIBRO установлено на персональном компьютере и зачастую находятся в помещениях, где нет свободного доступа к сети Интернет, то часто возникает вопрос: каким же образом передать папки с файлами с техподдержку?

Единственный вариант в данном случае — копирование файлов в память смартфона и отправка через мобильное приложение.

Инструкцию по переносу информации в память вашего смартфона можно посмотреть в руководстве пользователя или на сайте производителя для каждой конкретной модели телефона.

Распространенные ошибки при работе с СУВ ZETLAB .....

Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации

Плохой контакт в кабеле сигнала управления

Низкое качество предтеста из-за плохого заземления

Высокий уровень нелинейных искажений

Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации .....

Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации

На *Рис. 21.1* представлен график нелинейных искажений, снятый при небольшом отклонении станины вибростенда от горизонта (отклонение станины в пределах 2 градусов), а на *Рис. 21.2* - при горизонтальном положении станины. Вибростенд при проведении сравнительных испытаний был нагружен на 60% от максимально допустимого веса загрузки, а уровень воздействия составлял 25% от максимально допустимого с учетом установленной массы.

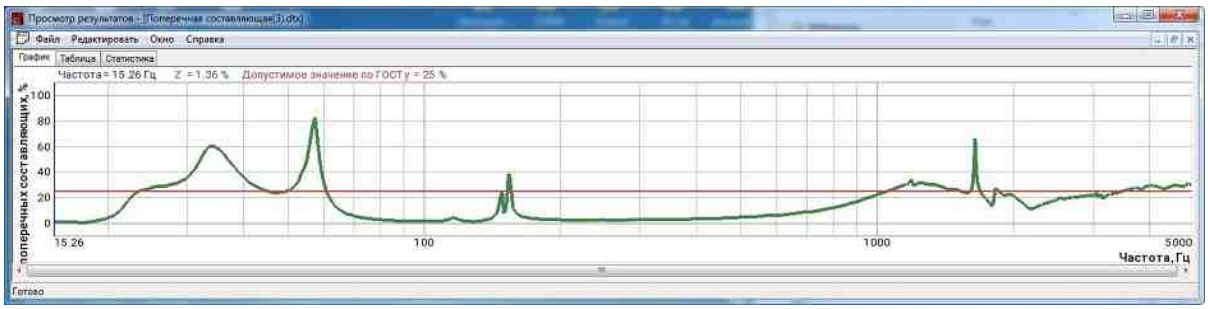


Рис. 21.1. Станина отклонена от горизонтали

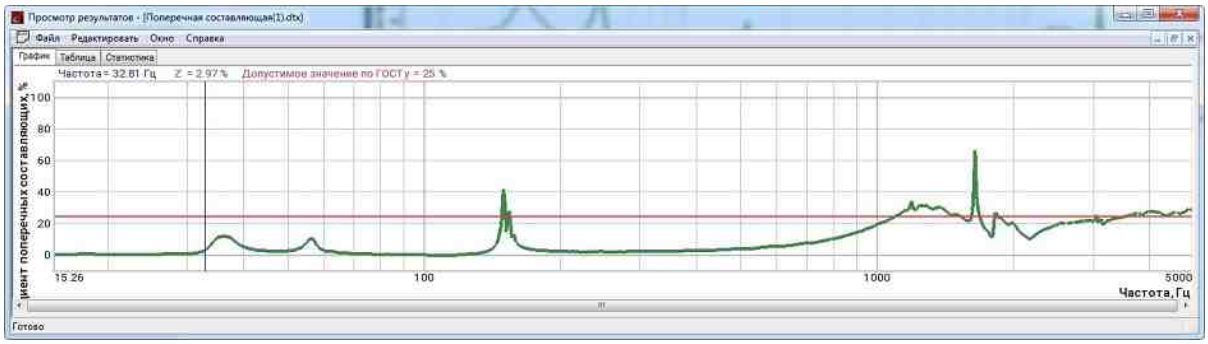


Рис. 21.2. Станина выставлена горизонтально

По графикам видно, что в области резонанса подвески (20…50 Гц) даже при незначительных отклонениях от горизонтали на вибростенде возникает значительный

уровень поперечных колебаний, который может быть помехой как на этапе проведения аттестации, так и при проведении испытаний, особенно при задании значительных уровней воздействий.

Плохой контакт в кабеле сигнала управления .....

Плохой контакт в кабеле сигнала управления

На *Рис. 21.3* представлен пример отрицательного результата прохождения предтеста выполненного на вибростенде со столом расширения. Вывод о низком качества результатов предтеста сделан в первую очередь по высокому уровню коэффициента нелинейных искажений (уровень близкий к 0 дБ). Параметр «Качество сигнала» (в таблице результатов) также указывает на низкое качество результатов предтеста и имеет значение меньше 90% (выделен желтым или красным цветом).

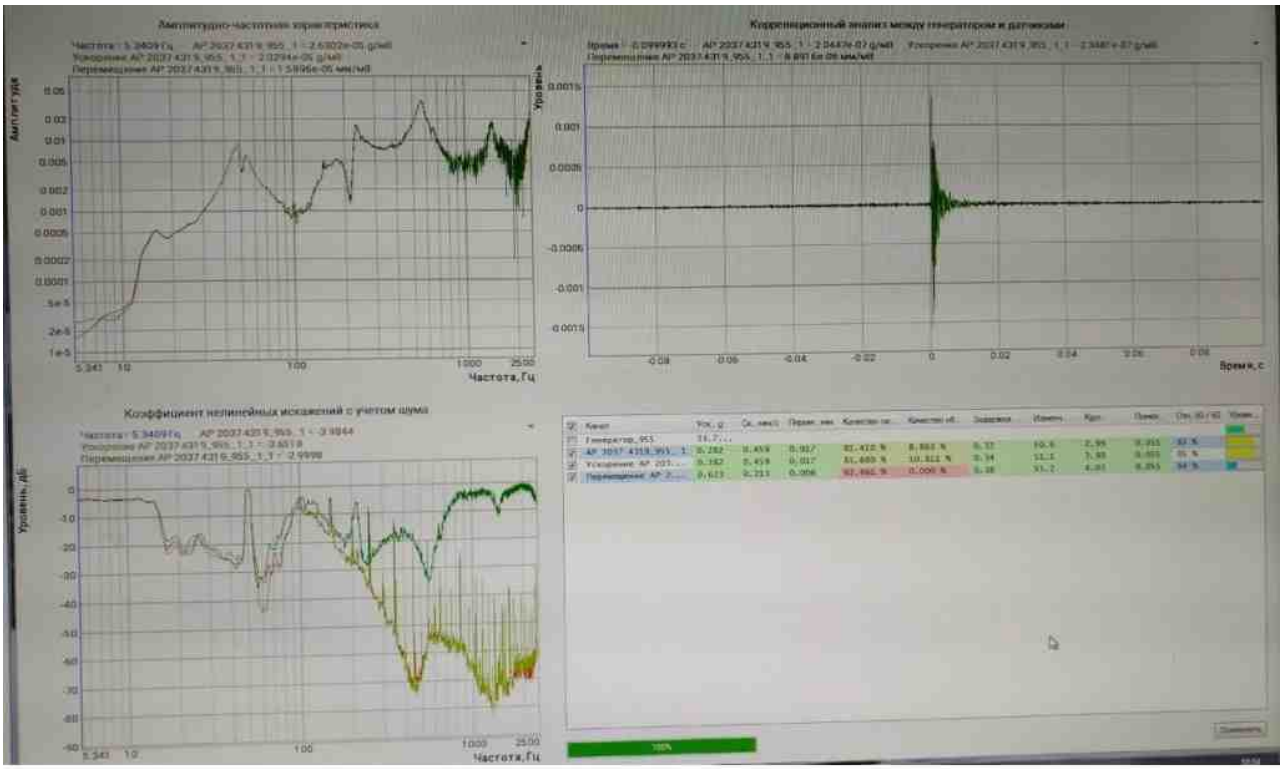


Рис. 21.3. Отрицательный результат предтеста

В таком случае перед началом испытаний необходимо разобраться с причиной возникновения отрицательного результата предтеста. Для этого в окне программы «Предтест» следует активировать кнопку «Рекомендации» и в открывшемся окне обратить внимание на предложенные варианты возможных неисправностей и при

необходимости устранить их. Если ничего из предложенного в рекомендациях не помогает попробуйте проверить последовательно ниже предложенные варианты:

- плохое заземление
- плохой контакт
- неисправный кабель
- неисправный датчик

После устранения неисправностей необходимо повторно пройти предтест и убедиться в том, что результат прохождения предтеста положительный. На *Рис. 21.4* представлен пример положительного результата прохождения предтеста после устранения неисправности, связанной с плохим контактом в кабеле управления.

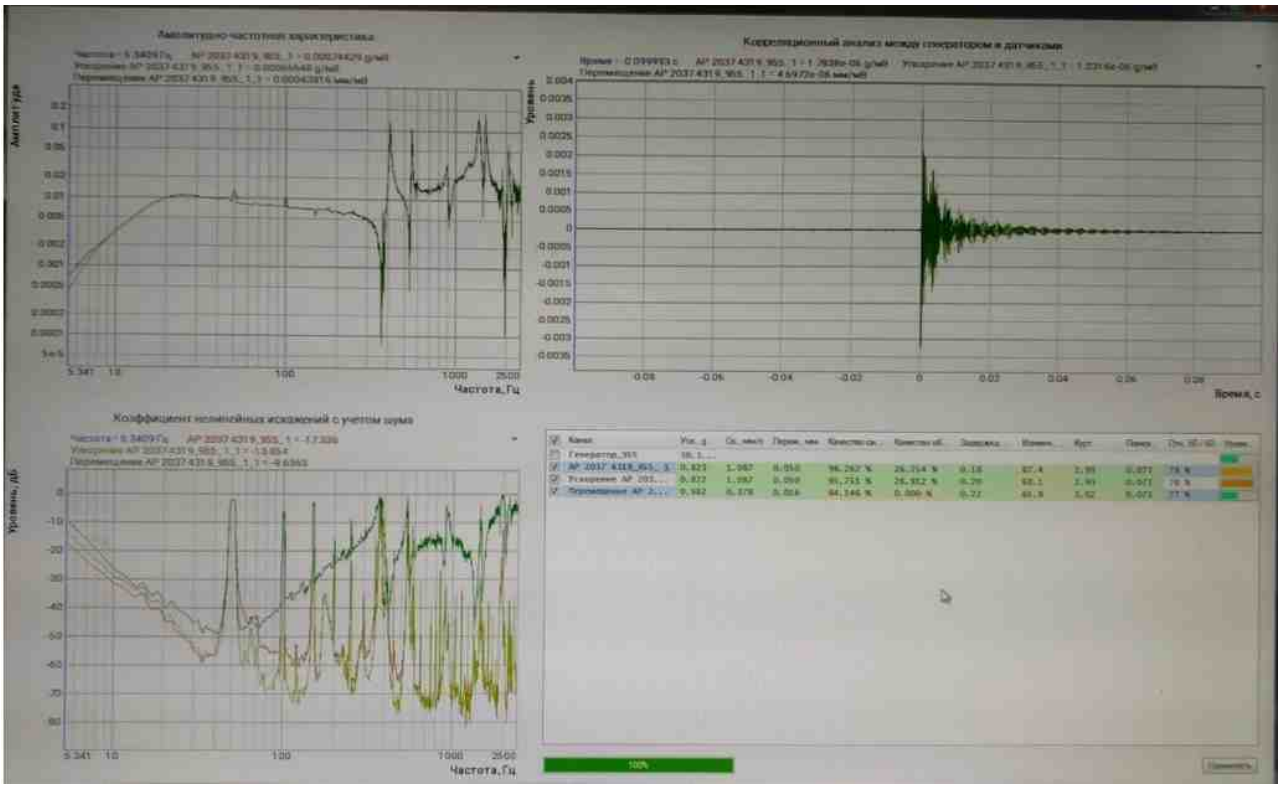


Рис. 21.4. Положительный результат предтеста

Низкое качество предтеста из-за плохого заземления .....

На *Рис. 21.5* представлен пример низкого качестве результата прохождения предтеста выполненного на пустом вибростенде (без стола расширения). Вывод о низком качества результатов предтеста сделан в первую очередь по высокому уровню коэффициента

нелинейных искажений в низкочастотной области (уровень выше, чем минус 20 дБ). Параметр «Качество сигнала» (в таблице результатов) также указывает на невысокое качество результатов предтеста для пустого вибростенда и имеет значение меньше 98%. Положительным результатом результатов предтеста (для пустого стола вибростенда) считается уровень качества сигнала не менее 99%.

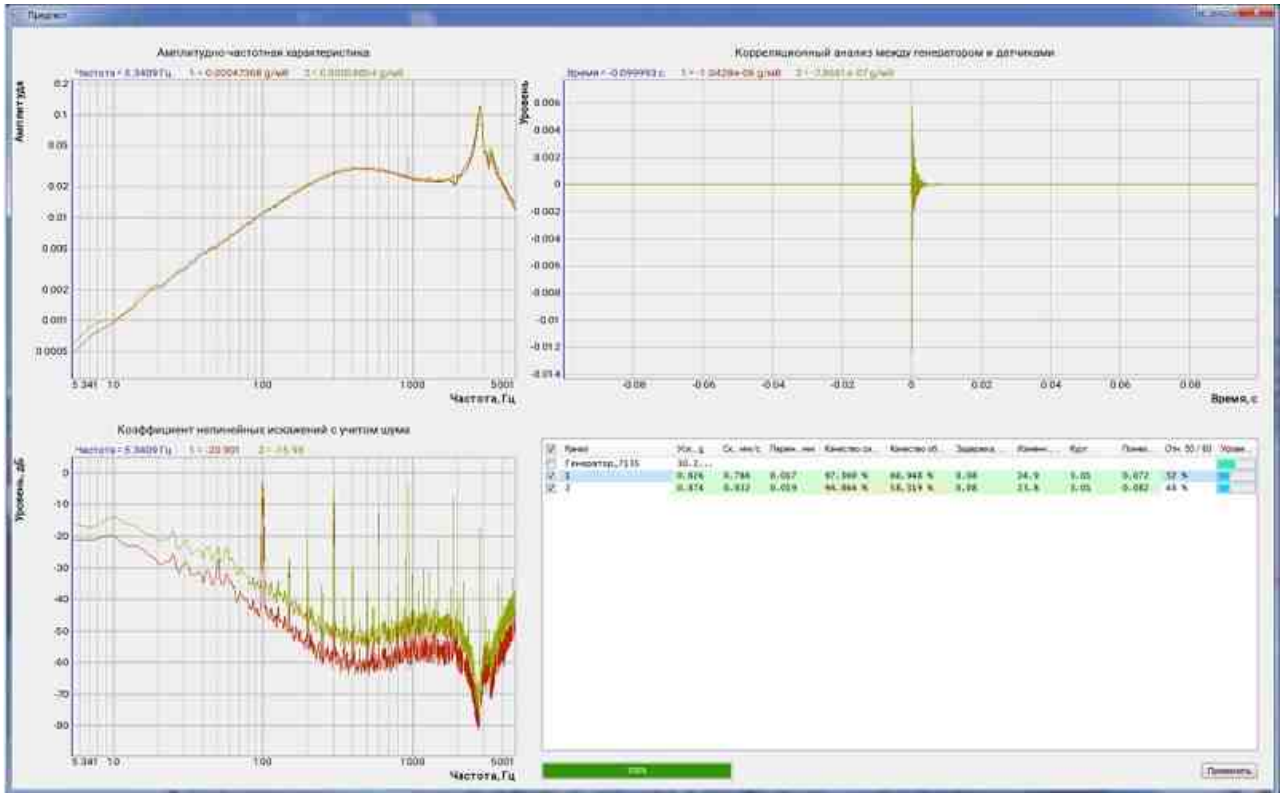


Рис. 21.5. Низкое качество результата предтеста

После выполнения заземления был пройден предтест повторно результаты которого приведены на *Рис. 21.6*. На рисунке видно, что уровень коэффициента нелинейных искажений в низкочастотной области значительно снизился (стал ниже минус 30 дБ), а также выросло качество сигнала (стало выше 99%).

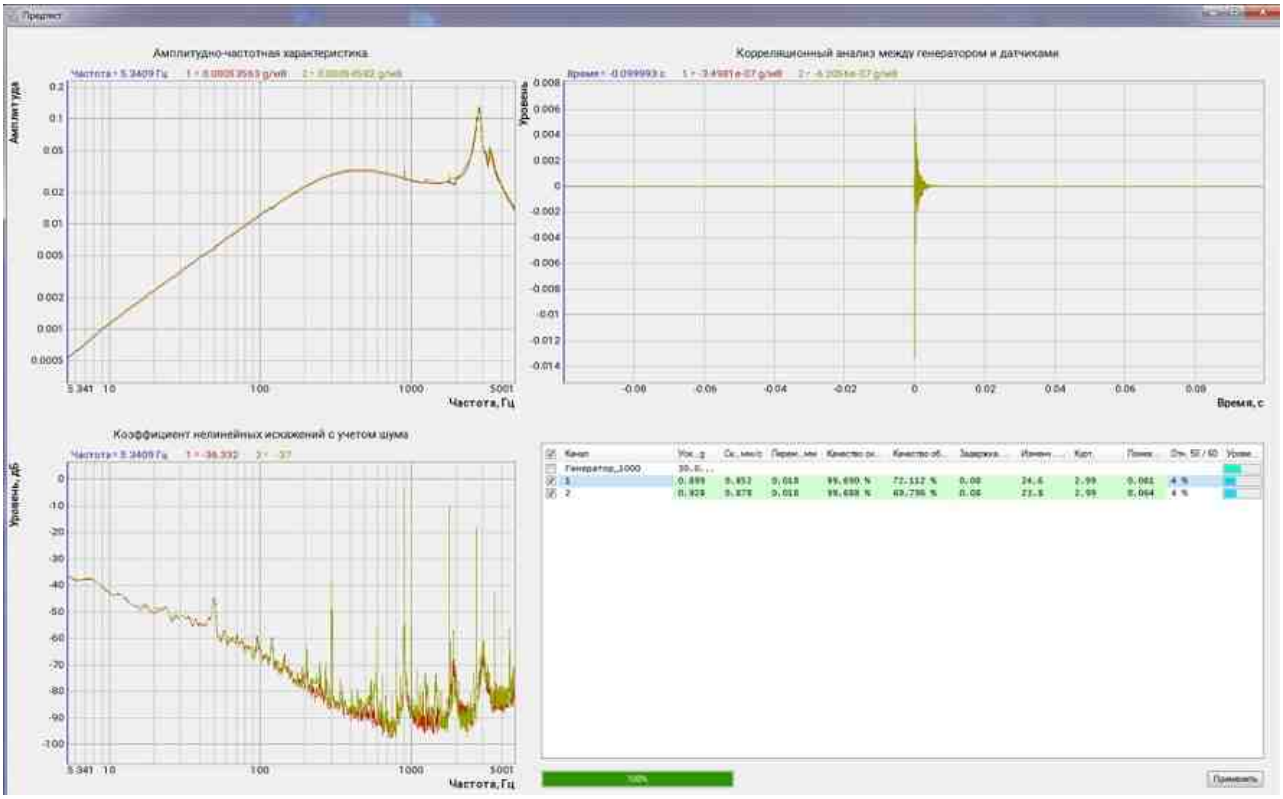


Рис. 21.6 Высокое качество результата предтеста

Высокий уровень нелинейных искажений .....

Высокий уровень нелинейных искажений

В соответствии с требованиями ГОСТ25051.4-83 коэффициент гармоник для электродинамических вибростендов устанавливается на уровне не выше 10%, однако на средней и большой мощности работы усилителя вибростенда довольно часто можно столкнуться с ситуацией при которой в существенной области диапазона частот наблюдается превышения 10% уровня (*Рис. 21.7*).

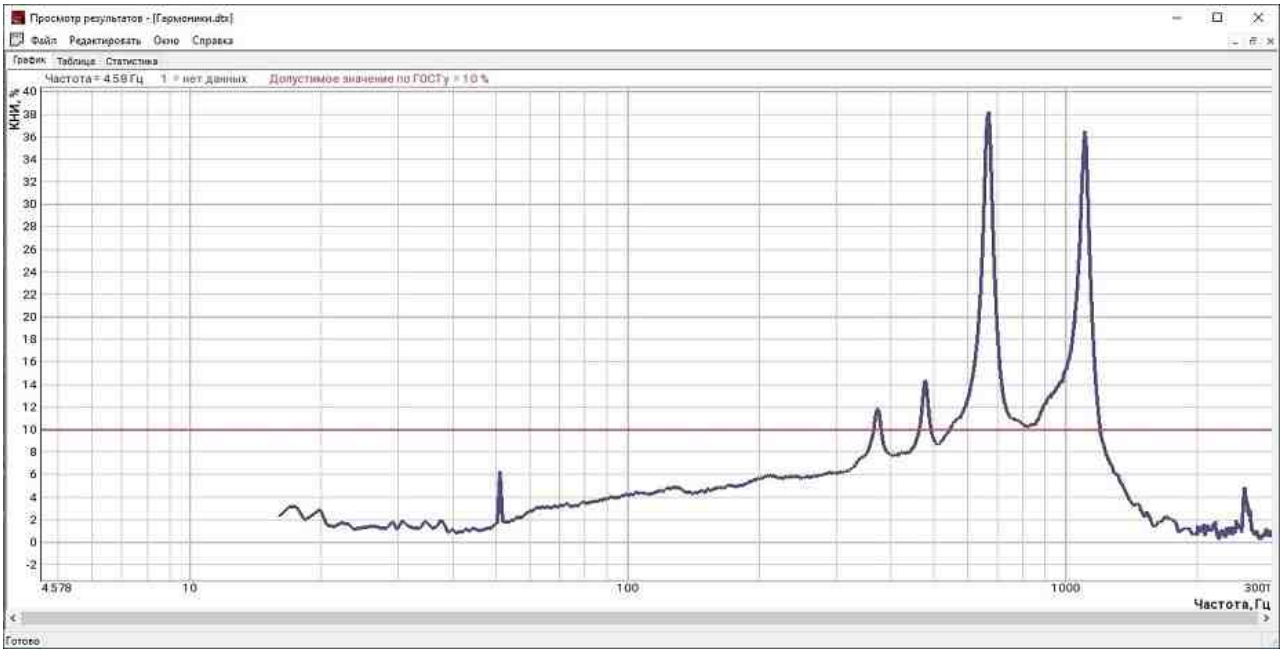


Рис. 21.7. Нелинейные искажения на вибростенде с резонансом подвески 3300 Гц

Причиной высокого уровня нелинейных искажений, регистрируемых на электродинамических вибростендах чаще всего, является усиление гармоник, присутствующих в сигнале на выходе усилителя вибростенда, резонансом подвижной части вибростенда.

На рисунке *Рис. 22.7* видно превышение допустимого уровня 10% где пики превышения соответствуют совпадению с резонансом (на частоте 3300 Гц) подвижной части соответственно девятой, седьмой, пятой и третьей гармоник подаваемого синусоидального сигнала.

Таким образом даже относительно небольшие (в пределах 1 %) уровни нелинейных искажений на выходе усилителя, при умножении на величину добротности резонанса, приводят к выходу за пределы допуска нелинейных искажений, регистрируемых в сигнале с датчика, установленного на подвижной части вибростенда.

На графике (*Рис. 22.8*) приведены нелинейные искажений в сформированном на выходе усилителя вибростенда сигнале, а на графике (*Рис. 22.9*) нелинейные искажения, зарегистрированные уже с датчика расположенного на столе вибростенда (с резонансной частотой подвижной части 6000 Гц и добротностью равной 35). Видно, что при общем уровне гармоник около 4%, вклад каждой из гармоник (усиливаясь на частоте резонанса в 35 раз) приводит к превышению допустимого уровня 10%.

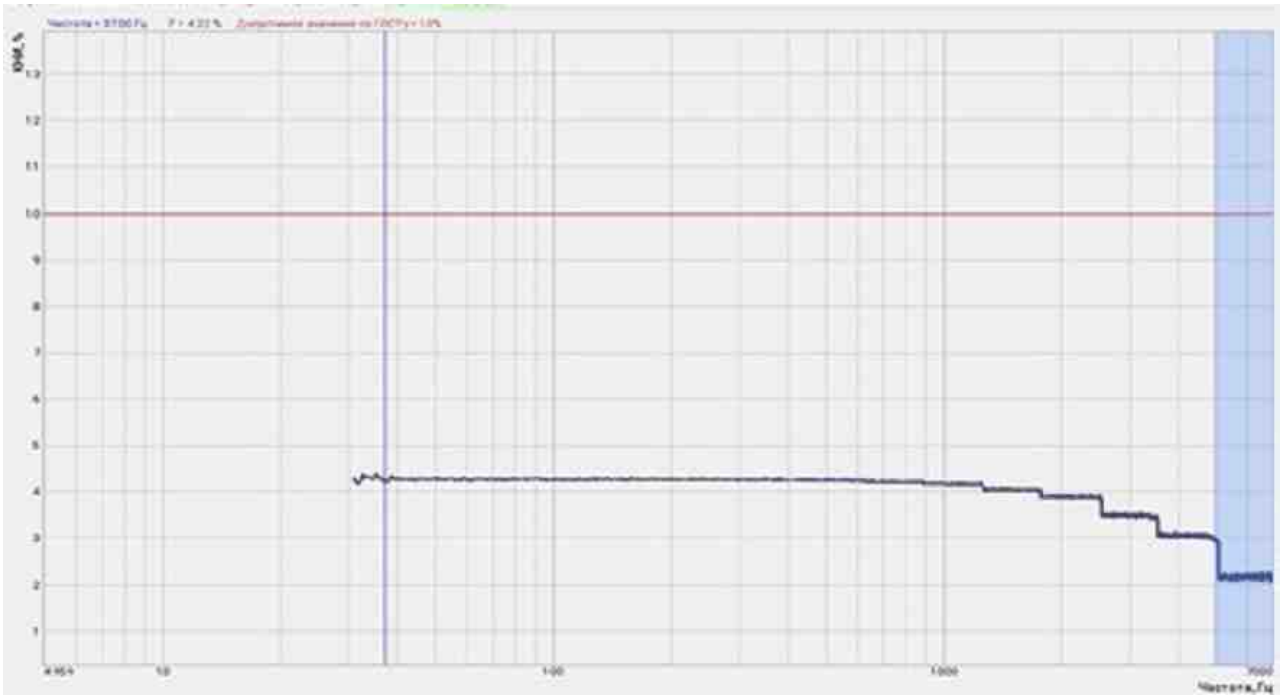


Рис. 21.8. Нелинейные искажения на выходе усилителя вибростенда

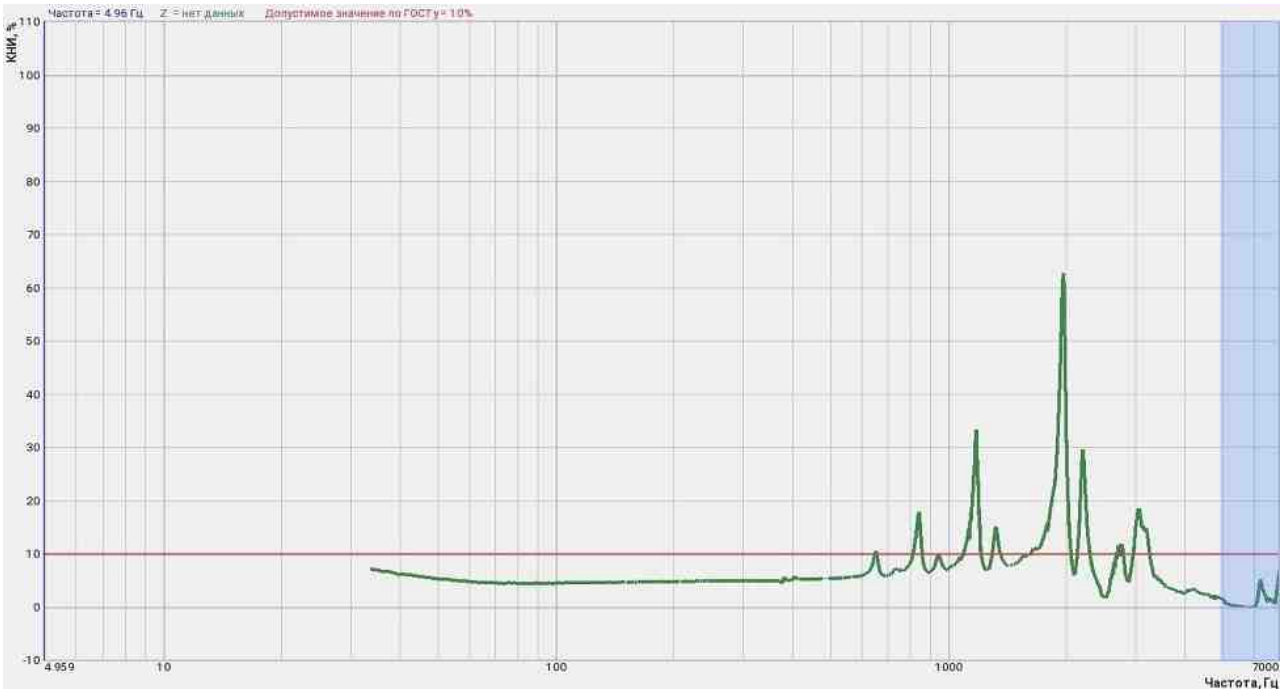


Рис. 21.9. Нелинейные искажения на вибростенде с резонансом подвески 6000 Гц

Анализ сигналов

Программы раздела **Анализ сигналов** позволяют проводить анализ сигналов с применением различных алгоритмов.

В целом можно выделить программы для вибрационного анализа, программы для анализа сейсмических сигналов и общие программы анализа.

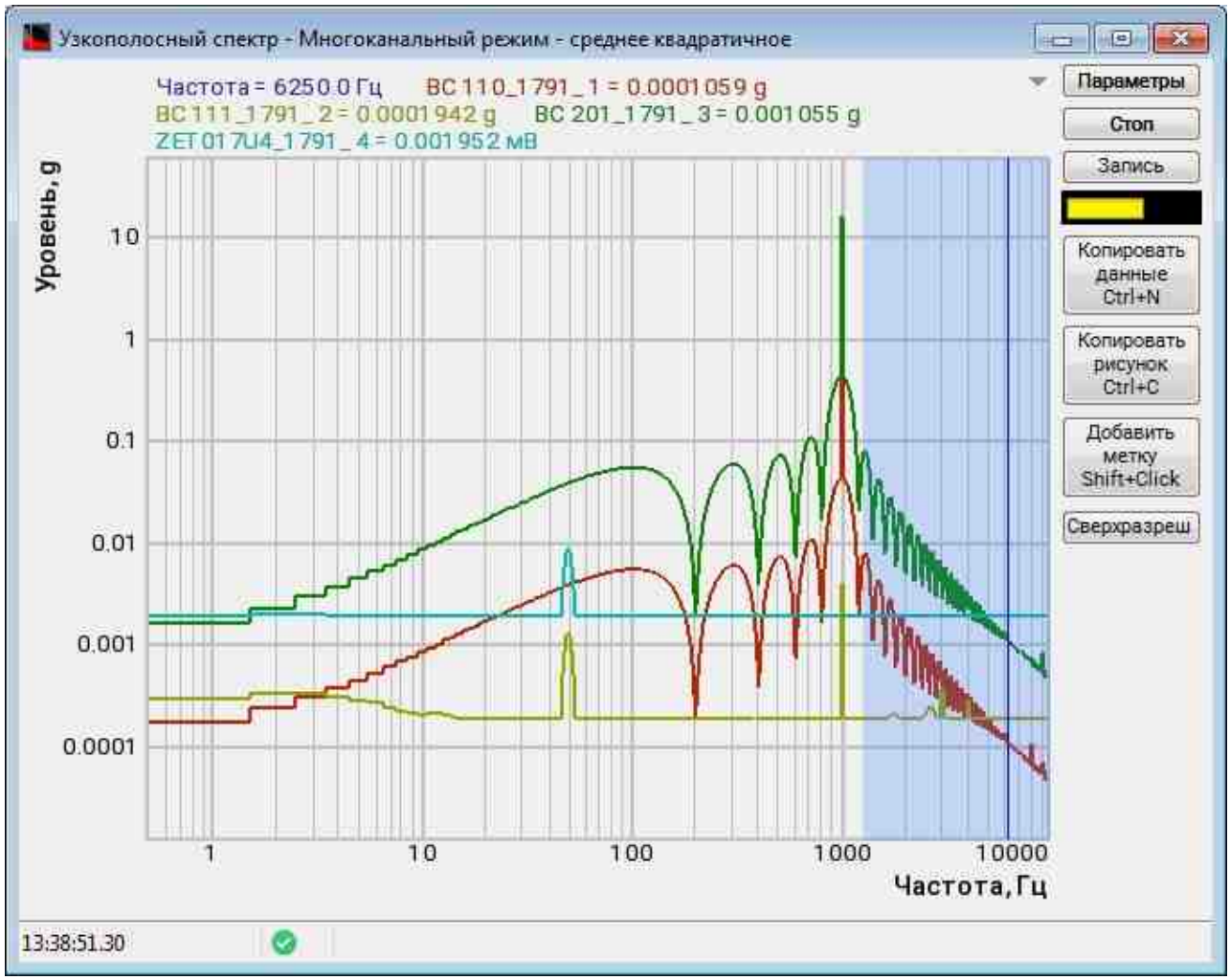
Многие из программ анализ легли в основу готовых решений, таких как ПО для системы контроля сейсмических воздействий, ПО для системы мониторинга и диагностики конструкций зданий, ПО для балансировки роторов и валов и т.п.

Узкополосный спектральный анализ .....

Программа Узкополосный спектральный анализ предназначена для узкополосной спектральной обработки сигналов, поступающих с входных каналов модулей АЦП и анализаторов спектра (в реальном масштабе времени или в режиме воспроизведения записанных временных реализаций), а также просмотра различных спектральных характеристик сигналов.

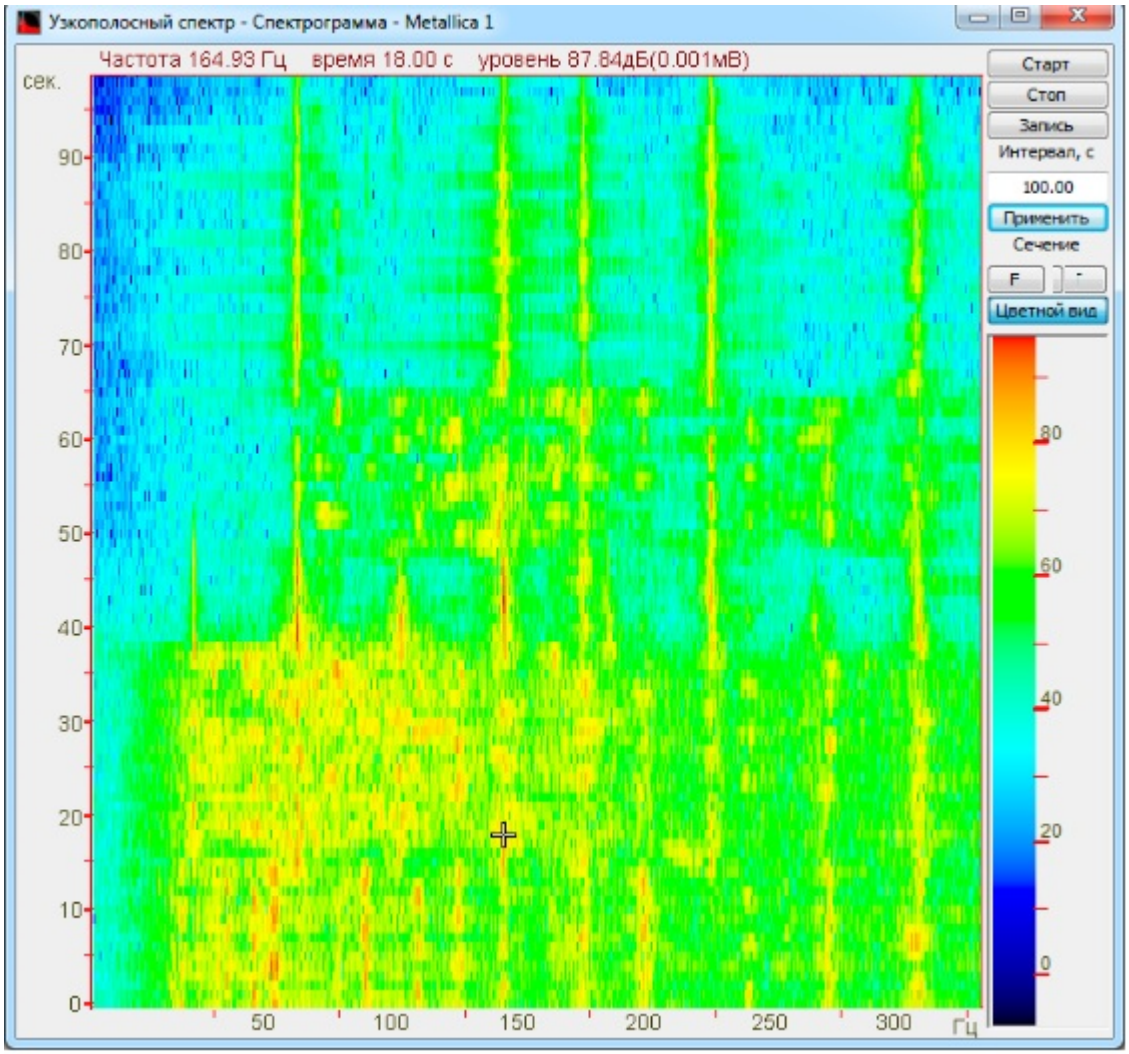
Спектральный анализ используется для разделения сигналов на простейшие составляющие в частотной области. В основе данного типа анализа лежит принцип разложения временной реализации сигнала в частотный спектр с равномерным шагом по частоте с помощью преобразования Фурье.

При помощи программы Узкополосный спектральный анализ пользователь по форме спектра может определить наличие в измерительном канале тональных сигналов (дискретных составляющих) и шумовых компонент. Дополнительные возможности построения спектрограмм (в 2-мерном или 3-мерном виде) позволяют проследить динамику нестационарных процессов. Спектрограмма представляет собой спектрально-временное представление сигнала, рассчитанных за равные промежутки времени. Построение сечений спектрограммы по времени и по частоте позволяет измерить параметры нестационарных процессов.



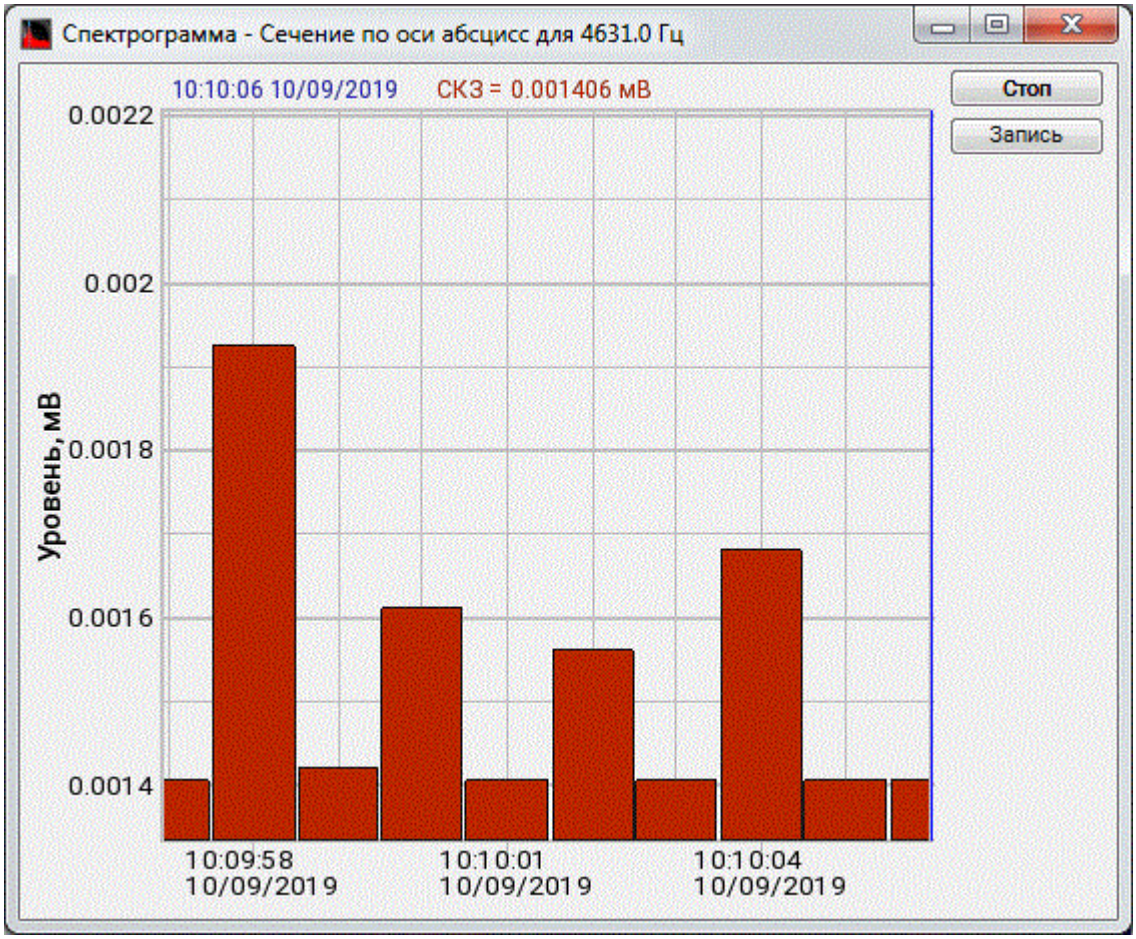
Спектр сигнала

Дополнительные возможности построения спектрограмм (набор спектров, рассчитанные в последовательные промежутки времени и представленные в 2-мерном и/или 3-мерном виде) позволяют проследить динамику нестационарных процессов.

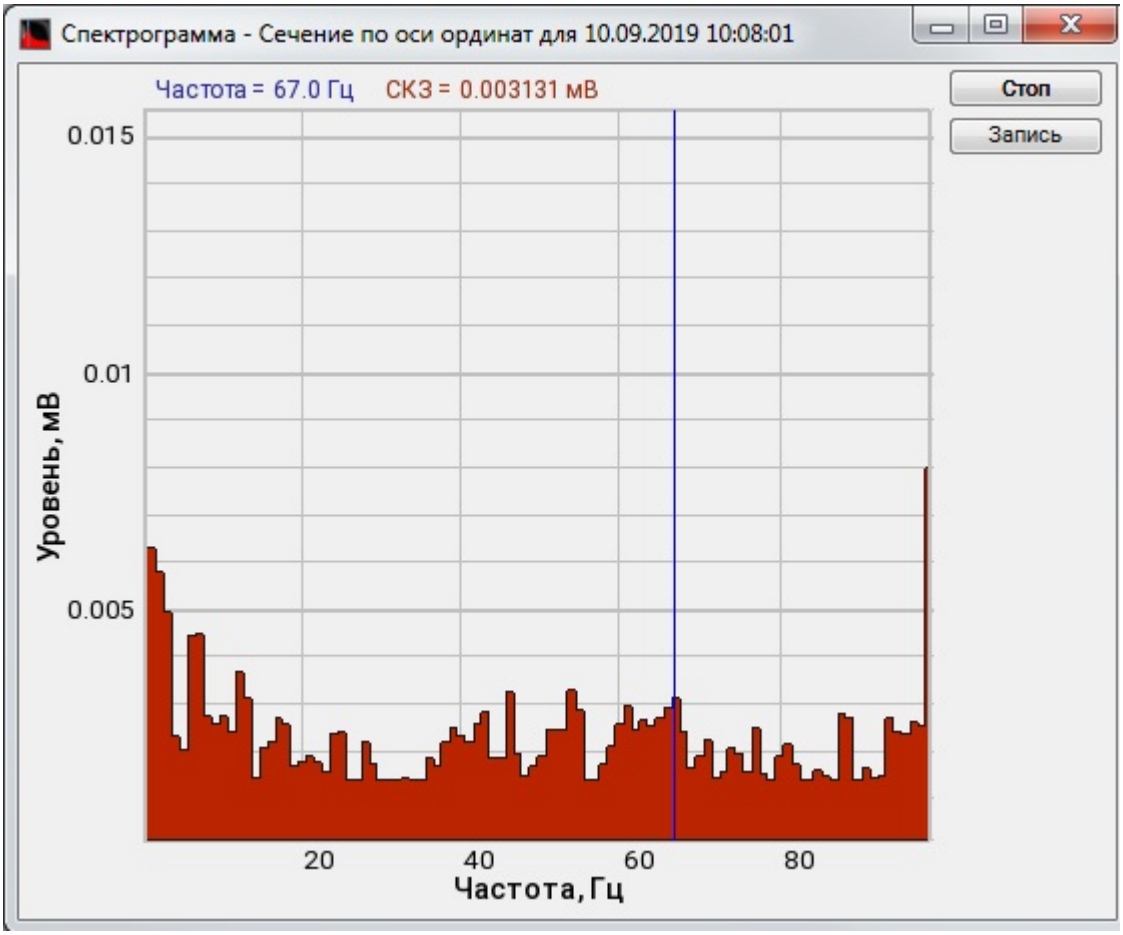


Спектрограмма сигнала

Построение сечений спектрограммы по времени и по частоте позволяет измерить параметры нестационарных процессов.



Спектрограмма - сечение по оси ординат



Спектрограмма - сечение по оси абсцисс

Возможность получения максимальных и усредненных спектров и сравнение их с заданных спектром (нормой) позволяет легко определить различие между заданным и реальным уровнем спектров. Это необходимо при проведении различного вида мониторинга оборудования, входного/выходного контроля.

Одновременный спектральный анализ в различных частотных диапазонах одного и того же сигнала дает возможность наблюдать спектр как во всем частотном диапазоне (панорамный режим), так и детальный анализ спектра в выбранных частотных диапазонах. Это необходимо при наличии в сигнале высокочастотных и низкочастотных дискретных составляющих.

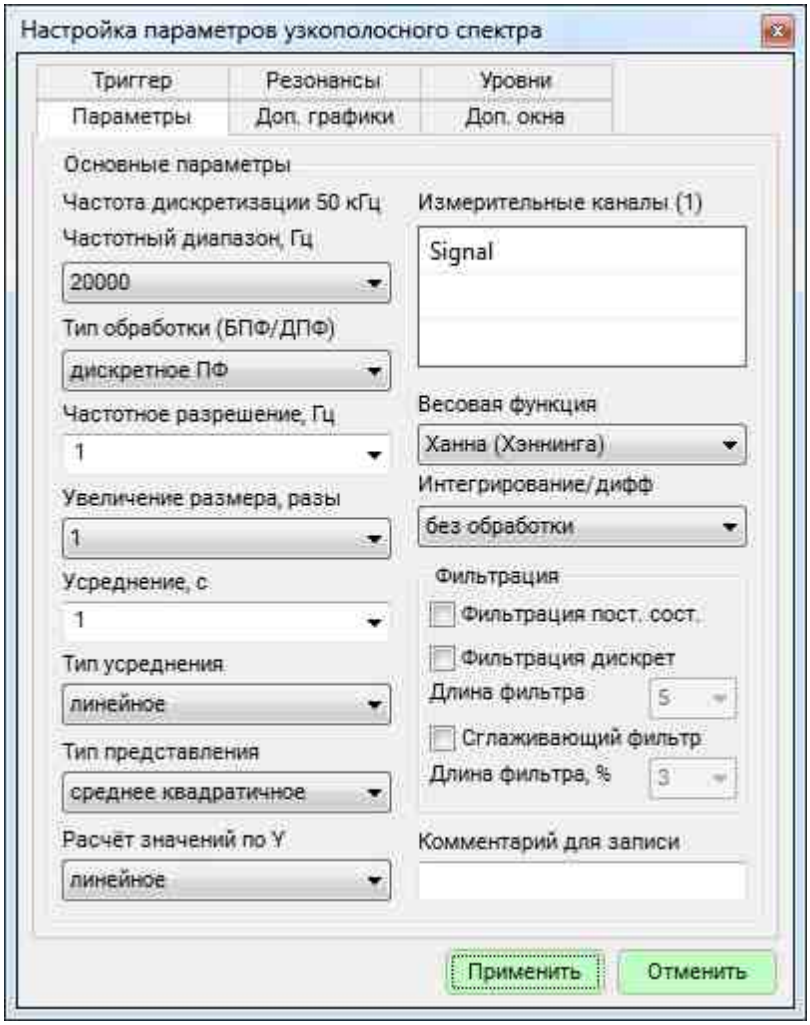
Высокое частотное разрешение (от 50 000 полос) позволяет с высокой точностью определить частоту стационарного тонального сигнала; разделить несколько близлежащих частотных компонент. Эта ситуация часто наблюдается при виброакустическом анализе различных механизмов с электрическим приводом. В окрестности 50 Гц, как правило, наблюдается несколько дискретных составляющих, связанных с электромагнитной наводкой, механическими колебаниями, например, связанными с вращением асинхронного электродвигателя. Как правило, все эти источники находятся в полосе не более 0.5 Гц.

При анализе шумовых компонент мешающим фактором является наличие дискретных составляющих на спектре. В программе имеется опция Очистка спектра от дискретных составляющих (ДС). Эта функция подавляет все стационарные тональные сигналы.

При виброакустическом анализе обычно используются пьезоэлектрические акселерометры. Эти датчики выдают сигнал, пропорциональный ускорению в точке расположения датчика. Нормы на уровни вибрации и их спектральный состав часто задаются по виброскорости. Для того чтобы получить сигнал виброскорости, необходимо проинтегрировать по времени сигнал виброускорения. Двойной интеграл по времени сигнала виброускорения позволяет получить сигнал виброперемещения. В программе реализованы возможности интегрирования и дифференцирования сигналов. Для измерения уровня шумовых компонент необходимо рассчитывать спектральную плотность мощности (СПМ), которая задается в (единица измерения/√Гц). Программа Узкополосный спектральный анализ позволяет рассчитывать спектры по СКЗ, СПМ и амплитудным значениям.

Для настройки пользователю доступны:

- Помимо стандартных параметров настройки, в программе «Узкополосный спектральный анализ» реализованы дополнительные функции, такие как:
- расчёт резонансов;
- триггер;
- дополнительные графики: отображение максимального, минимального и среднего уровней с определённым интервалом расчета, отображение графика нормы, график третьоктавного спектра, график спектра отклика;
- дополнительные окна: кепстр, спектрограмма, 3D-спектрограмма, проходная характеристика сигнала, фазовая характеристика сигнала.
- уровни.



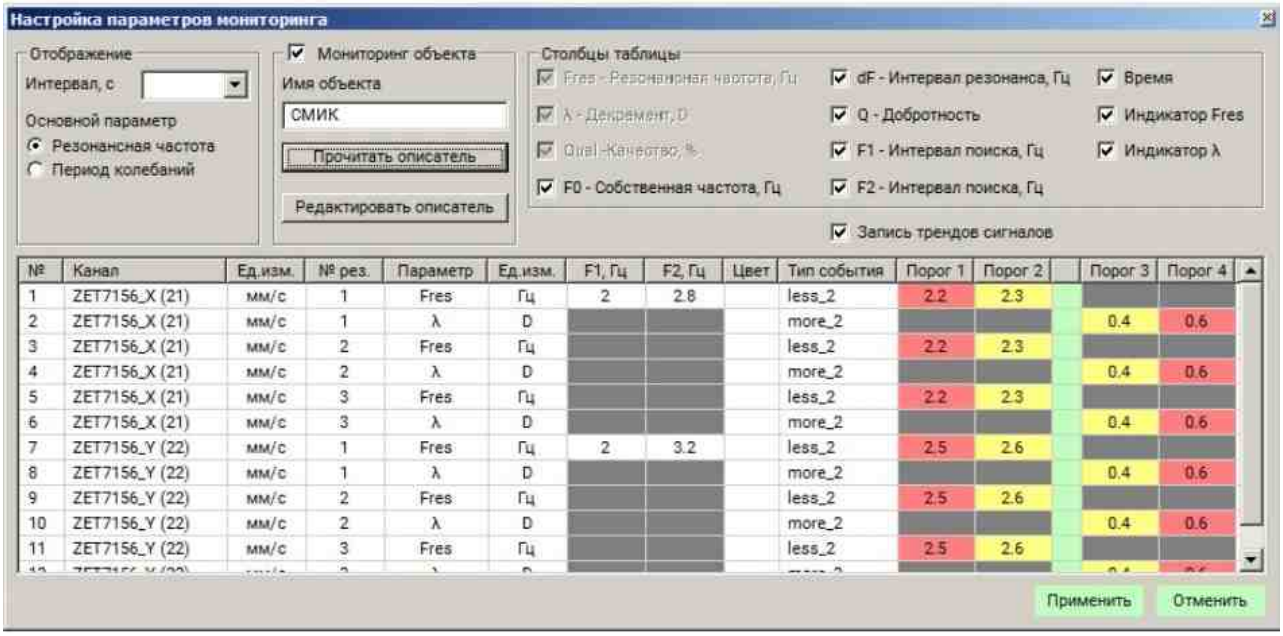
Расчет резонансов

В программе Узкополосный спектр реализован режим по расчету резонансов. Основной областью применения опции расчета резонансов является мониторинг строительных конструкций или установок, подверженных сильным вибрациям при работе.
Поскольку, в любой конструкции (будь то высотное здание, мост или промышленное оборудование) при совпадении вынужденных и собственных колебаний возникает резонанс, который может привести к аварийным последствиям, был разработан эффективный программный инструмент, позволяющий выделять все резонансные частоты и выполнять мониторинг наиболее опасных зон.



Для активации режима, необходимо в Настройках параметров узкополосного спектра на вкладке Резонансы установить флаг рядом с параметром «Расчёт резонансов» и сохранить настройки, после чего активировать кнопку «Применить».
Программа запустит дополнительное окно: Узкополосный спектр — Резонансы, в котором будут отображаться рассчитанные параметры резонансных частот, зона слежения и тренд резонансной частоты для анализа поведения структуры.
Формирование параметров слежения осуществляется в Настойках параметров мониторинга, для запуска которых необходимо в окне программы нажать одноимённую кнопку.
Также в окне программы доступны две кнопки быстрого управления: «Стоп» и «Запись», для оперативного реагирования на события.
В окне «Настройка параметров мониторинга» пользователю доступны для управления следующие параметры:

- Отображение: интервал расчета и основной параметр (резонансная частота или период колебаний);
- Мониторинг объекта: активация данной опции позволяет задать определенные пороги, соответствующие параметрам объекта мониторинга и производить контроль за выходом сигнала за пределы заданных порогов;
- Столбцы таблицы: управление параметрами, значения которых будут рассчитываться и отображаться в таблице для каждого выбранного измерительного канала;
- Запись трендов сигналов: сохранение долговременных данных мониторинга.



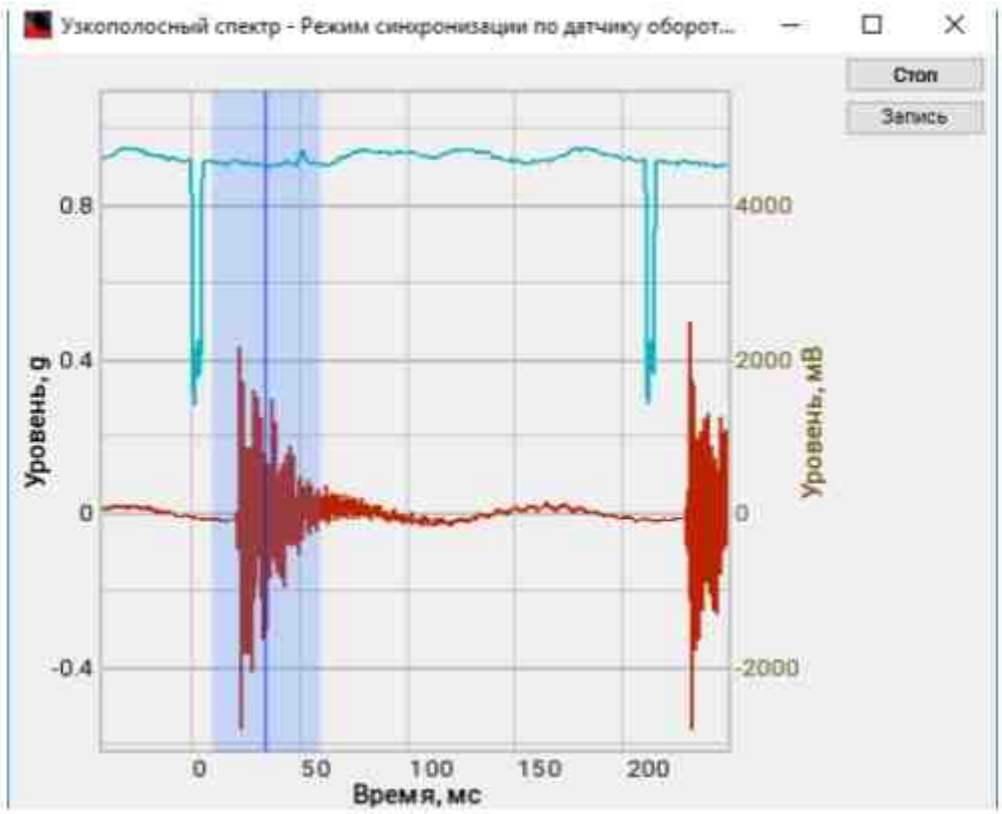
Задание и настройка пороговых значений осуществляется в xml-файле «Monitoring.xml», который открывается при помощи кнопки «Редактировать описатель» в поле «Мониторинг объекта». Для вступления в силу заданных в описателе параметров необходимо активировать кнопку «Прочитать описатель». Для наглядности тип порогов в таблице представлен в цветных комбинациях.

Триггер

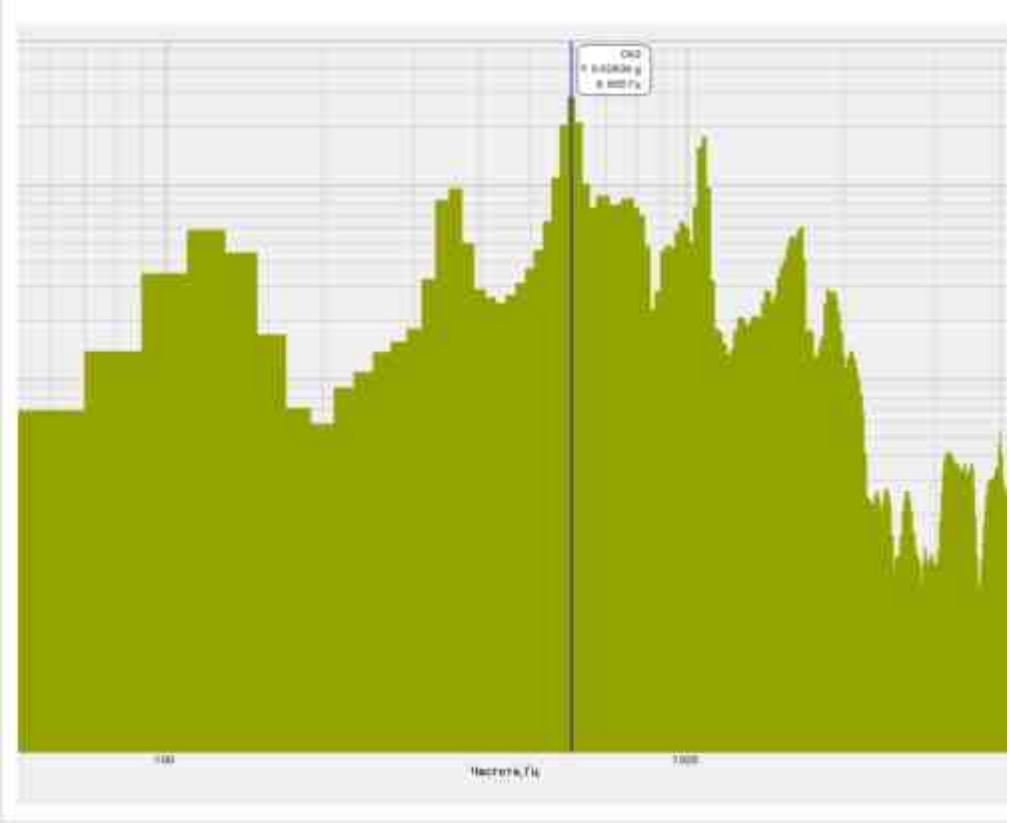
Не редко на практике встречаются задачи, когда важно рассчитывать спектр сигнала в определённый момент времени или по определённому событию, для детального анализа поведения частотных составляющих исследуемого образца.
В программе Узкополосный спектральный анализ реализована функция триггера для двух режимов работы:

- по каналу датчика оборотов;
- по значению уровня сигнала.

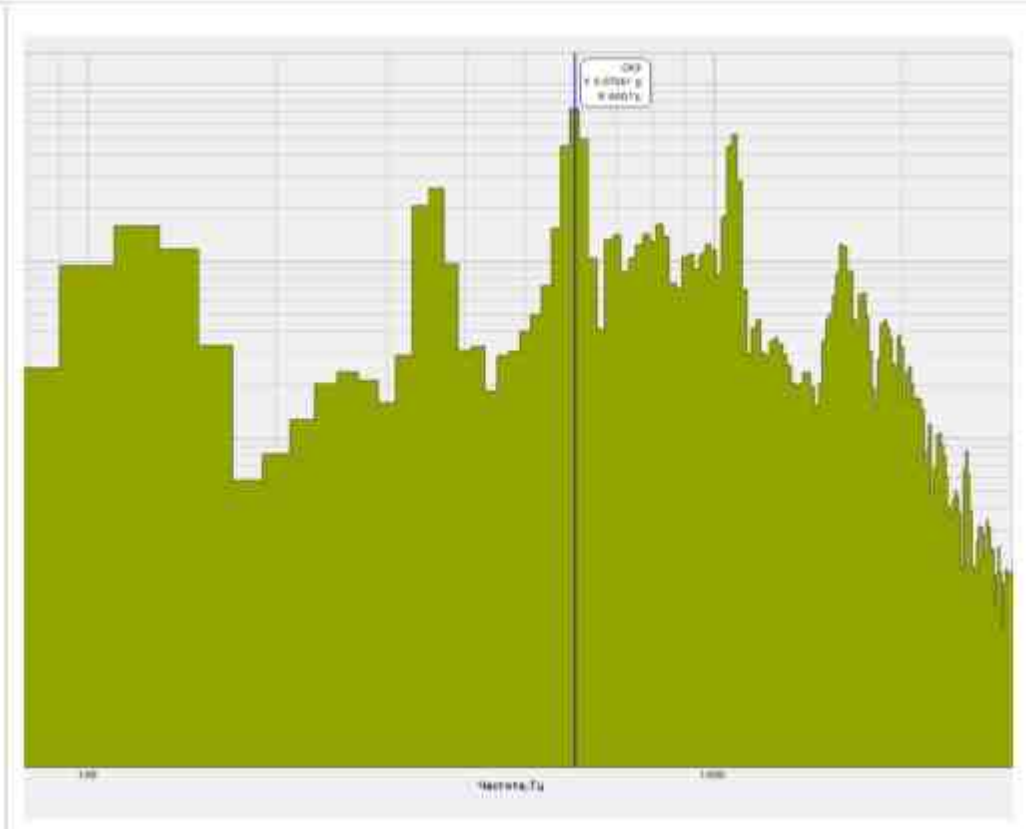
По каналу датчика оборотов определяется тип синхромарок. Частота следования синхромарок должна быть не менее 1,5 Гц. Импульсы могут быть любой полярности и любой амплитуды.
Спектр рассчитывается в узкой полосе по сигналу с датчика оборотов. Данный вид анализа позволяет выделить сегмент спектра, вносящего наибольший вклад, на уровне общих помех. Удобен при анализе узлов конструкций, имеющих в составе вращающиеся механизмы.



Режим триггера по датчику оборотов



Узкополосный спектр без триггеров



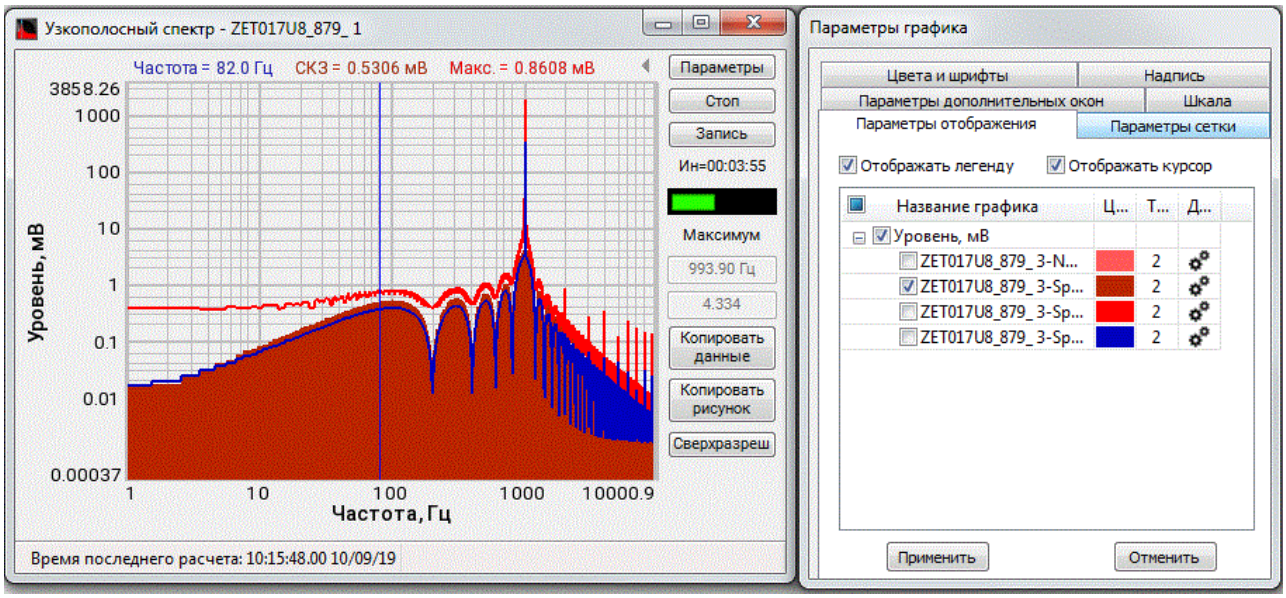
Узкополосный спектр с триггером

Расчет спектра также может осуществляться по установленному значению уровня сигнала в следующих вариантах:

- больше положительного значения;
- между ними;
- меньше отрицательного значения;

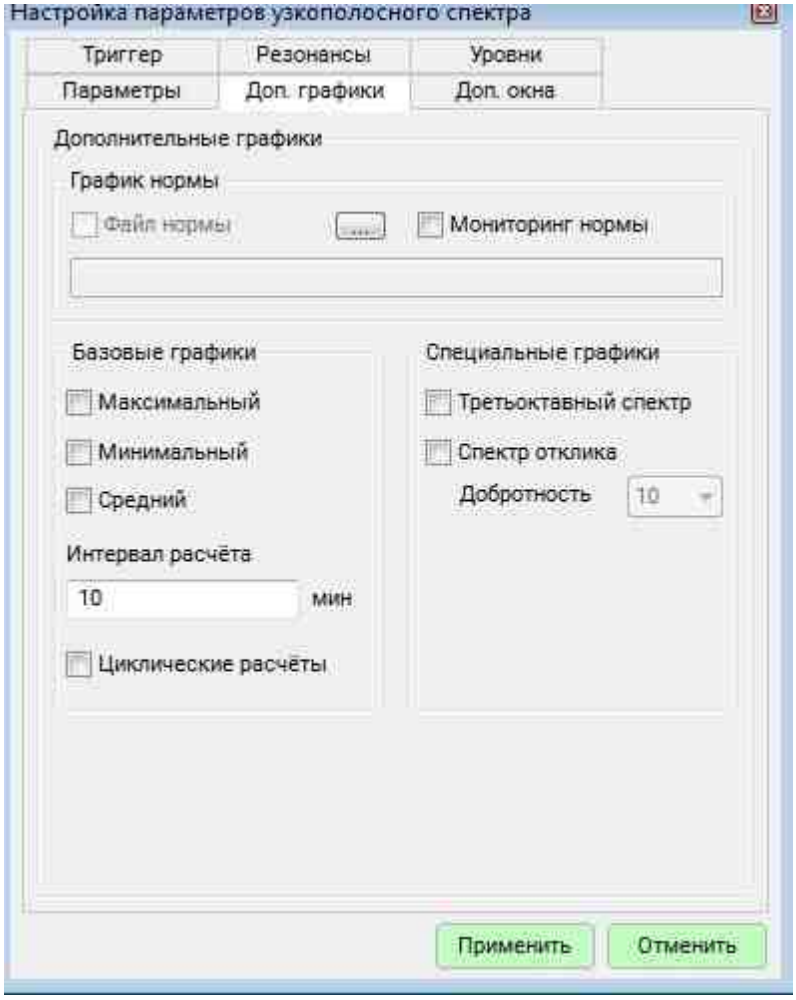
или по амплитуде при выставленном пороге сигнала:

- больше порога;
- меньше порога.

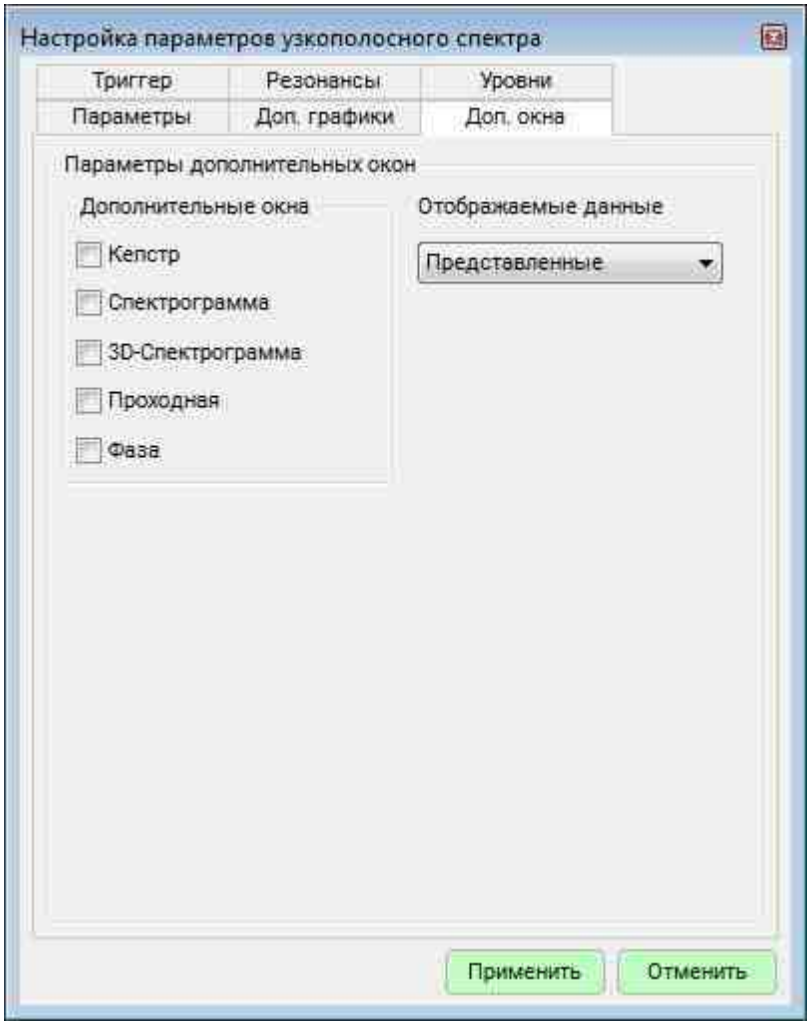


Внимание: Доработка программ (входящих в Z-панель и имеющих CFG) в части сохранения параметров основного окна при закрытии программы и сохранении проектов, поэтому старые проекты и программы необходимо пересохранить с новыми настройками.

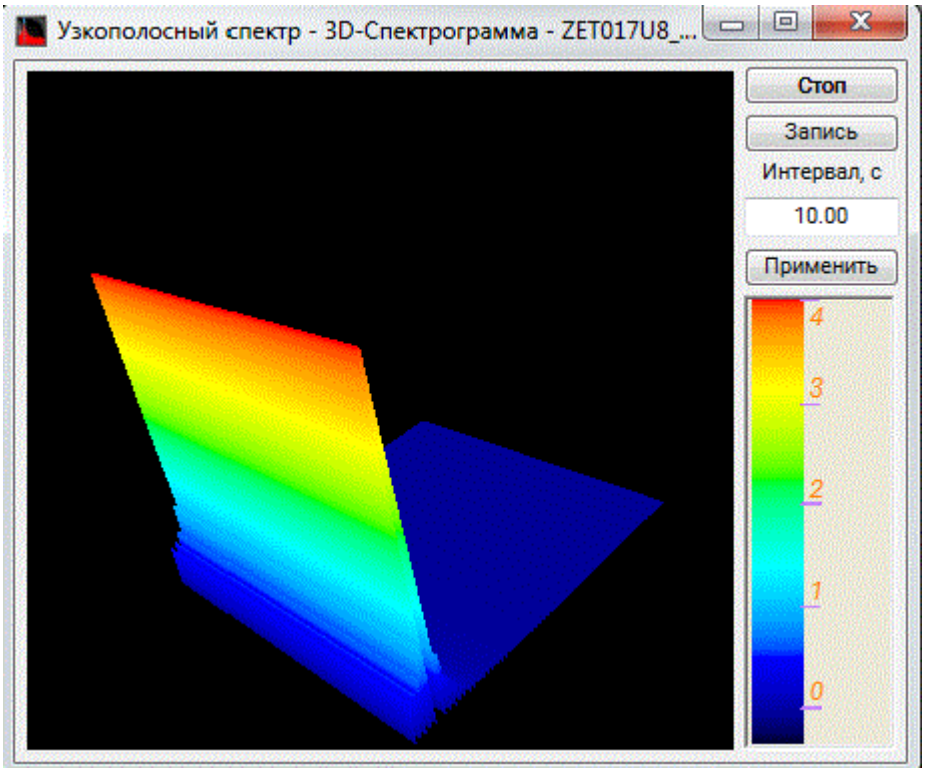
Дополнительные графики



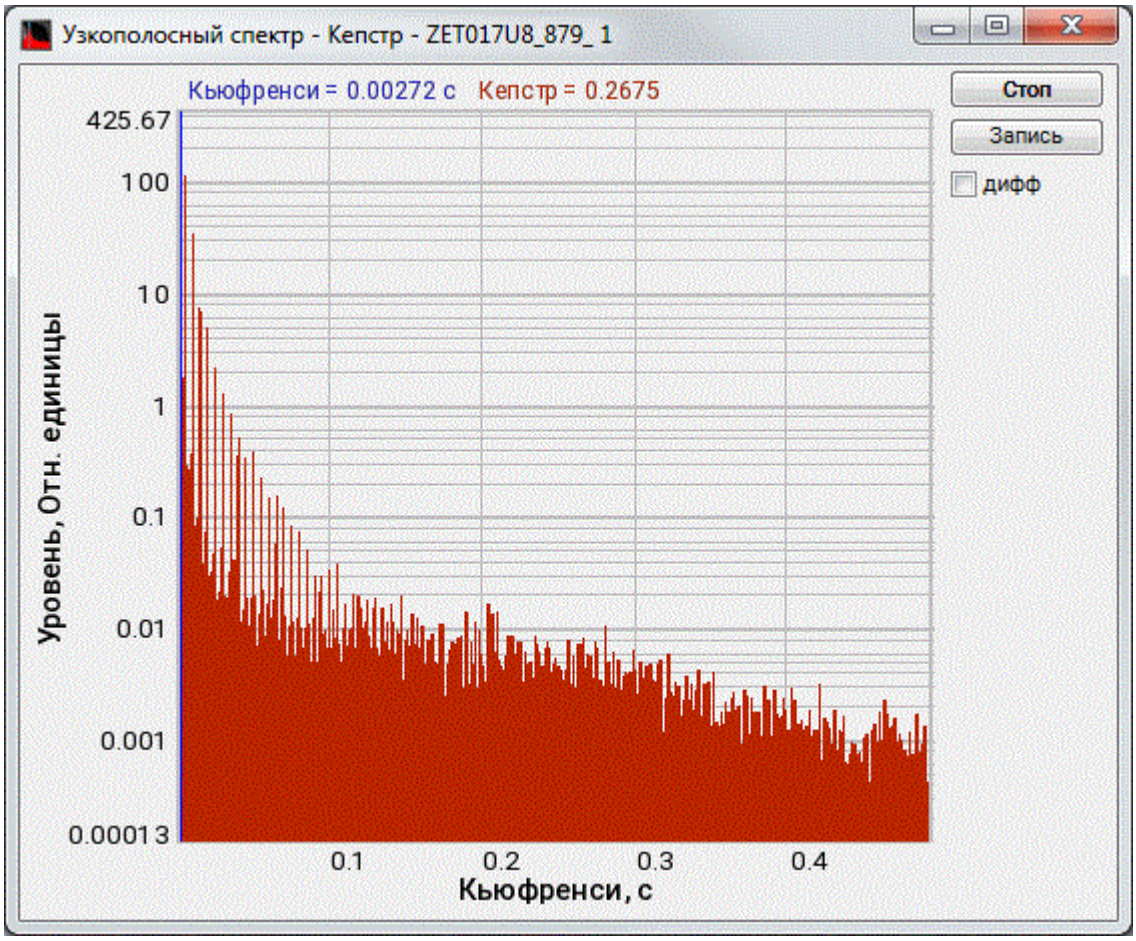
Дополнительные окна



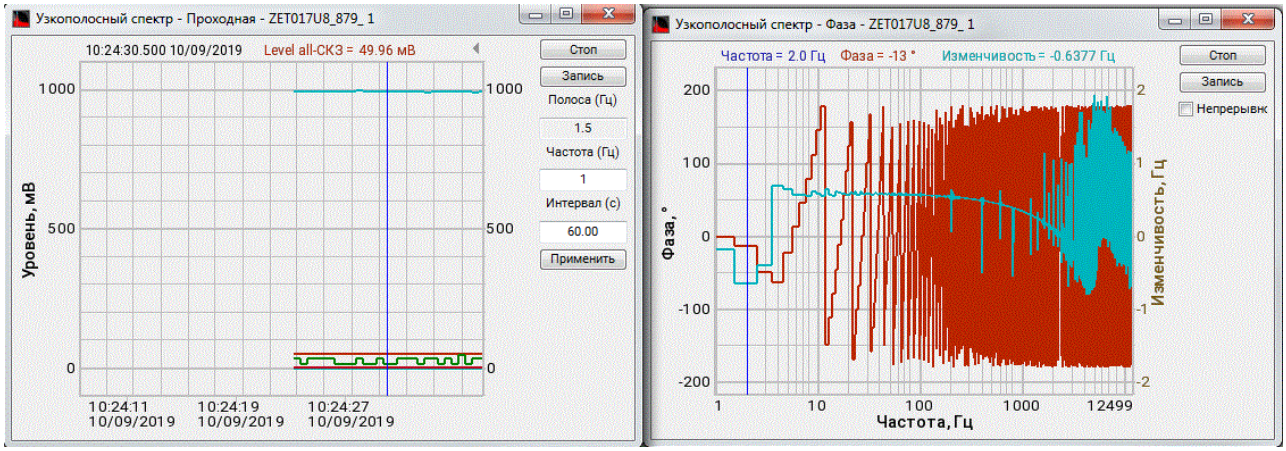
3D - Спектрограмма


Узкополосный спектр - 3D-Спектрограмма - ZET017U8_...
Стоп
Запись
Интервал, с
10.00
Применить
4
3
2
1
0

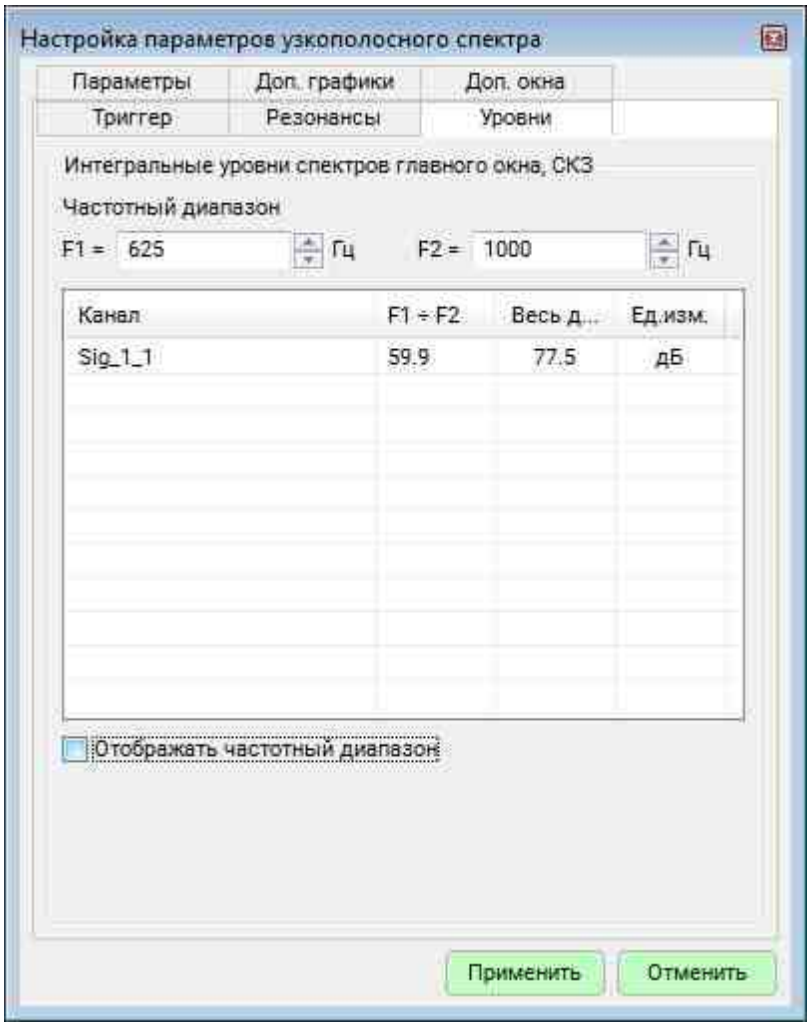
3D - Кепстр



Проходная и фаза



Уровни

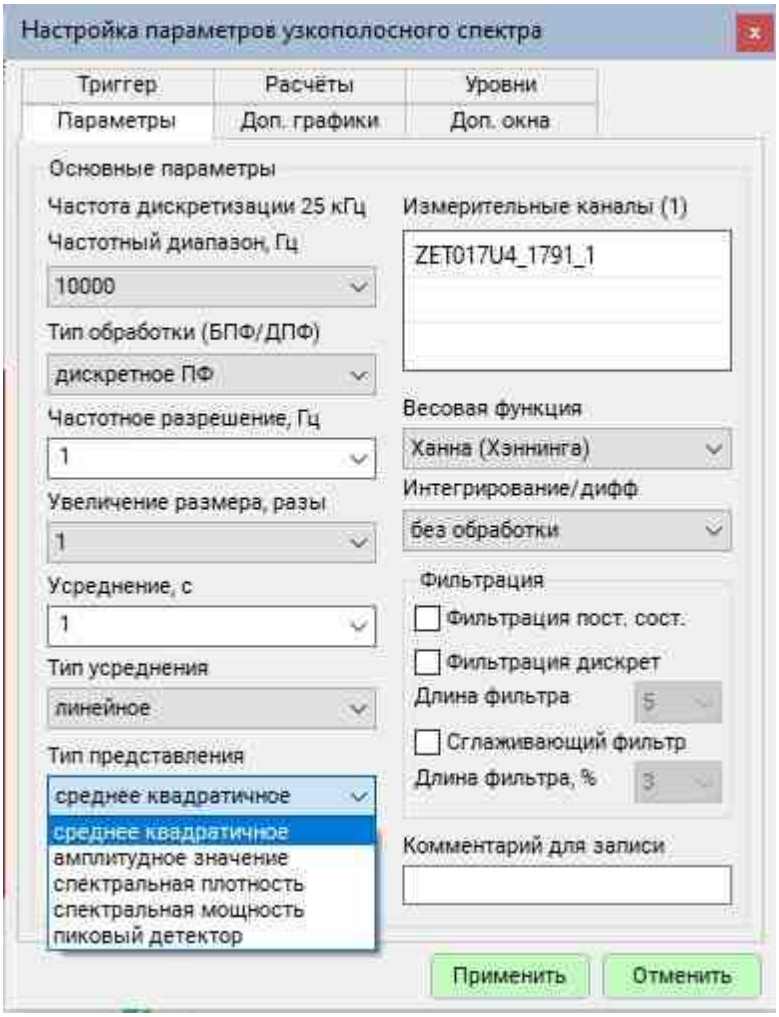


Новые возможности программы Узкополосный спектр

Добавлен новый тип представления графика - “Пиковый детектор”, который отображает на графике максимальные значения, полученные в течении времени усреднения. Новый тип представления будет полезен при детектировании импульсов и сдвигов в сигнале.

В одноканальном режиме появилась возможность пересчитать график спектра в третьоктавных полосах и вывести как дополнительный график.

В одноканальном режиме для типов представления спектра “Амплитудное значение” и “Пиковый детектор” появилась возможность построить график спектра отклика с заданной добротностью и вывести как дополнительный график.



Новые возможности программы Узкополосный спектр

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Узкополосный спектральный анализ** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным переменным сигналом. Под переменным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого зависят от времени.

Программа **Узкополосный спектральный анализ** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Узкополосный спектральный анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**

Основные функции программы .....

- измерение уровней сигнала в узких спектральных полосах. Количество полос может быть равным степени 2 (64, 128, 256, 512, 1024, 2048, …, 32768) или произвольным целым (50, 100, 200, 500, …, 50 000);
- динамический диапазон спектрального анализа: 170 дБ;
- усреднение анализируемого сигнала: от 0,01 до 1000 с;
- типы усреднения: линейное, экспоненциальное;
- использование весовых функций: прямоугольная, Хана, Хэмминга, Блэкмана, Барлета;
- интегрирование/дифференцирование сигнала;
- обработка сигналов по алгоритмам: быстрое (БПФ) и дискретное (ДПФ) преобразования Фурье;
- тип представления анализируемого сигнала: спектральная плотность, спектральная мощность, среднее квадратичное или амплитудное значение;
- возможность использования медианного фильтра для очистки спектра от дискретных составляющих.
- расчет и отображение кепстра сигнала (обратное преобразование Фурье);
- расчет и отображение проходной характеристики;
- расчет и отображение спектрограмм в режиме 2-мерной топографической карты с отображением уровней по цветам и в режиме 3-мерной карты;
- расчет и отображение графиков максимальных и средних значений за заданный промежуток времени;
- возможность наложения нормирующего графика для оценки характеристик переходных процессов;
- анализ гармонических составляющих;
- запись и чтение конфигурации программы для облегчения проведения измерений в случаях, когда требуется повторяемость действий;
- встроенная коррекция амплитудно-частотной характеристики (АЧХ).

Частотный диапазон анализа в программе *Узкополосный спектр* для **анализаторов спектра ZET 017-U**

ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ УСТРОЙСТВА *F, ГЦ*	ДИАПАЗОН, ГЦ ЧАСТОТНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ, ГЦ				
50 000	0…20 000	0…2 000	0…200	0…20	0…2
	от 0.5 до 500	от 0,05 до 50	от 0,005 до 5	от 0,0005 до 0.5	от 0,00005 до 0,25

25 000	0…10 000	0…1 000	0…100	0…10	0…1
	от 0,25 до 250	от 0,025 до 25	от 0,0025 до 2,5	от 0,00025 до 0,25	от 0,000025 до 0,025
5 000	0…2 000	0…200	0…20	0…2	0…0,2
	от 0,05 до 50	от 0,005 до 5	от 0,0005 до 0.5	от 0,00005 до 0,05	от 0,000005 до 0,005
2 500	0…1000	0…100	0…10	0…1	0…0,1
	от 0,25 до 25	от 0,025 до 2,5	от 0,0025 до 0,25	от 0,00025 до 0,025	от 0,000025 до 0,0025

Частотный диапазон анализа в программе *Узкополосный спектр* для **анализаторов спектра A19**

ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ УСТРОЙСТВА *F, ГЦ*	ДИАПАЗОН, ГЦ ЧАСТОТНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ, ГЦ				
250 000	0…100 000	0…10 000	0…1 000	0…100	0…10
	от 2,5 до 2500	от 0,25 до 250	от 0,025 до 25	от 0,0025 до 2,5	от 0,00025 до 0,25
50 000	0…20 000	0…2 000	0…200	0…20	0…2
	от 0.5 до 500	от 0,05 до 50	от 0,005 до 5	от 0,0005 до 0.5	от 0,00005 до 0,25
25 000	0…10 000	0…1 000	0…100	0…10	0…1
	от 0,25 до 250	от 0,025 до 25	от 0,0025 до 2,5	от 0,00025 до 0,25	от 0,000025 до 0,025
5 000	0…2 000	0…200	0…20	0…2	0…0,2
	от 0,05 до 50	от 0,005 до 5	от 0,0005 до 0.5	от 0,00005 до 0,05	от 0,000005 до 0,005
2 500	0…1000	0…100	0…10	0…1	0…0,1
	от 0,25 до 25	от 0,025 до 2,5	от 0,0025 до 0,25	от 0,00025 до 0,025	от 0,000025 до 0,0025
500	0…200	0…20	0…2	0…0,2	0…0,02
	от 0,005 до 5	от 0,0005 до 0.5	от 0,00005 до 0,05	от 0,000005 до 0,005	от 0,0000005 до 0,0005

250	0…100	0…10	0…1	0…0,1	0…0,01
	от 0,0025 до 2,5	от 0,00025 до 0,25	от 0,000025 до 0,025	от 0,0000025 до 0,0025	от 0,00000025 до 0,00025

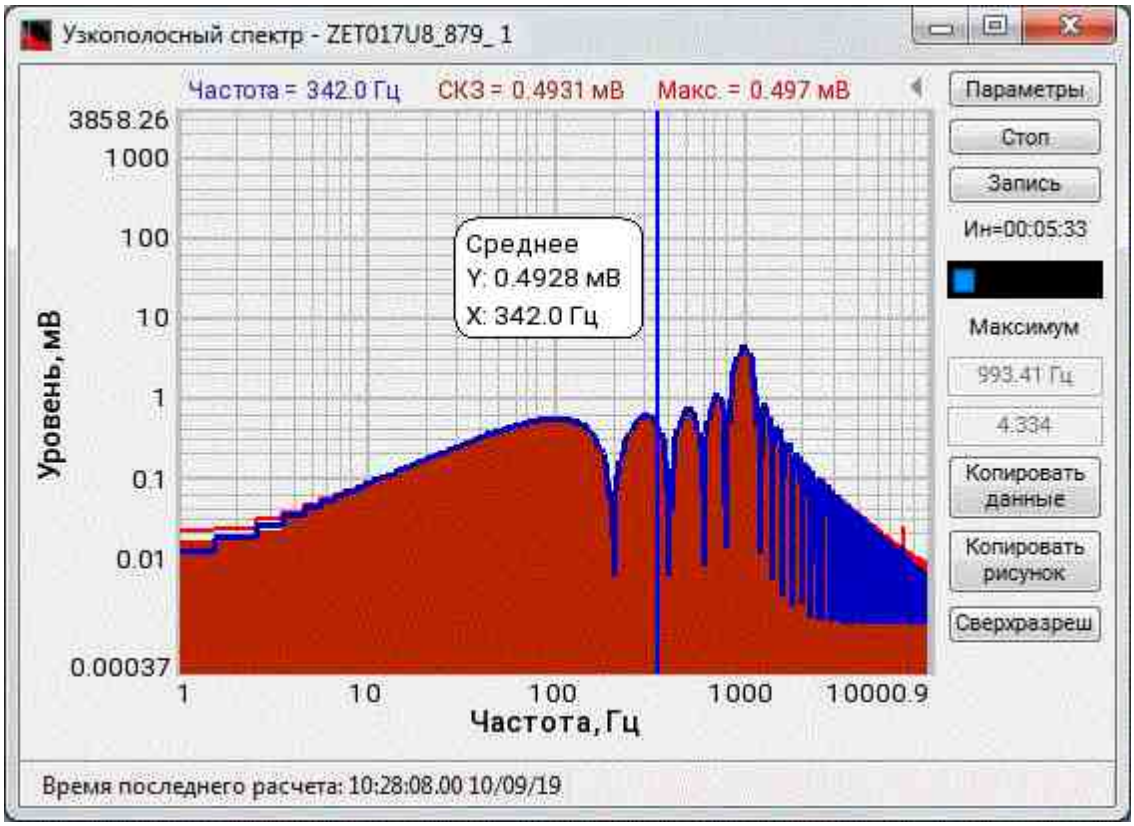
Интерфейс программы .....

Программа **Узкополосный спектральный анализ** запускается из меню **Анализ сигналов** панели **ZETLAB**.



Запуск программы "Узкополосный спектральный анализ"

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала. Над графиком спектра отображаются измеряемые величины (частота, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика.



Окно программы "Узкополосный спектр"

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: spectr.exe*

Основную часть программы **Узкополосный спектральный анализ** занимает поле для отображения результатов измерений - спектра сигнала, а также дополнительных графиков.

В правой части окна программы находятся кнопки и индикаторы:

- *Параметры* - вызывает окно настройки программы: канал измерений, параметры анализа и т.д.
- *Старт/Стоп* - включение/выключение анализа.
- *Запись* - сохранение результатов в файл, структура файла описана в подразделе *Запись результатов в файл*.
- *Ин=..с* - интервал времени, прошедший с момента начала измерений. Данный параметр имеет отношение только к расчету дополнительных графиков. В настройках программы **Узкополосный спектральный анализ** указывается время расчета дополнительных графиков. По истечении заданного времени закончится расчет, дополнительные графики остановятся, а в поле отобразится установленный интервал расчета (длительность)
- В полях под надписью *Максимум* указываются частота и значение текущего максимума спектра.

- *Использование индикаторов уровня сигнала* отображать отношение текущего значения сигнала к максимуму диапазона измерений. Позволяет быстро оценить уровень сигнала и отображает перегрузку по каналу.

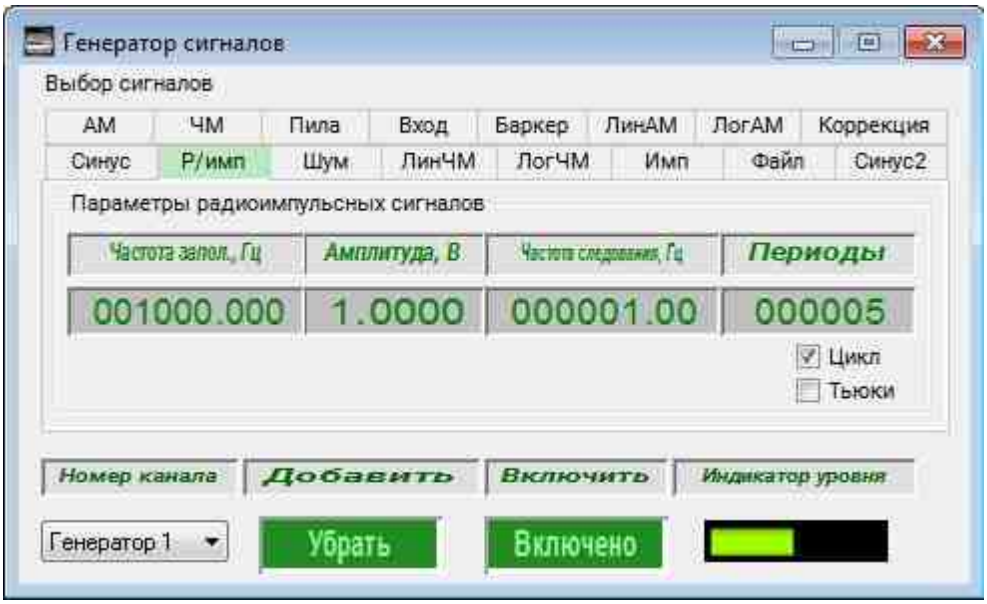
См. также:

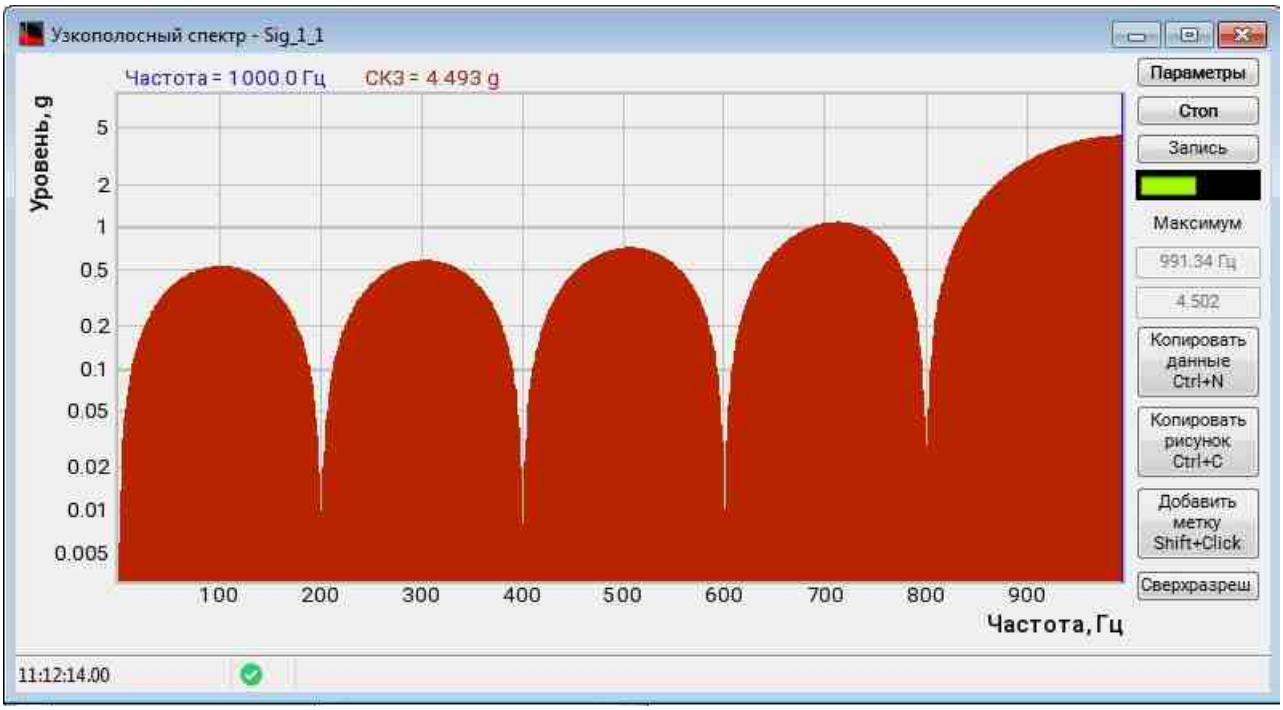
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

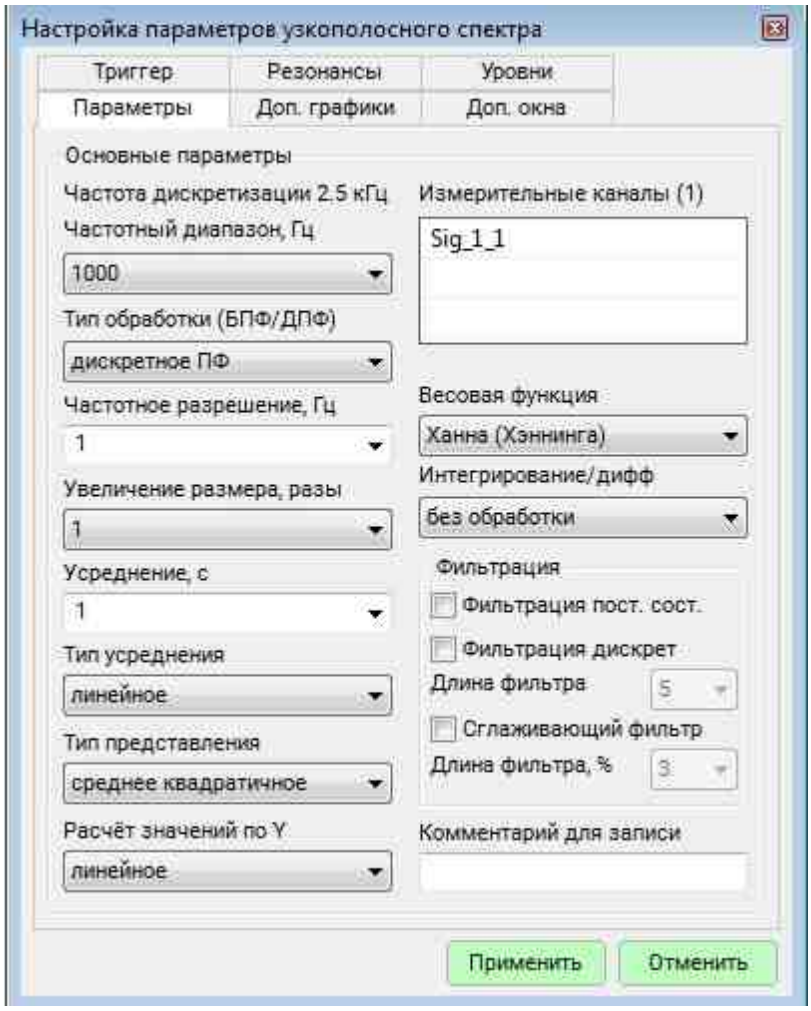
Настройка программы .....

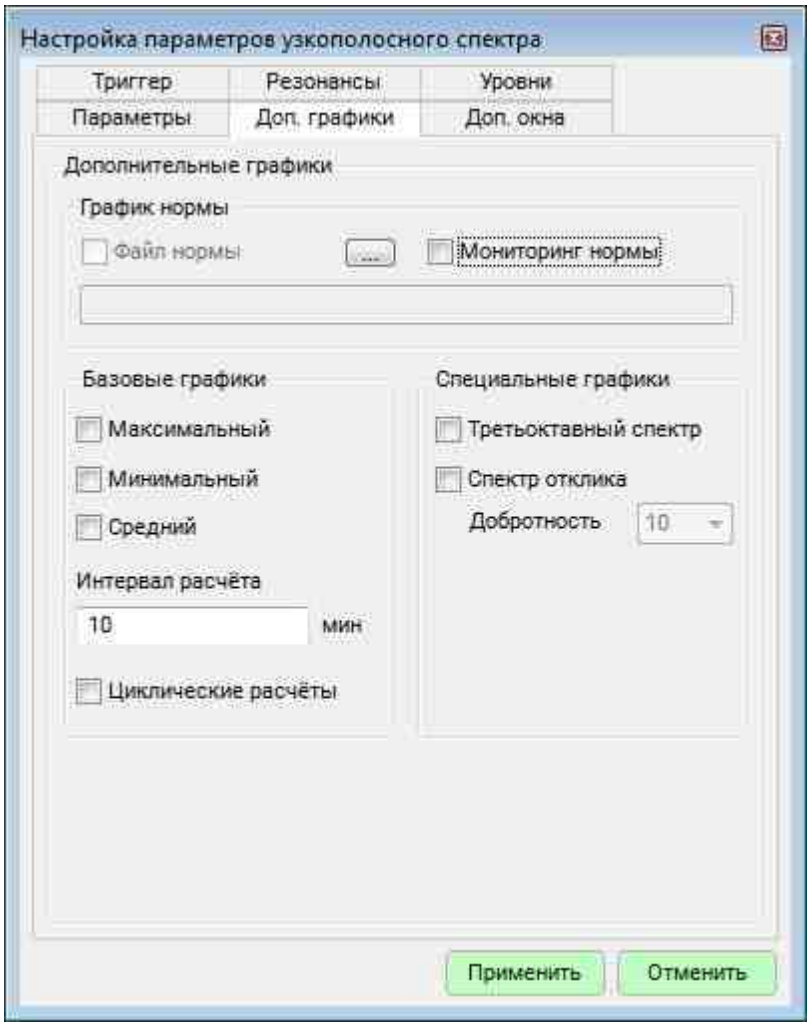
Для настройки параметров программы **Узкополосный спектральный анализ** необходимо левой кнопкой «мыши» нажать кнопку **Параметры**, которая находится в верхнем правом углу, после чего отобразится окно **Настройка параметров узкополосного спектра**. Окно **Настройка параметров узкополосного спектрального анализа** можно также вызвать нажатием клавиши <Esc> клавиатуры при активном окне программы **Узкополосный спектральный анализ**.

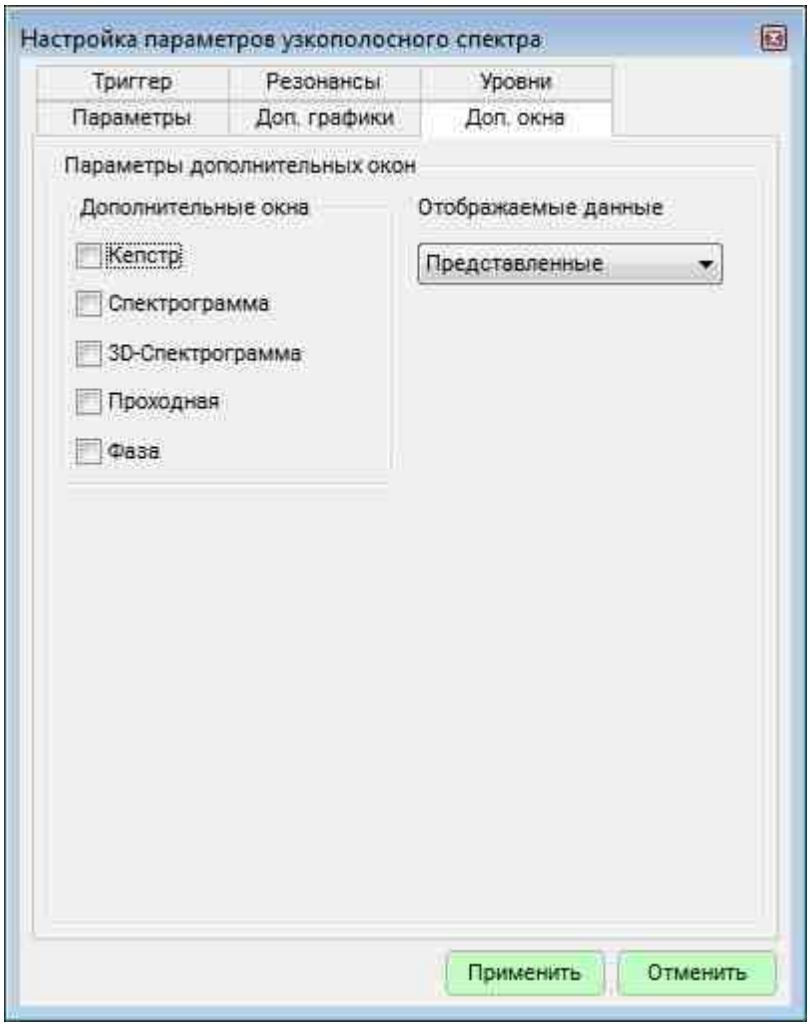
В верхней части окна будет отображена установленная частота дискретизации в Гц (частота дискретизации устанавливается в программе **Диспетчер устройств ZET**.

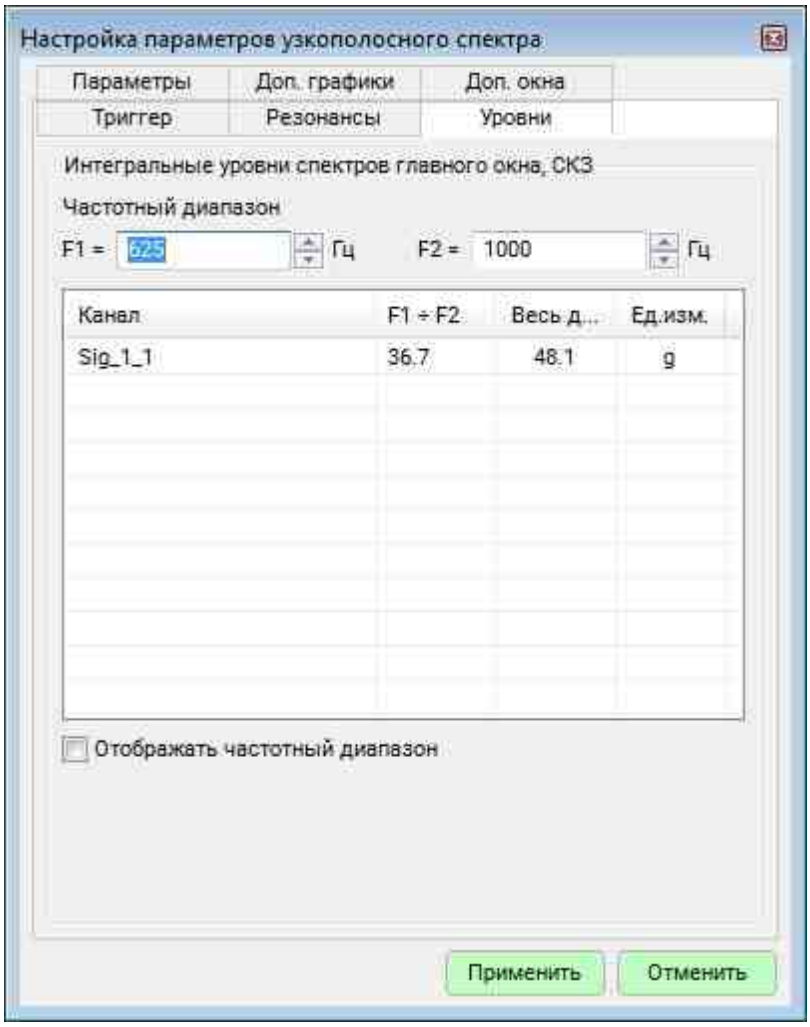


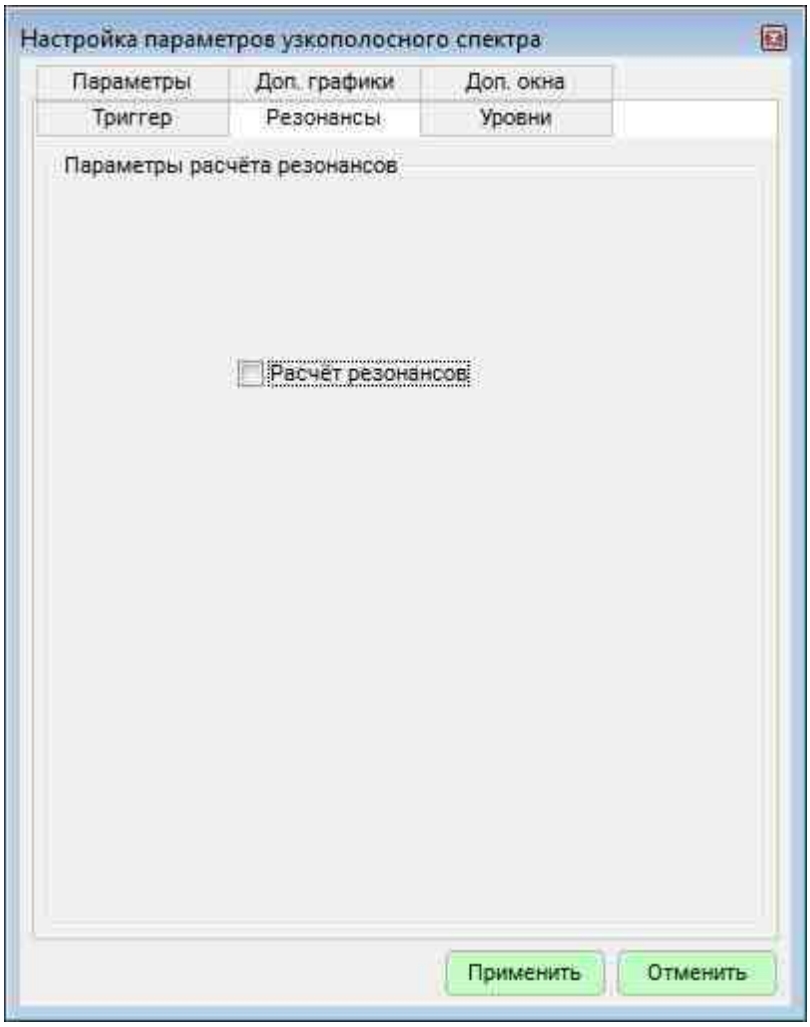

Узкополосный спектр - Sig_1_1
Частота = 1000.0 Гц
СКЗ = 4.493 g
Уровень, g
5
2
1
0.5
0.2
0.1
0.05
0.02
0.01
0.005
100
200
300
400
500
600
700
800
900
Частота, Гц
Параметры
Стоп
Запись
Максимум
991.34 Гц
4.502
Копировать данные Ctrl+N
Копировать рисунок Ctrl+C
Добавить метку Shift+Click
Сверхразреш
11:12:14.00

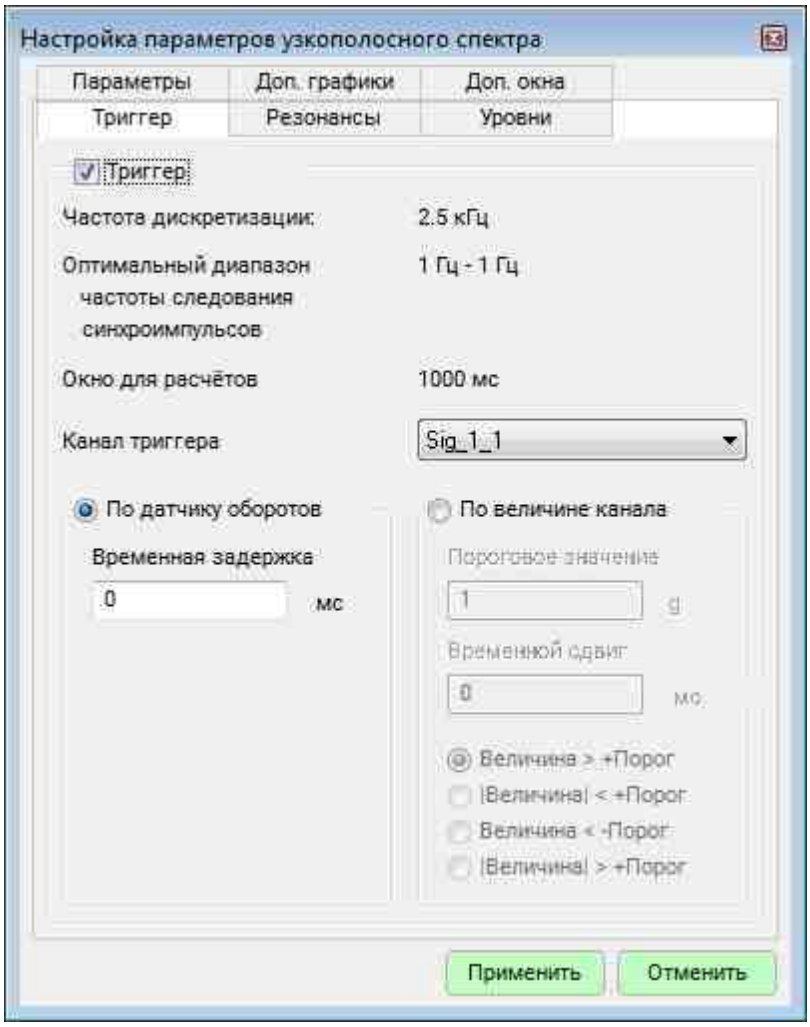

Настройка параметров узкополосного спектра
Триггер
Резонансы
Уровни
Параметры
Доп. графики
Доп. окна
Основные параметры
Частота дискретизации 2.5 кГц
Частотный диапазон, Гц
1000
Тип обработки (БПФ/ДПФ)
дискретное ПФ
Частотное разрешение, Гц
1
Увеличение размера, разы
1
Усреднение, с
1
Тип усреднения
линейное
Тип представления
среднее квадратичное
Расчёт значений по Y
линейное
Измерительные каналы (1)
Sig_1_1
Весовая функция
Ханна (Хэннинга)
Интегрирование/дифф
без обработки
Фильтрация
Фильтрация пост. сост.
Фильтрация дискрет
Длина фильтра
5
Сглаживающий фильтр
Длина фильтра, %
3
Комментарий для записи
Применить
Отменить


Настройка параметров узкополосного спектра
Триггер
Резонансы
Уровни
Параметры
Доп. графики
Доп. окна
Дополнительные графики
График нормы
Файл нормы
...
Мониторинг нормы
Базовые графики
Максимальный
Минимальный
Средний
Интервал расчёта
10
мин
Циклические расчёты
Специальные графики
Третьоктавный спектр
Спектр отклика
Добротность
10
Применить
Отменить


Настройка параметров узкополосного спектра
Триггер
Резонансы
Уровни
Параметры
Доп. графики
Доп. окна
Параметры дополнительных окон
Дополнительные окна
Кепстр
Спектрограмма
3D-Спектрограмма
Проходная
Фаза
Отображаемые данные
Представленные
Применить
Отменить


Настройка параметров узкополосного спектра
Параметры
Доп. графики
Доп. окна
Триггер
Резонансы
Уровни
Интегральные уровни спектров главного окна, СКЗ
Частотный диапазон
F1 = 625 Гц
F2 = 1000 Гц
Канал
F1 ÷ F2
Весь д...
Ед.изм.
Sig_1_1
36.7
48.1
g
Отображать частотный диапазон
Применить
Отменить


Настройка параметров узкополосного спектра
Параметры
Доп. графики
Доп. окна
Триггер
Резонансы
Уровни
Параметры расчёта резонансов
Расчёт резонансов
Применить
Отменить



Настройки параметров Узкополосного спектрального анализа по вкладкам

Список *Частотный диапазон, Гц* - выбор частотного диапазона (полосы анализа) в котором будет производиться анализ сигнала. Значения списка зависят от частоты дискретизации канала.

Список *Канал измерений* - выбор включенного физического либо виртуального канала, по которому в программе **Узкополосный спектральный анализ** будет отображаться спектр сигнала.

Список *Частотное разрешение, Гц* - выбор частотного разрешения (шаг между частотами разложения быстрого либо дискретного преобразования Фурье).

Многоканальный режим

При необходимости рассчитывать спектры сигналов по большому количеству каналов, пользователь может воспользоваться функцией *Многоканальный режим*.

Для расчета спектров по нескольким каналам одновременно достаточно запустить одну программу «Узкополосный спектральный анализ» и в меню настройки программы в поле

Многоканальный режим указать количество каналов и выбрать один отображаемый канал для настройки его параметров.

Для сохранения всех изменений в файле конфигураций, после настройки каждого канала необходимо установить флажок в строке *Общий CFG* и применить соответствующие настройки.

НАСТРОЙКА ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИКОВ

При желании, пользователь может настроить отображение графика в программе *Узкополосный спектр* по своему усмотрению. Для вызова панели настройки параметров графика, необходимо активировать правую кнопку «мыши» сетке графика.

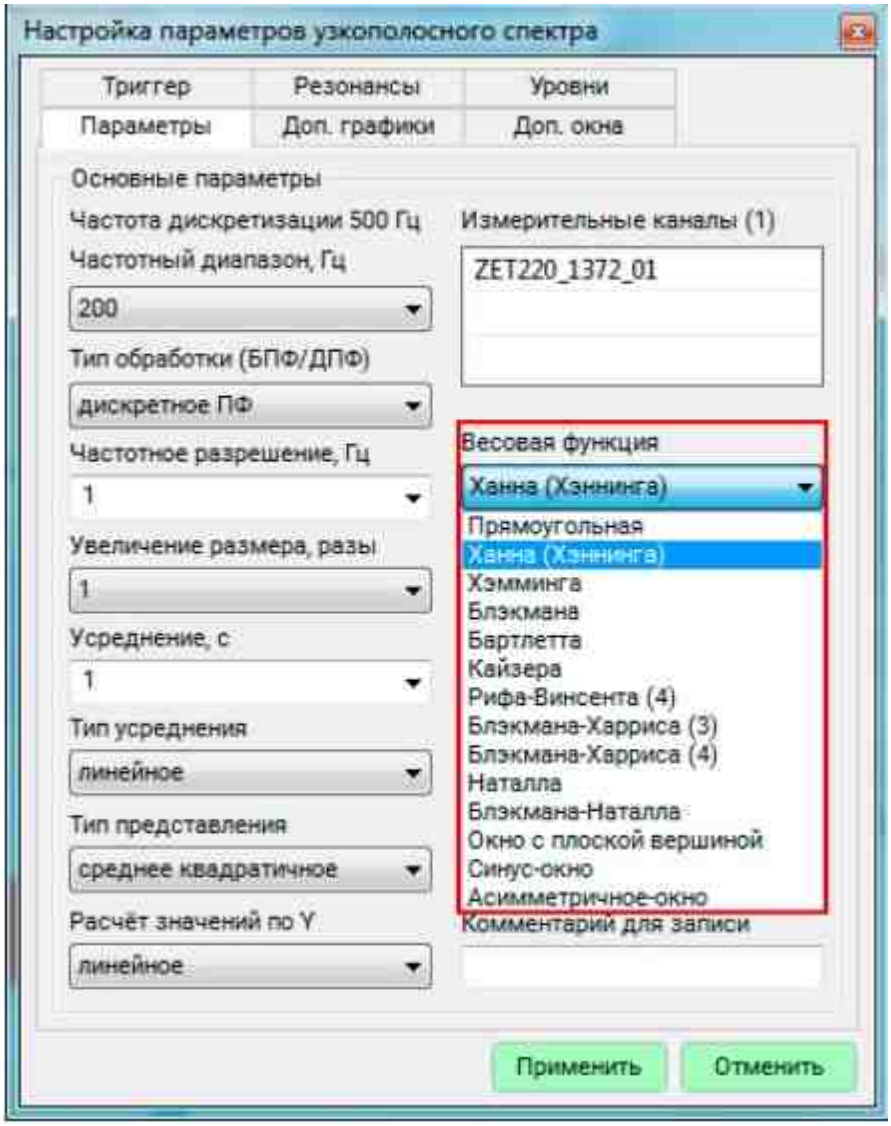
Для настройки пользователю доступны:
- настройка размерности вертикальной и горизонтальной шкалы (равномерная, логарифмическая, децибельная 1/n октавная);
- настройка параметров сетки;
- настройка параметров отображения — тип линий, цвет графика, толщина линий и пр.;
- настройка цвета сетки и размера шрифта;
- добавление окон с подсказками — заметка на графике с привязкой к определённой точке с возможностью добавления пояснений.

Весовые функции

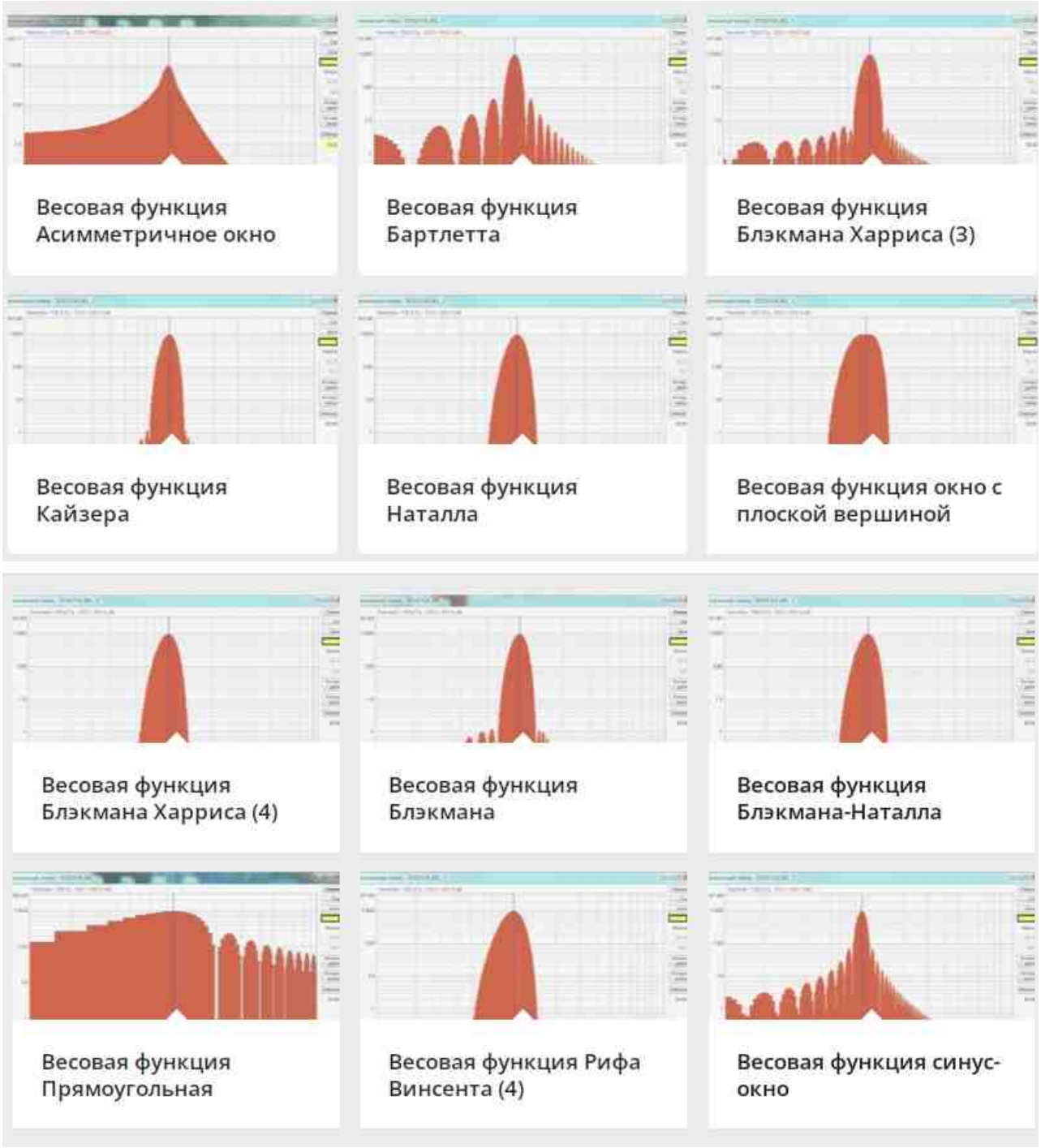
В программе *Узкополосный спектральный анализ* реализованы различные весовые функции — окна данных, также известные как обслуживающие функции. Основная задача окна данных заключается в уменьшении величины смещения в периодограммных спектральных оценках. Обработка при помощи окна используется для управления эффектами, обусловленными наличием боковых лепестков в спектральных оценках. Дискретно-временные функции окна из числа предложенных в разное время для использования при спектральном анализе, доступные для выбора в программе, следующие:

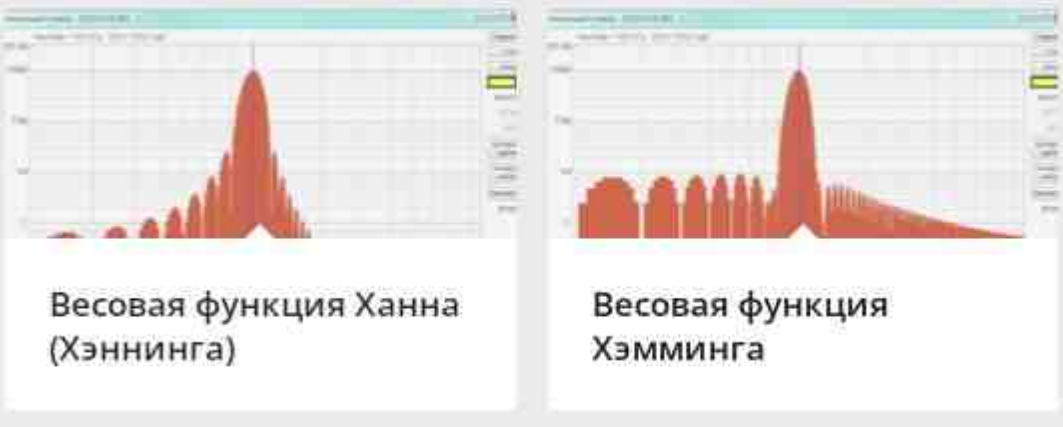
- прямоугольное окно;
- окно Ханна;
- окно Хэннинга;
- окно Хэмминга;
- окно Блэкмана;
- окно Бартлетта;
- окно Кайзера;
- окно Рифа-Винсента (4);
- окно Блэкмана-Харриса (3);

- окно Блэкмана-Харриса (4);
- окно Наталла;
- окно Блэкмана-Наталла;
- окно с плоской вершиной;
- синус-окно;
- ассиметричное окно.



Ниже приведены примеры частотных характеристик, полученных посредством вычисления дискретно-временного преобразования Фурье каждого окна:


Весовая функция Асимметричное окно
Весовая функция Бартлетта
Весовая функция Блэкмана Харриса (3)
Весовая функция Кайзера
Весовая функция Наталла
Весовая функция окно с плоской вершиной
Весовая функция Блэкмана Харриса (4)
Весовая функция Блэкмана
Весовая функция Блэкмана-Наталла
Весовая функция Прямоугольная
Весовая функция Рифа Винсента (4)
Весовая функция синус-окно



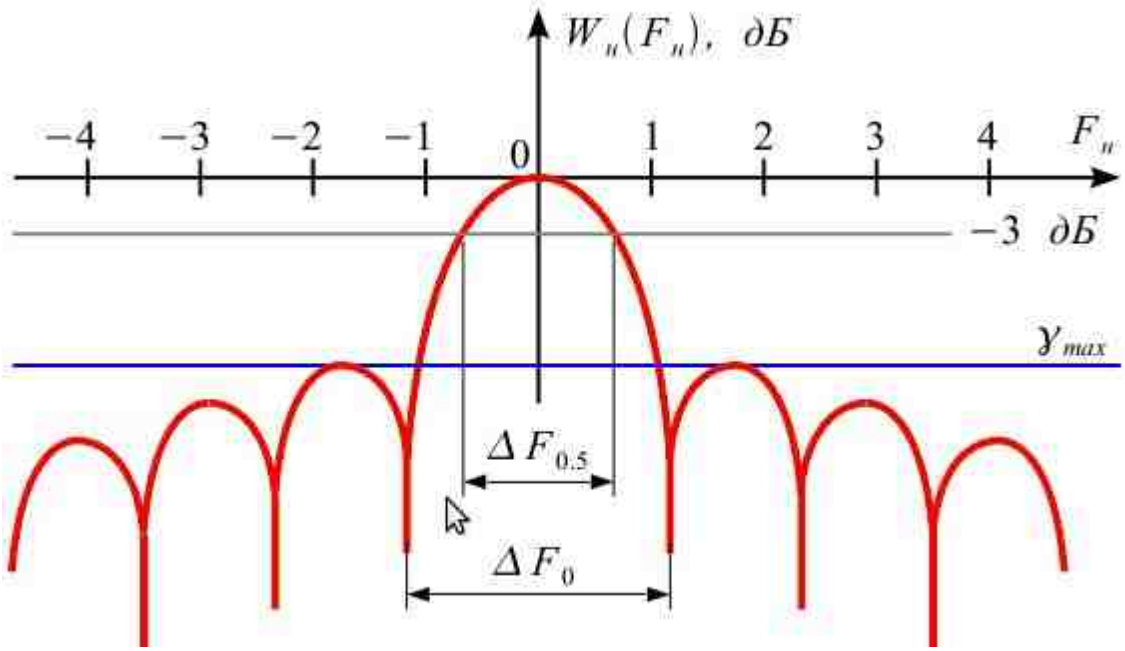


Рис. 1. Нормированная АЧХ оконной функции

ΔF_0 - нормированная ширина главного лепестка

$\Delta F_{0.5}$ - нормированная ширина главного лепестка по уровню 0,5 (3 дБ)

y_{max} - максимальный уровень боковых лепестков

Основные параметры весовых функций приведены в таблице:

Наименование весовой функции	Допустимое отклонение средней	Эквивалентная шумовая полоса, Гц	Полоса по уровню 3 дБ, Гц	Отклонение ширины полосы фильтра, Гц

	частоты фильтра 1000 Гц, %			
Прямоугольная	1,00	0.89	-13	Прямоугольная
Ханна	2,00	1,50	-31,5	Ханна
Хэмминга	2,00	1,33	-42	Хэмминга
Блэкмана	3,00	1,70	-58	Блэкмана
Бартлетта	2,00	1,33	-26,5	Бартлетта
Кайзера	1,50	1,43	-45,9	Кайзера
Рифа-Винсента	-	-	-84	Рифа-Винсента
Блэкмана-Харриса	4,00	1,97	-92	Блэкмана-Харриса
Наталла	4,00	1,98	-93	Наталла
Блэкмана-Наталла	4,00	1,94	-98	Блэкмана-Наталла
Окно с плоской вершиной	5,00	3,86	-69	Окно с плоской вершиной

Список *Усреднение, с* – выбор продолжительности усреднения мгновенных спектров, в секундах. Значения усреднения можно либо выбирать из списка, либо ввести с клавиатуры. Максимальное усреднение 1 ч., минимальное усреднение 0.01.

Список *Интегрирование/дифф.* - выбор вида обработки сигнала: двойное дифференцирование, дифференцирование, без обработки, интегрирование, двойное интегрирование. Функция полезна при работе с датчиками скорости и ускорения.

Список *Тип усреднения* - выбор типа режима накопления и усреднения спектров: линейное, экспоненциальное.

Список *Тип обработки* - выбор типа обработки сигнала: быстрое или дискретное преобразование Фурье.

Узкополосный спектральный анализ рассчитывается с помощью преобразования Фурье с использованием весовых функций.

Дискретным преобразованием Фурье называют пару взаимно однозначных преобразований:

прямое преобразование

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}nk}$$, k = 0, 1, …, N-1;

обратное преобразование

$$x(n)=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}X(k)e^{j\frac{2\pi}{N}nk}$$, n = 0, 1, …, N-1.

где:

$x(n)$, n=0, 1, …, N-1 – последовательность во временной области (вещественная или комплексная);

$X(k)$, k=0, 1, …, N-1 – дискретные коэффициенты Фурье (вещественные или комплексные) – один период последовательности в частотной области;

k – номер отсчета последовательности $X(k)$, соответствующий частоте $k\Delta\omega$;

$e^{-j\frac{2\pi}{N}nk}$ - поворачивающийся множитель, отображает угол поворота на единичной окружности комплексной z-плоскости.

Быстрым преобразованием Фурье называют набор алгоритмов, предназначенных для быстрого вычисления ДПФ. Для БПФ длина N исходной последовательности должна быть равной N=2v, где v – целое положительное число.

Количество фильтров в узкополосном анализе может быть равным 2^n или $(1, 2, 4, 5, 8)*10^n$. Центральные частоты узкополосных фильтров равны:

$f_m=f_{дискр}m/N/2$

где $f_{дискр}$ – частота дискретизации, m – номер фильтра, N – количество полос анализа.

Ширина полосы фильтров узкополосного спектрального анализа зависит от применяемой весовой функции.

Список *Тип представления* - выбор типа представления: спектральная плотность, спектральная мощность, среднее квадратичное и пиковое значение.

В поле *Комментарий для записи* можно ввести с клавиатуры любую необходимую информацию. Максимальная длина вводимой информации - 200 символов. Она будет добавлена в текстовый файл с расширением **.dtx* в виде комментария при записи результатов обработки сигналов.

Список *Расчет значений по Y* - выбор Логарифмическое в дБ (логарифмический масштаб, относительно опорного значения для вычисления дБ) или Линейное (линейный масштаб в единицах измерения) отображение спектра. Опорное значение для вычисления дБ задается в программе **Диспетчер устройств ZET**.

Рамка *Дополнительные окна* – установка/снятие флагов для включения/ выключения дополнительных окон анализа. Включаемые/выключаемые дополнительные окна:

- **Кепстр**.
- **Спектрограмма**.
- **Спектрограмма - Сечение по оси ординат**.
- **Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс**.
- **3D-Спектрограмма**.
- **Проходная и фаза**.

В поле *Интервал расчета* задается временной интервал расчета дополнительных графиков (Максимальный и Средний). Минимальное время расчета – 10 секунд, максимальное – 1000 секунд.

В рамке *Дополнительные графики* для отображения на графическом поле программы **Узкополосный спектральный анализ** максимальных и средних спектров, а также заданного спектра (Файл (норма)) необходимо установить соответствующие флажки.

При установленных флагах *Максимальный* и *Средний* в главном окне программы **Узкополосный спектральный анализ** в графической части будут отображаться выбранные дополнительные графики, а в поле индикатора, расположенного под кнопкой *Запись*, появится надпись *Ин=* и рядом с этой надписью начнется отсчет времени установленного интервала для расчета дополнительных графиков (Максимальный и Средний).

Для отображения в главном окне программы **Узкополосный спектральный анализ** в графической части заданного спектра (Файл (норма)) необходимо сначала указать директорию, где хранится этот файл. Для этого, в окне **Настройка параметров узкополосного спектрального анализа** нажать кнопку, расположенную справа от надписи Норма, и в стандартном открывшемся диалоговом окне указать директорию, где хранится файл заданного спектра. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Далее, установив/сняв флаг Файл (норма), можно включить/выключить отображение заданного спектра. Этой функцией удобно воспользоваться, когда надо отследить превышение сигнала над заданной спектральной характеристикой.

Файл (норма) создается и редактируется любым текстовым редактором, например, NotePad, и должен иметь расширение **.nrm*. Структура файла должна имеет следующий вид:

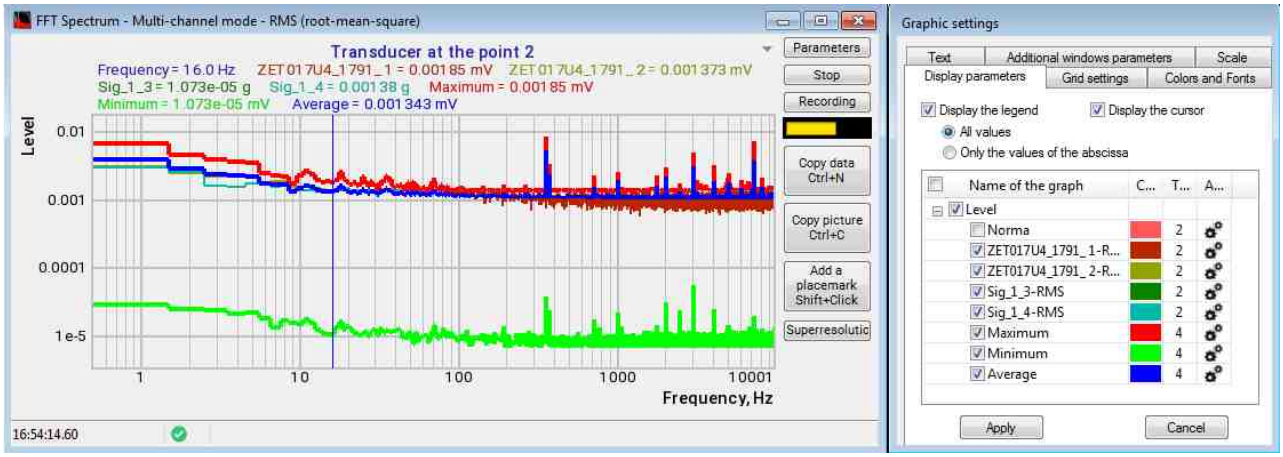
```
1.          80.
10.         70.
100.0       80.
1000.0      90.
10000.0             100.
```

В левый столбец заносятся частоты по порядку возрастания сверху вниз в герцах, во второй – уровень в децибелах. Разделителем между значениями частоты и соответствующим уровнем на этой частоте является пробел.

Дополнительные возможности .....

Помимо стандартных параметров настройки, в программе «Узкополосный спектральный анализ» реализованы дополнительные функции, такие как:

- расчёт резонансов;
- триггер;
- дополнительные графики: отображение максимального, минимального и среднего уровней с определённым интервалом расчета, отображение графика нормы, график третьоктавного спектра, график спектра отклика;
- дополнительные окна: кепстр, спектрограмма, 3D-спектрограмма, проходная характеристика сигнала, фазовая характеристика сигнала.



Расчет резонансов .....

В программе Узкополосный спектр реализован режим по расчету резонансов. Основной областью применения опции расчета резонансов является мониторинг строительных конструкций или установок, подверженных сильным вибрациям при работе.

Поскольку, в любой конструкции (будь то высотное здание, мост или промышленное оборудование) при совпадении вынужденных и собственных колебаний возникает резонанс, который может привести к аварийным последствиям, был разработан эффективный программный инструмент, позволяющий выделять все резонансные частоты и выполнять мониторинг наиболее опасных зон.



Для активации режима, необходимо в Настройках параметров узкополосного спектра на вкладке Резонансы установить флаг рядом с параметром «Расчёт резонансов» и сохранить настройки, нажав кнопку «Применить».

Программа запустит дополнительное окно: Узкополосный спектр — Резонансы, в котором будут отображаться рассчитанные параметры резонансных частот, зона слежения и тренд резонансной частоты для анализа поведения структуры.

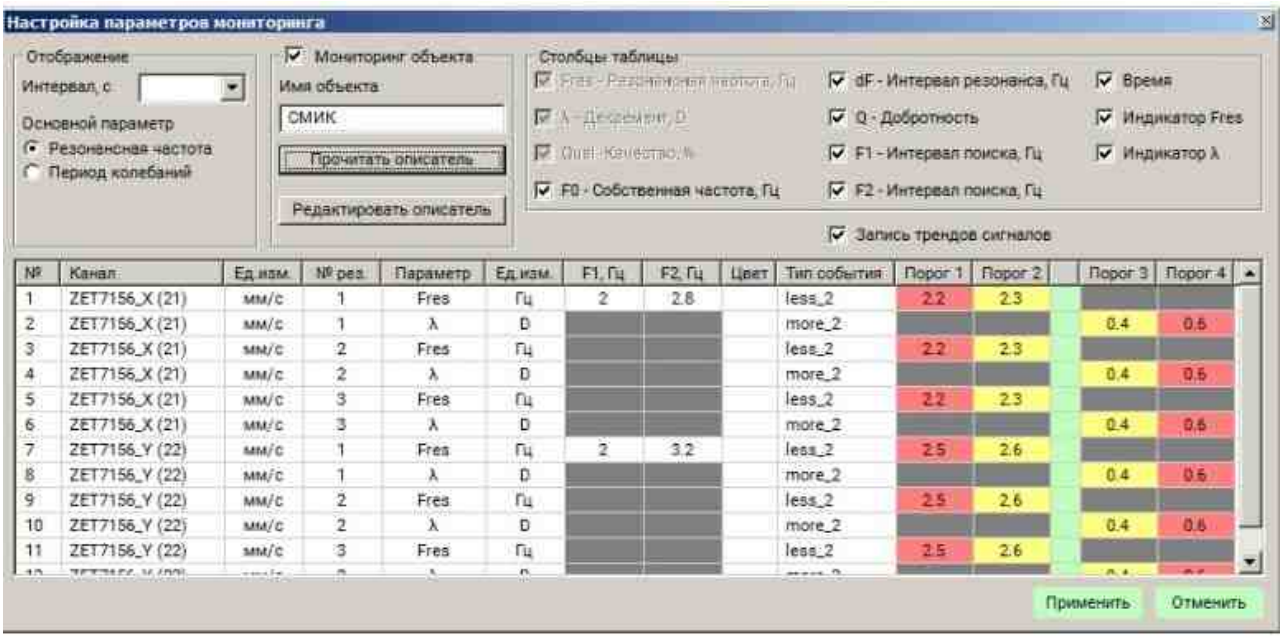
Формирование параметров слежения осуществляется в Настойках параметров мониторинга, для запуска которых необходимо в окне программы нажать одноимённую кнопку.

Также в окне программы доступны две кнопки быстрого управления: «Стоп» и «Запись», для оперативного реагирования на события.

В окне «Настройка параметров мониторинга» пользователю доступны для управления следующие параметры:

- Отображение: интервал расчета и основной параметр (резонансная частота или период колебаний);
- Мониторинг объекта: активация данной опции позволяет задать определенные пороги, соответствующие параметрам объекта мониторинга и производить контроль за выходом сигнала за пределы заданных порогов;
- Столбцы таблицы: управление параметрами, значения которых будут рассчитываться и отображаться в таблице для каждого выбранного измерительного канала;

- Запись трендов сигналов: сохранение долговременных данных мониторинга.



Задание и настройка пороговых значений осуществляется в xml-файле «Monitoring.xml», который открывается при помощи кнопки «Редактировать описатель» в поле «Мониторинг объекта». Для вступления в силу заданных в описателе параметров необходимо активировать кнопку «Прочитать описатель». Для наглядности тип логов в таблице представлен в цветных комбинациях.

Триггер .....

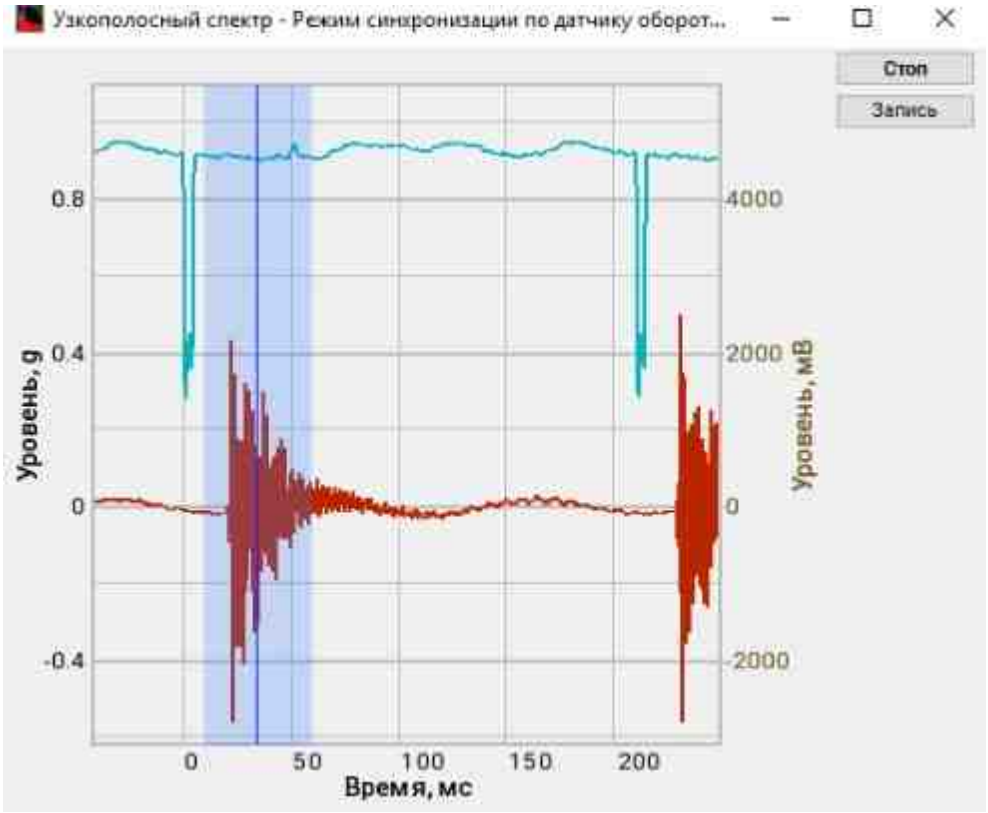
Не редко на практике встречаются задачи, когда важно рассчитывать спектр сигнала в определённый момент времени или по определённому событию, для детального анализа поведения частотных составляющих исследуемого образца.

В программе Узкополосный спектральный анализ реализована функция триггера для двух режимов работы:

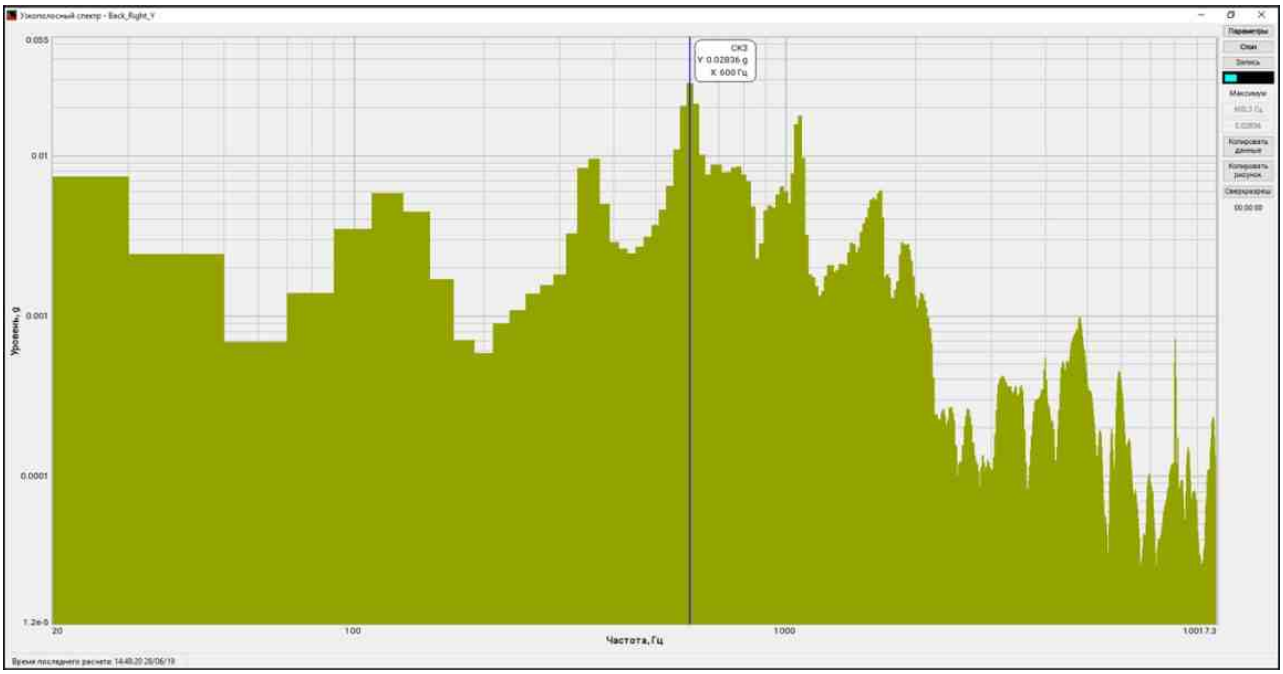
- по каналу датчика оборотов;
- по значению уровня сигнала.

По каналу датчика оборотов определяется тип синхромарок. Частота следования синхромарок должна быть не менее 1,5 Гц. Импульсы могут быть любой полярности и любой амплитуды.

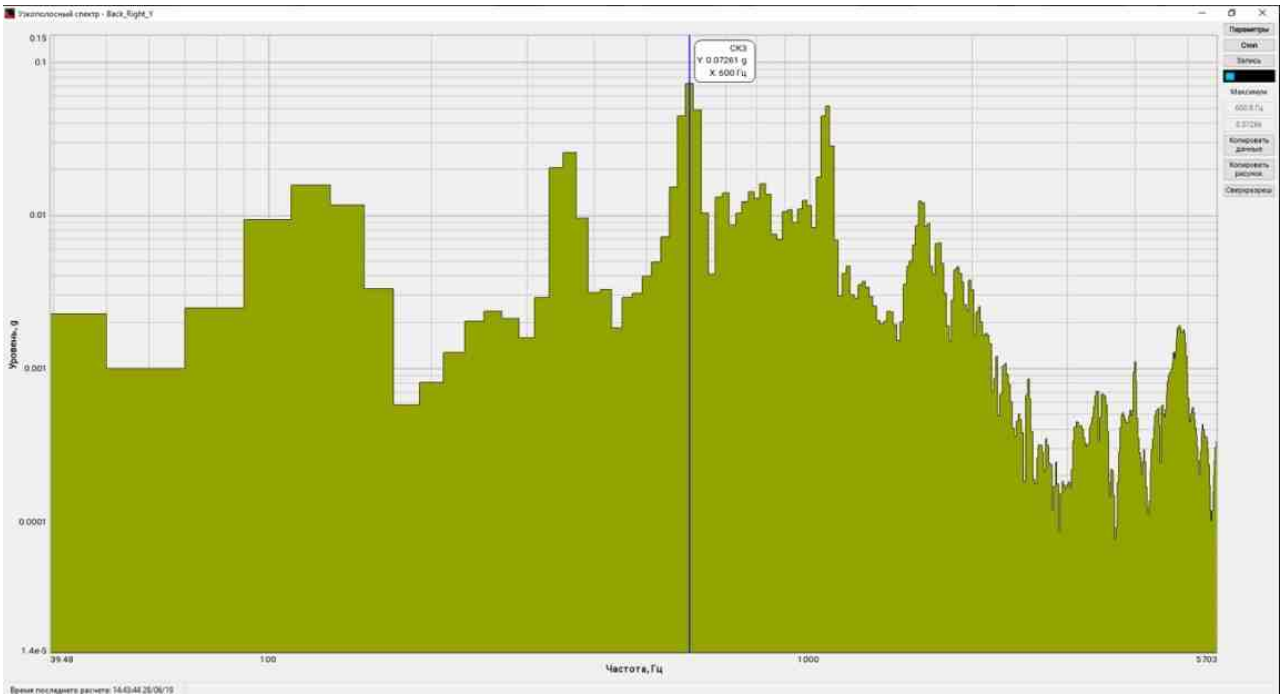
Спектр рассчитывается в узкой полосе по сигналу с датчика оборотов. Данный вид анализа позволяет выделить сегмент спектра, вносящего наибольший вклад, на уровне общих помех. Удобен при анализе узлов конструкций, имеющих в составе вращающиеся механизмы.



Режим синхронизации по датчику оборотов



Расчёт узкополосного спектра без синхронизации по датчику оборотов



Расчёт узкополосного спектра с синхронизацией по датчику оборотов

Расчет спектра также может осуществляться по установленному значению уровня сигнала в следующих вариантах:

- больше положительного значения;
- между ними;
- меньше отрицательного значения;

или по амплитуде при выставленном пороге сигнала:

- больше порога;
- меньше порога.

Дополнительные окна .....

Программа **Узкополосный спектральный анализ** имеет следующие дополнительные возможности:

- Построение **Кепстра**.
- Построение **Спектрограмм**
- Построение **3D-Спектрограмм**
- Построение **Спектрограмма - Сечение по оси ординат**

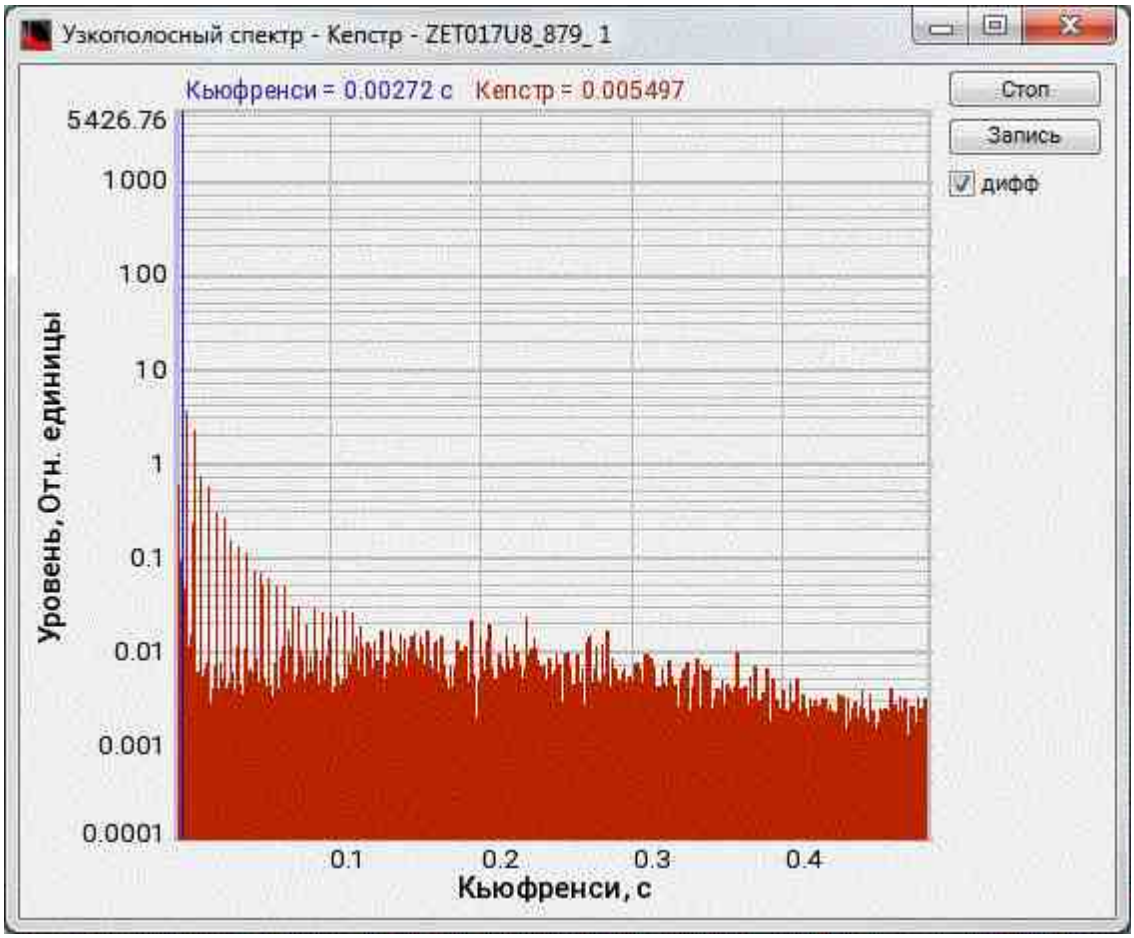
- Построение **Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс**
- Построение **Проходная и фаза**

Кепстр .....

При установке флажка *Кепстр* в рамке *Дополнительные окна.* **Настройка параметров узкополосного спектрального анализа** открывается дополнительное окно кепстрального анализа **Узкополосный спектральный анализ – Кепстр**. В названии окна пишется название самого спектра (Узкополосный спектральный анализ), через тире название дополнительного окна (Кепстр) и, через тире, название канала (например, Сигнал 1).

Кепстр — это обратное преобразование Фурье от логарифма спектра, имеющий размерность времени.

Кепстральный анализ применим, например, при анализе речи для определения частоты основного тона и позволяет отделить медленно меняющуюся составляющую спектра от быстро меняющейся.



Узкополосный спектр - Кепстр

См. также:

- Управление курсором на графиках

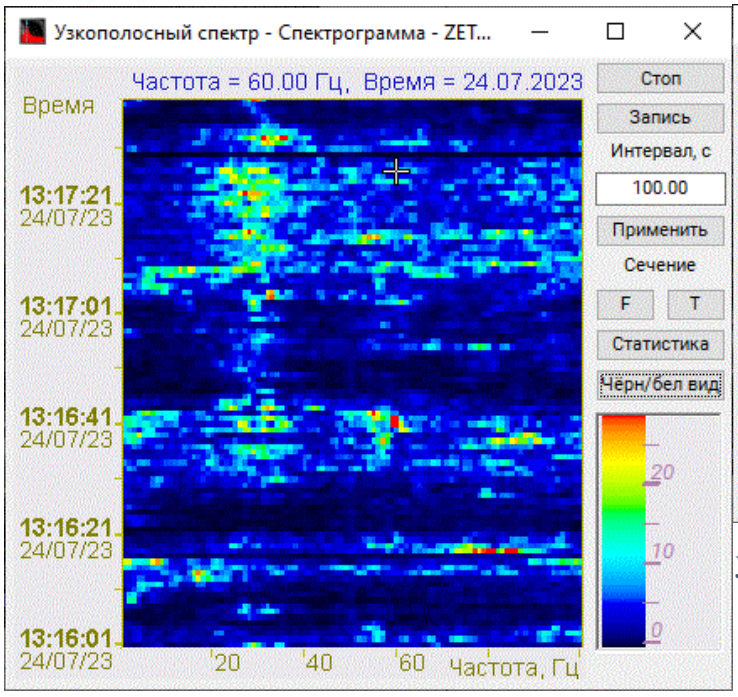
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Спектрограмма .....

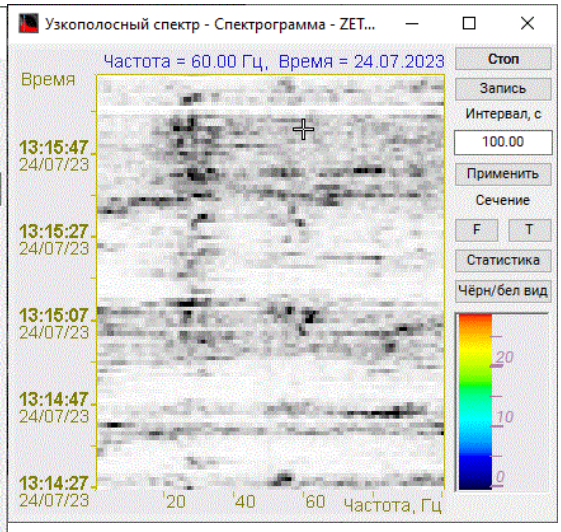
При установке флага *Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна* **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма**.

Спектрограмма дает представление о распределении частот спектра в разные моменты времени.

В названии окна пишется название самого спектра (Узкополосный спектральный анализ), через тире название дополнительного окна (Спектрограмма) и, через тире, название канала.



Узкополосный спектр - Спектрограмма - Цветной вид



Узкополосный спектр - Спектрограмма - Черно-белый вид

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Уровень спектра отображается в соответствии с настройками программы **Узкополосный спектральный анализ**: СКЗ, пиковое, в дБ, спектральная плотность, спектральная мощность, интегрированный/дифференцированный сигнал и т.д.

Кнопка *Старт* запускает накопление спектров в спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопление текущих спектров в спектрограмме. Также, при нажатии кнопки *Стоп*, происходит остановка включенных окон сечений (**Сечение по частоте** и **Сечение по времени**). Окна сечений спектрограммы описываются ниже. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки *Старт*, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением **.gru*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C: \ZETLab\Result\. Структура файла описана в разделе Запись результатов в файл.

В поле под надписью *Интервал, с* устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку *Применить* или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка *F*, под надписью *Сечение*, включают окно сечения по частоте спектрограммы.

Кнопка *T*, под надписью *Сечение*, включают окно сечения по времени спектрограммы.

Цветной вид – при нажатой кнопке спектрограмм отображается в цветном виде (по умолчанию). Если кнопку отжать, то спектрограмма и вертикальная шкала спектрограммы (цветовой аналог уровня сигнала) станут черно-белыми. Это удобно, при подготовке спектрограммы к печати.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой *Цветной вид*, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

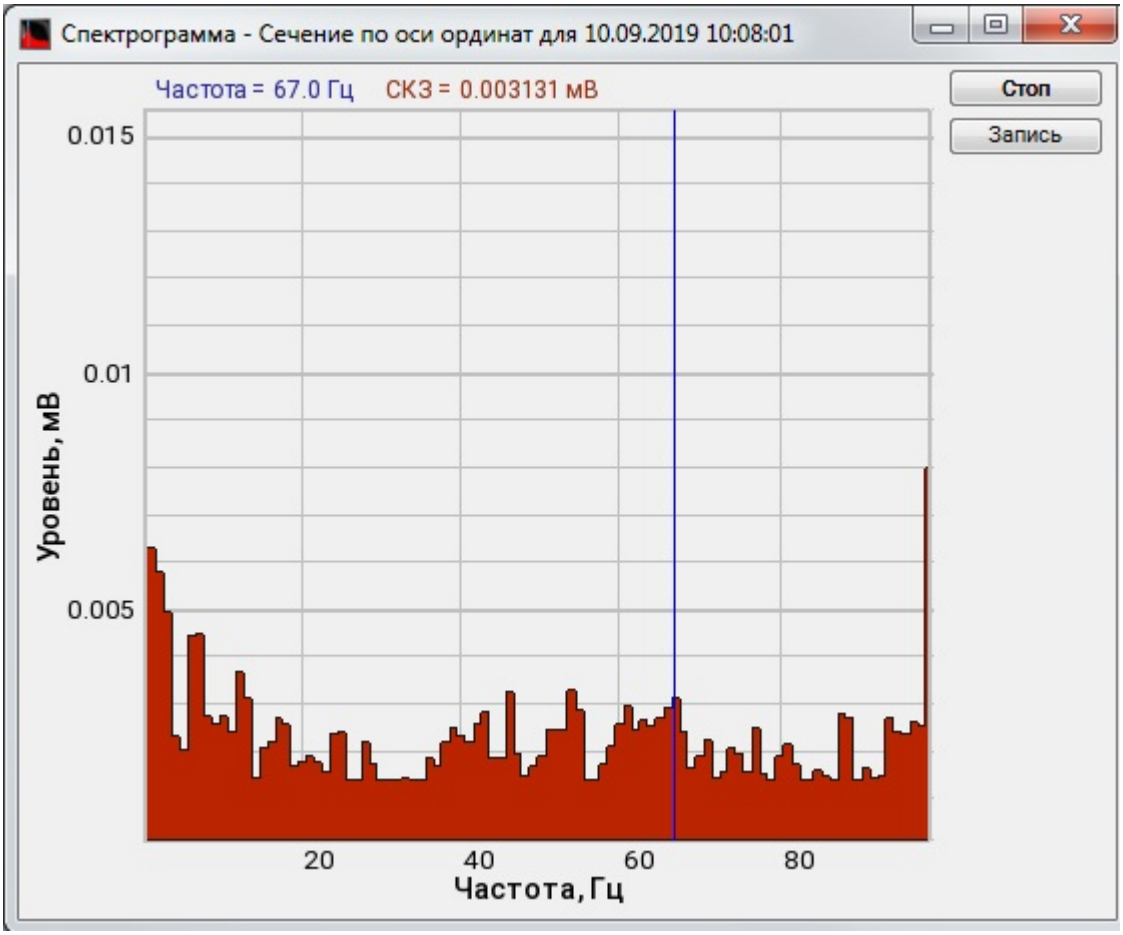
Для закрытия окна **Спектрограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флаг *Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг *Спектрограмма* автоматически снимется.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Использование индикаторов уровня сигнала

Спектрограмма - Сечение по оси ординат .....

При нажатии на кнопку **F** окна **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** - открывается окно **Спектрограмма - Сечение по оси ординат**, т. е. на появившемся графике наблюдается зависимость отображаемой функции от задержки в секундах для абсолютного времени, задаваемым положением курсора (крестик на графике) на коррелограмме, см. рисунок.



Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма - Сечение по оси ординат

Перемещая курсор графика окна **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** вдоль временной оси можно проанализировать поведение спектра в любой выбранный момент времени. Установив курсор в окне, спектрограмма на интересующее время, в окне **Спектрограмма - Сечение по оси ординат** отобразится частотный срез накопленной спектрограммы.

Управление курсором и масштабирование графика, а также перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектральный анализ (**раздел Интерфейс программы Управление курсором на графиках и Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы**).**

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на спектрограмме в текстовый файл с расширением

*.*dtx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\. Структура файла представлена на рисунке.

Для закрытия окна **Спектрограмма - Сечение по оси ординат** надо, либо в окне **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** отжать кнопку вызова сечения **F**, либо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.


spectr_3.dtx — Блокнот

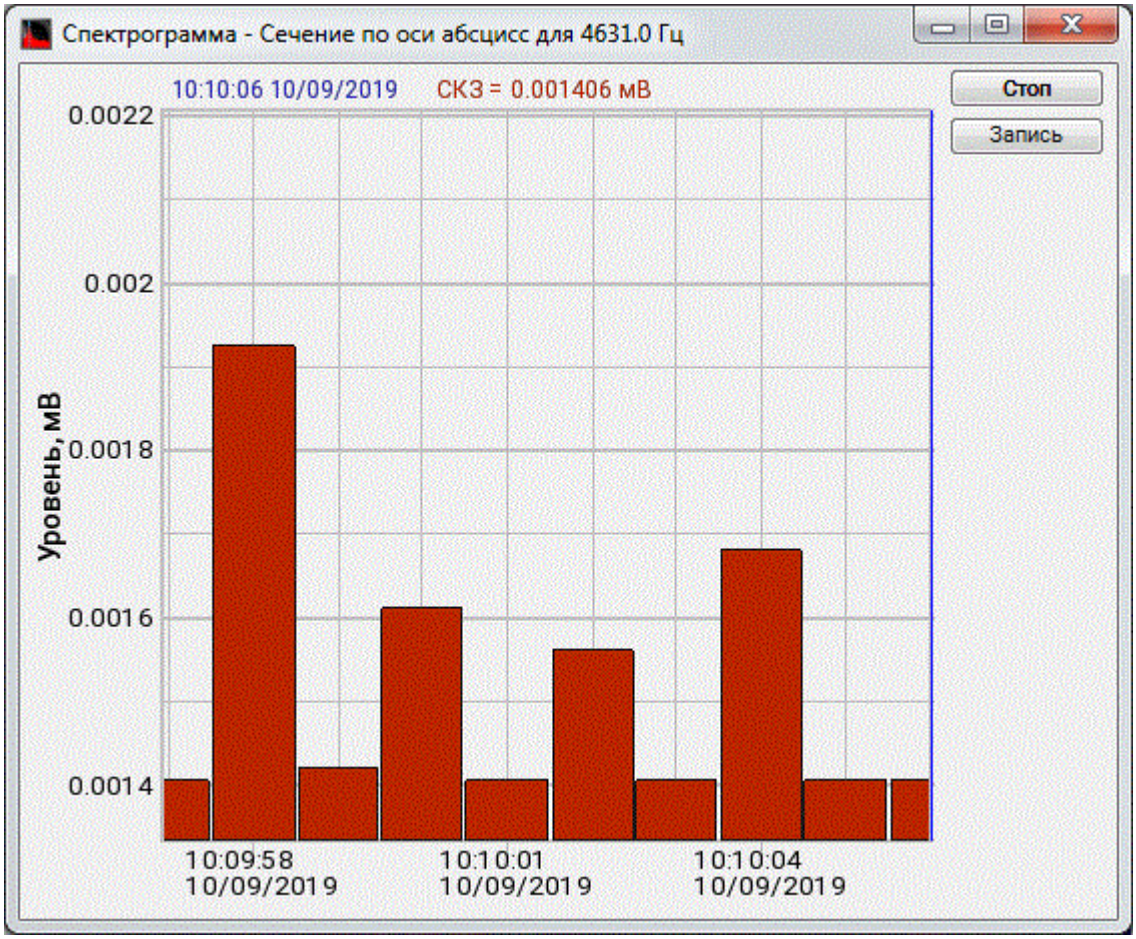
Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte>
<sizeofgrid>283280</sizeofgrid> <number_of_strings_in_hat>1</number_of_strings_in_hat> <cursor_x>68</cursor_x> <step>0</step>
<mouse_x>22</mouse_x> <mouse_y>30</mouse_y> <timer>0</timer> <update>0</update> <spectr>1</spectr> <osc>0</osc> <font_size>12</font_size>
<make_upor>0</make_upor> <number>1</number> <ind>0</ind> <num_visible_points>-1</num_visible_points>
<position_of_cursor>1</position_of_cursor> <size>513</size> <GridDimensions left_x="41" right_x="0" top_y="18" bottom_y="32" width_x="409" height_y="256" />
<GridSetup type_line="0" type_abs="0" type_x_axis="1" type_y_axis="1" type_y_data="0" log="0" alt_lin="0" show_scale_prop_page="1" alt_coords="0" power_coeff="0" />
<GridMathData math_width_x="2.7900383541245333" math_width_y="0.96952257156372068" math_min_x="0.2115487929765445" math_min_y="-2.2038528203964232"
upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="0" x_end="1250" reference="9.9999999999999995e-07" /> <GridColors
cursor_color="16711680" digits_color="5921370" fon_color="15790320" grid_color="12632256" legend_color="12591136" /> <GridText frm1="Частота = %.4g Гц" caption=""
text_x_axis="Частота, Гц" font_name="" /><GraphSettings> <Graph number="0" type_grf="0" type_fill="0" valid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="СКЗ = %.4g "
graph_text="Сигнал 0" graph_color="8802382" /> </GraphSettings> <AxisInfo> <Axis number="0" Side="0" UseAxis="1" Multiplicative="1" Additive="0"
Color="5921370" Text="" /> </AxisInfo> <AdditionalWindows /> <Comments> <Comment_1></Comment_1>
<Comment_2></Comment_2> <Comment_3></Comment_3> <Comment_4></Comment_4> <Comment_5></Comment_5>
<Comment_6></Comment_6> <Comment_7></Comment_7> <Comment_8></Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments>
</Config>
Частота = СКЗ =
Гц
0,000000 0,0060698
2,441406 0,0188264
4,882813 0,0269155
7,324219 0,0341858

файл результатов, записанный окном "Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма"

Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс .....

При нажатии на кнопку **T** окна **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** - открывается окно Спектрограмма **- Сечение по оси абсцисс**, т. е. на появившемся графике наблюдается зависимость отображаемой функции от абсолютного времени для задержки, задаваемой положением курсора (крестик на графике) на коррелограмме, см. рисунок.



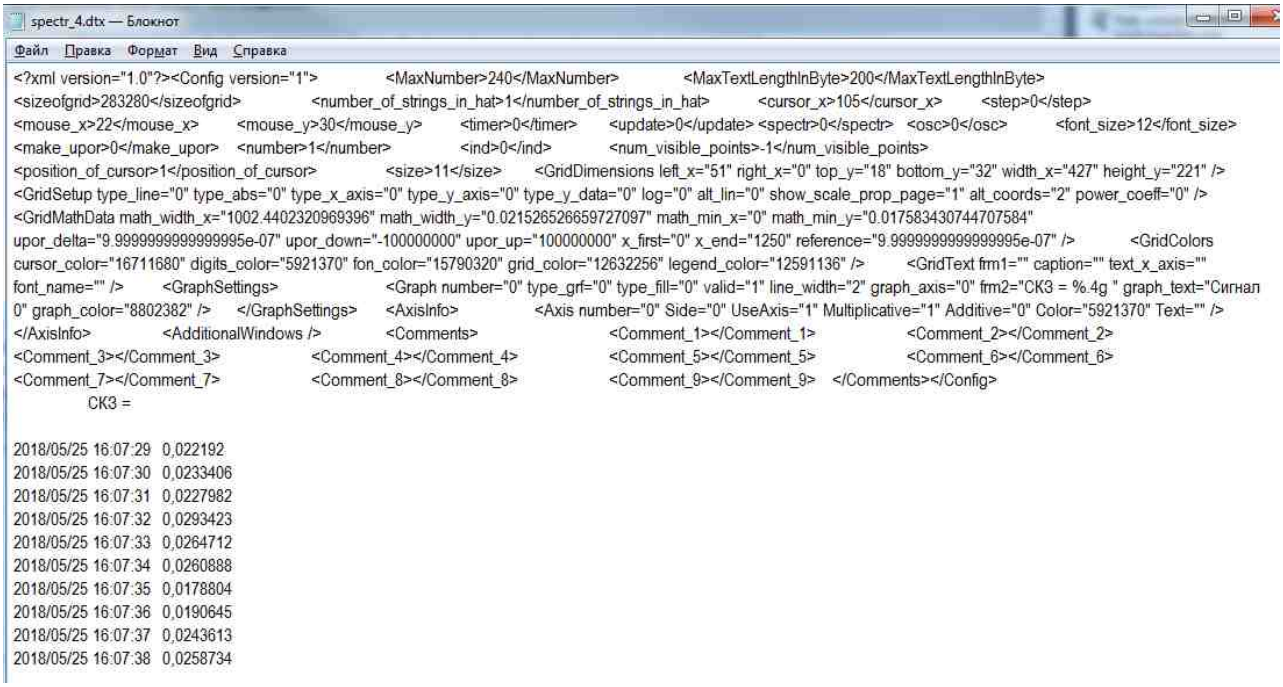
Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс

Перемещая курсор графика окна **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** вдоль временной оси можно проанализировать поведение спектра в любой выбранный момент времени. Установив курсор в окне, спектрограмма на интересующее время, в окне **Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс** отобразится частотный срез накопленной коррелограммы.

Управление курсором и масштабирование графика, а также перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектральный анализ (**раздел Интерфейс программы Управление курсором на графиках и Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы**).**

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на спектрограмме в текстовый файл с расширением **.dtx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\. Структура файла представлена рисунке.

Для закрытия окна **Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс** надо, либо в окне **Узкополосный спектральный анализ – Спектрограмма** отжать кнопку вызова сечения **T**, либо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна.



spectr_4.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

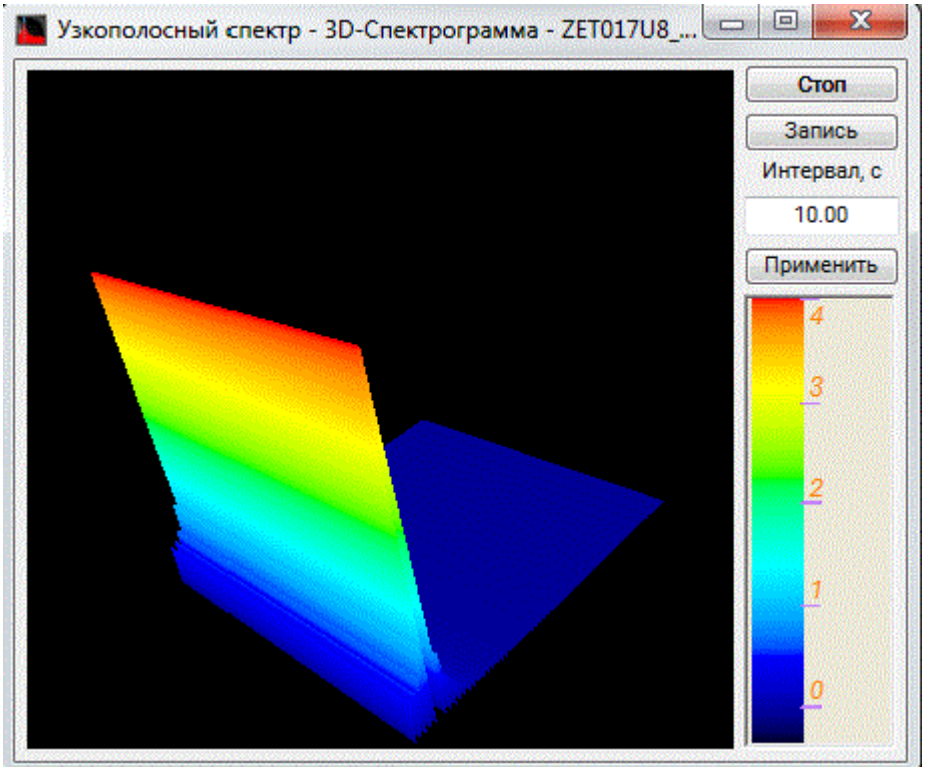
<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte>
<sizeofgrid>283280</sizeofgrid> <number_of_strings_in_hat>1</number_of_strings_in_hat> <cursor_x>105</cursor_x> <step>0</step>
<mouse_x>22</mouse_x> <mouse_y>30</mouse_y> <timer>0</timer> <update>0</update> <spectr>0</spectr> <osc>0</osc> <font_size>12</font_size>
<make_upor>0</make_upor> <number>1</number> <ind>0</ind> <num_visible_points>-1</num_visible_points>
<position_of_cursor>1</position_of_cursor> <size>11</size> <GridDimensions left_x="51" right_x="0" top_y="18" bottom_y="32" width_x="427" height_y="221" />
<GridSetup type_line="0" type_abs="0" type_x_axis="0" type_y_axis="0" type_y_data="0" log="0" alt_lin="0" show_scale_prop_page="1" alt_coords="2" power_coeff="0" />
<GridMathData math_width_x="1002.4402320969396" math_width_y="0.021526526659727097" math_min_x="0" math_min_y="0.017583430744707584"
upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="0" x_end="1250" reference="9.9999999999999995e-07" /> <GridColors
cursor_color="16711680" digits_color="5921370" fon_color="15790320" grid_color="12632256" legend_color="12591136" /> <GridText frm1="" caption="" text_x_axis=""
font_name="" /> <GraphSettings> <Graph number="0" type_grf="0" type_fill="0" valid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="СКЗ = %.4g " graph_text="Сигнал
0" graph_color="8802382" /> </GraphSettings> <AxisInfo> <Axis number="0" Side="0" UseAxis="1" Multiplicative="1" Additive="0" Color="5921370" Text="" />
</AxisInfo> <AdditionalWindows /> <Comments> <Comment_1></Comment_1> <Comment_2></Comment_2>
<Comment_3></Comment_3> <Comment_4></Comment_4> <Comment_5></Comment_5> <Comment_6></Comment_6>
<Comment_7></Comment_7> <Comment_8></Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments></Config>
СКЗ =

2018/05/25 16:07:29 0,022192
2018/05/25 16:07:30 0,0233406
2018/05/25 16:07:31 0,0227982
2018/05/25 16:07:32 0,0293423
2018/05/25 16:07:33 0,0264712
2018/05/25 16:07:34 0,0260888
2018/05/25 16:07:35 0,0178804
2018/05/25 16:07:36 0,0190645
2018/05/25 16:07:37 0,0243613
2018/05/25 16:07:38 0,0258734

файл результатов, записанный окном "Спектрограмма - Сечение по оси абсцисс"

3D-Спектрограмма .....

При установке флага *3D-Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна*. **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Узкополосный спектральный анализ – 3D-Спектрограмма**. В этом окне будет отображается трехмерное время-частотное распределение сигнала. Трехмерная спектрограмма дает представление об изменении формы, огибающей во времени.



3D-спектрограмма

В названии окна пишется название самого спектра (Узкополосный спектральный анализ), через тире название дополнительного окна (3D-Спектрограмма) и, через тире, название канала (например, Сигнал 2).

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Масштабирование по уровню в трехмерной спектрограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу трехмерной спектрограммы, которая находится под кнопкой *Применить*.

Цвет фона трехмерной спектрограммы по умолчанию – черный. При двойном нажатии правой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограмм цвет фона можно изменить на белый и наоборот.

3D-спектрограмму можно визуально рассматривать с любой из ее сторон, вращая ее вокруг трех взаимноперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимноперпендикулярных осей осуществляется следующим образом: нажимая и удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг осей X и Y; нажимая и удерживая правую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг оси Z.

Увеличение или уменьшение 3D-спектрограммы осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограммы возвращает трехмерную спектрограмму в исходное положение по отношению к осям и масштабу.

Кнопка *Старт* запускает накопление спектров в трехмерную спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопление текущих спектров в трехмерной спектрограмме. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки Старт, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением *.grn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. Структура файла трехмерной спектрограммы такая же, как и у двухмерной и описана в разделе Запись результатов в файл.

В поле под надписью *Интервал, с* устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку Применить или клавишу <Enter> клавиатуры.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой *Применить*, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

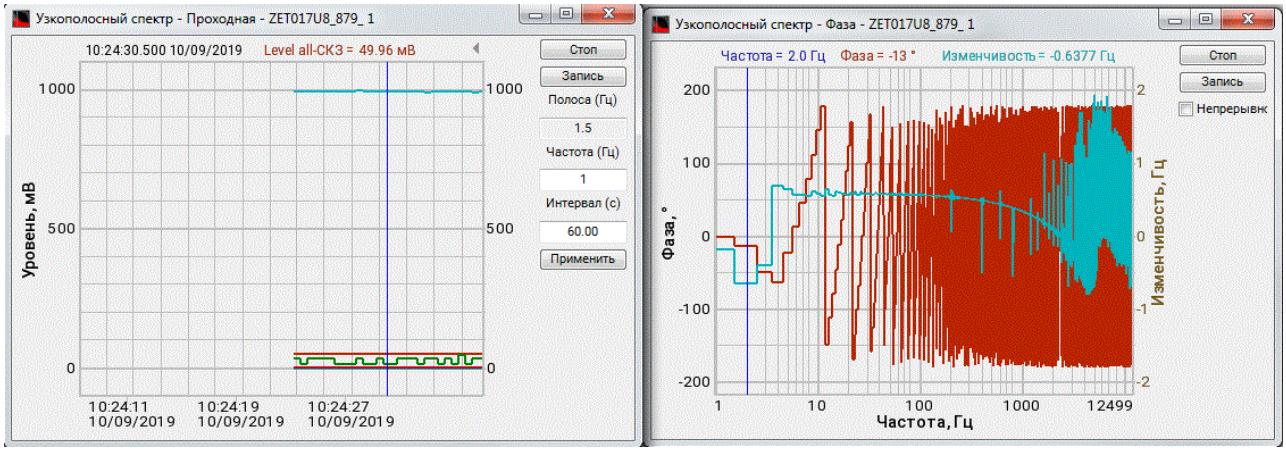
Для закрытия окна 3D-Спектрограмма надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флаг *3D-Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг 3D-*Спектрограмма* автоматически снимется.

Проходная и фаза .....

Во многих книгах и методических материалах по «Схемотехнике» и «Автоматическим устройствам» используется термин «проходная». Проходная характеристика – это функциональная зависимость между информационными параметрами выходного и входного процессов в установившемся режиме работы. В спектре проходная характеристика является фактически срезом по частоте для спектрограммы.

При установке флага *Проходная* в рамке *Дополнительные* окна. **Настройка параметров узкополосного спектра** открывается дополнительное окно **Узкополосный спектральный анализ – Проходная**. В этом окне будет отображаться проходная характеристика сигнала на заданной частоте.

На рисунке ниже представлена проходная гармонического сигнала на его несущей частоте 1 Гц. График иллюстрирует процесс накопления сигнала - в основном окне программы **Узкополосный спектральный анализ** составляющая 1 Гц возрастает постепенно, и скорость нарастания зависит от полосы анализа: чем уже полоса, тем дольше происходит накопление сигнала, но, вместе с тем, тем точнее результат измерений.



Узкополосный спектральный анализ - Проходная и фаза

В названии окна пишется название самого спектра (**Узкополосный спектральный анализ**), через тире название дополнительного окна (**Проходная**) и, через тире, название канала (например, Sig_1_1).

Кнопка *Старт* запускает накопление данных частотной проходной, при этом обнуляются накопленные данные

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопления. Дальнейшее продолжение процесса накопления осуществляется нажатием кнопки *Старт*, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать накопленные данные проходной сигнала на заданной частоте в текстовый файл с расширением **.dtx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. Структура файла описана в разделе Запись результатов в файл.

Индикатор под надписью *Полоса (Гц)* отображается значение полосы пропускания в герцах. Полоса пропускания характеризует уровень сигнала на выходе узкополосного фильтра на несущей частоте в полосе частот, зависящей от частотного разрешения и весовой функции, установленных в программе **Узкополосный спектральный анализ**.

Поле под надписью *Частота (Гц)* служит для установки несущей частоты относительно которой будет производиться накопление в заданном интервале времени. Частота задается в герцах. Значение частоты вводится с клавиатуры. Для этого необходимо, установив курсор «мыши» на это поле, нажать левую клавишу «мыши» и с клавиатуры ввести необходимое значение частоты из установленного частотного диапазона в программе **Узкополосный спектральный анализ**.

Поле под надписью *Интервал (с)* предназначено для установки интервала накопления проходной. Интервал задается в минутах. Минимальное значение интервала 10 с, максимальное определяется параметрами компьютера. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для этого необходимо, установив курсор «мыши» на это поле, нажать левую клавишу «мыши» и с клавиатуры ввести необходимое значение времени интервала. Для установки введенного интервала времени необходимо нажать кнопку *Применить* или клавишу <Enter> клавиатуры.

Для закрытия окна **Проходная** надо, либо в окне **Настройка параметров узкополосного спектра** снять флаг *Проходная* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x",

расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг *Проходная* автоматически снимется.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

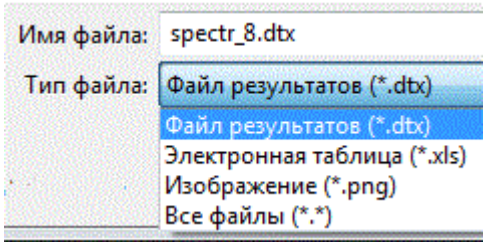
Запись результатов в файл .....

Запись спектра

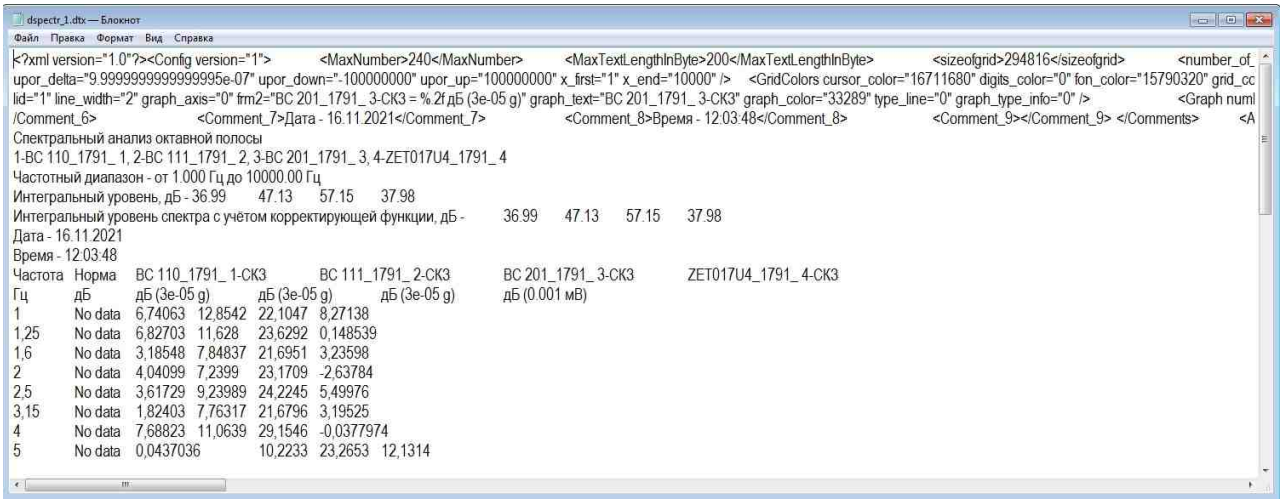
В программе **Узкополосный спектральный анализ** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtx*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Узкополосный спектральный анализ** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – **C:\ZETLab\result**.

Примечание:

При открытии файлов dtx в Excel (они имеют формат UTF-8) нужно правильно выбирать формат файла (UTF-8) и символ-разделитель (знак табуляции). При открытии файла по умолчанию, видимо, используются не эти настройки.



Пример файла приведён на рисунке ниже.


dspectr_1.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte> <sizeofgrid>294816</sizeofgrid> <number_of_ upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="1" x_end="10000" /> <GridColors cursor_color="16711680" digits_color="0" fon_color="15790320" grid_co lid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="BC 201_1791_ 3-СК3 = %.2f дБ (3e-05 g)" graph_text="BC 201_1791_ 3-СК3" graph_color="33289" type_line="0" graph_type_info="0" /> <Graph numl /Comment_6> <Comment_7>Дата - 16.11.2021</Comment_7> <Comment_8>Время - 12:03:48</Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments> <A

Спектральный анализ октавной полосы

1-BC 110_1791_ 1, 2-BC 111_1791_ 2, 3-BC 201_1791_ 3, 4-ZET017U4_1791_ 4

Частотный диапазон - от 1.000 Гц до 10000.00 Гц

Интегральный уровень, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Интегральный уровень спектра с учётом корректирующей функции, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Дата - 16.11.2021

Время - 12:03:48

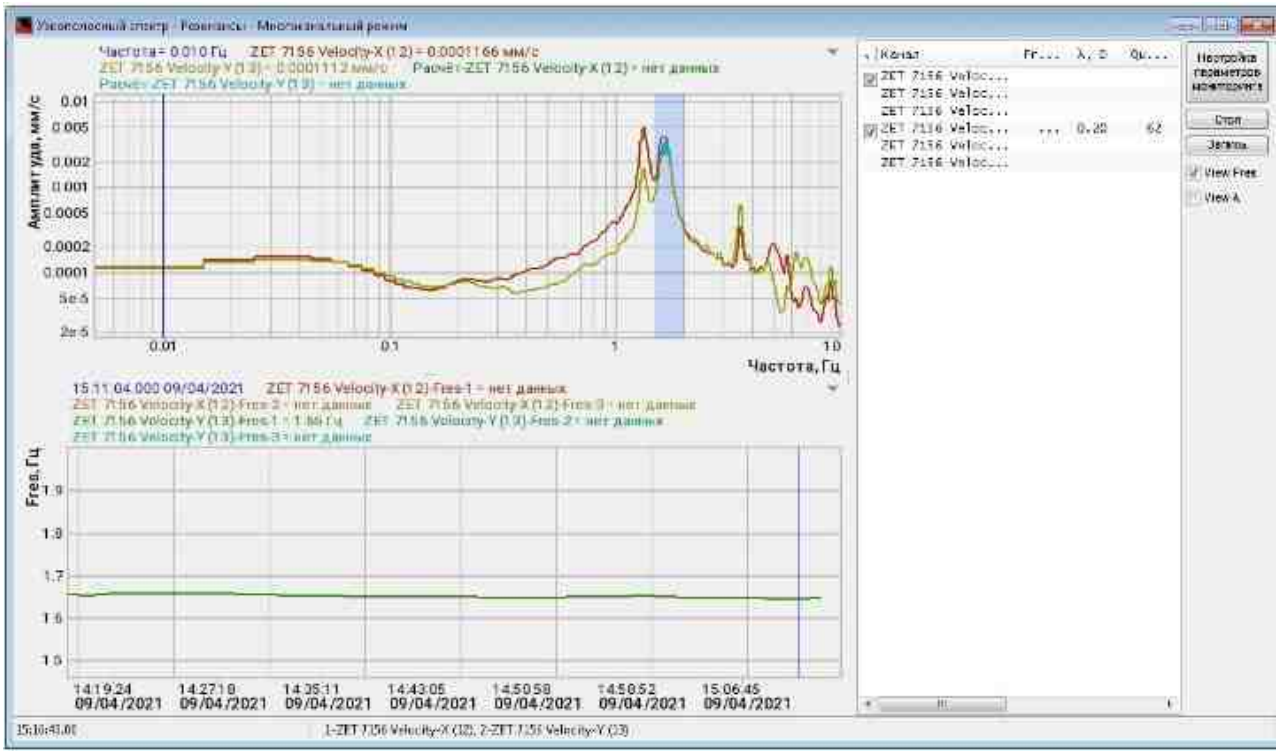
Частота Гц	Норма дБ	BC 110_1791_ 1-СК3 дБ (3e-05 g)		BC 111_1791_ 2-СК3 дБ (3e-05 g)		BC 201_1791_ 3-СК3 дБ (0.001 мВ)	ZET017U4_1791_ 4-СК3
1	No data	6,74063	12,8542	22,1047	8,27138		
1,25	No data	6,82703	11,628	23,6292	0,148539		
1,6	No data	3,18548	7,84837	21,6951	3,23598		
2	No data	4,04099	7,2399	23,1709	-2,63784		
2,5	No data	3,61729	9,23989	24,2245	5,49976		
3,15	No data	1,82403	7,76317	21,6796	3,19525		
4	No data	7,68823	11,0639	29,1546	-0,0377974		
5	No data	0,0437036		10,2233	23,2653	12,1314	

Файл результатов, записанный программой "Узкополосный спектрального анализа"

Мониторинг объектов в Узкополосном спектре .....

В программе Узкополосный спектр реализован режим по расчету резонансов. Основной областью применения опции расчета резонансов является мониторинг строительных конструкций или установок, подверженных сильным вибрациям при работе.

Поскольку, в любой конструкции (будь то высотное здание, мост или промышленное оборудование) при совпадении вынужденных и собственных колебаний возникает резонанс, который может привести к аварийным последствиям, был разработан эффективный программный инструмент, позволяющий выделять все резонансные частоты и выполнять мониторинг наиболее опасных зон.



Для активации режима, необходимо в Настройках параметров узкополосного спектра на вкладке Резонансы установить флаг рядом с параметром «Расчёт резонансов» и сохранить настройки, после чего активировать кнопку «Применить».

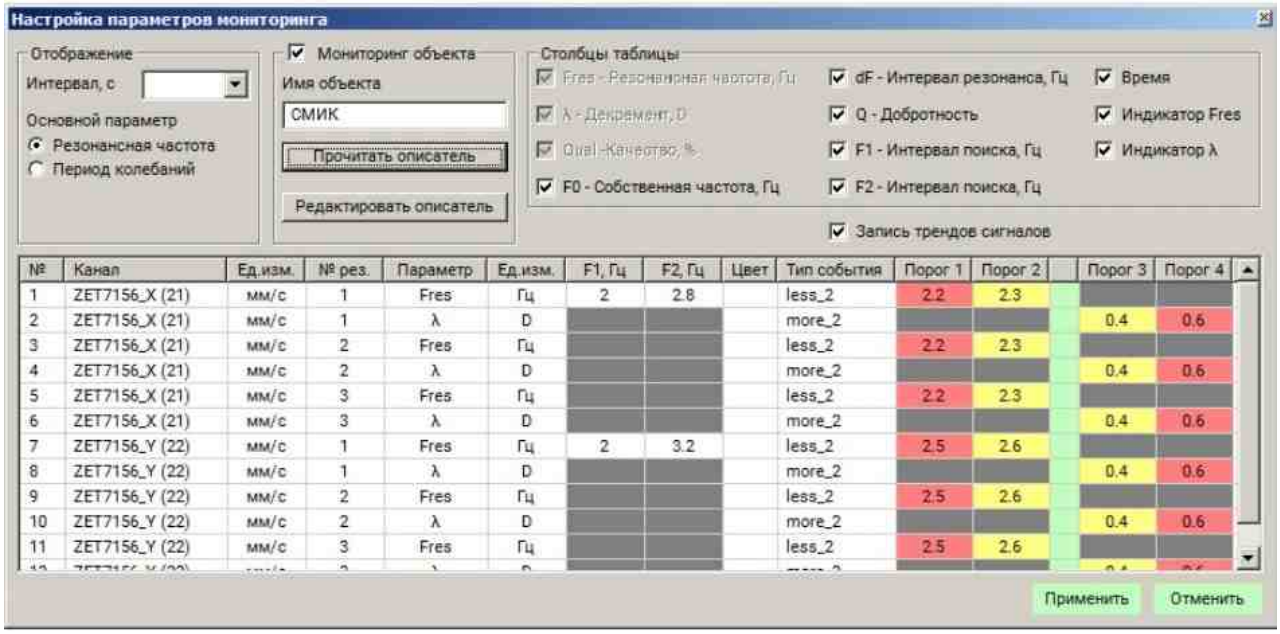
Программа запустит дополнительное окно: Узкополосный спектр — Резонансы, в котором будут отображаться рассчитанные параметры резонансных частот, зона слежения и тренд резонансной частоты для анализа поведения структуры.

Формирование параметров слежения осуществляется в Настойках параметров мониторинга, для запуска которых необходимо в окне программы нажать одноимённую кнопку.

Также в окне программы доступны две кнопки быстрого управления: «Стоп» и «Запись», для оперативного реагирования на события.

В окне «Настройка параметров мониторинга» пользователю доступны для управления следующие параметры:

- Отображение: интервал расчета и основной параметр (резонансная частота или период колебаний);
- Мониторинг объекта: активация данной опции позволяет задать определенные пороги, соответствующие параметрам объекта мониторинга и производить контроль за выходом сигнала за пределы заданных порогов;
- Столбцы таблицы: управление параметрами, значения которых будут рассчитываться и отображаться в таблице для каждого выбранного измерительного канала;
- Запись трендов сигналов: сохранение долговременных данных мониторинга.



Задание и настройка пороговых значений осуществляется в xml-файле «Monitoring.xml», который открывается при помощи кнопки «Редактировать описатель» в поле «Мониторинг объекта». Для вступления в силу заданных в описателе параметров необходимо активировать кнопку «Прочитать описатель». Для наглядности тип порогов в таблице представлен в цветных комбинациях.

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Применение на практике

Применение на практике .....

Применение на практике

Для демонстрации работы событий мониторинга рассмотрим работу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Реальное ПО мониторинга при определении факта завершения события использует 20% гистерезис с целью предотвращения «дребезга» срабатывания.

Так при типе событий «Больше порога» событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4м) при условии, что событие наблюдалось, где П4м = 0.8 * П4. При выполнении этого же условия

при типе событий «Больше 2-х порогов» заканчивается событие П4. А вот событие П3 будет заканчиваться при (ТЗП < П3м) при условии, что событие наблюдалось, где П3м = 0.8 * П3. При типах событий «Меньше порога» и «Меньше 2-х порогов» событие П1 заканчивается при (П1п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П1п = 1.2 * П1. При этом событие П2 заканчивается при (П2п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П2п = 1.2 * П2. Аналогично при типах событий «Вне интервала» и «Вне 2-х интервалов»:

- событие П1 заканчивается при (П1м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П2 заканчивается при (П2м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П3 заканчивается при (ТЗП < П3п) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4п) при условии, что событие наблюдалось.

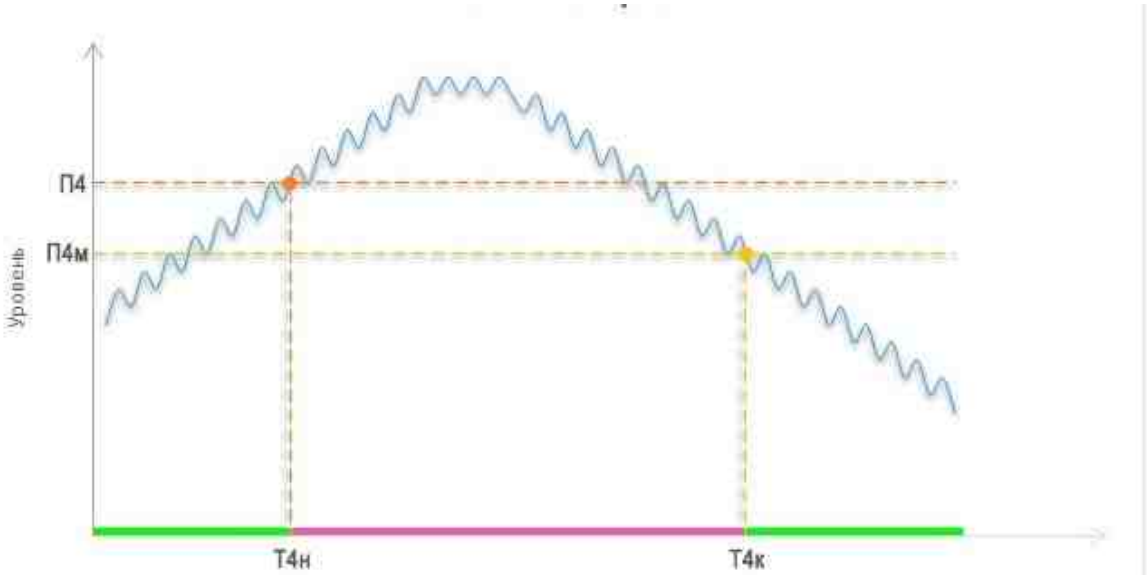
Для наглядности на изображениях к примерам приведена цветовая индикация зон, где:

- зеленая зона — отсутствие события мониторинга;
- жёлтая зона — наблюдается событие типа «Предупреждение», т.е. П2 или П3;
- красная зона — наблюдается событие типа «Опасность», т.е. П1 или П4.

Тип событий «Больше порога»

Тип событий «Больше порога» подходит для мониторинга за температурой двигателя. При П4 = 105 °С событие «Опасность» говорит о неполадках в системе охлаждения и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска его выхода из строя (заклинивания).

Больше порога

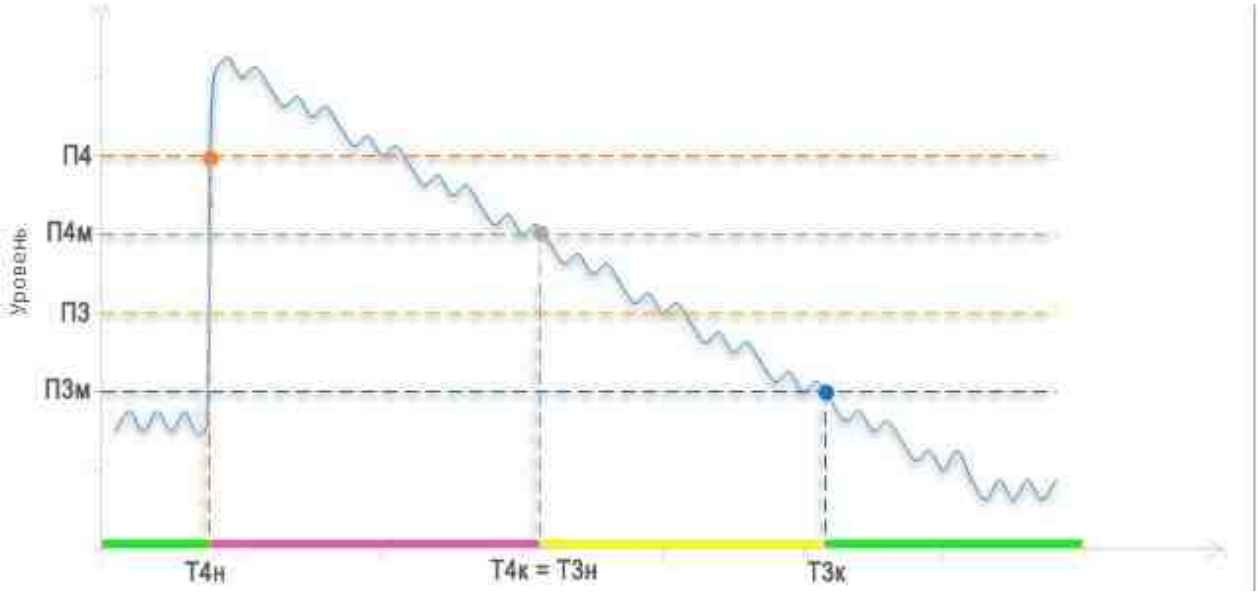


Т4н — время начала события П4;
Т4к — время окончания события П4.

Тип событий «Больше 2-х порогов»

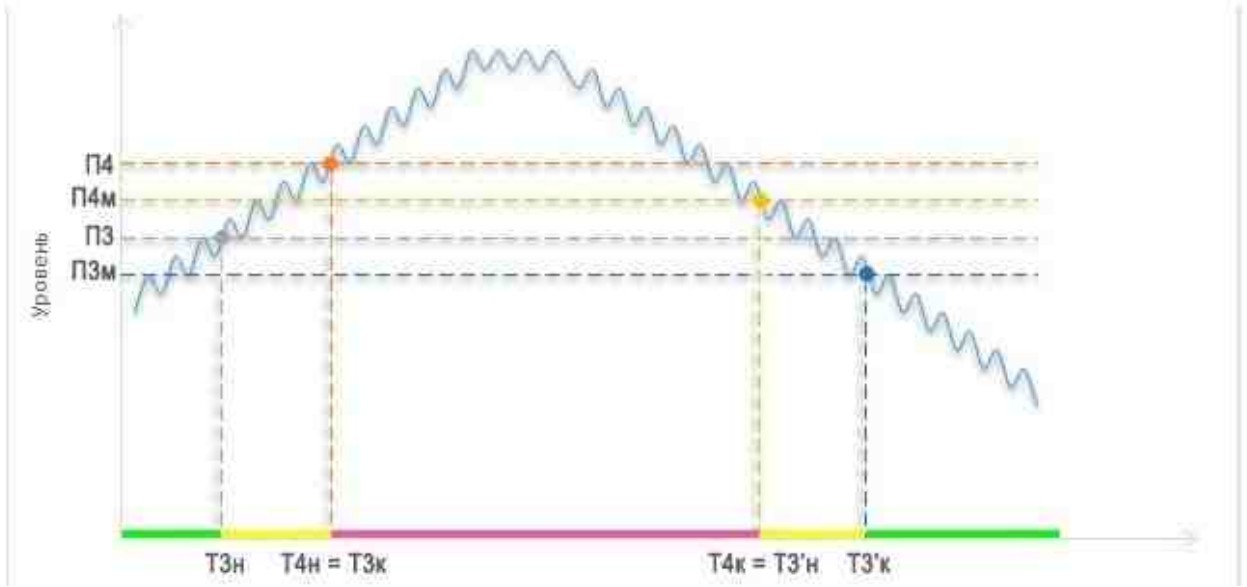
Использование типа событий «Больше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П3 = 100 °С это событие говорит о начале неполадок.

Больше двух порогов



В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось с *Т3н* до *Т3к*, при этом *Т4к = Т3н*.

Больше двух порогов



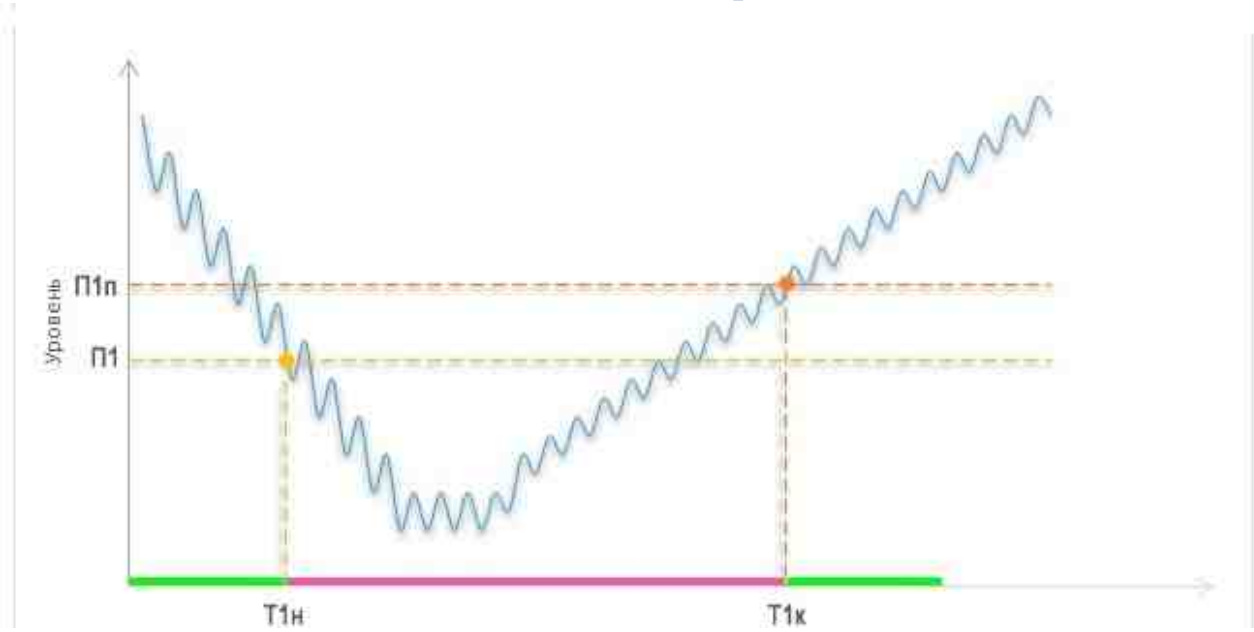
Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось 2 раза: с *Т3н* до *Т3к* и с *Т3'н* до *Т3'к*, при этом *Т4н* = *Т3к* и *Т4к* = *Т3'н*.

Тип событий «Меньше порога»

Тип событий «Меньше порога» подходит для мониторинга за количеством топлива в баке автомобиля. При П1 = 2 литра событие «Опасность» говорит о критическом уровне топлива и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска выхода из строя погружного топливного насоса высокого давления.

Меньше порога

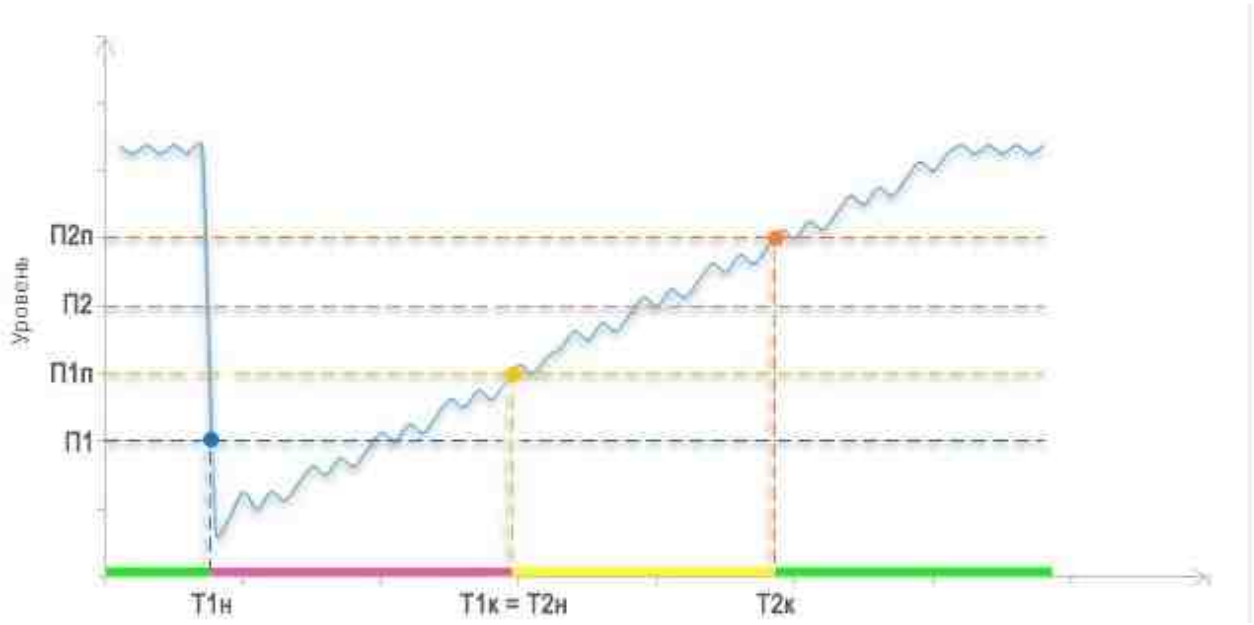


Время

Тип событий «Меньше 2-х порогов»

Использование типа событий «Меньше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П2 = 5 литров это событие говорит о необходимости дозаправки.

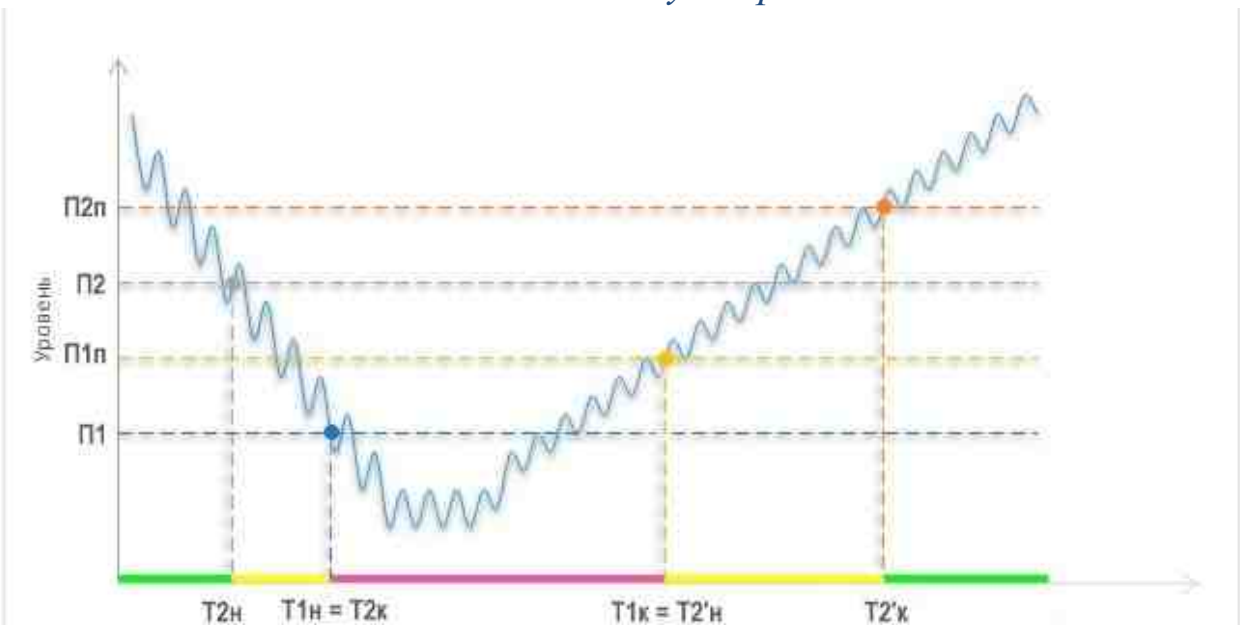
Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а *с*обытие П2 наблюдалось от *Т2н* до *Т2к*.
При этом *Т1к = Т2н*.

Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а событие П2 наблюдалось два раза: от *Т2н* до *Т2к* и от *Т2'н* до *Т2'к*.
При этом *Т1н = Т2к* и *Т1к = Т2'н*.

Тип событий «Вне интервала» подходит для мониторинга за частотой оборотов двигателя. При П1 = 500 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что в системе питания двигателя неполадки и что двигатель может в любую секунду заглохнуть. При П4 = 7000 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что двигатель испытывает большие нагрузки, длительное воздействие которых сильно уменьшают моторесурс двигателя, а также возможен выход двигателя из строя.

Использование типа событий «Вне 2-х интервалов» в данном случае может дополнительно выдать предварительные события типа «Предупреждение». При П2 = 700 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале проблем в системе питания. При П3 = 5000 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале больших нагрузок на двигатель.

Спектральный анализ октавной полосы .....

Программа **Спектральный анализ октавной полосы** предназначена для частотного анализа сигнала. По временной реализации сигнала находятся отклики по набору частотных фильтров. Центральные частоты фильтров распределены по оси частот в геометрической прогрессии.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio

обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-

измерительных комплексов.

Октавный и 1/3-октавный анализ широко используются при проведении измерений уровней шума и вибрации. Предельные уровни шума и вибрации задаются в санитарных, эксплуатационных и сдаточных нормах в интегральных, 1/3-октавных и октавных полосах частот. Программа используется для измерения виброакустических характеристик.

1/12- и 1/24-октавные анализы предназначены для более детального частотного анализа сигнала и его дискретных и шумовых составляющих.

Дополнительные возможности построения спектрограмм (набор спектров, рассчитанные в последовательные промежутки времени и представленные в двухмерном и трехмерном виде) позволяют проследить динамику нестационарных процессов.

Построение сечений спектрограммы по времени и по частоте позволяет измерить параметры нестационарных процессов.

Возможность получения максимальных, усредненных, минимальных и мгновенных спектров и сравнение их с заданным спектром (нормой) позволяет легко определить различие между заданным и реальным уровнем спектров. Это необходимо при проведении различного вида контроля оборудования, входного/выходного контроля, сдаточных испытаний.

При виброакустическом анализе обычно используется пьезоэлектрические акселерометры. Эти датчики отдают сигнал, пропорциональный ускорению в точке крепления датчика. Нормы на уровни вибрации и их спектральный состав часто задаются по виброскорости. Для того чтобы получить сигнал виброскорости, необходимо проинтегрировать по времени сигнал виброускорения. Для балансировки важно получать виброперемещение в точке крепления датчика. Двойной интеграл по времени сигнала виброускорения позволяет получить сигнал виброперемещения. Эти дополнительные функции интегрирования и дифференцирования сигнала реализованы в программе.

При измерениях уровней воздушного шума зачастую необходимо использовать корректирующие фильтры A, B, C, D. При включении корректирующего фильтра отображаются интегральные уровни с выбранным корректирующим фильтром и без фильтра. При этом спектр отображается с учетом выбранного корректирующего фильтра.

Основные функции и параметры программы:

- измерение уровней сигнала в октавных, 1/3-, 1/12-, 1/24-октавных спектральных полосах. Количество полос — 17, 51, 204, 406 соответственно. Октавные и 1/3-

октавные фильтры соответствуют ГОСТ 17168-82 «Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний» по первому классу точности;

- Октавные и 1/3-октавные фильтры соответствуют ГОСТ Р 8.714-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний»
- анализ гармонических составляющих;
- запись и чтение конфигурации программы для облегчения проведения измерений в случаях, когда требуется повторяемость действий;
- встроенная коррекция АЧХ.
- усреднение анализируемого сигнала: от 0,1 до 10 с;
- типы усреднения: линейное, экспоненциальное;
- виды коррекции: линейная амплитудно-частотной характеристики, коррекции A, B, C, D;
- интегрирование/дифференцирование сигналов;
- тип представления анализируемого сигнала: спектральная плотность, среднее квадратичное или пиковое значение;
- расчёт и отображение проходной характеристики, общей проходной и проходной гармоник;
- расчёт и отображение спектрограмм в режиме 2-мерной топографической карты с отображением уровней по цветам и в режиме 3-мерной карты;
- расчёт и отображение графиков максимальных, минимальных и средних значений за заданный промежуток времени;
- возможность наложения нормирующего графика для оценки характеристик переходных процессов.

Для определения взаимных характеристик сигналов предназначена программа **Взаимный спектральный анализ октавной полосы**.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Спектральный анализ октавной полосы** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Спектральный анализ октавной полосы** входит в состав следующего ПО:

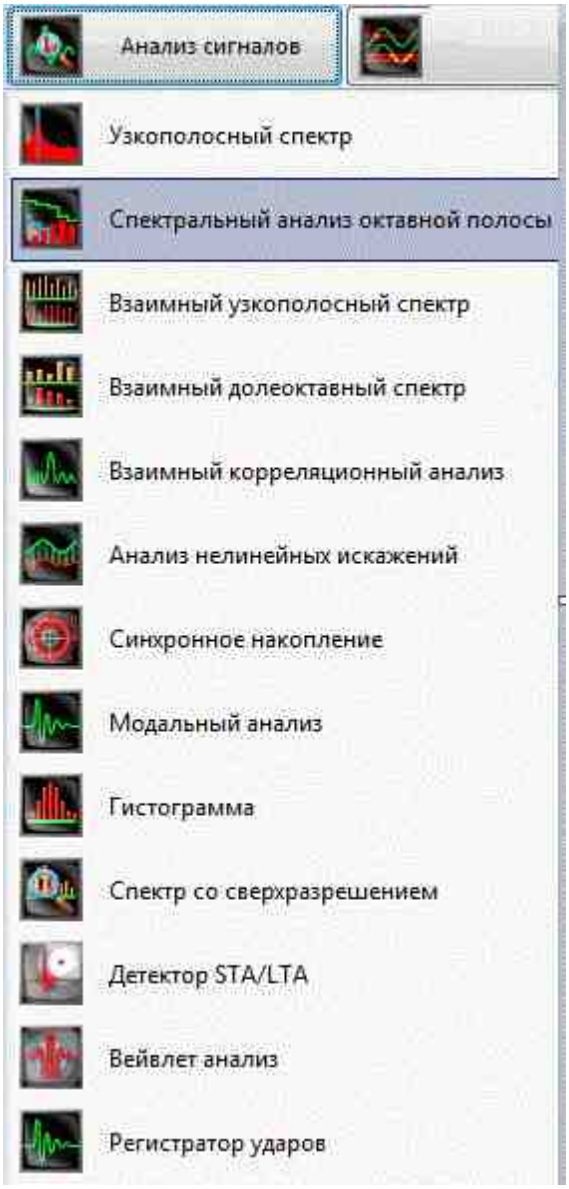
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Спектральный анализ октавной полосы входит в группу программ **Анализ сигналов**

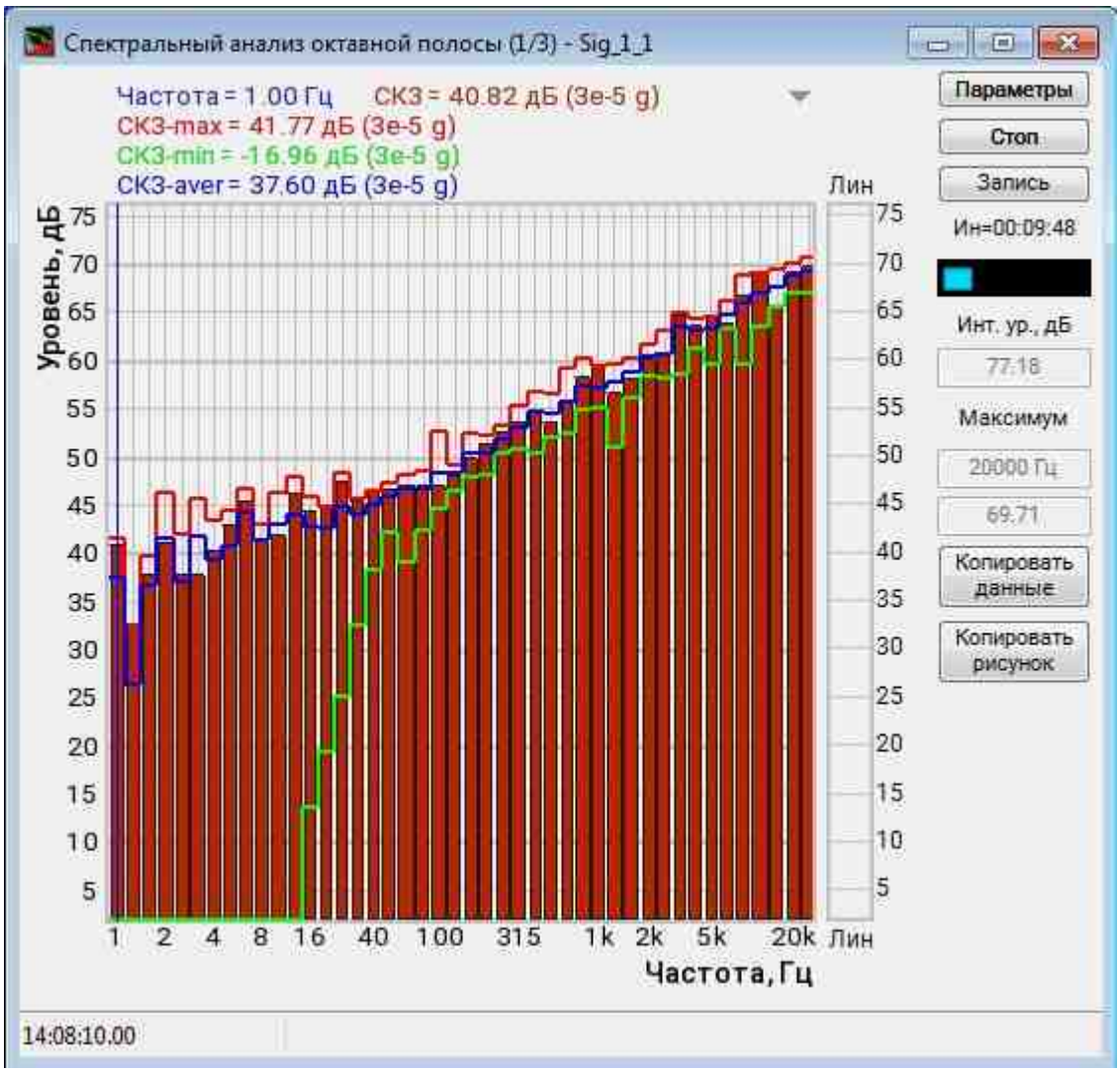
Интерфейс программы .....

Программа **Спектральный анализ октавной полосы** запускается из меню **Анализ сигналов** панели **ZETLAB**.



Запуск программы "Долеоктавный анализ"

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала. Над графиком спектра отображаются измеряемые величины (частота, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика.



Окно программы "Спектральный анализ октавной полосы"

*Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: dspectr.exe*

Основную часть программы **Спектральный анализ октавной полосы** занимает поле для отображения результатов измерений - спектра сигнала, а также дополнительных графиков. Индикатор, расположенный справа от графика, отображает интегральные уровни с линейно-частотной характеристикой (слева) и с частотной характеристикой типа A-D (справа). Тип частотной характеристики выбирается в окне **Настройка параметров Спектральный анализ октавной полосы** в поле под надписью *Интегральный уровень*. Отображение индикатора можно включать/выключать в окне **Настройка параметров Спектральный анализ октавной полосы** при помощи флага *Интегральный уровень*.

В правой части окна программы находятся кнопки и индикаторы:

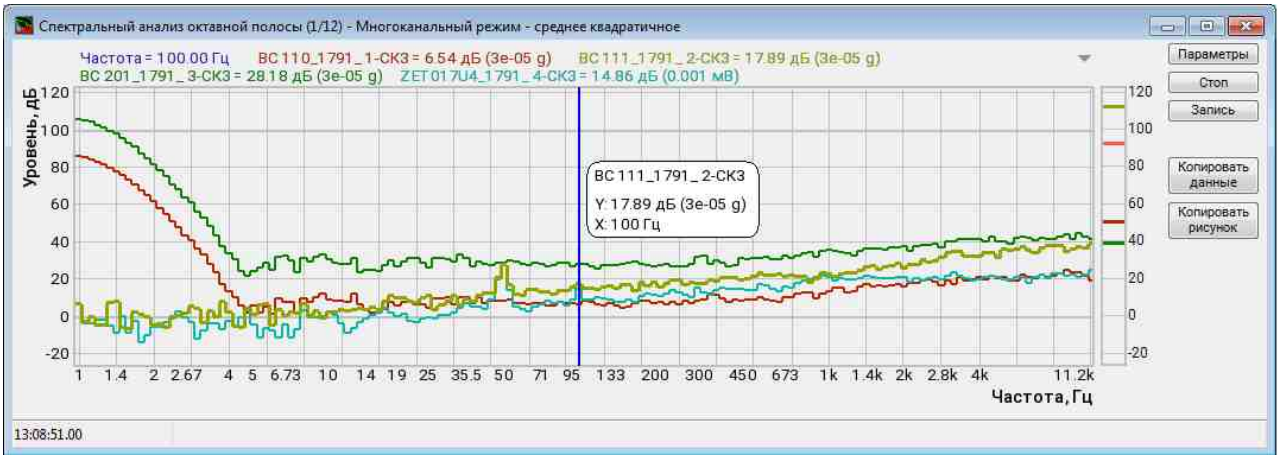
- *Параметры* - вызывает окно настройки программы: канал измерений, параметры анализа и т.д.
- *Старт/Стоп* - включение/выключение анализа. При первом запуске программы кнопка **Старт** по умолчанию нажата. Если был задан интервал расчета для дополнительных графиков, то при нажатии на данную кнопку он обнуляется и расчет начинается заново.
- *Запись* - сохранение результатов в файл, структура файла описана в подразделе *Запись результатов в файл*.
- *Ин=... с* - интервал времени, прошедший с момента начала измерений. Данный параметр имеет отношение только к расчету дополнительных графиков. В настройках программы **Спектральный анализ октавной полосы** указывается время расчета дополнительных графиков. По истечении заданного времени закончится расчет, дополнительные графики остановятся, а в поле отобразится установленный интервал расчета (длительность)
- В полях под надписью *Максимум* указываются частота и значение текущего максимума спектра.

См. также:

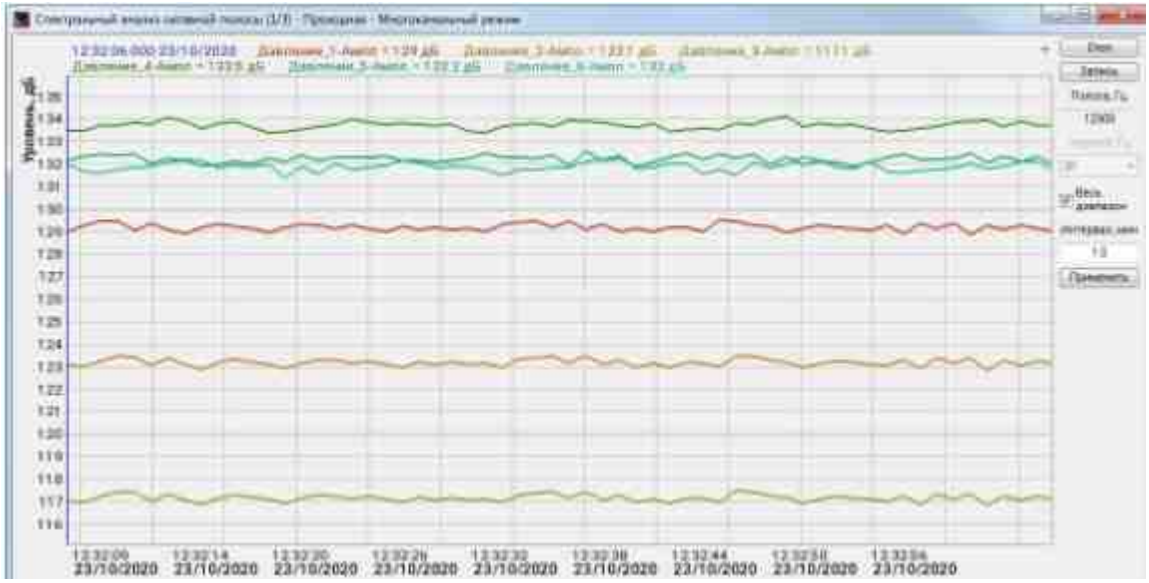
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Многоканальный долеоктавный спектр .....

Дополнительный график, “Проходная”, теперь работает в многоканальном режиме. Для отображения в проходной можно выбрать не только значение одной из полос, но и интегральный уровень спектра в целом.







Измерение вибрационных и акустических характеристик изделий .....

Комплект аппаратуры предназначен для измерения и нормирования уровней вибрации и уровней шума при проведении стендовых виброакустических испытаний при различных режимах работы испытываемой аппаратуры для определения соответствия техническим требованиям.

Аппаратура предназначена для регистрации как стационарных, так и нестационарных процессов. Измерения проводятся в соответствии с требованиями методик контроля и нормирования шума и вибрации (МКШС-81, МКВШ-80, МКГШ-82).

- анализаторы спектра ZET 017-U8;
- измерительные микрофоны;
- вибродатчики;
- усилители и преобразователи;
- программное обеспечение:
- измерение вибрационных и акустических характеристик изделий;
- 1/3-октавный спектральный анализ;
- многоканальный осциллограф;

- многоканальный самописец.

В системе предусмотрено проведение измерений по различным требованиям, предъявляемым к испытываемому изделию — с применением 1/3-октавного, узкополосного и взаимного спектрального анализа. Для каждого требования имеется отдельное окно-подпрограмма, включающая набор всех параметров, которые необходимо учитывать при испытаниях.

При измерении уровней вибрационных и шумовых параметров изделия пользователь может воспользоваться функцией «Предварительный просмотр», при помощи которой можно будет определить правильность установки изделия и, уже после этого, начинать эксперимент.

После накопления и усреднения спектров по разным алгоритмам полезной окажется функция просмотра результатов, с которой можно будет определить правильность проведенного испытания и принимать решение о целесообразности повтора измерений. Все данные измерений сохраняются файлы-протоколы в формате MS Excel.

Программное обеспечение для измерения вибрационных и акустических характеристик изделий:

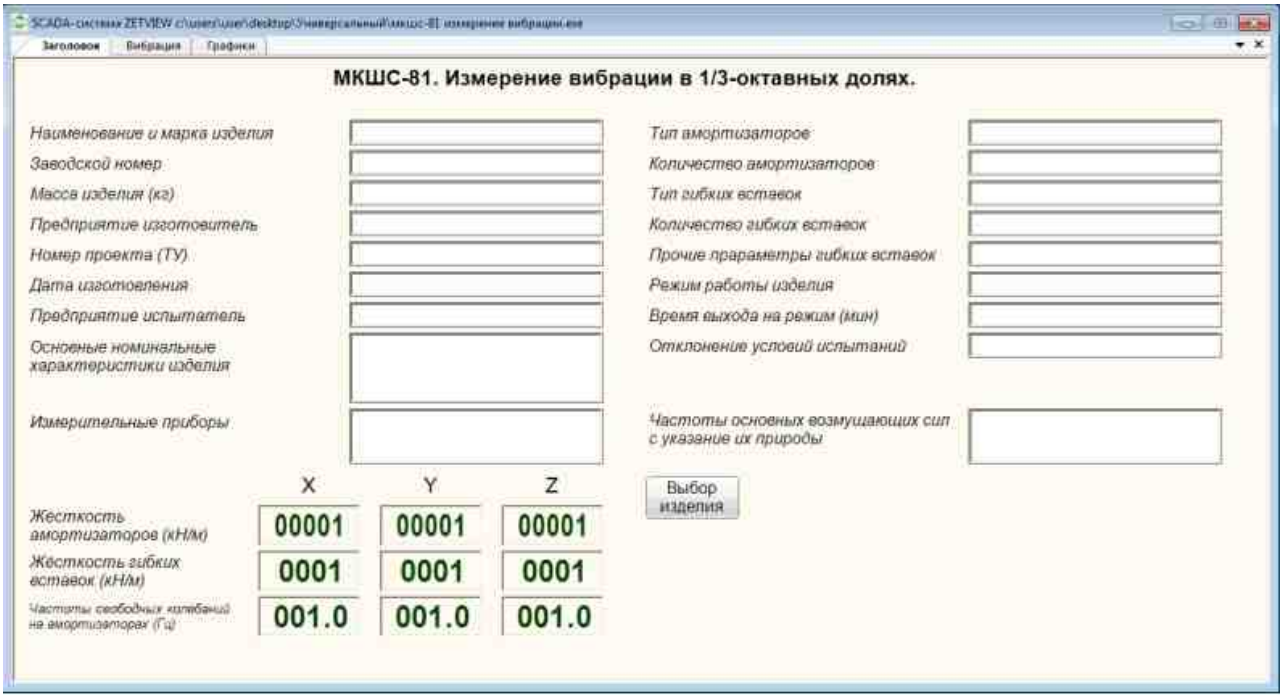
Программа предназначена для проведения испытаний и измерения виброакустических характеристик различных изделий, например, погружных насосов, для определения соответствия техническим требованиям. Измерения проводятся в соответствии с требованиями методик контроля и нормирования шума и вибрации (МКШС-81, МКВШ-80, МКГШ-82).

Программное обеспечение по измерению уровней вибрации и воздушного шума по МКШС-81 включает в себя два рабочих проекта:

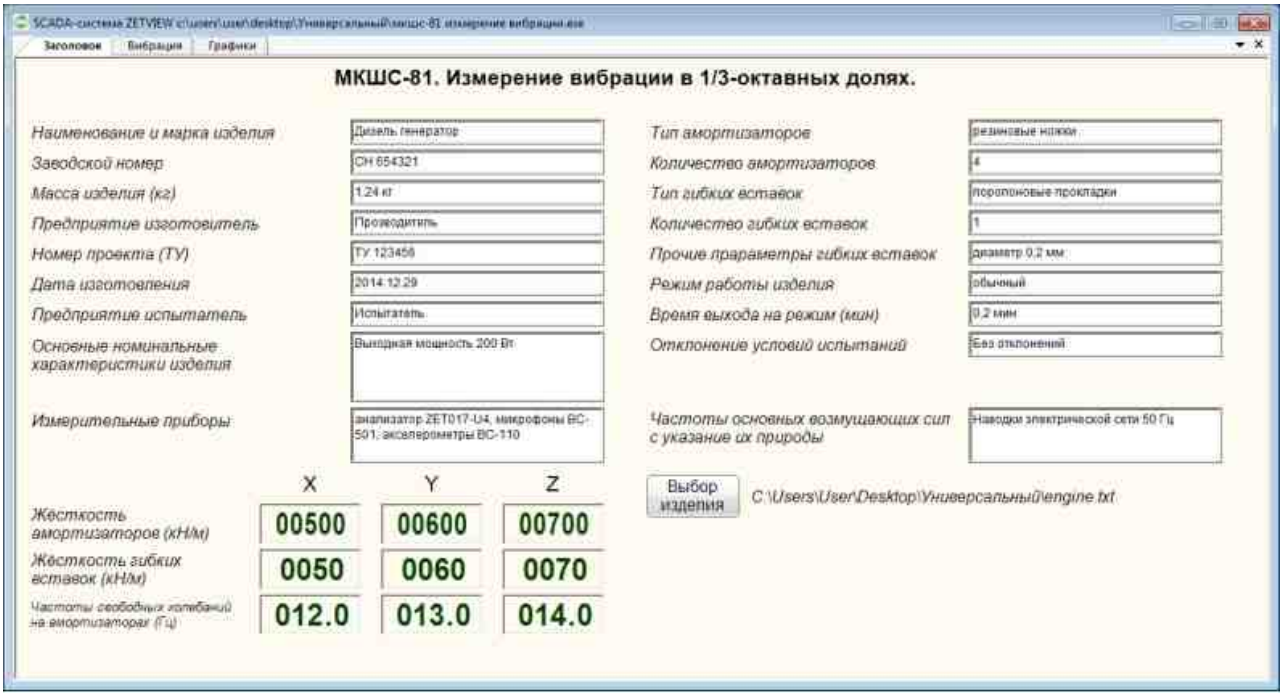
- Измерение вибрации в 1/3-октавных частотных полосах
- Измерение воздушного шума в октавных полосах

Рабочие проекты выполнены в СКАДа ZETView. Для работы проектов необходимо наличие на компьютере установленного программного обеспечения ZETLAB и ZETView.

Измерение вибрации в 1/3-октавных полосах

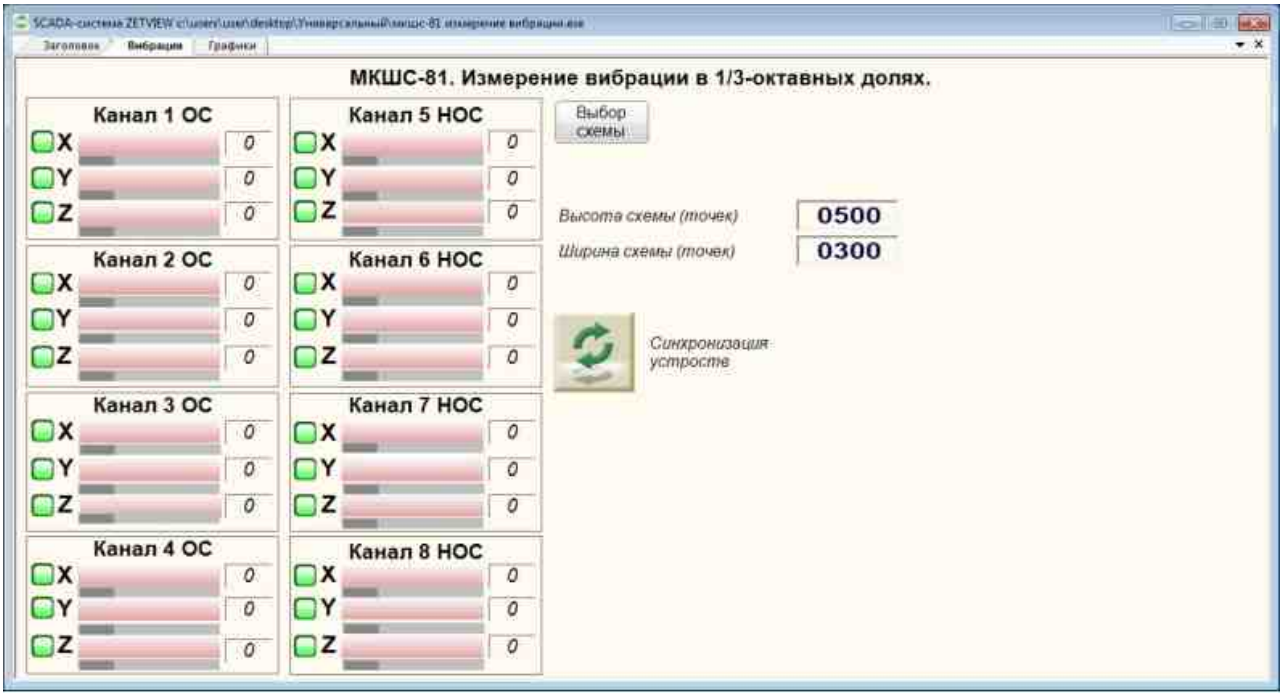


Страница «Заголовок»

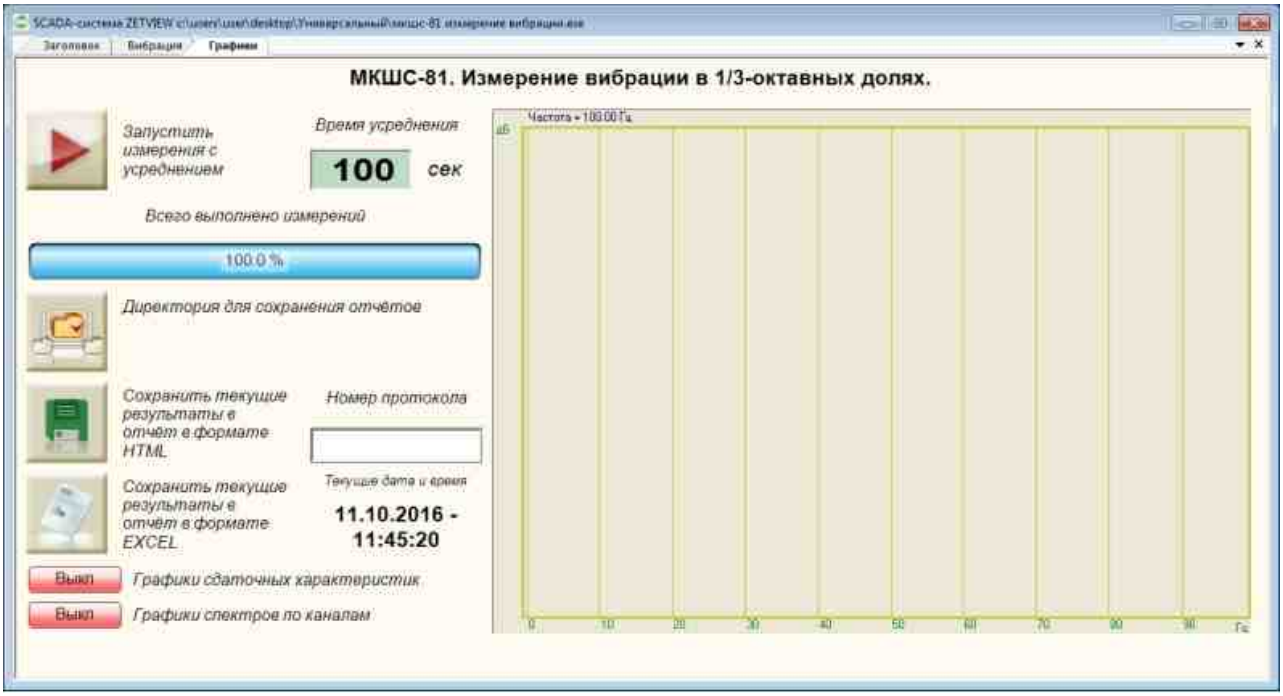


Задание параметров измеряемого изделия

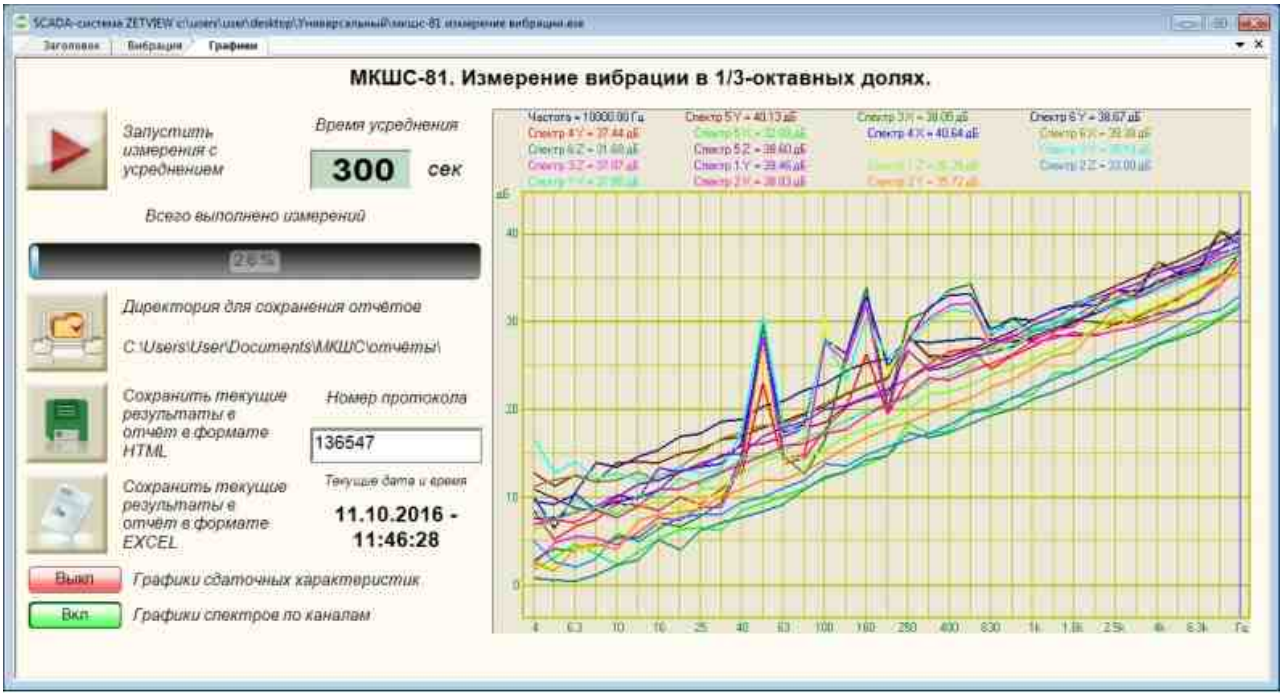
Вибрация



Окно «Вибрация»



Окно «Графики»



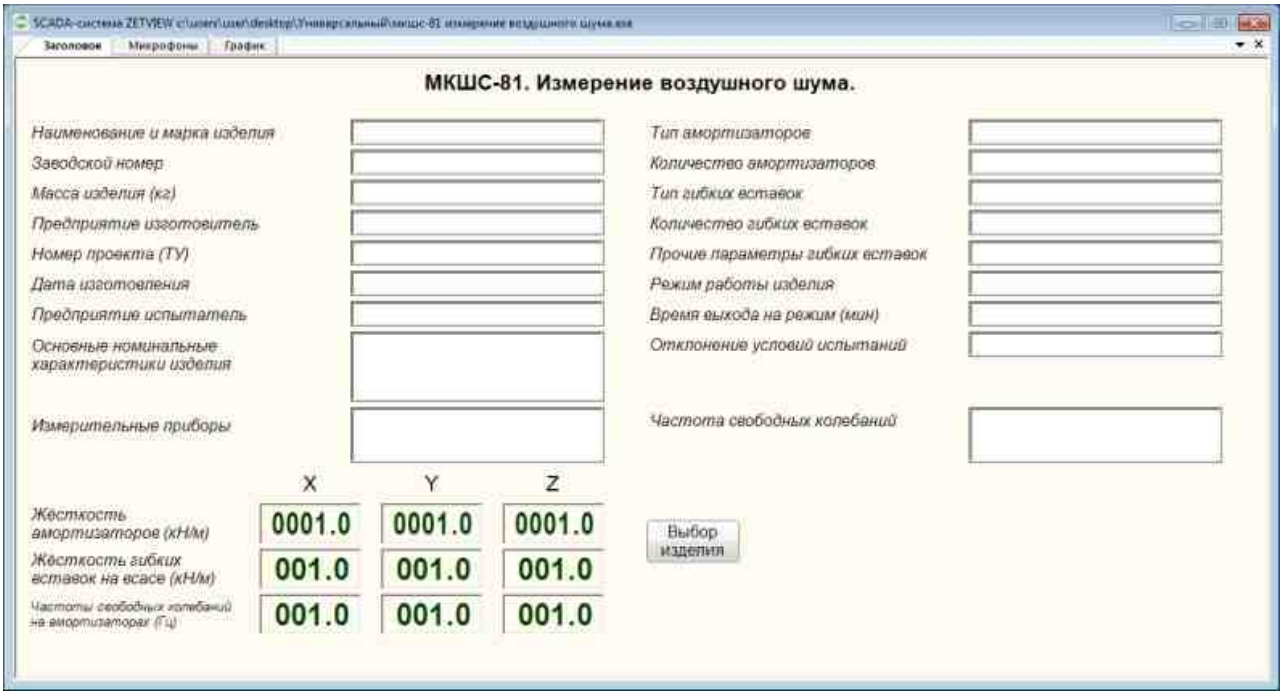
Процесс измерения вибрации



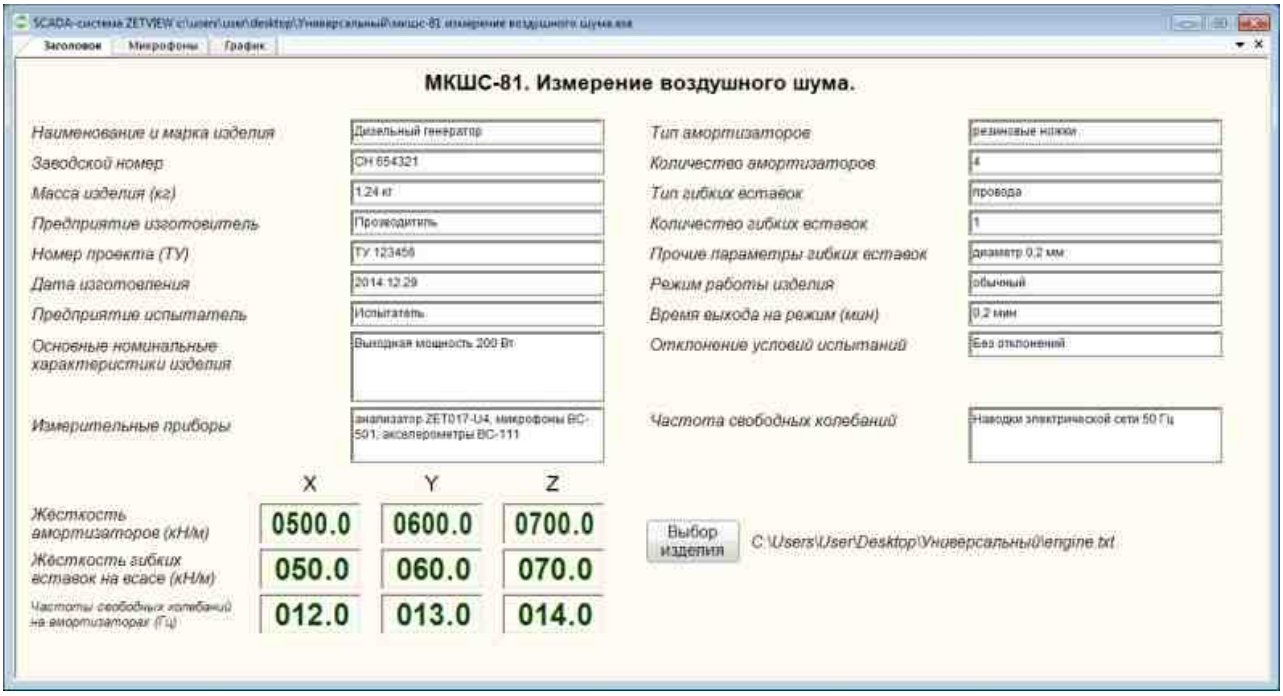
Результаты измерения вибрации

Для сохранения отчёта необходимо нажать одну из двух кнопок «Сохранить текущие результаты в отчёт в формате HTML» с иконкой в виде зелёной дискеты или «Сохранить текущие результаты в отчёт в формате EXCEL» с иконкой в виде документа. Отчёты будут сохранены в заданную директорию с именем, включающем в себя название измеряемого объекта, текущие дату и время, и номер протокола.

Измерение шума в октавных полосах

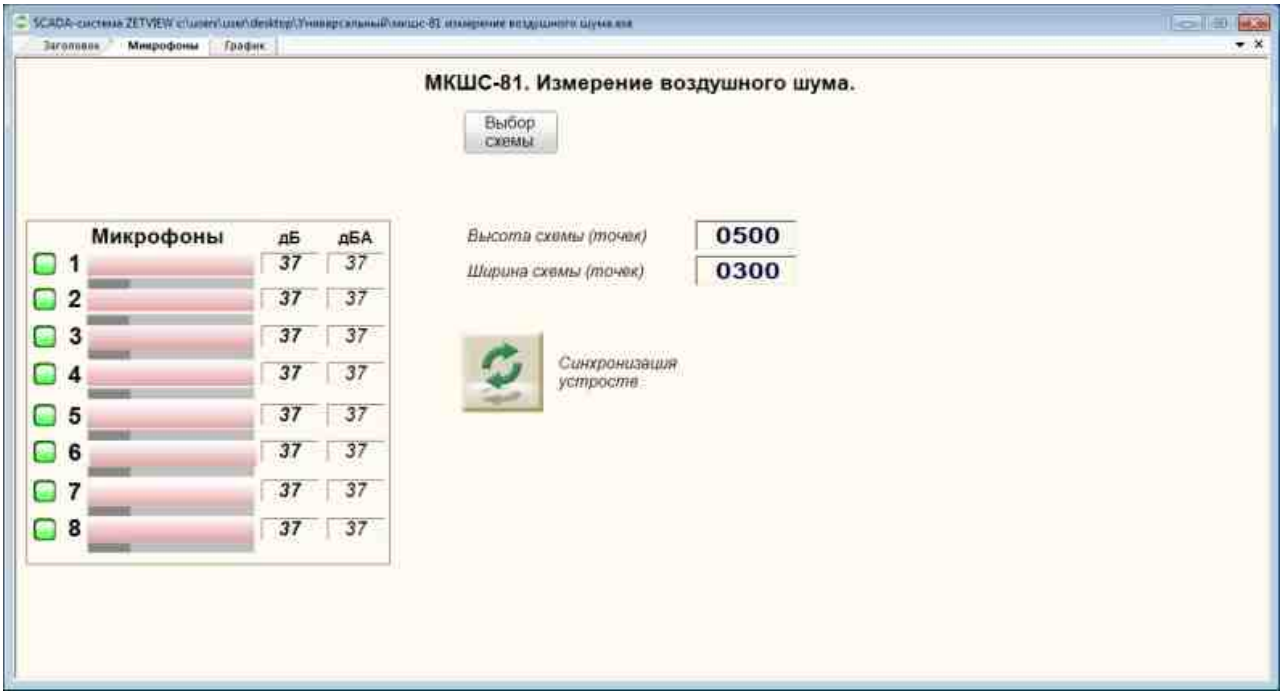


Окно «Заголовок»



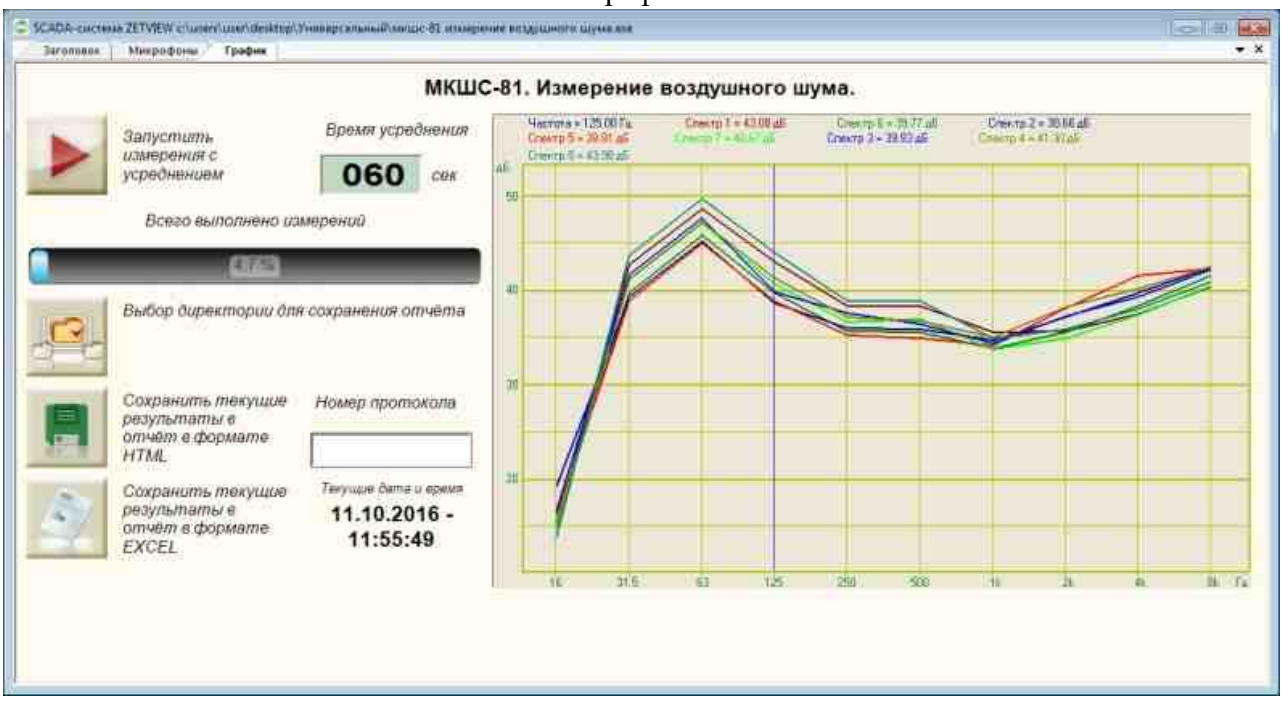
Выбор параметров измеряемого изделия

Микрофоны

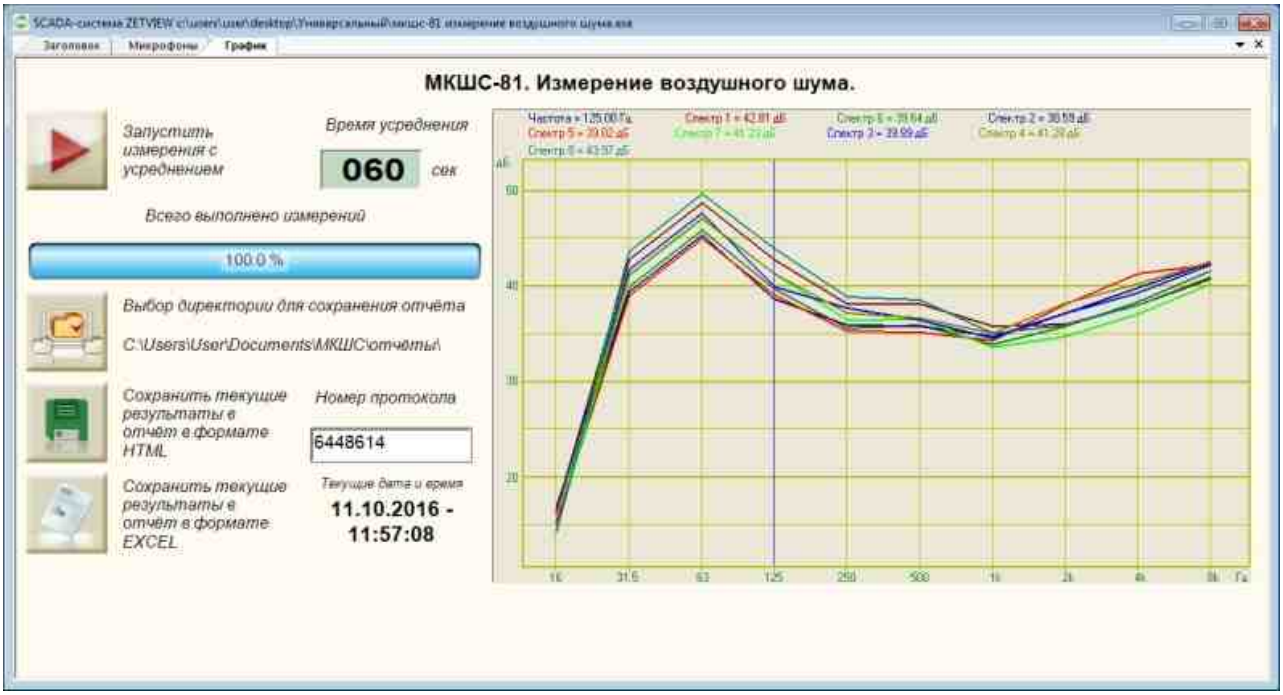


Окно «Микрофоны»

График



Окно «График»



Результат измерения воздушного шума

Для сохранения отчёта необходимо нажать одну из двух кнопок «Сохранить текущие результаты в отчёт в формате HTML» с иконкой в виде зелёной дискеты или «Сохранить текущие результаты в отчёт в формате EXCEL» с иконкой в виде документа. Отчёты будут сохранены в заданную директорию с именем, включающем в себя название измеряемого объекта, текущие дату и время, и номер протокола.

Отчётность

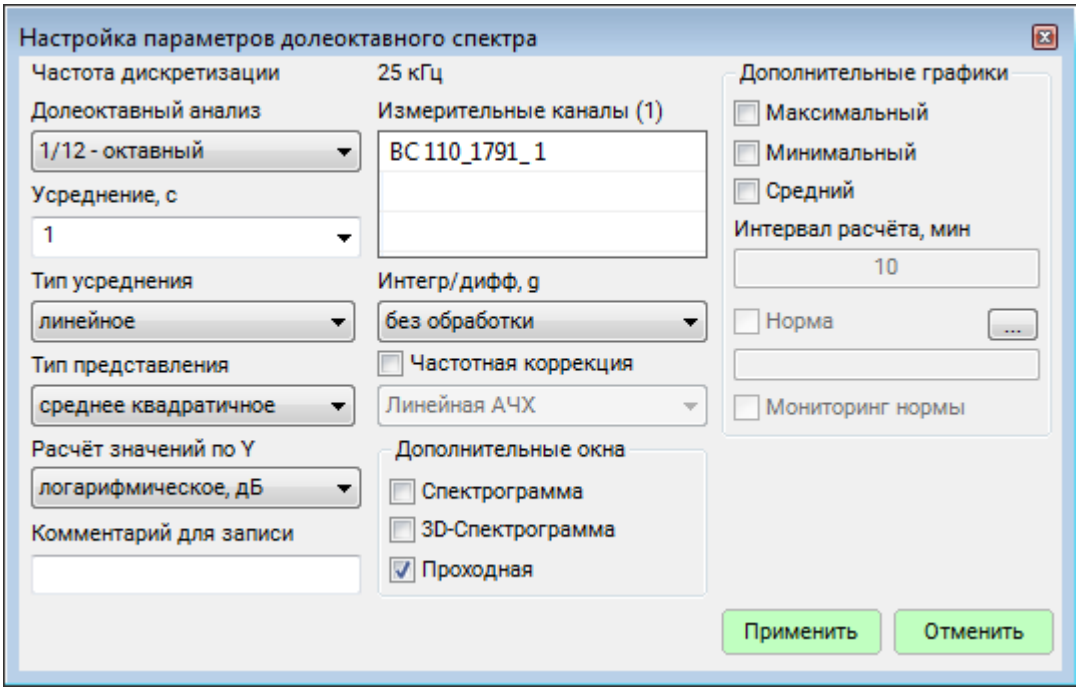
При сохранении текущих результатов в отчёт в формате EXCEL файлы отчёта будут иметь расширение XLSX. Открыть подобные файлы можно соответствующей программой из пакета офисных приложений Microsoft Office 2013, LibreOffice, OpenOffice.

При сохранении текущих результатов в отчёт в формате HTML Файлы отчёта будут иметь расширение HTML. Открыть подобные файлы можно с помощью программы браузера Internet Explorer, Opera, Chrome, Firefox, или прочих.

Настройка программы .....

Для настройки параметров программы **Спектральный анализ октавной полосы** необходимо левой кнопкой «мыши» нажать кнопку **Параметры**, которая находится в верхнем правом углу, после чего отобразится окно **Настройка параметров долеоктавного спектра**. Окно **Настройка параметров долеоктавного спектра** можно также вызвать нажатием клавиши <Esc> клавиатуры при активном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы**.

В верхней части окна будет отображена установленная частота дискретизации в Гц (частота дискретизации задается в программе **Диспетчер устройств ZET** .



Настройка параметров долеоктавного спектра

Список **Долеоктавный анализ:** - выбор вида анализа: октавный, 1/3-октавный, 1/12-октавный, 1/24-октавный.

Октавные и 1/3-октавные фильтры соответствуют первому классу точности по ГОСТ 17168 и нулевому классу точности по МЭК 1260. Долеоктавный анализ реализован на основе параллельных цифровых фильтров. Количество фильтров в октавном анализе – 17, в 1/3-октавном – 51, в 1/12-октавном – 200, в 1/24 – 400.

Центральные частоты октавных и 1/3-октавных фильтров соответствуют требованиям МЭК 1260 и равны:

$$f_m = (G^{x/b})(f_r)$$

G = 10^(3/10) - октавное отношение (равно 2 для фильтров с двоичным прореживанием и 1,995 для фильтров с декадным прореживанием, в данной программе реализовано декадное прореживание, рекомендованное МЭК 1260)

fr - опорная частота 1000 Гц;

b - доля октавы формируемого фильтра: равна 1 для октавного фильтра и 3 для 1/3 - октавного фильтра.

Номер фильтра по МЭК 1260 и по ГОСТ 17168, точное и номинальное значения средней геометрической частоты фильтра приведены в таблице ниже.

Номер фильтра по МЭК 1260	Номер фильтра по ГОСТ 17168	Точное значение средней геометр. частоты фильтра, *Гц*	Номинальное значение средней геометр. частоты фильтра, *Г*ц	Октавные фильтры	Третьоктавные фильтры
-31	-1	0,794	0.8	–	+
-30	0	1,000	1,0	+	+
-29	1	1.259	1.25	–	+
-28	2	1,585	1,6	–	+
-27	3	1,995	2	+	+
-26	4	2,512	2,5	–	+
-25	5	3,162	3,15	–	+
-24	6	3,981	4	+	+
-23	7	5,012	5	–	+
-22	8	6,310	6,3	–	+
-21	9	7,943	8	+	+
-20	10	10,000	10	–	+
-19	11	12,589	12,5	–	+
-18	12	15,849	16	+	+
-17	13	19,953	20	–	+
-16	14	25,119	25	–	+
-15	15	31,623	31,5	+	+
-14	16	39,811	40	–	+
-13	17	50,119	50	–	+
-12	18	63,096	63	+	+
-11	19	79,433	80	–	+
-10	20	100,00	100	–	+
-9	21	125,89	125	+	+
-8	22	158,49	160	–	+
-7	23	199,53	200	–	+
-6	24	251,19	250	+	+
-5	25	316,23	315	–	+
-4	26	398,11	400	–	+
-3	27	501,19	500	+	+
-2	28	630,96	630	–	+
-1	29	794,33	800	–	+
0	30	1 000,0	1 000	+	+
1	31	1 258,9	1 250	–	+
2	32	1 584,9	1 600	–	+
3	33	1 995,3	2 000	+	+
4	34	2 511,9	2 500	–	+
5	35	3 162,3	3 150	–	+
6	36	3 981,1	4 000	+	+
7	37	5 011,9	5 000	–	+
8	38	6 309,6	6 300	–	+
9	39	7 943,3	8 000	+	+

Номер фильтра по МЭК 1260	Номер фильтра по ГОСТ 17168	Точное значение средней геометр. частоты фильтра, *Гц*	Номинальное значение средней геометр. частоты фильтра, *Гц*	Октавные фильтры	Третьоктавные фильтры
10	40	10 000	10 000	–	+
11	41	12 589	12 500	–	+
12	42	15 849	16 000	+	+
13	43	19 953	20 000	–	+
14	44	25 188	25 000	–	+
15	45	31 622	31 500	+	+
16	46	39 811	40 000	–	+
17	47	50 119	50 000	–	+
18	48	63 096	63 000	+	+
19	49	79 433	80 000	–	+
20	50	100 000	100 000	–	+

Центральные частоты 1/12-октавных и 1/24-октавных фильтров соответствуют требованиям МЭК 1260 и равны:

$$f_m = (G^{(2x+1)/2b})(f_r)$$

b - доля октавы формируемого фильтра: равна 12 для 1/12-октавного фильтра и 24 для 1/24 – октавного фильтра.

Граничные частоты фильтров определяются:

$$f_1 = \left(G^{-1/(2b)}\right)(f_m),\ f_2 = \left(G^{+1/(2b)}\right)(f_m)$$

Эффективная ширина полосы долеоктавных фильтров равна $f_2 - f_1$.

Основное затухание фильтров для относительной частоты *f/fm* равно номинальному затуханию фильтров с допустимым отклонением согласно таблицам ниже.

Пределы относительного затухания для октавных фильтров первого класса точности по ГОСТ 17168

Относительная частота, f/f_m	Затухание, дБ, октавных фильтров 1-го класса точности
≥0.125	от +65.0 до +<><>
0.25	от +50.0 до +<><>
0.5	от +23.0 до +<><>
0.7071	от –0.5 до +6,0
0.8409	от –0.5 до +1,0
1.0000	от –0.5 до +1.0
1.1892	от –0.5 до +1.0
1.4142	от –0.5 до +6.0
2	от +23.0 до +<><>
4	от +50.0 до +<><>

Относительная частота, f/f_m	Затухание, дБ, октавных фильтров 1-го класса точности
≥8	от +65.0 до +<><>

Пределы относительного затухания для октавных фильтров нулевого класса точности по МЭК 1260. (G = 10^(3/10))

Относительная частота, f/f_m	Затухание, дБ, октавных фильтров 0-го класса точности
G^{0}	–0.15; +0,15
$G^{\pm 1/8}$	–0.15; +0,2
$G^{\pm 1/4}$	–0.15; +0.4
$G^{\pm 3/8}$	–0.15; +1.1
$<G^{+1/2}$ $>G^{-1/2}$	–0.15; +4.5
$G^{\pm 1/2}$	+2.3; +4.5
$G^{\pm 1}$	+18.0; +<><>
$G^{\pm 2}$	+42.5; +<><>
$G^{\pm 3}$	+62; +<><>
$\geq G^{+4}$ $\leq G^{-4}$	+75; +<><>

Пределы относительного затухания для 1/3-октавных фильтров первого класса точности по ГОСТ 17168

Относительная частота, f/f_m	Затухание, дБ, 1/3-октавных фильтров 1-го класса точности
0.2	от +75.0 до +<><>
0.25	от +68.0 до +<><>
0.5	от +45.0 до +<><>
0.7937	от +14.0 до +<><>
0.8909	от –0.5 до +6.0
0.9439	от –0.5 до +1.0
1.0000	от –0.5 до +0.5
1.0595	от –0.5 до +1.0
1.1225	от –0.5 до +6.0
1.2599	от +14.0 до +<><>
2	от +45.0 до +<><>
4	от +68.0 до +<><>
5	от +75.0 до +<><>

Пределы относительного затухания для 1/3-октавных фильтров нулевого класса точности по МЭК 1260

Относительная частота, f/fm	Затухание, дБ, 1/3-октавных фильтров 0-го класса точности
1,000 00	–0.15; +0,15
1,026 67 0,974 02	–0.15; +0,2
1,055 75 0,947 19	–0.15; +0.4
1,087 46 0,919 58	–0.15; +1,1
<1,122 02 >0.891 25	–0.15; +4,5
<1,122 02 >0.891 25	+2,3; +4,5
1.294 37 0,772 57	+18,0; +<><>
1,881 73 0.531 43	+42,5; +<><>
3,053 65 0,327 48	+62; +<><>
≥5,391 95 ≤0,185 46	+75; +<><>

Список *Измерительные каналы* - выбор включенного физического либо виртуального канала, по которому в программе **Спектральный анализ октавной полосы** будет отображаться спектр сигнала.

Список *Усреднение, с* – выбор продолжительности усреднения мгновенных спектров, в секундах. Значения усреднения можно либо выбирать из списка, либо ввести с клавиатуры. Максимальное усреднение 100 с, минимальное усреднение 0.1 с.

Флаг *Интегральный уровень* включает/выключает отображение индикаторов линейно-частотной характеристики и частотных характеристик типа A, B, C, D. При включенном флажке, под надписью Интегральный уровень выбираем вид амплитудно-частотной характеристики: линейная АЧХ, то есть без коррекции или относительная частотная характеристика A, B, C, D (ГОСТ 17187). Шумомеры должны иметь частотную характеристику A. Шумомеры, включая микрофон, дополнительно могут иметь частотные характеристики B, C, D или некоторые из них согласно таблице ниже. При включении флага *Интегральный уровень* отображаются вертикальные индикаторы и шкала со значениями интегральных уровней без коррекции (линейная АЧХ) и с выбранной коррекцией. Спектр отображается с выбранной коррекцией частотной характеристики. Все максимальные, минимальные и средние спектры рассчитываются с выбранной коррекцией.

Номинальная частота, Гц	Относительная частотная характеристика шумомера, дБ			
	A	B	C	D
10	–70.4	–38,2	–14,3	–26,6
12,5	–63,4	–33,2	–11.2	–24,6
16	–56,7	–28,5	–8,5	–22,6
20	–50.5	–24,2	–6,2	–20,6

Номинальная частота, Гц	Относительная частотная характеристика шумомера, дБ			
	A	B	C	D
25	–44,7	–20.4	–4,4	–18,7
31,5	–39,4	–17,1	–3,0	–16,7
40	–34,6	–14,2	–2,0	–14,7
50	–30,2	–11,6	–1,3	–12,8
63	–26,2	–9,3	–0.8	–10,9
80	–22,5	–7,4	–0.5	–9,0
100	–19,1	–5,6	–0,3	–7,2
125	–16,1	–4,2	–0,2	–5,5
160	–13,4	–3,0	–0,1	–4,0
200	–10,9	–2,0	0	–2,6
250	–8,6	–1,3	0	–1,6
315	–6,6	–0.8	0	–0.8
400	–4,8	–0.5	0	–0.4
500	–3,2	–0,3	0	–0,3
630	–1,9	–0,1	0	–0.5
800	–0.8	0	0	–0,6
1 000	0	0	0	0
1 250	+0,6	0	0	+2,0
1 600	+1,0	0	–0,1	+4,9
2 000	+1.2	–0,1	–0,2	+7,9
2 500	+1,3	–0,2	-0,3	+10.4
3 150	+1.2	–0.4	–0.5	+11,6
4 000	+1,0	–0,7	–0.8	+11,1
5 000	+0.5	–1.2	–1,3	+9,6
6 300	–0,1	–1,9	–2,0	+7,6
8 000	–1,1	–2,9	–3,0	+5,5
10 000	–2,5	–4,3	–4,4	+3,4
12 500	–4,3	–6,1	–6,2	+1,4
16 000	–6,6	–8,4	–8,5	–0,7
20 000	–9,3	–11,1	–11.2	–2,7

Список *Тип усреднения* - выбор типа режима накопления и усреднения спектров: линейное, экспоненциальное.

Список *Интегрирование/дифф.* - выбор вида обработки сигнала: двойное дифференцирование, дифференцирование, без обработки, интегрирование, двойное интегрирование. Функция полезна при работе с датчиками скорости и ускорения.

Список *Частотная коррекция*

В программе "Спектральный анализ октавной полосы" возможна частотная коррекция для каналов, используемых в:

- акустике (каналы с частотой дискретизации от 40 Гц до 2,5 кГц и с размерностью давления, например: "МПа", "атм", "кПа");

- вибрации (каналы с частотой дискретизации 25 кГц или 50 кГц и с размерностью ускорения или скорости).

Типы частотной коррекции для акустики задаются в соответствии с ГОСТ 17187-2010 Шумомеры: A, B, C, D.

Типы частотной коррекции для вибрации задаются в соответствии с ГОСТ ИСО 8041-2006 Вибрация и СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Для каналов ускорения типы коррекции: Wb, Wc, Wd, We, Wf, Wh, Wj, Wk, Wm, Fh, Fk, Fm, W-Bz, W-Bxy, H-A.

Для каналов скорости типы коррекции: Fh, Fh, Fk, Fm, W-Bz, W-Bxy, H-A, Fk, Fm, W-Bz, W-Bxy, H-A.

Список *Тип представления* - выбор типа представления: среднее квадратичное или амплитудное значение.

В поле *Комментарий для записи* можно занести любую необходимую информацию, максимальная длина - 200 символов. Она будет добавлена в виде комментария в файл при записи результатов обработки сигнала.

Список *Расчет значений по Y* – выбор логарифмического (в дБ, относительно опорного значения для вычисления в дБ) или линейного масштаба (в единицах измерения) отображения спектра. Опорное значение для вычисления дБ задается в программе **Диспетчер устройств ZET**.

В поле *Интервал расчета, мин* вносится временной интервал расчета дополнительных графиков в минутах. Максимально возможное значение интервала 1000 с, минимальное 10 с.

Устанавливая/снимая флаги в рамке *Дополнительные окна* можно посмотреть следующие характеристики сигнала: спектрограмма, 3D-спектрограмма, проходная.

В рамке *Дополнительные графики* для отображения на графическом поле программы **Спектральный анализ октавной полосы** максимальных, минимальных и средних спектров, а также заданного спектра (Файл (норма)) необходимо установить соответствующие флаги.

При установленных флагах *Максимальный*, *Минимальный* и *Средний* в главном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** в графической части будут отображаться выбранные дополнительные графики, а в поле индикатора, расположенного под кнопкой *Запись*, начнется отсчет времени установленного интервала для расчета дополнительных графиков (Максимальный, Максимальный и Средний).

В многоканальном режиме программы "**Спектральный анализ октавной полосы**" дополнительные графики рассчитываются не по времени, а по графикам всех каналов. Точки максимального (минимального) графика — это максимальное (минимальное) значение спектра на данной частоте среди всех выбранных каналов. Точки среднего графика — это средние значения среди значений спектра на данной частоте всех выбранных каналов.

Для отображения в главном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** в графической части заданного спектра (Файл (норма)) необходимо выбрать файл нормированного спектра, для чего нажать кнопку, расположенную справа от флага *Файл (норма)* и в открывшемся окне выбрать нужный файл. Далее, установив/сняв флаг *Файл (норма)*, можно включить/выключить отображение заданного спектра.

Этой функцией удобно воспользоваться, когда надо отследить превышение сигнала над заданной спектральной характеристикой.

Файл (норма) создается и редактируется любым текстовым редактором, например, NotePad, и должен иметь расширение **.nrm*. Структура файла должна имеет следующий вид:

1. 80.
10. 70.
100.0 80.
1000.0 90.
10000.0 100.

В левый столбец заносятся частоты по порядку возрастания сверху вниз в герцах, во второй – уровень в децибелах. Разделителем между значениями частоты и соответствующим уровнем на этой частоте является пробел.

Кнопка *Применить* – служит для ввода настроек в программу **Спектральный анализ октавной полосы** и выхода из окна **Настройка параметров Спектральный анализ октавной полосы**.

Кнопка *Отменить* – служит для выхода из окна Настройка параметров долеоктавного спектра без ввода настроек в программу **Спектральный анализ октавной полосы**.

Закрыть окно **Настройка параметров Спектральный анализ октавной полосы** без ввода настроек в программу **Спектральный анализ октавной полосы** можно также и нажатием левой кнопкой «мыши» на кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.

Дополнительные окна .....

Программа **Спектральный анализ октавной полосы** имеет следующие дополнительные возможности:

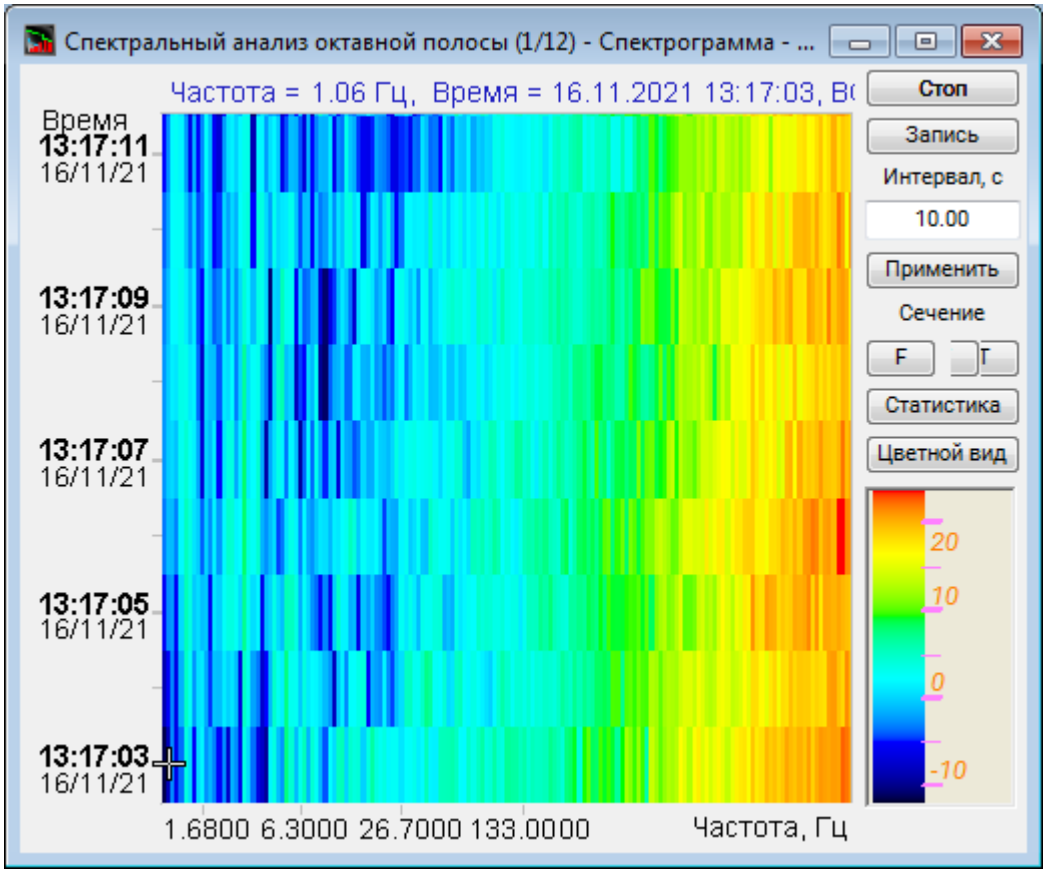
- Построение спектрограмм
- Построение 3D-спектрограмм
- Построение проходных

Спектрограмма .....

При установке флага *Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна* **Настройка параметров долеоктавного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Спектральный анализ октавной полосы – Спектрограмма**.

Спектрограмма дает представление о распределении частот спектра в разные моменты времени.

В названии окна пишется название самого спектра (Спектральный анализ октавной полосы), через тире название дополнительного окна (Спектрограмма) и, через тире, название канала.



Долеоктавный спектр - спектрограмма

Основную часть окна занимает поле отображения спектрограммы, в легенде графика отображаются значения измеряемых величин (в данном случае частота, время и уровень) в положении курсора.

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Уровень спектра отображается в соответствии с настройками программы **Спектральный анализ октавной полосы**: СКЗ, пиковое, интегрированный/дифференцированный сигнал и т.д.

Перемещение курсора графика осуществляется установкой указателя «мыши» на пересечение интересующих частоты и времени и нажать левой клавишей «мыши». Масштабирование графика спектрограммы осуществляется также, как и в главном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** (см. *О работе с ПО ZETLAB – Управление курсором на графиках*). Масштабирование по уровню в спектрограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу спектрограммы, которая находится под кнопкой *Цветной вид*.

Перенос графической и численной информации см. *О работе с ПО ZETLAB – Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы*.

Кнопка *Старт* запускает накопление спектров в спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопление текущих спектров в спектрограмме. Также, при нажатии кнопки *Стоп*, происходит остановка включенных окон сечений (**Сечение по частоте** и **Сечение по времени**). Окна сечений спектрограммы описываются ниже. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки *Старт*, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением **.gru*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. Структура файла описана в разделе Запись результатов в файл.

В поле под надписью *Интервал, с* устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку *Применить* или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка *F*, под надписью *Сечение*, включают окно сечения по частоте спектрограммы.

Кнопка *T*, под надписью *Сечение*, включают окно сечения по времени спектрограммы.

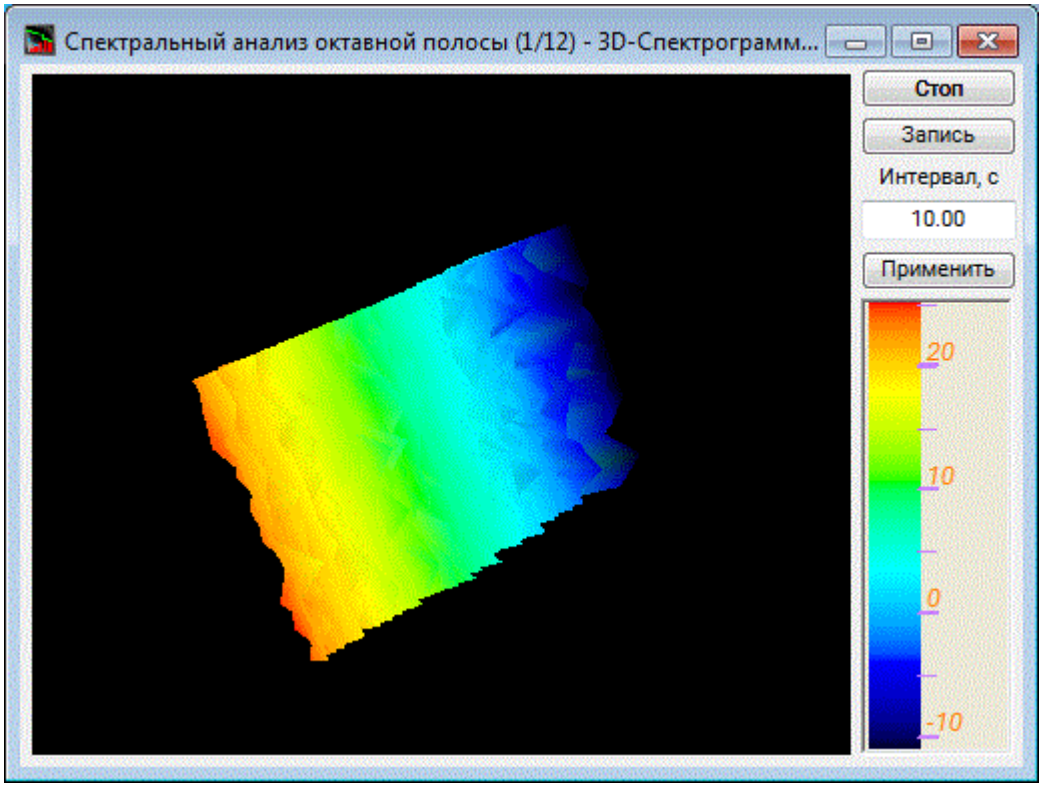
Цветной вид – при нажатой кнопке спектрограмм отображается в цветном виде (по умолчанию). Если кнопку отжать, то спектрограмма и вертикальная шкала спектрограммы (цветовой аналог уровня сигнала) станут черно-белыми. Это удобно, при подготовке спектрограммы к печати.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой *Цветной вид*, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

Для закрытия окна **Спектрограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров долеоктавного спектра** снять флаг *Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг *Спектрограмма* автоматически снимется.

3D-спектрограмма .....

При установке флага *3D-Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна.* **Настройка параметров долеоктавного спектра** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **Спектральный анализ октавной полосы – 3D-Спектрограмма**. В этом окне будет отображается трехмерное время-частотное распределение сигнала. Трехмерная спектрограмма дает представление об изменении формы, огибающей во времени.



3D-спектрограмма

В названии окна пишется название самого спектра (Спектральный анализ октавной полосы), через тире название дополнительного окна (3D-Спектрограмма) и, через тире, название канала (например, Сигнал 9).

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Масштабирование по уровню в трехмерной спектрограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу трехмерной спектрограммы, которая находится под кнопкой *Применить*.

Цвет фона трехмерной спектрограммы по умолчанию – черный. При двойном нажатии правой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограмм цвет фона можно изменить на белый и наоборот.

3D-спектрограмму можно визуально рассматривать с любой из ее сторон, вращая ее вокруг трех взаимноперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимноперпендикулярных осей осуществляется следующим образом: нажимая и удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг осей X и Y; нажимая и удерживая правую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной спектрограммы, можно вращать трехмерную спектрограмму вокруг оси Z.

Увеличение или уменьшение 3D-спектрограммы осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной спектрограммы возвращает трехмерную спектрограмму в исходное положение по отношению к осям и масштабу.

Кнопка *Старт* запускает накопление спектров в трехмерную спектрограмму, при этом обнуляются накопленные спектры.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопление текущих спектров в трехмерной спектрограмме. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки *Старт*, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать значения накопленных спектров в текстовый файл с расширением *.grn. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. Структура файла трехмерной спектрограммы такая же, как и у двухмерной и описана в разделе Запись результатов в файл.

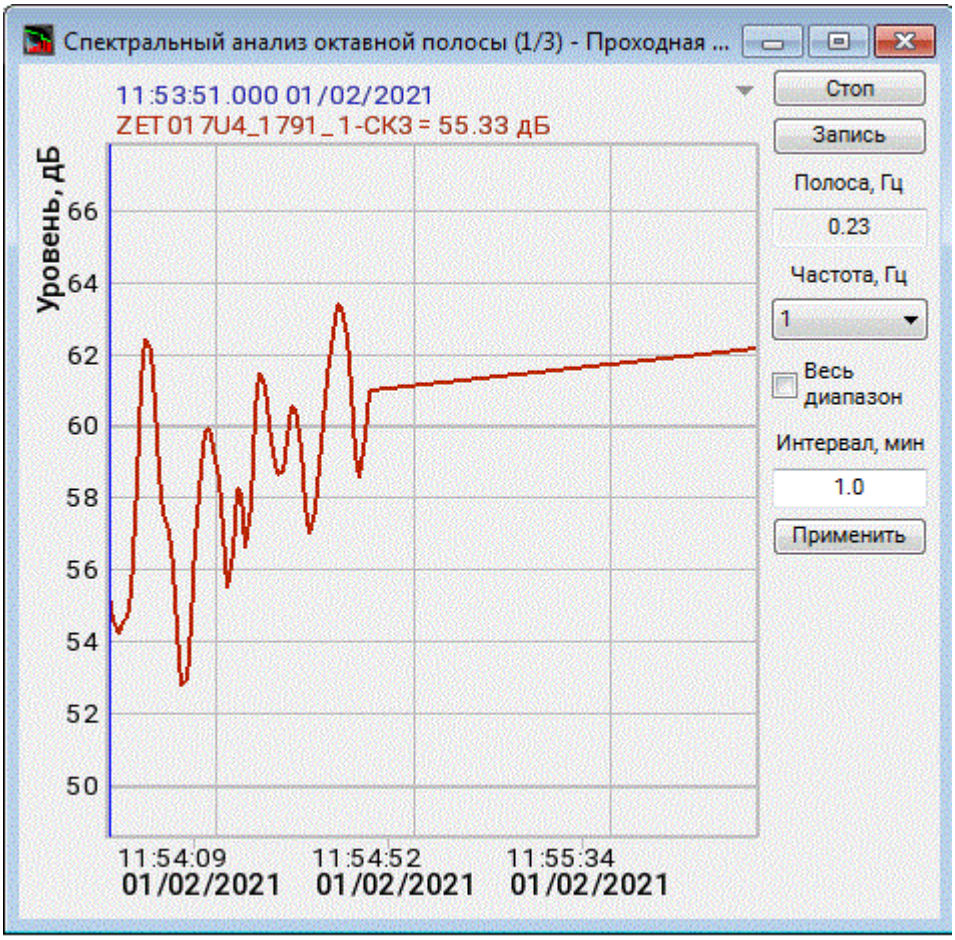
В поле под надписью *Интервал, с* устанавливается интервал времени накопления спектров в спектрограмме. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала времени накопления спектров необходимо нажать кнопку Применить или клавишу <Enter> клавиатуры.

Вертикальная шкала спектрограммы, которая находится под кнопкой *Применить*, показывает соотношение цвета спектрограммы уровню.

Для закрытия окна 3D-Спектрограмма надо, либо в окне **Настройка параметров долеоктавного спектра** снять флаг *3D-Спектрограмма* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг 3D-*Спектрограмма* автоматически снимется.

Проходная .....

При установке флага *Проходная* в рамке *Дополнительные окна*. **Настройка параметров долеоктавного спектра** открывается дополнительное окно **Спектральный анализ октавной полосы – Проходная**. В этом окне будет отображаться проходная характеристика сигнала на заданной частоте.



Спектральный анализ октавной полосы - проходная

В названии окна пишется название самого спектра, через тире название дополнительного окна и, через тире, название канала (например, Сигнал 11).

Управление курсором и масштабирование графика осуществляется также, как и в главном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** (см. Управление курсором на графиках).

Перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** (см. Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы).

Кнопка *Старт* запускает накопление данных частотной проходной, при этом обнуляются накопленные данные

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс накопления. Дальнейшее продолжение процесса накопления осуществляется нажатием кнопки *Старт*, описанной выше.

Кнопка *Запись* позволяет записать накопленные данные проходной сигнала на заданной частоте в текстовый файл с расширением *.dtx. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. Структура файла описана в разделе Запись результатов в файл.

В поле под надписью *Полоса, Гц* отображается значение полосы анализа в герцах. Полоса пропускания зависит от частоты, т.е. при изменении частоты пересчитывается и полоса.

В поле под надписью *Частота, Гц* устанавливается частота в герцах. Значения частоты вводятся с клавиатуры.

В поле под надписью *Интервал, мин* устанавливается интервал расчета в минутах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Максимальное значение интервала определяется параметрами компьютера, минимальное 1 мин.

Кнопка *Применить* или клавиша клавиатуры <Enter> запускают программу с измененными параметрами.

Для закрытия окна **Проходная** надо, либо в окне **Настройка параметров Спектрального анализа октавной полосы** снять флаг *Проходная* в рамке *Дополнительные окна*, либо нажать кнопку "x", расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флаг *Проходная* автоматически снимется.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

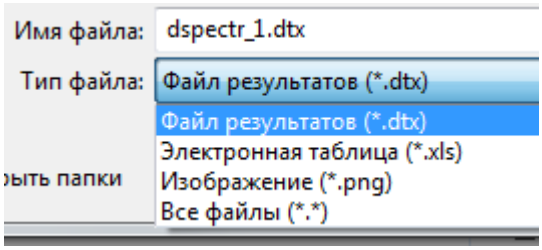
Запись результатов в файл .....

Запись спектра

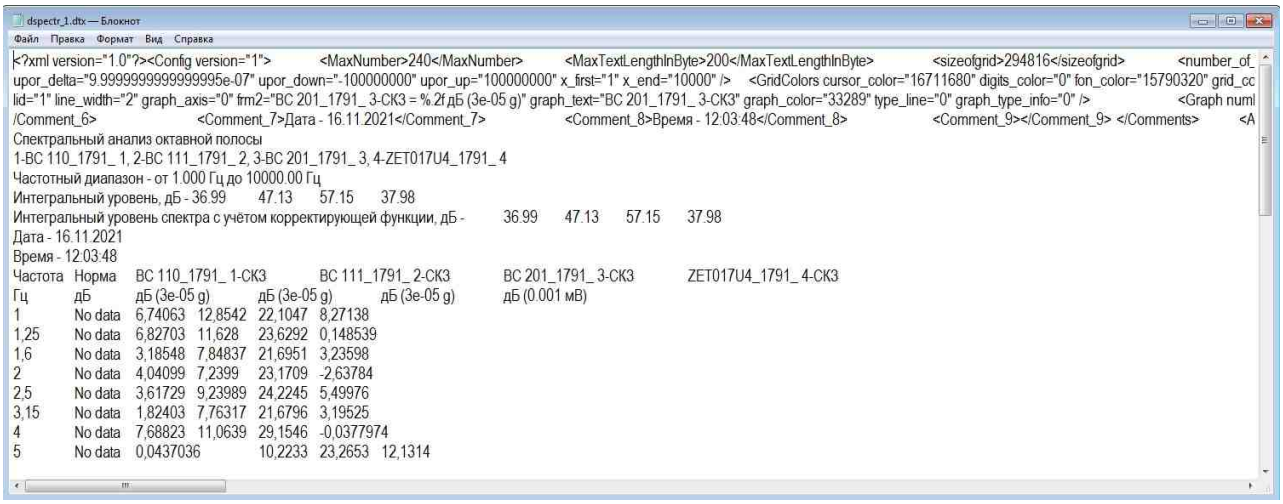
В программе **Спектральный анализ октавной полосы** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtx*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Спектральный анализ октавной полосы** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result.

Примечание:

При открытии файлов dtu в Excel (они имеют формат UTF-8) нужно правильно выбирать формат файла (UTF-8) и символ-разделитель (знак табуляции). При открытии файла по умолчанию, видимо, используются не эти настройки.



Пример файла приведён на рисунке ниже.



dspectr_1.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte> <sizeofgrid>294816</sizeofgrid> <number_of_
upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="1" x_end="10000" /> <GridColors cursor_color="16711680" digits_color="0" fon_color="15790320" grid_co
lid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="BC 201_1791_ 3-СКЗ = %.2f дБ (3e-05 g)" graph_text="BC 201_1791_ 3-СКЗ" graph_color="33289" type_line="0" graph_type_info="0" /> <Graph numl
/Comment_6> <Comment_7>Дата - 16.11.2021</Comment_7> <Comment_8>Время - 12:03:48</Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments> <A
Спектральный анализ октавной полосы
1-BC 110_1791_ 1, 2-BC 111_1791_ 2, 3-BC 201_1791_ 3, 4-ZET017U4_1791_ 4
Частотный диапазон - от 1.000 Гц до 10000.00 Гц
Интегральный уровень, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98
Интегральный уровень спектра с учётом корректирующей функции, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98
Дата - 16.11.2021
Время - 12:03:48

Частота	Норма	BC 110_1791_ 1-СКЗ		BC 111_1791_ 2-СКЗ	BC 201_1791_ 3-СКЗ	ZET017U4_1791_ 4-СКЗ
Гц	дБ	дБ (3e-05 g)		дБ (3e-05 g)	дБ (3e-05 g)	дБ (0.001 мВ)
1	No data	6,74063	12,8542	22,1047	8,27138	
1,25	No data	6,82703	11,628	23,6292	0,148539	
1,6	No data	3,18548	7,84837	21,6951	3,23598	
2	No data	4,04099	7,2399	23,1709	-2,63784	
2,5	No data	3,61729	9,23989	24,2245	5,49976	
3,15	No data	1,82403	7,76317	21,6796	3,19525	
4	No data	7,68823	11,0639	29,1546	-0,0377974	
5	No data	0,0437036		10,2233	23,2653	12,1314

Файл результатов, записанный программой "Спектральный анализ октавной полосы"

Взаимный узкополосный спектр .....

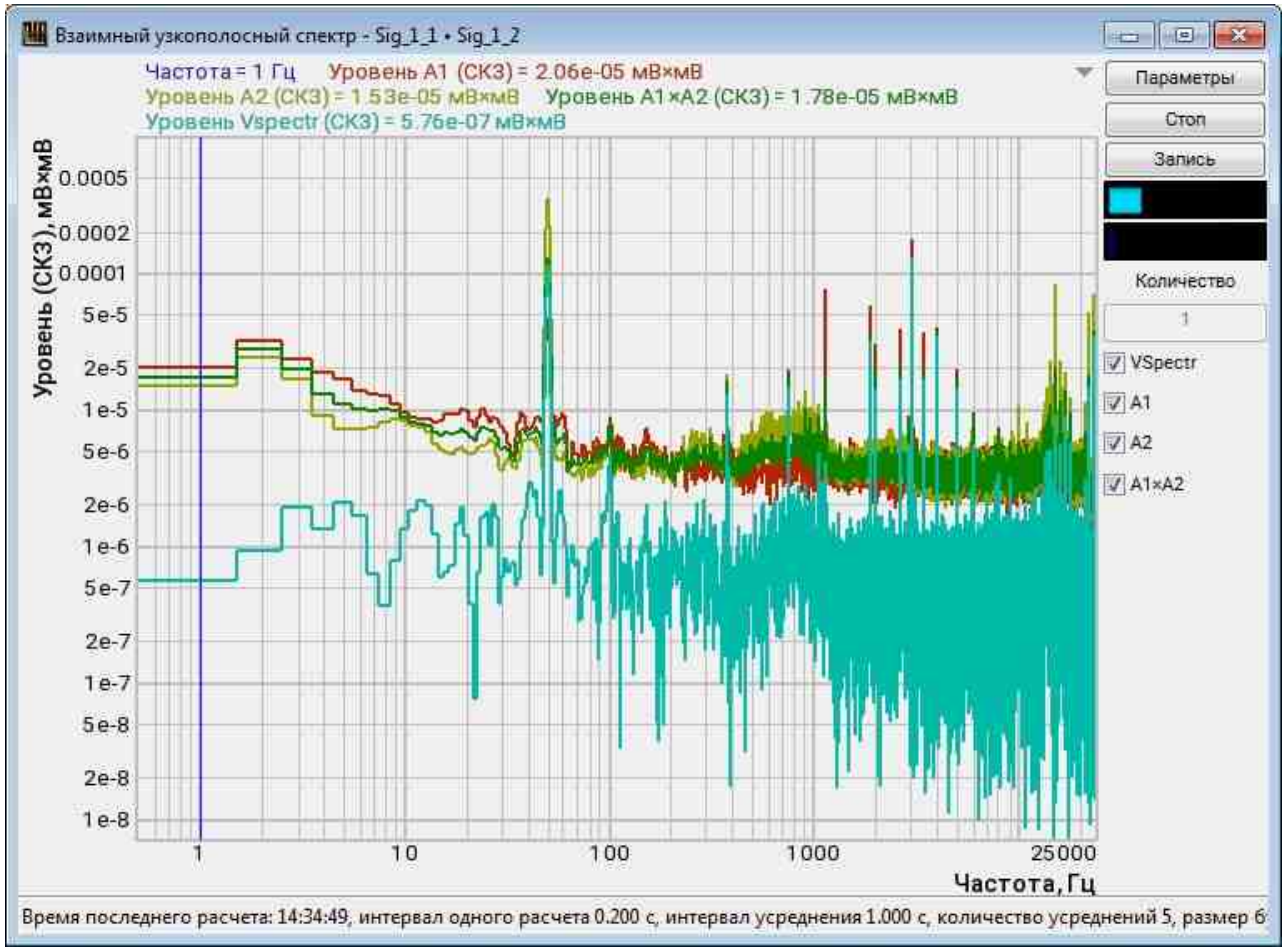
Программа *Взаимный узкополосный анализ* предназначена для определения взаимосвязи параметров сигналов от двух первичных преобразователей, установленных в разных частях исследуемого объекта и может использоваться при локализации источника повышенного шума, при определении коэффициента звукопоглощения в исследованиях акустических свойств материалов, при определении пространственно-временного распределения вектора колебательной скорости в мгновенный момент времени (вектора Умова-Пойнтинга), при построении амплитудно-частотной характеристики разреза грунта при исследовании толщи грунтов по методу Накамуры и пр.

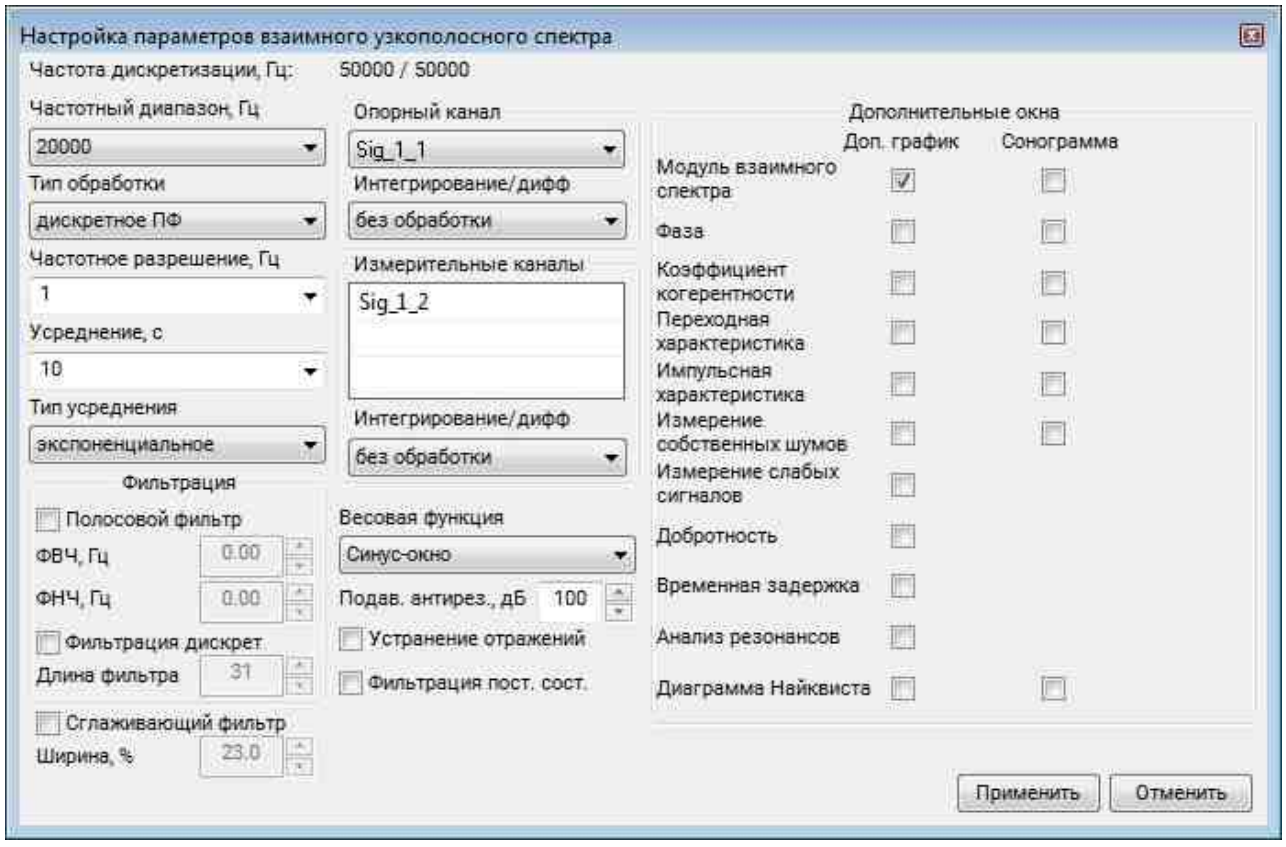
Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Взаимный узкополосный анализ позволяет производить расчёт взаимных спектров мощности, фазовых спектров, спектров когерентности, импульсных характеристик, а также расчет резонансов.

Взаимный узкополосный анализ отображает различные спектральные характеристики сигналов, позволяющие выявить, например, повышение амплитуд вибрации на резонансных частотах диагностируемого изделия или на резонансных частотах составных частей сложной системы. Что в свою очередь позволяет на ранних стадиях обнаружить неисправность и принять соответствующие меры.

Проведение взаимного узкополосного спектрального анализа сигналов, поступающих с входных каналов анализаторов спектра, может быть реализовано в реальном масштабе времени или в режиме воспроизведения записанных временных реализаций.
Взаимный спектральный анализ относится к классическим методам анализа сигналов, является одним из наиболее устойчивых и применим почти ко всем классам сигналов, обладающих стационарными свойствами.


Взаимный узкополосный спектр - Sig_1_1 • Sig_1_2
Частота = 1 Гц Уровень A1 (СКЗ) = 2.06e-05 мВ×мВ
Уровень A2 (СКЗ) = 1.53e-05 мВ×мВ Уровень A1×A2 (СКЗ) = 1.78e-05 мВ×мВ
Уровень Vspectr (СКЗ) = 5.76e-07 мВ×мВ
Параметры
Стоп
Запись
Количество
VSpectr
A1
A2
A1×A2
Уровень (СКЗ), мВ×мВ
0.0005
0.0002
0.0001
5e-5
2e-5
1e-5
5e-6
2e-6
1e-6
5e-7
2e-7
1e-7
5e-8
2e-8
1e-8
1
10
100
1000
25000
Частота, Гц
Время последнего расчета: 14:34:49, интервал одного расчета 0.200 с, интервал усреднения 1.000 с, количество усреднений 5, размер б


Настройка параметров взаимного узкополосного спектра
Частота дискретизации, Гц: 50000 / 50000
Частотный диапазон, Гц
20000
Тип обработки
дискретное ПФ
Частотное разрешение, Гц
1
Усреднение, с
10
Тип усреднения
экспоненциальное
Фильтрация
Полосовой фильтр
ФВЧ, Гц 0.00
ФНЧ, Гц 0.00
Фильтрация дискрет
Длина фильтра 31
Сглаживающий фильтр
Ширина, % 23.0
Опорный канал
Sig_1_1
Интегрирование/дифф
без обработки
Измерительные каналы
Sig_1_2
Интегрирование/дифф
без обработки
Весовая функция
Синус-окно
Подав. антирез., дБ 100
Устранение отражений
Фильтрация пост. сост.
Дополнительные окна
Доп. график
Сонограмма
Модуль взаимного спектра
Фаза
Коэффициент когерентности
Переходная характеристика
Импульсная характеристика
Измерение собственных шумов
Измерение слабых сигналов
Добротность
Временная задержка
Анализ резонансов
Диаграмма Найквиста
Применить
Отменить

Основные функции программы

- измерение и отображение уровней сигнала в узких спектральных полосах. Количество полос может быть равным степени 2 (128, 256, 512, …, 262144), или произвольным (например, 100, 200, 500, …, 250000) с использованием Z-преобразования;
- измерение и отображение спектральных характеристик сигнала с различными типами усреднения (линейное, экспоненциальное), обработки (интегрирование, дифференцирование сигнала) и представления (среднеквадратическое (СКЗ) или пиковое значения);
- измерение и отображение разности фаз и коэффициента когерентности сигналов;
- измерение и отображение модуля взаимного спектра;
- измерение комплексного частотного отклика и когерентной мощности спектральной составляющей;
- измерение и построение переходной характеристики сигналов.

Программа позволяет вызывать дополнительные диалоговые окна с графическим представлением следующих параметров:

- Модуль взаимного спектра — основное окно программы Взаимный узкополосный спектр;
- Фаза — отображение совокупности начальных фаз сигнала;
- Коэффициент когерентности — отображение фазовой синхронизации двух сигналов;
- Переходная характеристика — отображение реакции исследуемого объекта на единичное ступенчатое воздействие;
- Импульсная характеристика — отображение реакции исследуемого объекта на единичное импульсное воздействие;
- Измерение собственных шумов — по методу спектрального вычитания;
- Измерение слабых сигналов — метод сводится к анализу спектров сигналов, поступающих на два входных канала на предмет выделения полезного маломощного сигнала и высокой нежелательной помехи путем длительного накопления и усреднения;
- Добротность — оценка добротности на конкретной частоте, где имеется резонанс;
- Временная задержка — определение фазовой и групповой временной задержки;
- Анализ резонансов — поиск и отображение частоты собственных колебаний исследуемого объекта;
- Диаграмма Найквиста — отображение амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ).

Несмотря на то, что для точных оценок частотных характеристик необходимо выполнение условия по линейности системы (а в практических ситуациях линейность относится к числу наиболее редко выполняемых свойств), взаимный спектральный анализ позволяет получить вполне осмысленные результаты, описывающие наилучшие (в среднеквадратичном смысле) линейные приближения для исследуемых систем. Это особенно важно в тех случаях, когда речь идёт об исследовании статистик экстремальных значений, как например, при

предсказании катастрофических разрушений под действием случайных нагрузок. [Дж. Бендат, А. Пирсол «Применения корреляционного и спектрального анализа», 1983].

Взаимные спектральные плотности выдают результаты в виде функции от частоты. Этот факт очень сильно расширяет диапазон возможных применений спектрального анализа к инженерным задачам в тех областях, где ранее использовались корреляционные методы.

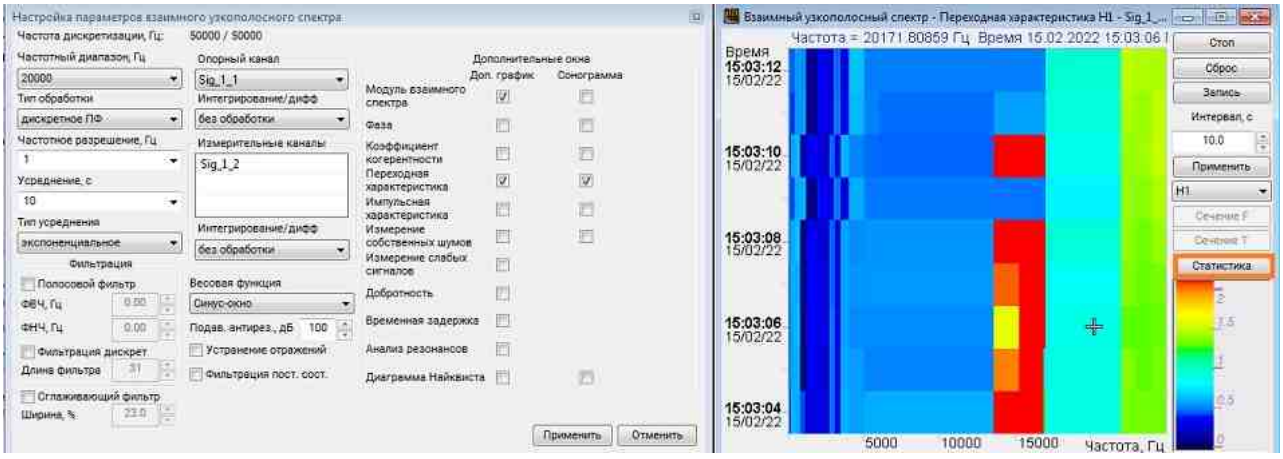
Важным преимуществом взаимного спектрального анализа по сравнению с корреляционным является то, что для получения значимых результатов не надо требовать, чтобы среда была без дисперсионной среды.

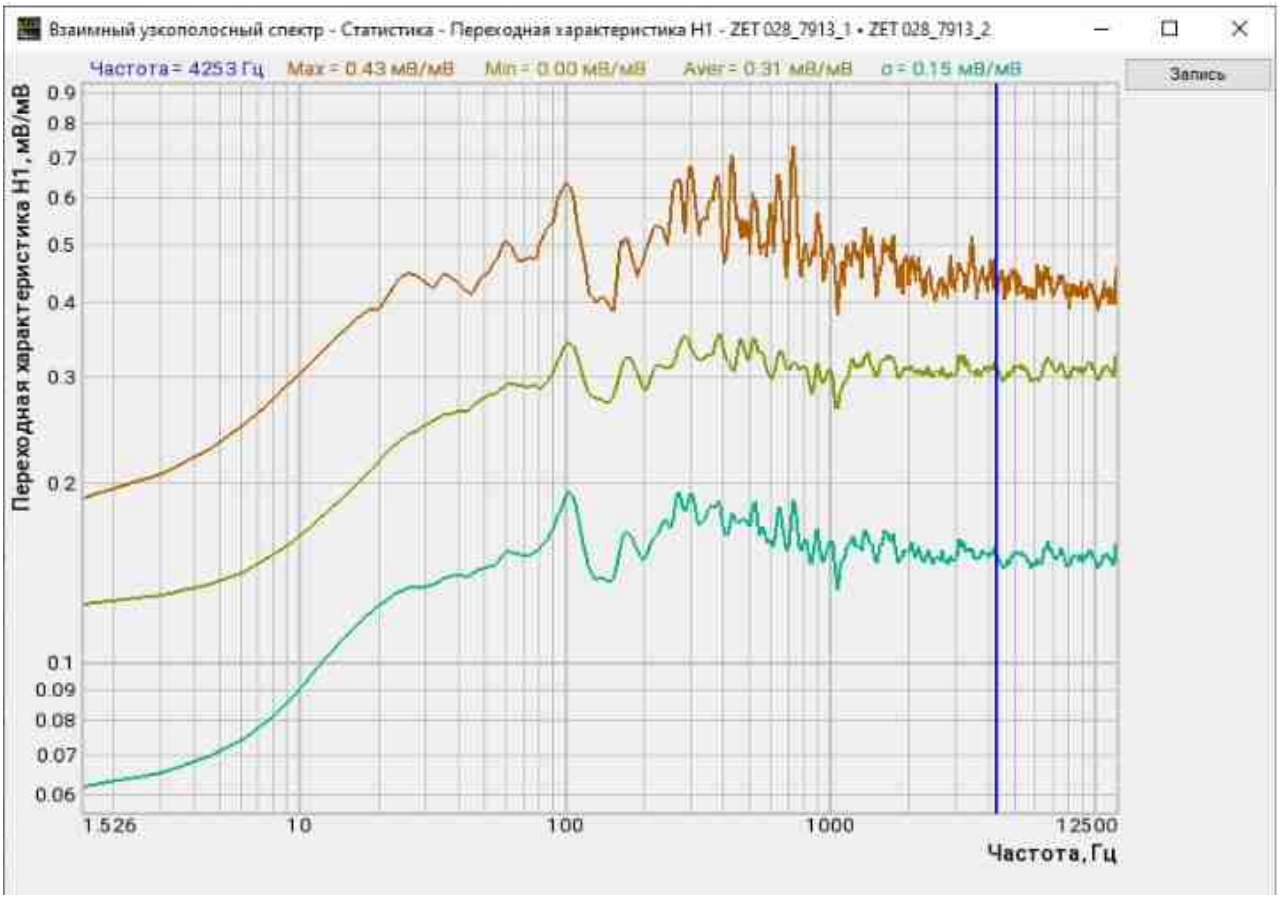
Взаимный спектральный анализ используется при решении задач локализации источников сигнала.
Спектральные плотности дают удобные средства для прямого оценивания свойств физических систем по наблюдениям на входе и выходе, которые легко распространяются в многомерные системы.

Дополнительные возможности программы

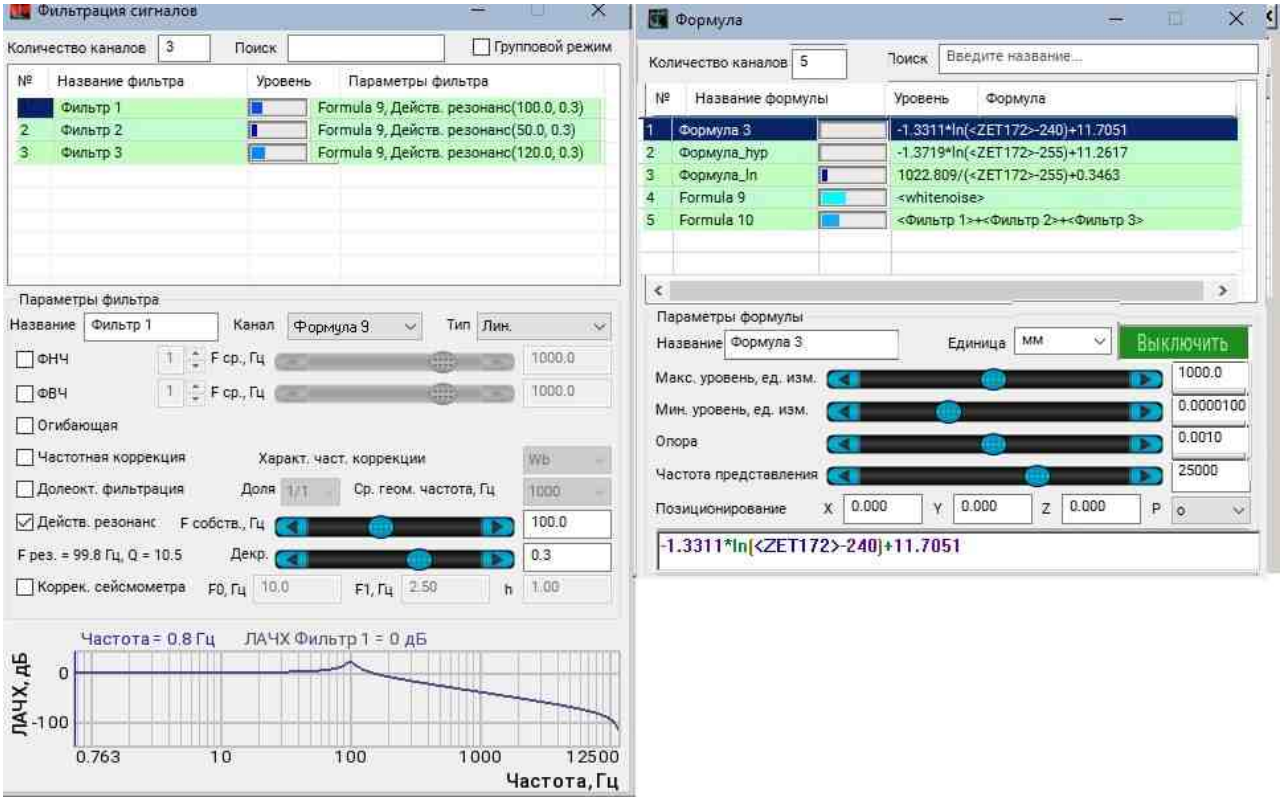
Статистика

При проведении длительных экспериментальных измерений очень важно получить не только результат, но и его неопределенность. Для реализации таких потребностей в программе “Взаимный узкополосный спектр” была добавлена опция расчета статистики по полученным результатам измерений. Для работы с ней достаточно запустить любую спектрограмму и в окне спектрограммы вызвать окно статистики.
В результате расчета статистики будут получены графики минимальных, максимальных, средних значений за время измерений, а также среднеквадратическое отклонение в каждой частотной полосе.

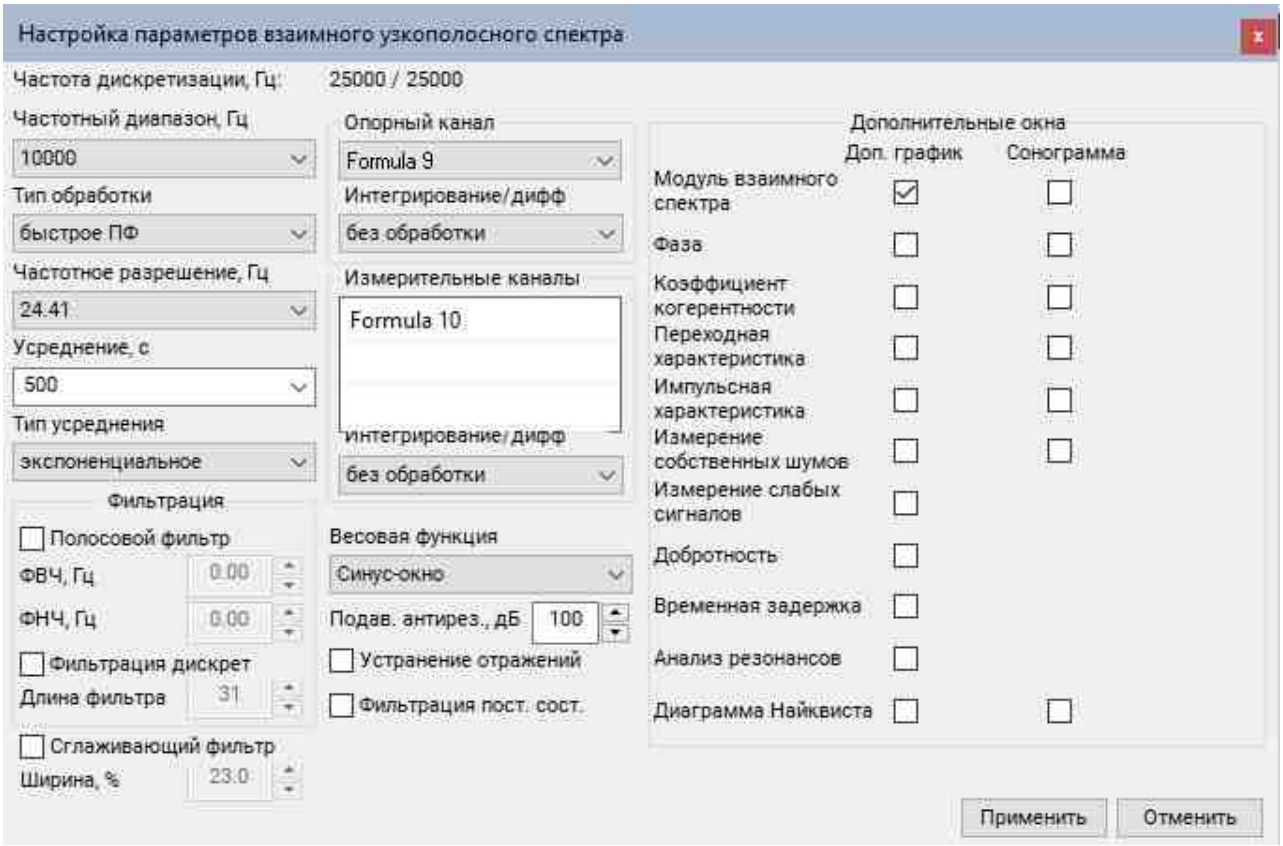




Параметры Взаимного узкополосного спектра для примеров



Настройки Формулы сигнала и Фильтра для создания резонансов



Настройки Взаимного узкополосного спектра для создания резонансов

ПИКОВЫЙ ДЕТЕКТОР

особый тип усреднения сигнала в программе Взаимный узкополосный спектральный анализ

Обеспечение измерения параметров сигнала быстроменяющегося процесса — одна из основных задач современного оборудования. При выборе данного инструмента специалисты зачастую сравнивают скорость регистрации и возможность проведения корректного анализа сигнала.

Для реализации поставленной задачи, функционал программы «Взаимный узкополосный спектральный анализ» был дополнен специальной функцией — Пиковый детектор.

Пиковый детектор — новый тип усреднения, который позволяет фиксировать параметры полезного сигнала, не искажая его последующими помехами, при протекании процесса.

Принцип работы данного механизма состоит в следующем: происходит мгновенное усреднение только тех сигналов, уровень которых на момент регистрации ниже выбранного опорного сигнала на 3 дБ. Таким образом, фиксируются исключительно полезные сигналы, исключая возможность зашумления.

ИЗМЕРЕНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

при помощи функции Пиковый детектор

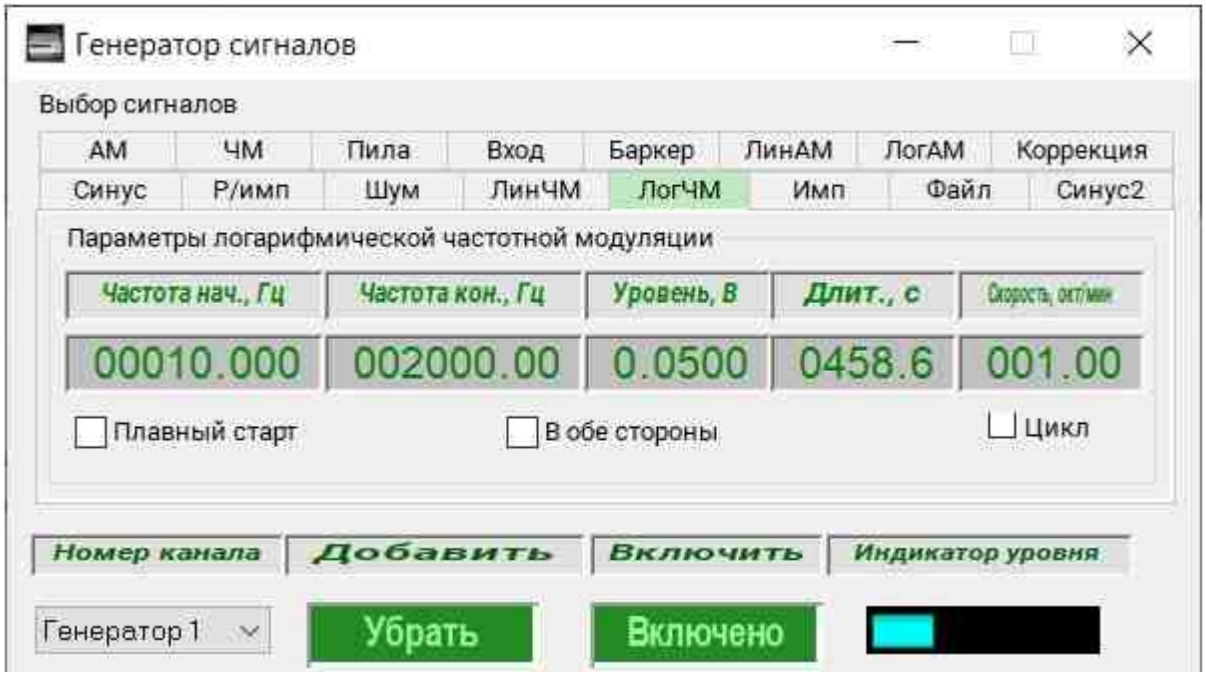
Измерение амплитудно-частотных характеристик (далее — АЧХ) занимает важное место среди радиотехнических и радиоэлектронных измерений, поскольку является необходимой характеристикой про определение показателей качества обработки и обнаружения полезных сигналов на фоне как естественных, так и искусственных помех.

Учитывая этот факт, специалисты в данной области на протяжении многих лет отрабатывают различные методики измерения АЧХ, постоянно совершенствуя их и упрощая функционал.

Программное обеспечение ZETLAB позволяет снимать АЧХ различными методами, однако, мы не стоим на месте и каждый раз стараемся добавить новые возможности для более точного и быстрого получения характеристик.

Рассмотрим два способа получения АЧХ: при помощи программы Узкополосный спектр и при помощи программы Взаимный узкополосный спектр, с функцией Пиковый детектор.

В качестве задающего сигнала будет использоваться Генератор сигналов — сканирующий синус в диапазоне частот от 10 Гц до 2000 Гц, для более наглядной демонстрации результатов измерения.



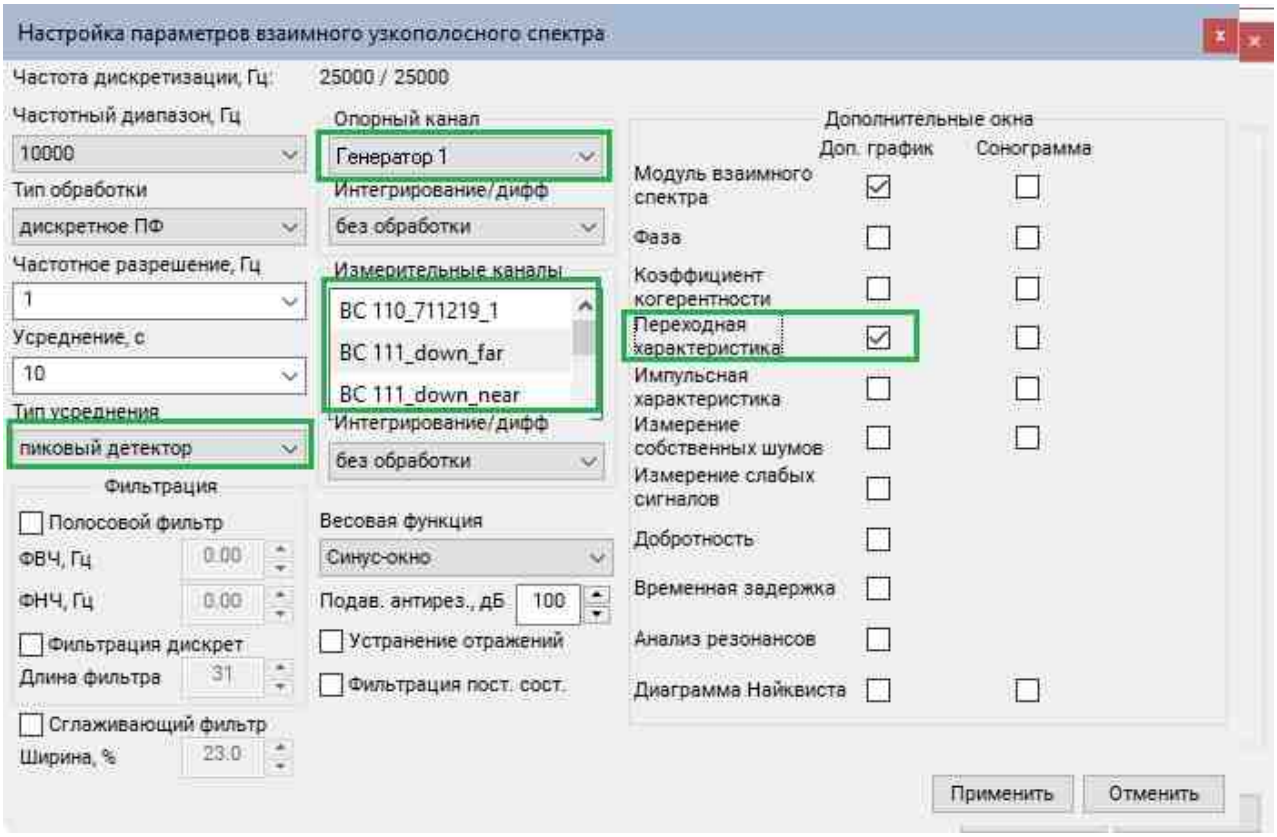
Необходимо произвести настройки программ.

В программе Узкополосный спектр установим частотный диапазон, выберем время усреднения и выберем измерительные каналы. Также, для наглядности во вкладке Дополнительные графики установим флаг напротив уровня Максимальный.

После установки необходимых настроек активировать кнопку *Применить* – откроется рабочее диалоговое окно программы Узкополосный Спектр.

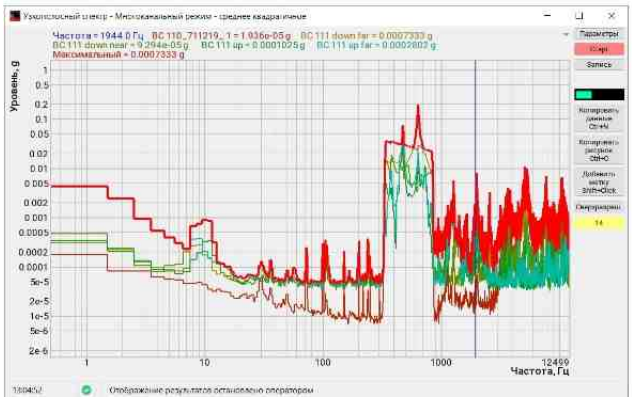
В программе «Взаимный узкополосный анализ», в окне настройки программы установить:

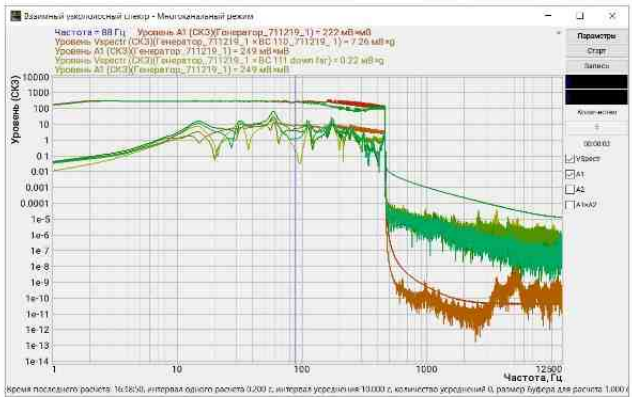
- требуемый частотный диапазон;
- тип усреднения — пиковый детектор;
- выбрать опорный канал;
- задать измерительные каналы;
- установить флаг напротив значения Переходная характеристика в поде Дополнительные графики.



После установки необходимых настроек активировать кнопку Применить – откроется два рабочих диалоговых окна: программы «Взаимный узкополосный спектр» и «Переходная характеристика».

Ниже приведены спектры сигналов, полученных в программах «Узкополосный спектр» (слева) и «Взаимный узкополосный спектр» (справа).





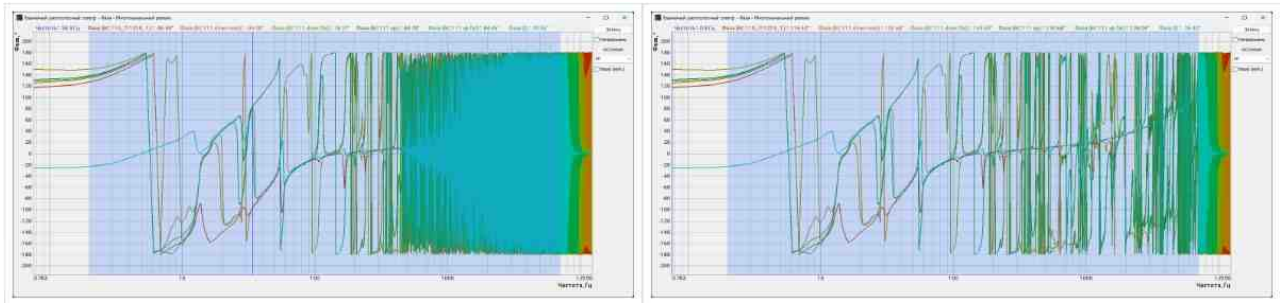
Как видно из графиков, спектр сигнала в программе «Узкополосный спектр» представляет собой достаточно неровную характеристику, постоянно изменяющуюся в зависимости от частоты прохождения генератора, в силу чего достаточно сложно корректно оценить реальную АЧХ сигнала. Это обусловлено спецификой алгоритма обработки сигналов, заложенной в данной программе.

В то же время, спектр сигнала в программе «Взаимный узкополосный спектр» с функцией Пиковый детектор представляет собой ровную характеристику, на которую не оказывает влияние частота прохождения сигнала генератора. Благодаря алгоритму усреднения по

типу Пиковый детектор, сигнал остаётся неизменным в той зоне, где уже прошел сигнал генератора, что в свою очередь обеспечивает возможность получения реальной АЧХ. Оценка АЧХ производится в окне программы «Переходная характеристика».



К сигналу, усреднённому по типу Пиковый детектор, может быть применён весь функционал программы «Взаимный узкополосный спектр», а именно доступно использование всех дополнительных окон для проведения детального анализа.



Порядок работы

Использование программ Генератор сигналов и Взаимный узкополосный спектр с функцией Пиковый детектор позволяет без труда организовать автоматизированный процесс определения амплитудно-частотных характеристик.

Для проведения процедуры снятия АЧХ вам понадобится анализатор спектра, например ZET 034 или ZET 017-U8.

Порядок работы, следующий:

1. В программе «Генератор сигналов» выбрать вкладку «ЛогЧМ», задать значение начальной и конечной частоты, установить уровень сигнала, длительность и скорость снятия АЧХ. После введения всех параметров, активировать кнопки *Добавить* и *Включить* последовательно.
2. Запустить программу «Взаимный узкополосный спектр», осуществить настройку программы по методике, указанной выше. В качестве опорного канала установить канал

генератора, в качестве измерительных — каналы, по которым требуется снять АЧХ. Установить флаг *Переходная характеристика* в области дополнительных окон.
3. Следить за автоматизированным процессом определения АЧХ по выбранным каналам.

Вот так за три действия можно снять АЧХ одновременно по большому количеству каналов!

Данный метод будет удобен при проведении аттестации вибростендов, когда необходимо измерить их АЧХ, оценить рабочий частотный диапазон и определить резонансные частоты.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Взаимный узкополосный спектр** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.
Программа **Взаимный узкополосный спектр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями.

Взаимный узкополосный спектр входит в группу программ **Анализ сигналов**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Взаимный узкополосный анализ** в меню Анализ сигналов панели **ZETLab** выберите команду **Взаимный узкополосный анализ** (Рис. 3). На экране монитора отобразится рабочее окно программы (Рис. 4). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ. ***Примечание:*** программу **Взаимный узкополосный анализ** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: vspectr.exe

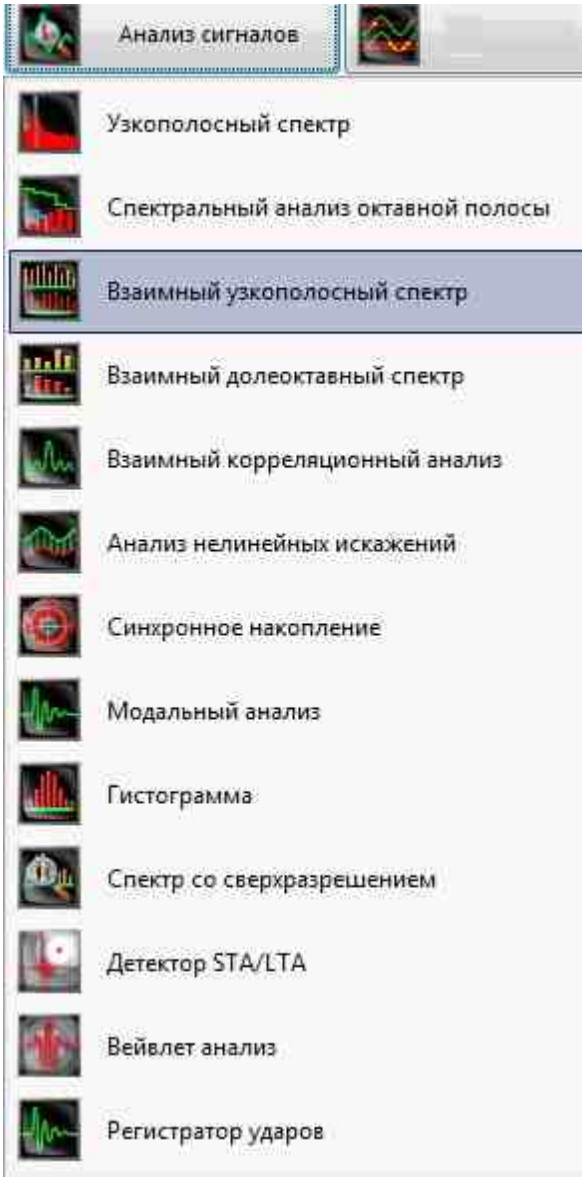


Рис. 3. Запуск программы "Взаимный узкополосный спектральный анализ "

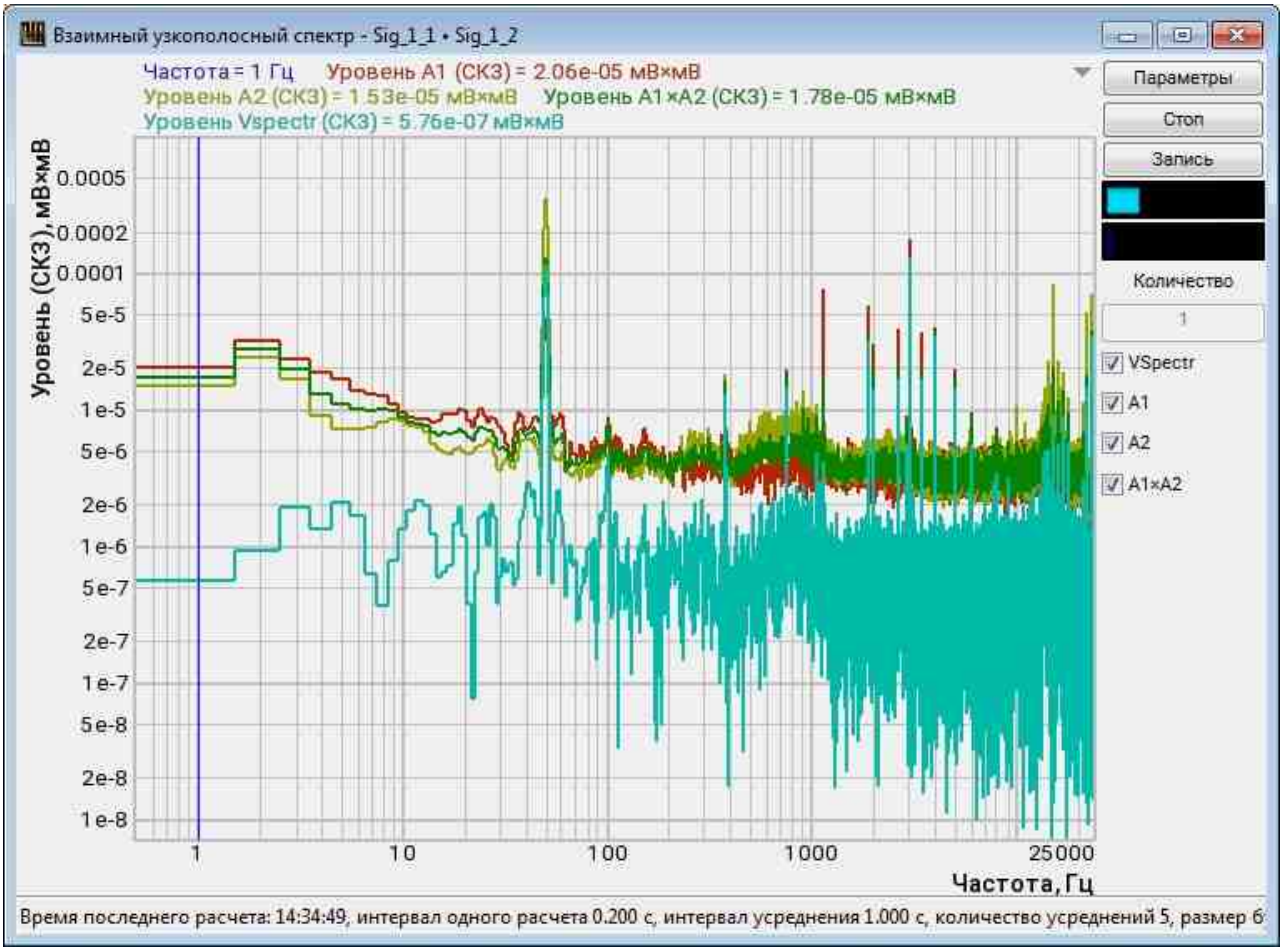


Рис. 4 Пример главного окна программы

Сверху в окне на синей строке отображается название спектра и название отображаемых каналов. Ниже – измеряемые величины (частота, уровень сигнала), их значения и единицы измерения

Управление программой Взаимный узкополосный анализ

Нажатие кнопки **Параметры** открывает окно Настройка параметров.

Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы **Взаимный узкополосный спектральный анализ** кнопка Старт по умолчанию нажата.

Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения (по умолчанию C:\ZETLab\result\). Файл сохраняется с расширением *.dtx. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка.

Индикатор показывает интегральный уровень сигнала и перегрузку. Если уровень сигнала превышает максимально допустимый уровень, индикатор становится полностью красного цвета, без черной правой части. Правый край индикатора остается красным до тех пор, пока пользователь не нажмет на него левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы **Взаимный узкополосный анализ** необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Фаза (Фазовая характеристика сигнала) .....

Динамические характеристики физических систем в частотной области удобнее всего описывать при помощи преобразования Фурье импульсной переходной функции, называемой частотной характеристикой системы.

Частотная характеристика системы в общем случае является комплексной функцией частоты, описываемая амплитудной характеристикой (модуль) и фазовой характеристикой (аргумент) системы.

Если на вход системы поступает гармонический сигнал, то на выходе (после завершения переходного процесса) установятся гармонические колебания с той же частотой, но иными значениями амплитуды и фазы, по которым можно судить о динамических свойствах системы.

Фаза — одна из дополнительных возможностей программы *Взаимный узкополосный спектр*, позволяет следить за фазовой характеристикой системы, на вход которой поступает воздействие.

Для активации диалогового окна программы *Фаза*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка* параметров взаимного узкополосного спектра, нажав на кнопку *Параметры*.



Для запуска дополнительного графика с фазой сигнала необходимо в поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Фаза* в столбце *Доп. график*. Обращаем внимание на

то, что для корректного построения соответствующего графика необходимо устанавливать частотное разрешение не более 10 Гц.

После установки необходимых настроек активировать кнопку *Применить* – откроется рабочее диалоговое окно.

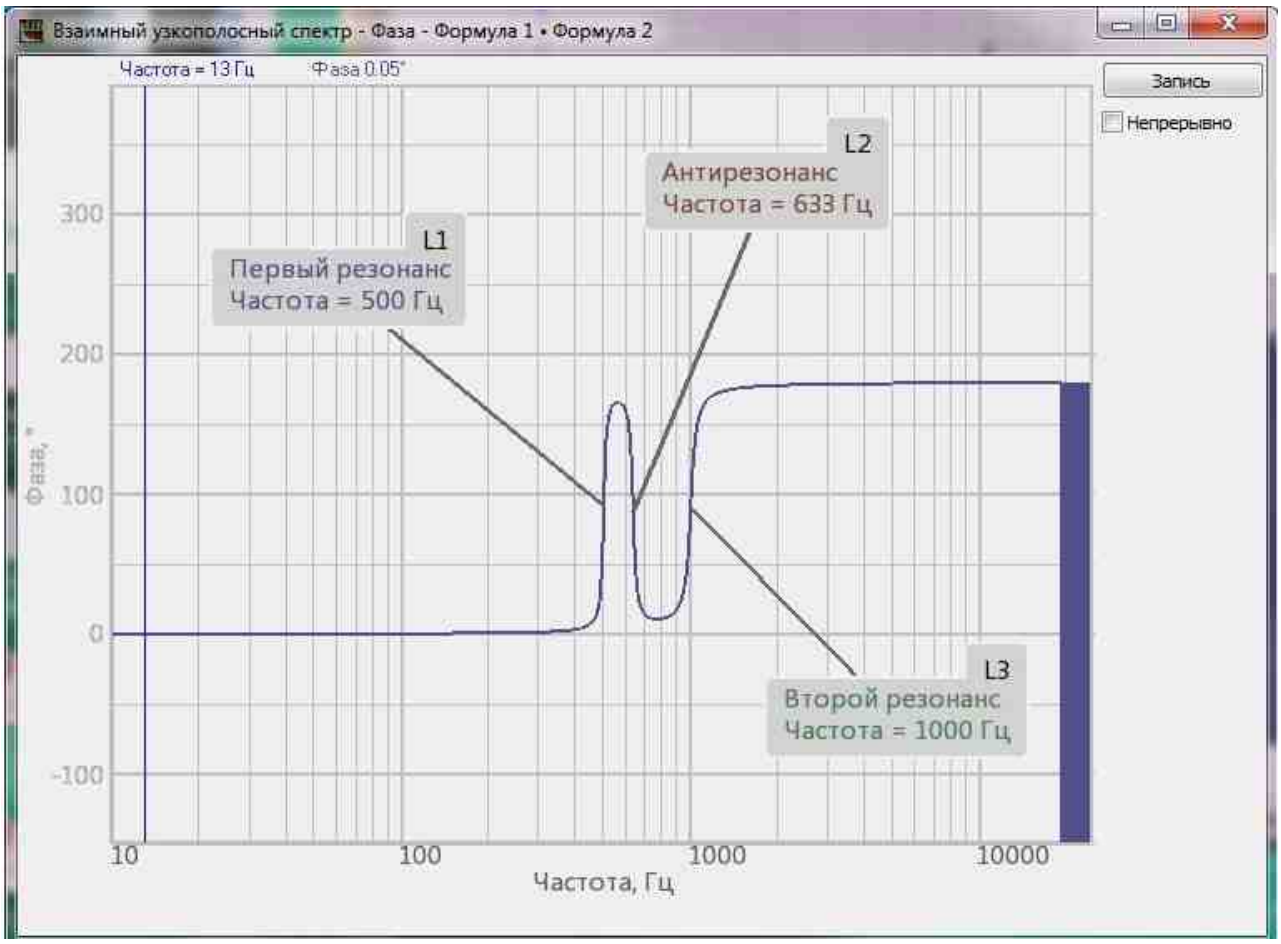


График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.
Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Коэффициент когерентности .....

Коэффициент когерентности — одна из дополнительных возможностей программы *Взаимный узкополосный спектр*, позволяет оценить статистическую надёжность измерений частотных характеристик.

Когерентность используется как сугубо второстепенная характеристика — только для оценки значимости других взаимно–спектральных характеристик и для определения меры влияния на них шума и/или нелинейности.

Значение функции когерентности находятся в пределах от 0 до 1. В идеальных условиях функция когерентности тождественна равна единице на всех частотах. Любое отклонение от идеальных условий приводит к тому, что значение когерентности будет меньше единицы (на практике оценка коэффициента когерентности часто меньше единицы).

Основные причины, которые могут влиять на уменьшение значений коэффициента когерентности, следующие:
1) присутствие некоррелированных шумов в сигналах, определяющих нестабильность фазы взаимного спектра во времени;
2) наличие нелинейной связи между процессами;
3) утечка мощности, определенная недостаточным разрешением по частоте, т. е. недостаточно длительным интервалом наблюдения;
4) наличие временной задержки при передаче взаимодействия между двумя процессами, соизмеримой с интервалом наблюдения.

Для активации диалогового окна программы *Коэффициент когерентности*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка* параметров взаимного узкополосного спектра, нажав на кнопку *Параметры*.

Для запуска дополнительного графика с коэффициентом когерентности необходимо в поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Коэффициент когерентности* в столбце *Доп. график*.
После установки необходимых настроек  активировать кнопку *Применить* – откроется рабочее диалоговое окно.



Малые значения когерентности могут указывать на незначимость на данной частоте других взаимно–спектральных характеристик или являться признаком необходимости увеличения числа усреднений для ликвидации влияния шума.
В сигналах физического происхождения часто присутствуют стационарные гармоники, создаваемые реальными источниками. Регистрируя сигналы в разных точках, в любой момент времени на частоте, например, конкретной радиостанции мы будем иметь фиксированную разность фаз (определенную удалением точек измерения от источника). Если же на этой частоте присутствует шум, то фаза взаимного спектра этой гармоники будет в той или иной степени меняться, и когерентность позволяет оценить такую вариабельность, а увеличение усреднений позволяют ее снизить.

График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности

- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Переходная характеристика .....

Переходная характеристика — одна из дополнительных возможностей программы *Взаимный узкополосный спектр*, позволяющая оценить частотную характеристику системы.

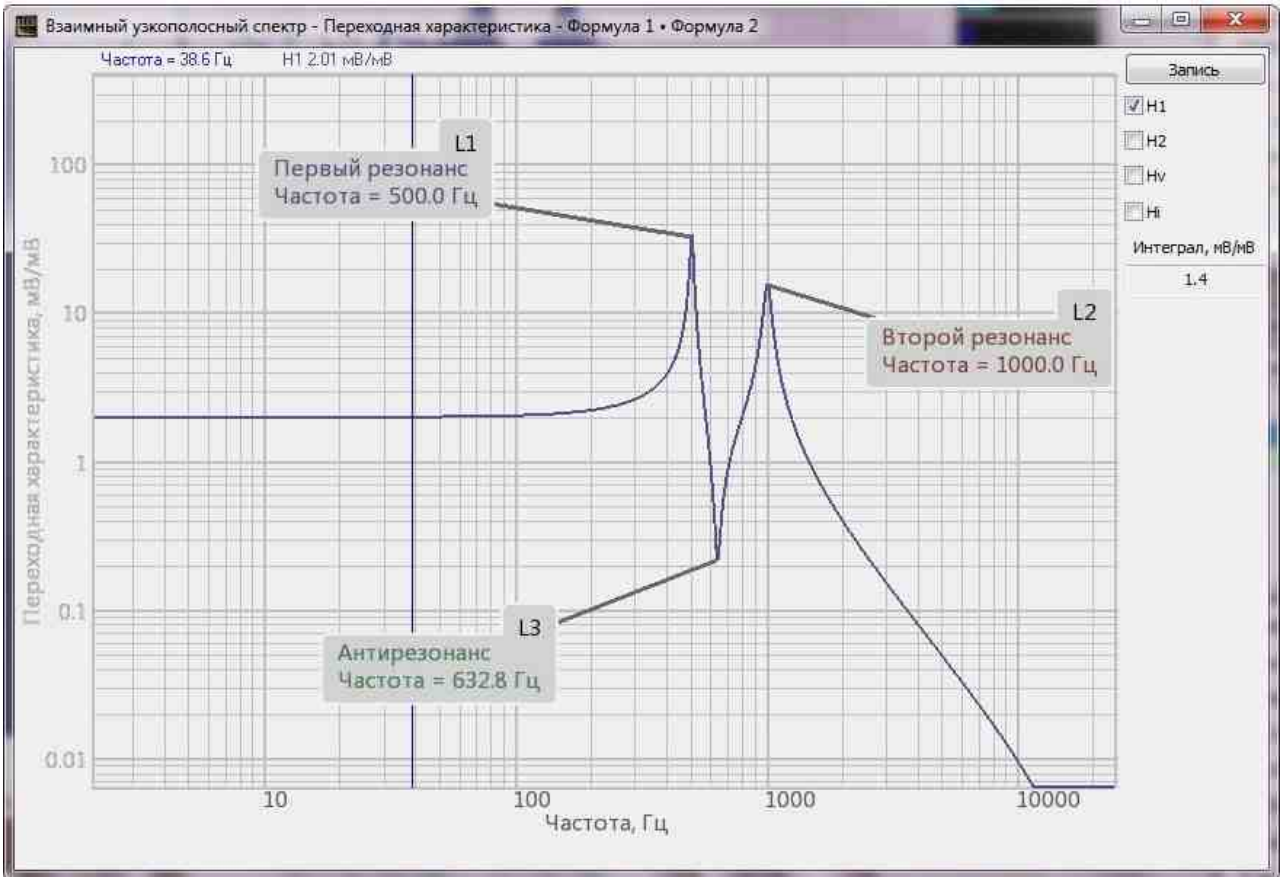
При помощи частотной характеристики *H(f)* можно описать динамические свойства системы, поскольку она представляет собой преобразование Фурье импульсной переходной функции, отвечающей этой системе.

В случае линейной системы с постоянными параметрами частотная характеристика *H(f)* зависит только от частоты и не зависит ни от времени, ни от вида входного сигнала. В случае нелинейной системы *H(f)* может зависеть от входного сигнала системы. Если же параметры системы не постоянны, то *H(f)* зависит от времени.

Для активации диалогового окна программы *Переходная характеристика*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка* параметров взаимного узкополосного спектра, нажав на кнопку *Параметры*.



Для запуска дополнительного графика с переходной характеристикой необходимо в поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Переходная характеристика* в столбце *Доп. график*. После установки необходимых настроек активировать кнопку *Применить* — откроется рабочее диалоговое окно.



Программное обеспечение позволяет оценивать частотную характеристику *H(f)* системы несколькими методами:

- H_1 — статистическая оценка частотного отклика системы, основанная на предположении отсутствия внешних шумов, воздействующих на входной сигнал. Статистическая оценка H_1 представляет собой наименьшую квадратичную оценку системы *H(f).* Статистическая оценка H_1 всегда является искаженной в связи с ограниченным частотным разрешением.
- H_2 — статистическая оценка частотного отклика системы, основанная на предположении, что основной внешний шум присутствует во входном сигнале. Как и в случае статистической оценки H_1, при наличии шумов на выходе, статистическая оценка H_2 представляет собой среднеквадратичную оценку параметра *H(f),* и также будет иметь место искажение в связи с ограниченным диапазоном частотного разрешения.
- H_v — статистическая оценка частотного отклика системы в общих случаях, когда внешний шум имеет место как во входном, так и в выходном сигналах. Статистическая оценка H_v предполагает, что все внешние источники шума не являются когерентными с действительными входными и выходными сигналами.
- H_c — статистическая оценка
- H_i — преобразование Фурье импульсной характеристики.

В основе разработки программных средств по оценке частотной характеристики в рамках описанных методов лежат научные труды Андерса Брандта, изложенные в книге *«Noise and Vibration Analysis: Signal Analysis and Experimental Procedures», Anders Brandt, ISBN 978-0-470-74644-8.*

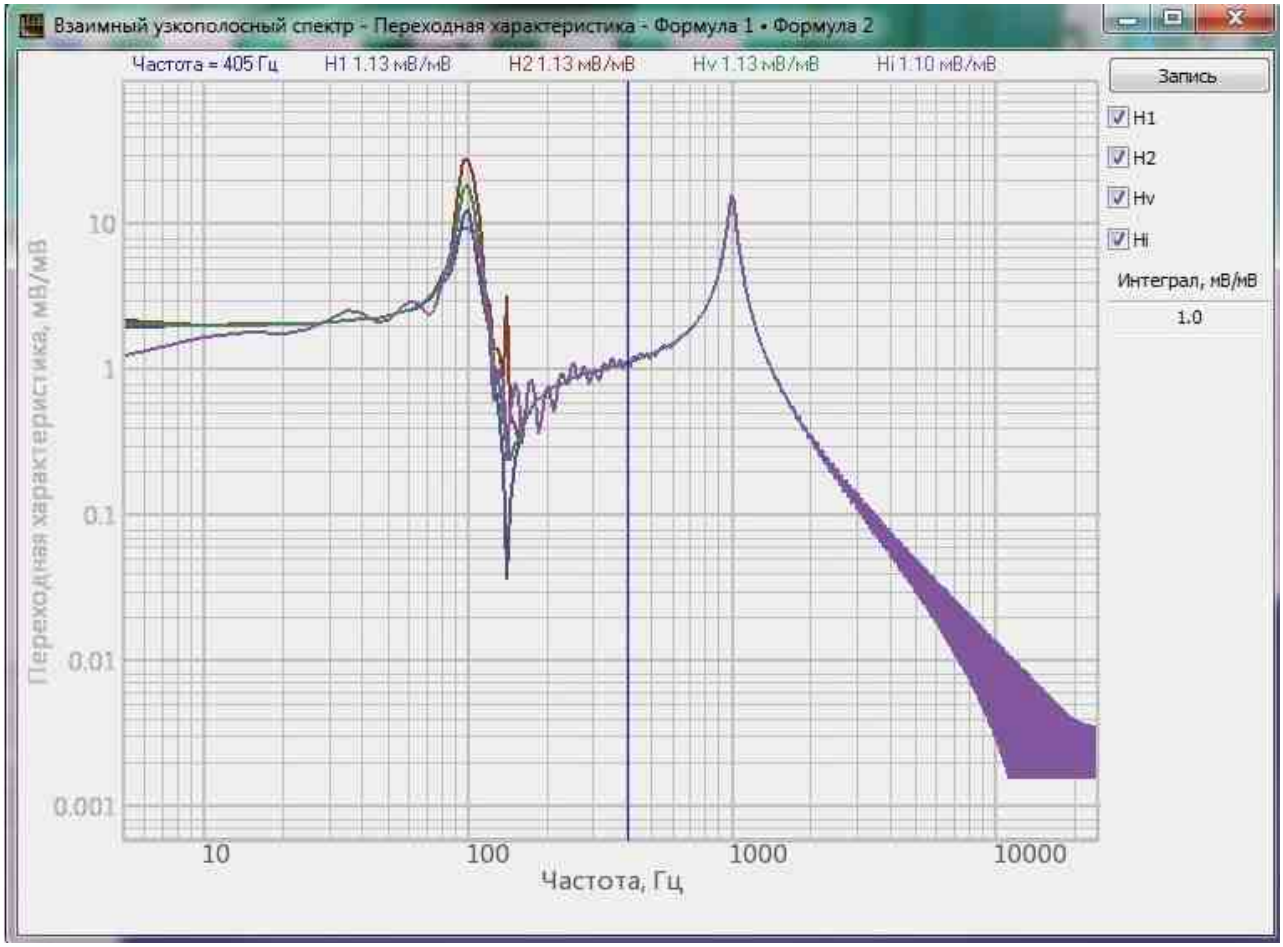


График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Импульсная характеристика .....

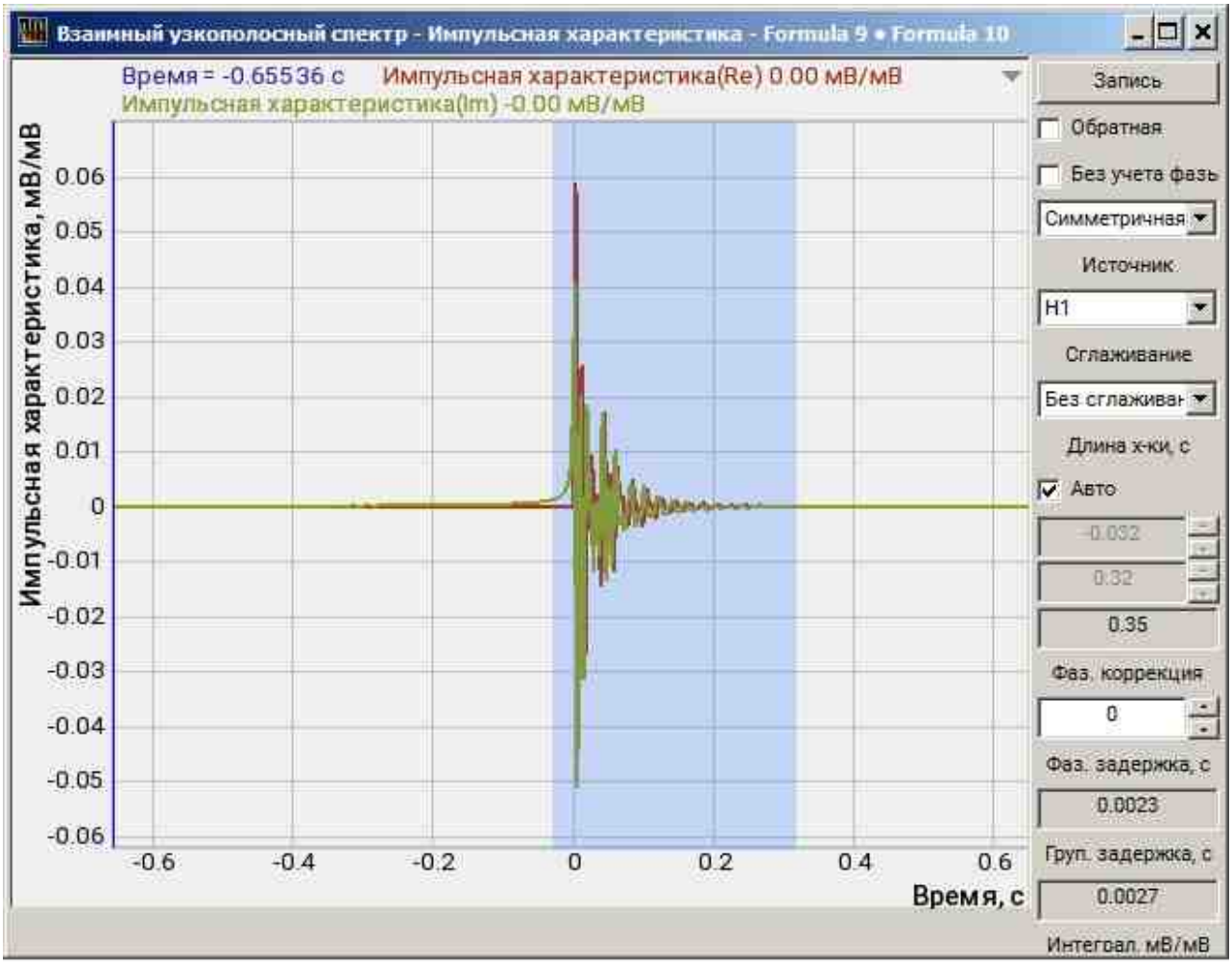
Динамические характеристики системы можно описать импульсной переходной функцией (импульсной характеристикой), которая определяется как реакция в произвольный момент времени на импульсное воздействие, поступившее на вход системы за τ единиц времени до этого момента.

Импульсная характеристика позволяет предположить, как будет выглядеть выход системы во временной области. Для систем с дискретным и непрерывным временем импульсная характеристика полезна, поскольку она позволяет рассчитать выход этих систем для любого входного сигнала; выход — это просто входной сигнал, свернутый с функцией импульсного отклика.

Для активации диалогового окна программы *Импульсная характеристика*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектр* вызвать окно *Настройка параметров взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*. В поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Импульсная характеристика* в столбце *Доп. график*. и активировать кнопку *Применить*.

Импульсная характеристика является основной характеристикой систем во временной области. Для того, чтобы полностью охарактеризовать поведение системы достаточно одной из характеристики — импульсной (импульсный отклик) или переходной (частотный отклик); импульсный отклик полезен при работе во временной области, а частотный отклик полезен при анализе поведения в частотной области.

Программа *Импульсная характеристика* помимо самого отклика системы на воздействие, отображает предысторию с возможностью настройки длины характеристики.



При помощи записанной импульсной характеристики можно корректировать импульсную характеристику аналогичного выходного тракта, например, для подавления шумов присутствующих в выходном сигнале.

График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Измерение собственных шумов .....

Измерение собственных шумов — одна из дополнительных возможностей программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ*. Позволяет производить оценку уровня полезного сигнала на фоне шума методом спектрального вычитания.

Данный метод реализуется на программном уровне благодаря избыточности получаемых сигналов с двух идентичных источников. Алгоритм расчёта собственных шумов основан на методике регистрации одного и того же процесса двумя одинаковыми приборами.

Для определения собственных шумов при помощи программы *Взаимный узкополосный спектр*, необходимо установить рядом два одинаковых устройства. Теория расчёта, следующая: предполагается, что шумы устройств некогерентны, а общим сигналом для них является фоновое ускорение грунта. Исходя из данных предположений рассчитываются спектральные плотности мощности выходного сигнала для каждого из устройств, из взаимного спектра мощности выходных сигналов выделяется составляющая, когерентная с выходными сигналами каждого устройства, определяется нормированная функция когерентности между выходными сигналами устройств и рассчитываются собственные шумы каждого измерительного канала.

Для активации диалогового окна программы *Измерение собственных шумов*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка параметров взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*.

В открывшемся окне *Настройка параметров взаимного узкополосного спектра* установить следующие параметры:

- Усреднение, с — 1000;
- Весовая функция — Синус-окно;
- Тип усреднения — линейное;
- Интегрирование/дифф — без обработки;
- Тип обработки — дискретное ПФ;
- Фильтрация дискрет — в поле флаговой кнопки установить флажок;
- Измерение собственных шумов — в поле флаговой кнопки установить флажок.

После установки необходимых настроек активировать кнопку *Применить* – откроется рабочее диалоговое окно.



Помимо сигнала, получаемого с входных каналов (в случае, если единицы измерения входного канала установлены м/с^2; м/с), на графике отображаются модели атмосферного сейсмического шума Земли NLNM (New Low Noise Model) и NHLM (New Hight Noise Model), построенные Дж. Петерсоном (1993 г.). А также отображается максимально допустимый уровень собственных шумов измерительного устройства (в нашем случае — анализатора спектра).

График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка

- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Измерение слабых сигналов .....

Проблема определения параметров слабых сигналов на уровне высоких помех остается одной из самых острых в современном мире. Специалистам необходим надежный инструмент, который с необходимой точностью позволит рассчитать параметры полезного слабого сигнала.

Для решения поставленной задачи разработана новая функция программы «Взаимный узкополосный спектр» — «Измерение слабых сигналов», которая позволяет расширить стандартный функционал контроллера ZETLAB до селективного нановольтметра. Измерение проводится с использованием двух каналов.

Суть метода сводится к анализу спектров сигналов, поступающих на два входных канала на предмет выделения полезного маломощного сигнала и высокой нежелательной помехи путем длительного накопления и усреднения.

В результате расчета можно получить:

- общий спектральный уровень шумов;
- параметры шумовых характеристик в выбранной полосе частот (СКЗ — среднеквадратичное значение; амплитуда сигнала; СП — спектральная плотность и СПМ — спектральная плотность мощности), находящийся ниже общего уровня шума;
- неопределенность измеренных параметров сигнала.

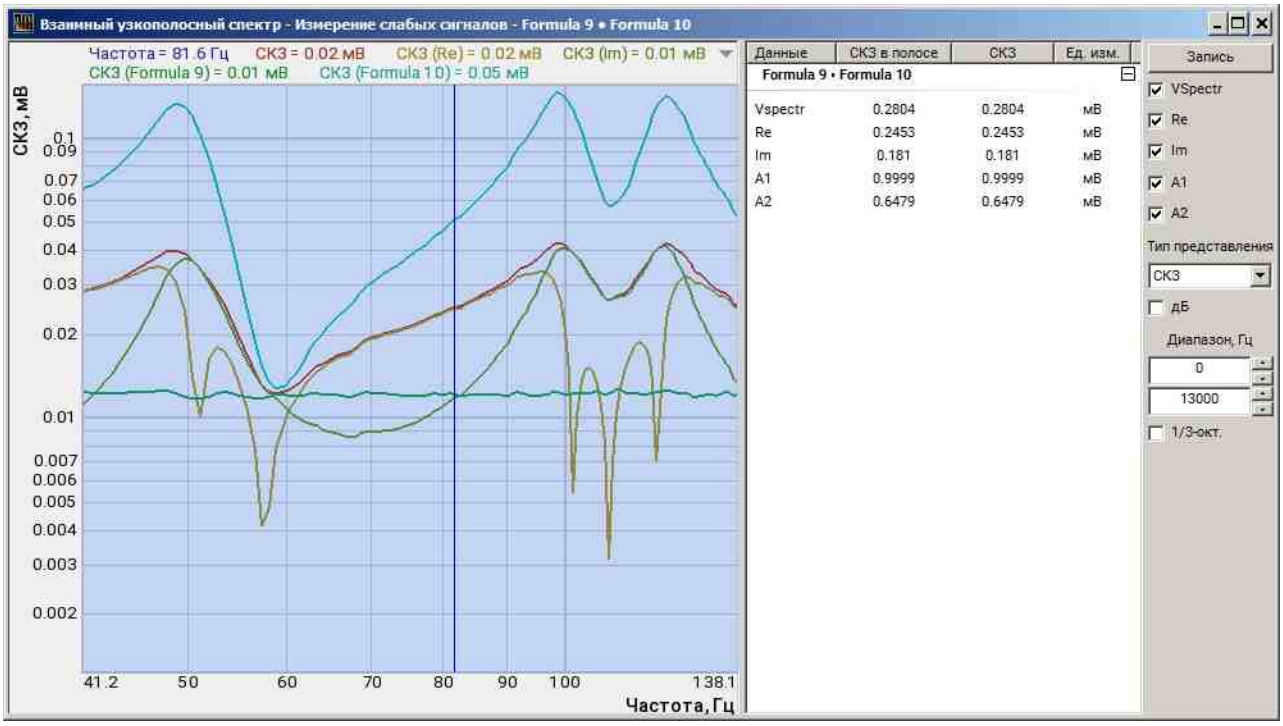


График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Добротность .....

Параметр колебательной системы, определяющий ширину резонанса и характеризующий, во сколько раз запасы энергии в системе больше, чем потери энергии за время изменения фазы на 1 радиан. Обозначается символом Q от англ. quality factor.

Добротность обратно пропорциональна скорости затухания собственных колебаний в системе. То есть, чем выше добротность колебательной системы, тем меньше потери энергии за каждый период и тем медленнее затухают колебания.

В результате расчета можно получить:

- Источник H1 или H2;

Для активации диалогового окна программы *Добротность*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка параметров Взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*.



График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Временная задежка .....

Предназначена для формирования задержки передачи входных данных на заданную величину.

В результате расчета можно получить:

- Источник H1 или H2;

Для активации диалогового окна программы *Временная задержка*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка параметров Взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*.



График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Анализ резонансов .....

«Анализ резонансов» — дополнительная возможность программы *Взаимный узкополосный спектр*, позволяет проводить анализ частотных характеристик физических систем, на вход

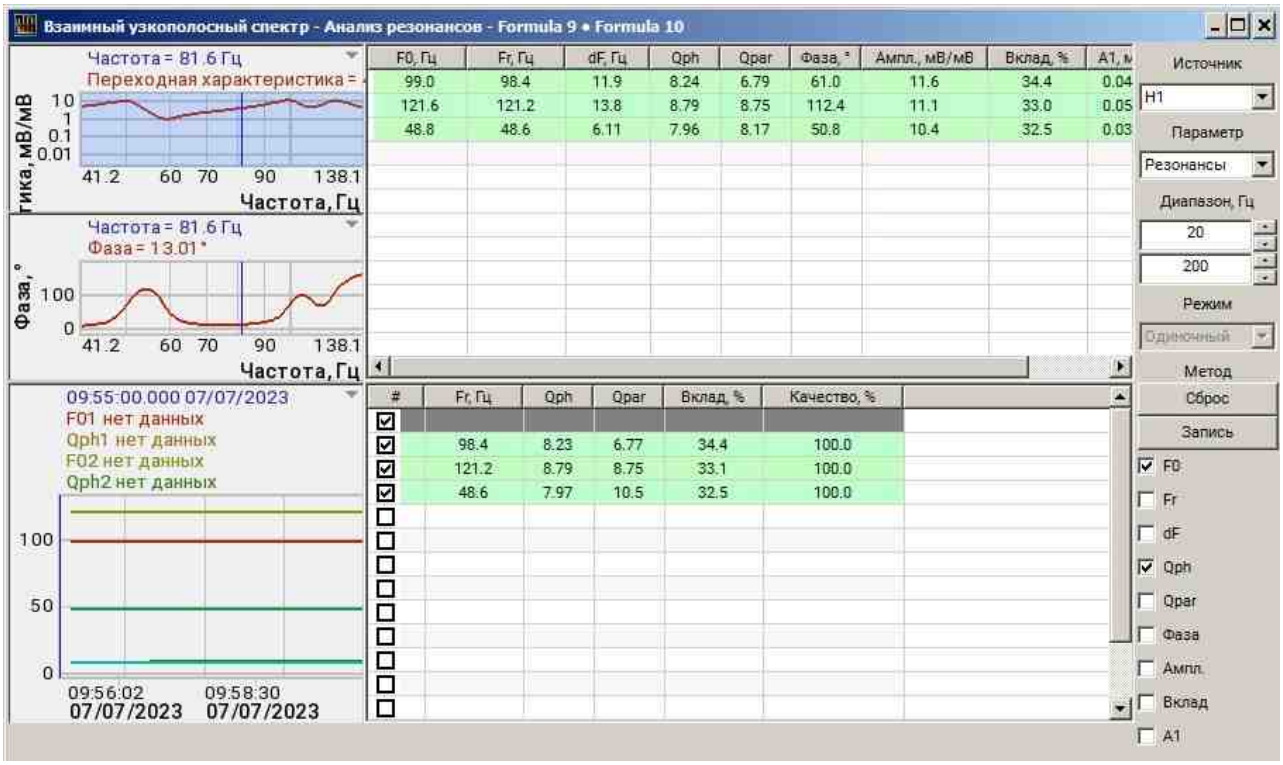
которых поступает некоторое возмущение. Определяется резонанс между входным воздействием (входной сигнал) и откликом системы на это воздействие (выходным сигналом).

Для активации диалогового окна программы *Анализ резонансов*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектральный анализ* вызвать окно *Настройка параметров взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*.

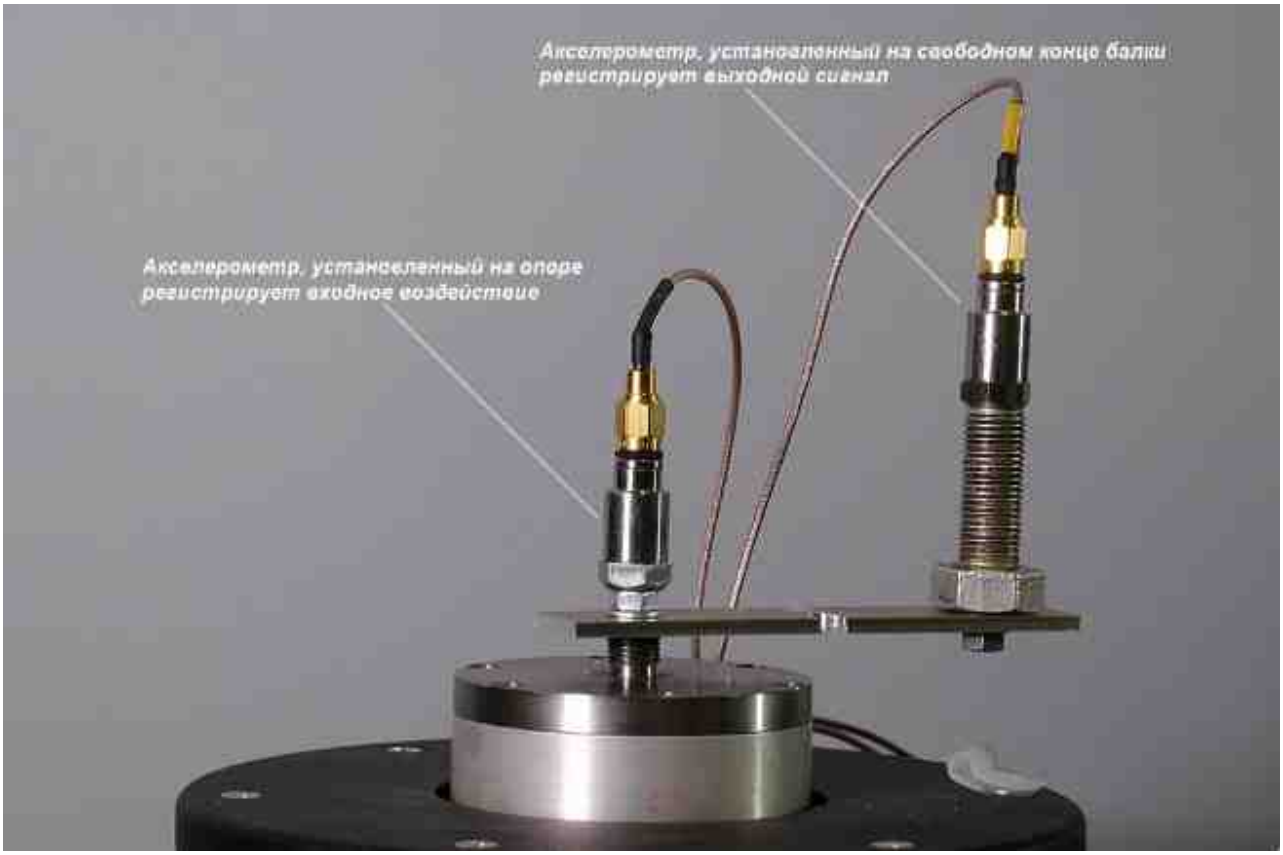
Для запуска окна программы необходимо в поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Анализ резонансов* в столбце *Доп. график*. Обращаем внимание что для поиска резонансных частот необходимо устанавливать более подробное частотное разрешение.

После установки необходимых настроек  активировать кнопку *Применить* – откроется рабочее диалоговое окно.

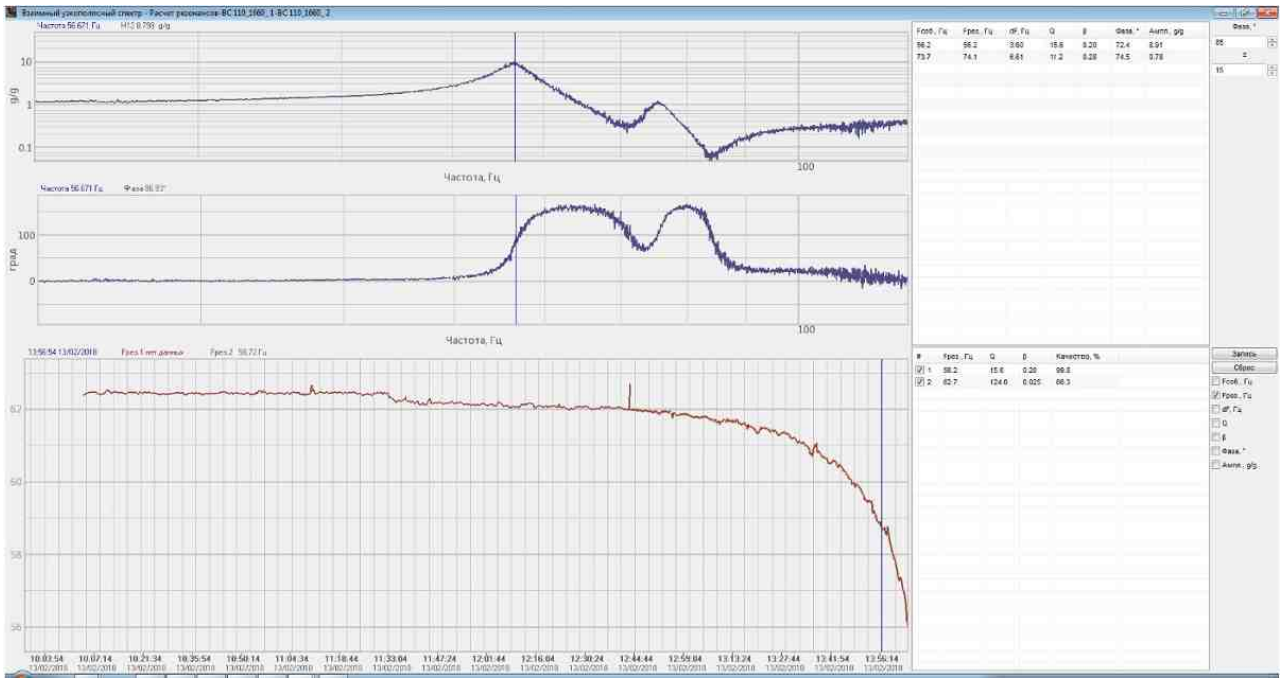
Диалоговое окно разделено на пять областей для отображения параметров в текущий момент времени. В верхней части окна представлено графическое отображение переходной характеристики, графическое отображение фазы, журнал с фиксируемыми резонансными частотами и соответствующими им параметрами (собственная частота, резонансная частота, добротность, декремент, фаза и амплитуда). Нижняя часть окна предназначена для непрерывной регистрации, отображения выбранного пользователем параметра (одного или нескольких), соответствующих текущей резонансной частоте, и отслеживания динамики поведения характеристик исследуемого объекта. Отображаемые параметры выбираются установкой галочки в ячейке напротив соответствующего названия. Для графического отображения доступны: собственная частота объекта ($F_{соб.}$), резонансная частота ($F_{рез.}$), добротность (Q), декремент (β), фаза и амплитуда.



При помощи программы *Анализ резонансов* специалисты компании ZETLAB воспроизвели один из ранних лабораторных экспериментов по оцениванию частотных характеристик систем с одной степенью свободы, выполненный впервые Барноски по следующей схеме: на арматуре вибростенда закреплена консольная балка таким образом, что один край балки жёстко закреплён в центре вибрационного стола, а другой находится в свободном положении. Контроль частотных характеристик балки ведётся при помощи двух акселерометров — один расположен на опоре и фиксирует входное воздействие, другой — на свободном конце балки регистрирует выходной сигнал. Входное воздействие — полосовой шум, задаваемый при помощи программы из состава ПО ZETLAB **«Генератор шума»**.



Оценки амплитудной и фазовой характеристик приведены на графиках в верхней части окна программы. Как видно, амплитудная характеристика обладает отчётливым пиком на частоте 56 Гц, а фазовая характеристика резко меняется на той же частоте (характерные графики для физических систем с одной степенью свободы). Это свидетельствует о первой нормальной моде балки, за которой и будет вестись наблюдение.



Эксперимент показал, что программа ***Анализ резонансов*** — это простой и удобный способ определения частотных характеристик, который позволяет получить достаточно осмысленные результаты для исследуемых систем.

График можно сохранить в формате *.dtx, активировав кнопку *Запись* в правом верхнем углу диалогового окна.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

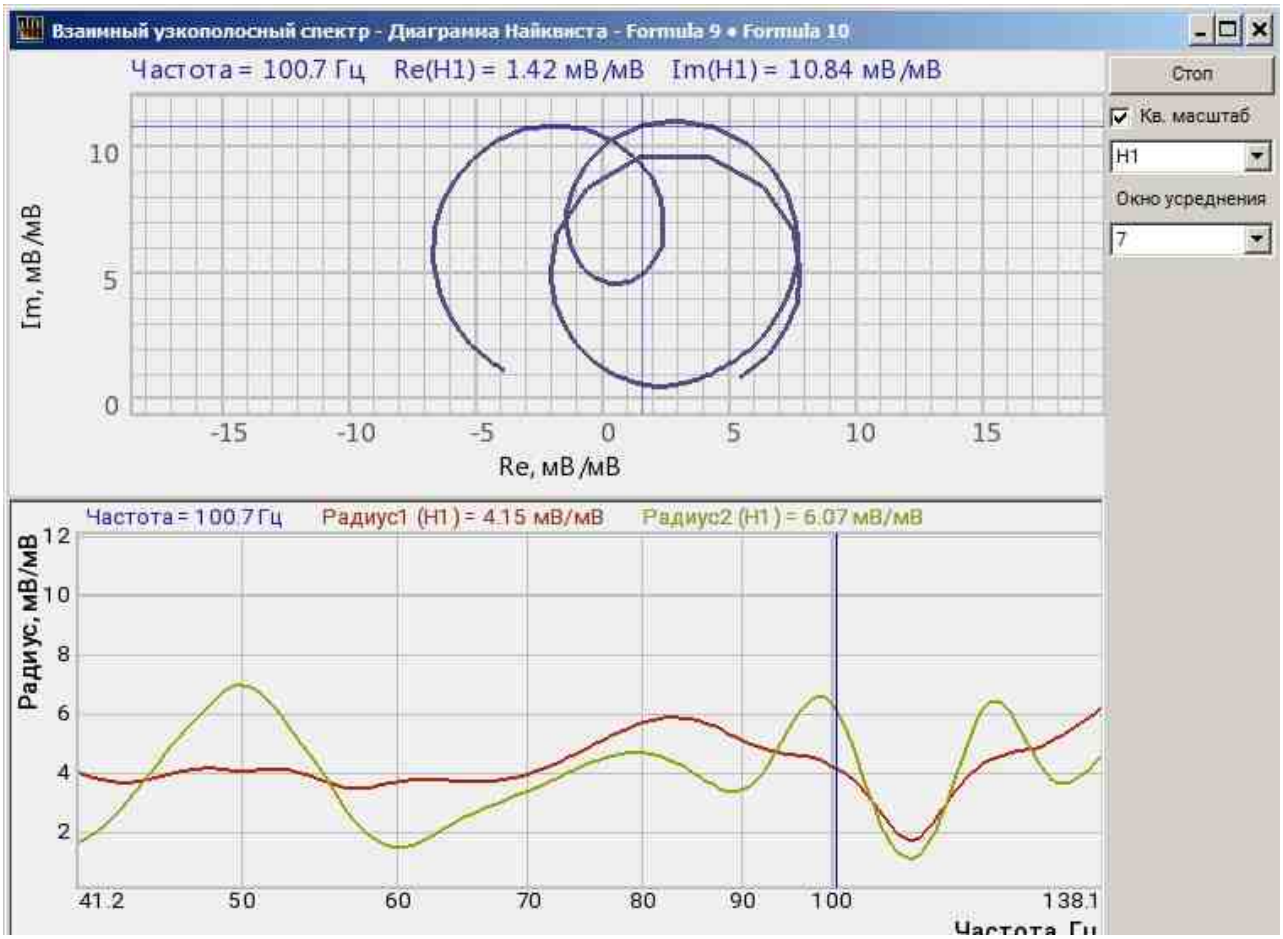
Диаграмма Найквиста .....

Диаграмма Найквиста — одна из дополнительных возможностей программы *Взаимный узкополосный спектр*, которая позволяет судить об устойчивости системы по амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ) разомкнутого контура системы. Под устойчивостью принято понимать свойство системы восстанавливать состояние равновесия, из которого она была выведена под влиянием возмущающих факторов после прекращения их воздействия.

Для активации диалогового окна программы *Диаграмма Найквиста*, в окне программы *Взаимный узкополосный спектр* вызвать окно *Настройка параметров взаимного узкополосного спектра*, нажав на кнопку *Параметры*. В поле *Дополнительные окна* установить флаг напротив строки *Диаграмма Найквиста* в столбце *Доп. график*. и активировать кнопку *Применить*.

Амплитудно-фазовая частотная характеристика — удобное представление частотного отклика линейной стационарной динамической системы в виде графика в комплексных координатах. Данный график объединяет на одной плоскости амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики.

Программа *Диаграмма Найквиста* позволяет отображать АФЧХ в различных системах координат, для понятного каждому пользователю представления поведения системы.



Наиболее частое использование *Диаграммы Найквиста* — это оценка стабильности системы с обратной связью.
Преимущество данного вида анализа в том, что диаграмма может быть построена на основании измерений, проведенных в установившемся режиме. Это единственно применимый метод в тех случаях, когда передаточная функция разомкнутого контура не задана явно или определена асимптотической кривой.

Программа

Взаимный узкополосный спектральный анализ также включает в себя:

- Фаза
- Коэффициент когерентности
- Переходная характеристика
- Импульсная характеристика
- Измерение собственных шумов
- Измерение слабых сигналов
- Добротность
- Временная задержка
- Анализ резонансов
- Диаграмма Найквиста

Окно "Настройка параметров" .....

Кнопка **Параметры** находится справа сверху в рабочем окне программы «Взаимный узкополосный спектр». При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» отображается окно «Настройка параметров взаимного ускополосного спектра» (Рис. 3.2). Окно «Настройка параметров взаимного узкополосного спектра» можно также вызвать, если нажать на клавиатуре кнопку «Esc» при активном окне «Взаимного узкополосного спектра».

Сверху в окне отображается частота дискретизации в герцах.

В полях со стрелками (списки)  выбирать элементы можно двумя способами. Нажать на стрелку поля и «мышкой» выбрать из раскрывшегося списка нужный элемент, или щелкнуть «мышкой» по полю и, меняя значения в окне при помощи ролика «мыши», выбрать нужный элемент.

Список под надписью **Частотный диапазон, Гц** позволяет просматривать сигнал в различных диапазонах частот.

Список под надписью **Частотное разрешение, Гц** позволяет устанавливать различное частотное разрешение (в герцах).

Список под надписью **Каналы измерений 1-й** и **2-й** позволяет выбирать каналы модуля. Для вычисления взаимных спектров необходимо выбрать два различных канала.

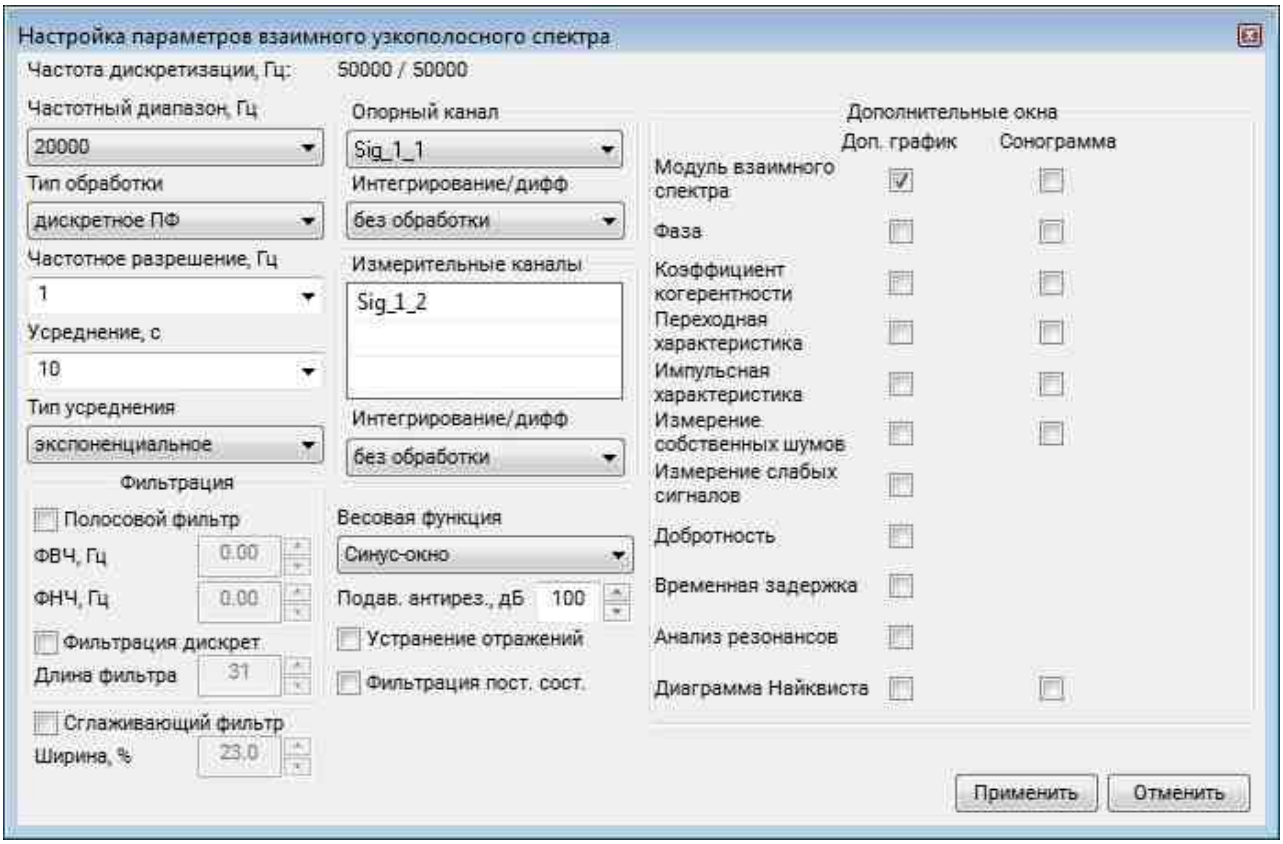


Рис. 3.2 Настройка параметров Взаимного узкополосного спектра

Из списка под надписью **Усреднение, с** выбираем продолжительность усреднения спектров в секундах. Значения усреднения можно либо выбирать из списка, либо вводить с клавиатуры. Максимальное усреднение 1000 *с*, минимальное усреднение 0,1 *с*.

Список под надписью **Весовая функция** позволяет выбрать тип весовой функции, применяемой при спектральном анализе. В списке отображается тип весовой функции. Возможные типы весовых функций:

- прямоугольная;
- Ханна;
- Хэннинга;
- Хэмминга;
- Блэкмана;
- Бартлетта;
- Кайзера;
- Рифа-Винсента (4);
- Блэкмана-Харриса (3);
- Блэкмана-Харриса (4);
- Наталла;
- Блэкмана-Наталла;
- Окно с плоской вершиной;
- Окно-синус.
- Ассиметричное окно

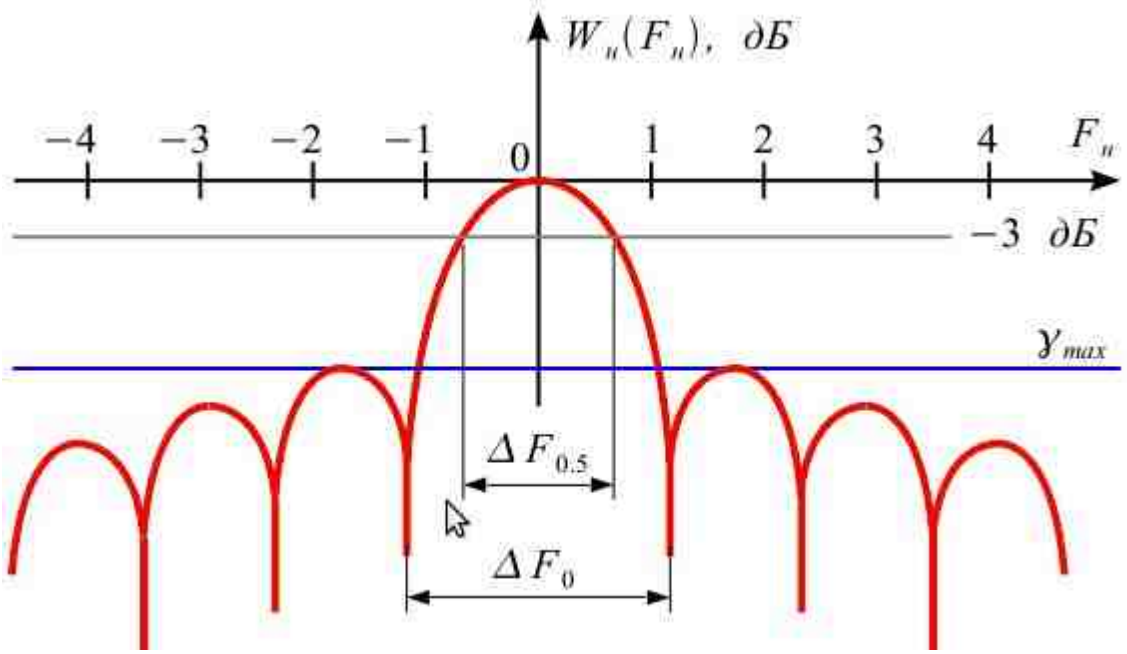


Рис. 1. Нормированная АЧХ оконной функции

ΔF_0 - нормированная ширина главного лепестка

$\Delta F_{0.5}$ - нормированная ширина главного лепестка по уровню 0,5 (3 дБ)

y_{max} - максимальный уровень боковых лепестков

Основные параметры весовых функций приведены в таблице:

Наименование весовой функции	**Допустимое отклонение средней частоты фильтра 1000 Гц, %**	**Эквивалентная шумовая полоса, Гц**	**Полоса по уровню 3 дБ, Гц**	**Отклонение ширины полосы фильтра, Гц**
Прямоугольная	1,00	0.89	-13	Прямоугольная
Ханна	2,00	1,50	-31,5	Ханна
Хэмминга	2,00	1,33	-42	Хэмминга
Блэкмана	3,00	1,70	-58	Блэкмана
Бартлетта	2,00	1,33	-26,5	Бартлетта
Кайзера	1,50	1,43	-45,9	Кайзера

Рифа-Винсента	-	-	-84	Рифа-Винсента
Блэкмана-Харриса	4,00	1,97	-92	Блэкмана-Харриса
Наталла	4,00	1,98	-93	Наталла
Блэкмана-Наталла	4,00	1,94	-98	Блэкмана-Наталла
Окно с плоской вершиной	5,00	3,86	-69	Окно с плоской вершиной
Окно-синус.	-	-	-	-
Ассиметричное окно	-	-	-	-

Список под надписью **Тип усреднения** выбирает тип режима накопления и усреднения спектров (тип усреднения): линейное или экспоненциальное.

Список под надписью **Интегрирование/дифф.** позволяет выбрать вид обработки сигнала: двойное дифференцирование, дифференцирование, без обработки, интегрирование, двойное интегрирование. Это полезно при работе с датчиками скорости и датчиками ускорения.

Поле под надписью **Тип обработки** включает быстрое или дискретное преобразования Фурье.

Взаимный узкополосный анализ рассчитывается с помощью преобразования Фурье с использованием весовых функций.

Дискретным преобразованием Фурье называют пару взаимно однозначных преобразований:

прямое преобразование

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j\frac{2\pi}{N}nk}$$, k = 0, 1, …, N-1;

обратное преобразование

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j\frac{2\pi}{N}nk}$$, n = 0, 1, …, N-1.

где:

x(n), n=0, 1, …, N-1 – последовательность во временной области (вещественная или комплексная);

X(k), k=0, 1, …, N-1 – дискретные коэффициенты Фурье (вещественные или комплексные) – один период последовательности в частотной области;

k – номер отсчета последовательности X(k), соответствующий частоте kΔω;

$e^{-j\frac{2\pi}{N}nk}$ - поворачивающийся множитель, отображает угол поворота на единичной окружности комплексной z-плоскости.

Быстрым преобразованием Фурье называют набор алгоритмов, предназначенных для быстрого вычисления ДПФ. Для БПФ длина N исходной последовательности должна быть равной N=2v, где v – целое положительное число.

Количество фильтров в узкополосном анализе может быть равным 2n или (1, 2, 4, 5, 8)*10n. Центральные частоты узкополосных фильтров равны:

fm=fдискрm/N/2

где fдискр – частота дискретизации, m – номер фильтра, N – количество полос анализа.

В поле под надписью **Комментарий для записи** можно занести любую необходимую информацию. Она будет добавлена в виде комментария в файл при записи результатов обработки сигнала.

Включая-выключая флажки под надписью **Дополнительные окна** мы имеем возможность более подробного исследования спектра. Они дают возможность увидеть следующие характеристики сигнала: действительную и мнимую части сигнала, фазу, коэффициент когерентности и диаграмму Найквиста.

Набор последовательно полученных спектров можно просмотреть в виде спектрограммы. Включая флажки под надписью **Сонограммы** можно увидеть спектрограммы модуля, действительной и мнимой частей, спектрограмму коэффициента когерентности.

Кнопка **Применить** вводит данные в программу и выходит из окна настройки параметров.

Кнопка **Отменить** отменяет настройки параметров и закрывает окно настройки параметров. Закрыть окно настройки параметров можно так же и крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

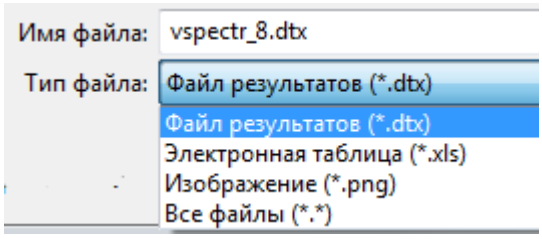
Запись результатов в файл .....

Запись спектра

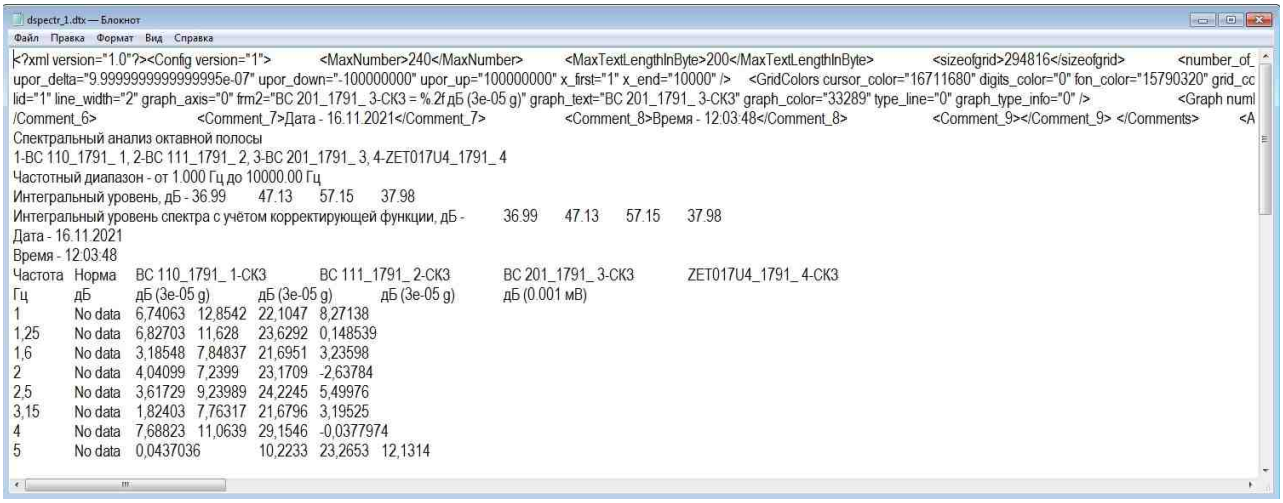
В программе **Взаимный узкополосный спектральный анализ** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtx*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Взаимный узкополосный спектральный анализ** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result.

Примечание:

При открытии файлов dtu в Excel (они имеют формат UTF-8) нужно правильно выбирать формат файла (UTF-8) и символ-разделитель (знак табуляции). При открытии файла по умолчанию, видимо, используются не эти настройки.



Пример файла приведён на рисунке ниже.


dspectr_1.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte> <sizeofgrid>294816</sizeofgrid> <number_of_ upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="1" x_end="10000" /> <GridColors cursor_color="16711680" digits_color="0" fon_color="15790320" grid_co lid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="BC 201_1791_ 3-СК3 = %.2f дБ (3e-05 g)" graph_text="BC 201_1791_ 3-СК3" graph_color="33289" type_line="0" graph_type_info="0" /> <Graph numl /Comment_6> <Comment_7>Дата - 16.11.2021</Comment_7> <Comment_8>Время - 12:03:48</Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments> <A

Спектральный анализ октавной полосы

1-BC 110_1791_ 1, 2-BC 111_1791_ 2, 3-BC 201_1791_ 3, 4-ZET017U4_1791_ 4

Частотный диапазон - от 1.000 Гц до 10000.00 Гц

Интегральный уровень, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Интегральный уровень спектра с учётом корректирующей функции, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Дата - 16.11.2021

Время - 12:03:48

Частота Гц	Норма дБ	BC 110_1791_ 1-СК3 дБ (3e-05 g)		BC 111_1791_ 2-СК3 дБ (3e-05 g)		BC 201_1791_ 3-СК3 дБ (3e-05 g)	ZET017U4_1791_ 4-СК3 дБ (0.001 мВ)
1	No data	6,74063	12,8542	22,1047	8,27138		
1,25	No data	6,82703	11,628	23,6292	0,148539		
1,6	No data	3,18548	7,84837	21,6951	3,23598		
2	No data	4,04099	7,2399	23,1709	-2,63784		
2,5	No data	3,61729	9,23989	24,2245	5,49976		
3,15	No data	1,82403	7,76317	21,6796	3,19525		
4	No data	7,68823	11,0639	29,1546	-0,0377974		
5	No data	0,0437036		10,2233	23,2653	12,1314	

Файл результатов, записанный программой "Взаимный узкополосный спектральный анализ"

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Метод определения усилия натяжения в вантах

Метод определения усилия натяжения в вантах .....

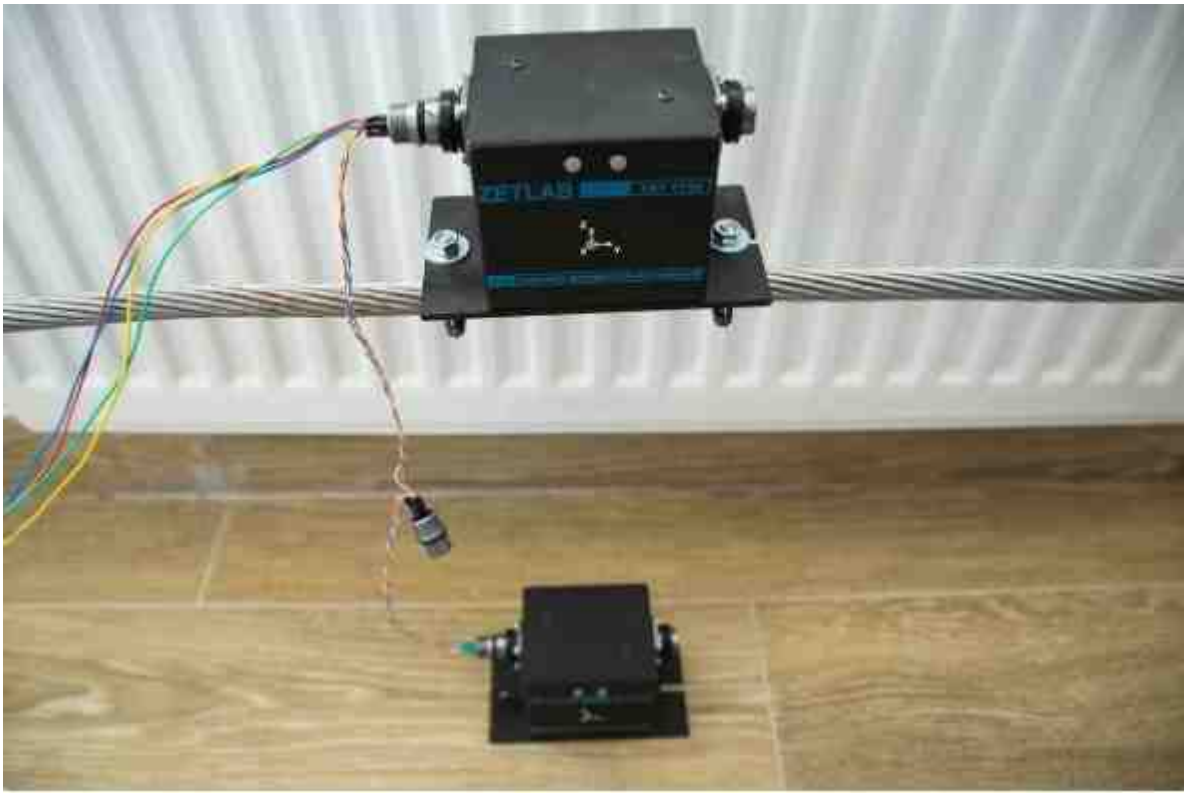
Пример Метод определения усилия натяжения в вантах

Вантовые конструкции на сегодняшний день получили широкое распространение в строительстве в силу своих преимуществ:

- экономическая эффективность;
- высокая надёжность;
- низкий расход материалов при строительстве;
- проектирование сложных инженерно-технических решений;
- организация гибкой планировки здания и пр.

За счет того, что вантовые конструкции собираются из отдельных элементов, предварительное натяжение каждого элемента выполняется индивидуально при монтаже. При этом необходимо обеспечить симметричное распределение усилий. Но как же понять на сколько велико усилие натяжения вантового элемента?

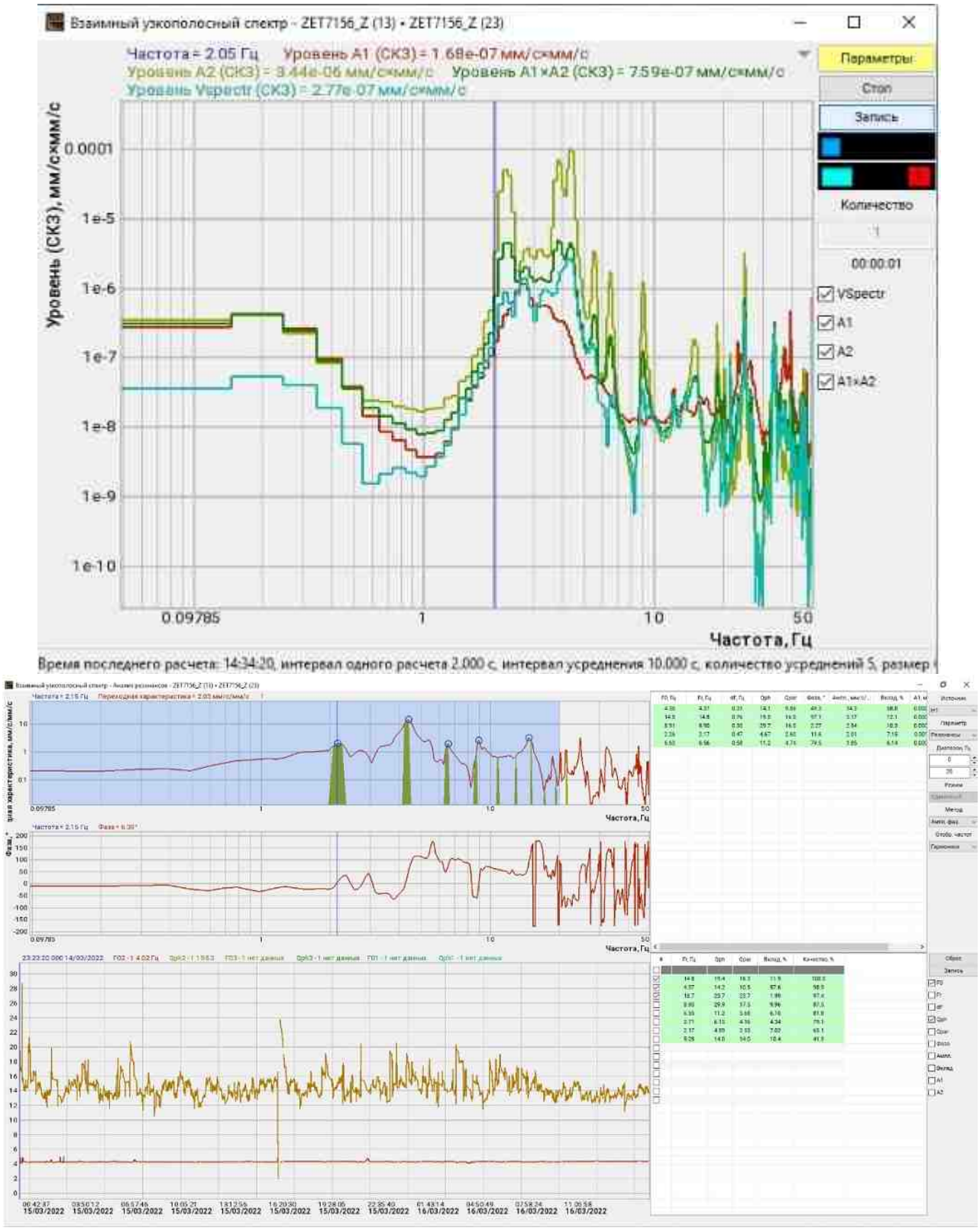
В данной статье изложен способ определения усилия натяжения вантового элемента через собственные колебания конструкции.



Предлагаемый способ определения усилия натяжения вантового элемента заключается в анализе частотных характеристик по взаимному спектру двух вибропреобразователей и последующем расчете продольного усилия по известным формулам.

На конструкции устанавливается низкочастотный виброметр — в нашем эксперименте использовался цифровой датчик ZET 7156, другой виброметр ZET 7156 устанавливается на основании фундамента.

Измерение частот собственных колебаний производится в программе «Взаимный узкополосный спектр»:



В качестве опорного канала устанавливается сигнал с низкочастотного вибропреобразователя, установленного на фундаменте, измерительный канал — датчик, установленный на конструкции.

Для более точного расчета рекомендуется в настройках программы устанавливать достаточно большое время усреднения.

Расчет и отображение собственных частот колебаний вантового элемента осуществляется в программе «Анализ резонансов», поэтому в окне настроек параметров необходимо активировать данную функцию, установив флаг напротив соответствующей опции.



Программа рассчитает и выведет в графическом и табличном виде все имеющиеся резонансные частоты вантового элемента, а также их вклад в энергию общего резонанса системы. При установке курсора на определенной частоте, на графике отобразится ряд, показывающий наличие гармоник выбранной частоты.

Согласно нормативной документации по проектированию висячих (вантовых) конструкций, необходимо зафиксировать не менее трех кратных частот собственных колебаний вантового элемента, и определить для каждой из первых трех кратных зафиксированных частот усилие натяжения вантового элемента по формуле:

$$Nn = ((m + M/Lp)\ Ч\ (2Lpfn)2)/n2,$$

где N — продольное усилие в вантовом элементе, Н;

m — погонная масса вантового элемента, кг/м;

M — масса антивандальной оболочки, кг;

fn — собственная частота колебаний вантового элемента, Гц;

n — порядковый номер формы колебаний вантового элемента;

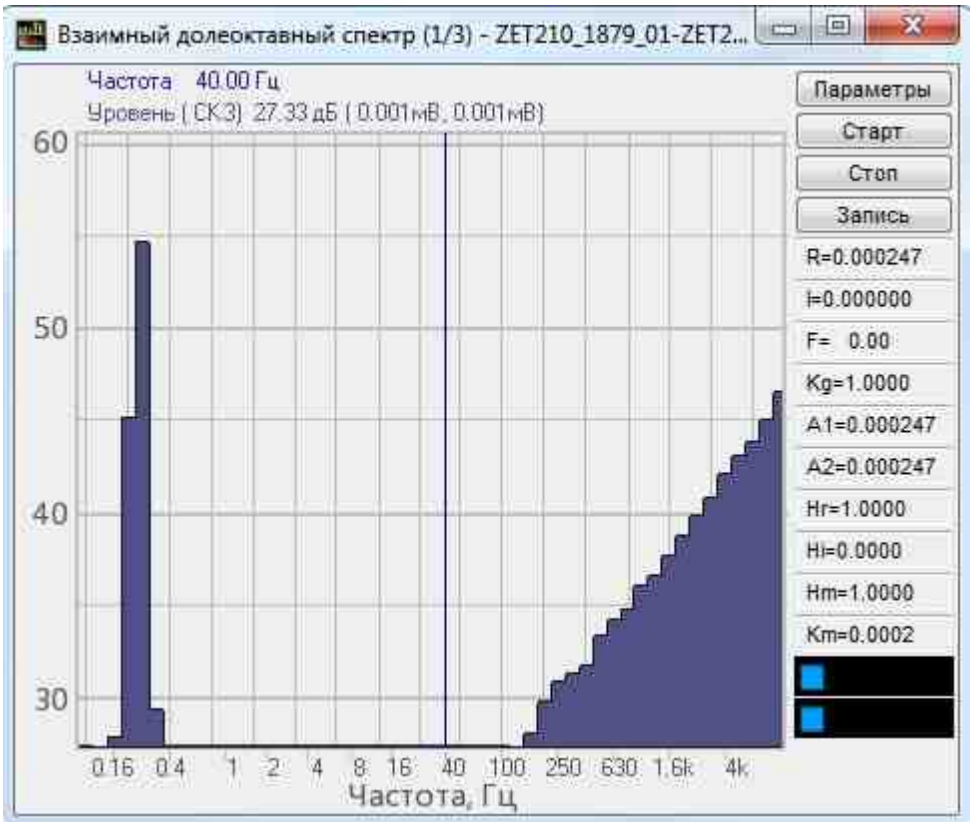
Lp — расчетная длина вантового элемента, m, равная сумме длин собственно вантового элемента и расчетной длины анкерного устройства.

Об усилии натяжения вантового элемента судят по усредненному значению полученных значений.

Взаимный долеоктавный спектральный анализ .....

Программа предназначена для проведения взаимного долеоктавного (1/1-, 1/3-, 1/12- и 1/24-октавного) спектрального анализа сигналов, поступающих с входных каналов анализаторов спектра (в реальном масштабе времени или в режиме просмотра записанных временных реализаций), а также просмотра различных спектральных характеристик сигналов.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.



Основные функции программы

- измерение уровней сигнала в октавных, 1/3-, 1/12-, 1/24-октавных спектральных полосах. Количество полос — 17, 51, 204, 406 соответственно. Октавные и 1/3-октавные фильтры соответствуют ГОСТ 17168-82 «Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний» по первому классу точности;
- Октавные и 1/3-октавные фильтры соответствуют ГОСТ Р 8.714-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний»
- измерение и отображение долеоктавных характеристик сигнала с различными типами усреднения (линейное, экспоненциальное), обработки (интегрирование,

дифференцирование сигнала) и представления (среднеквадратическое (СКЗ) или пиковое значения);
- измерение и отображение действительной и мнимой частей, разности фаз и коэффициента когерентности сигналов;
- измерение и отображение модуля взаимного спектра;
- измерение комплексного частотного отклика и когерентной мощности спектральной составляющей.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

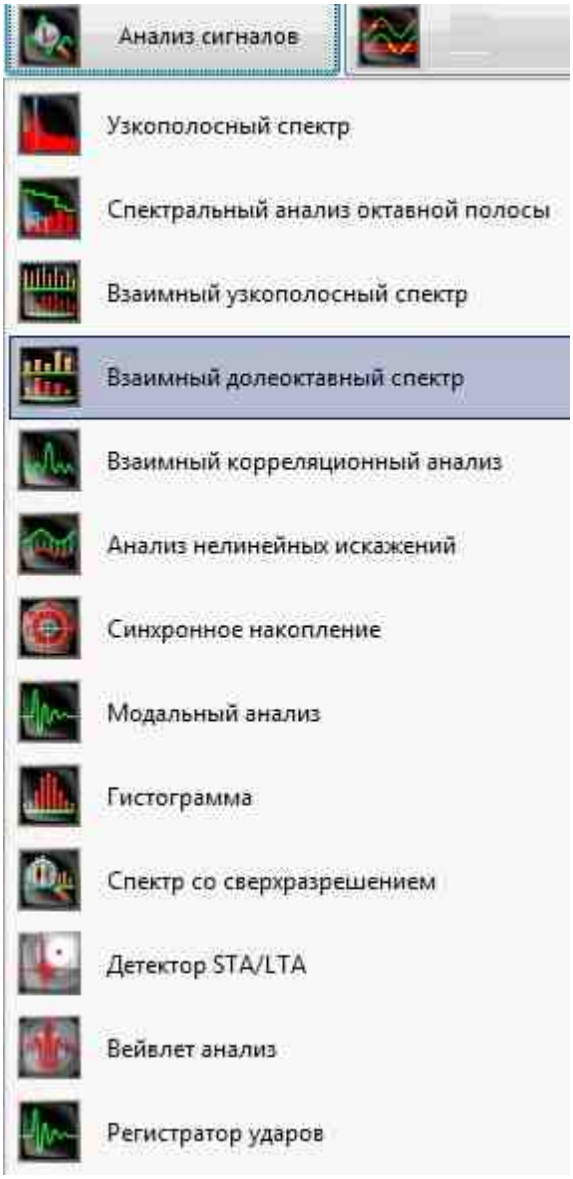
Программа **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями.

Взаимный долеоктавный спектральный анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** необходимо в меню Анализ сигналов панели ZETLab выбрать команду **Взаимный долеоктавный спектральный анализ**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** (Рис. 2). В заголовке окна программы будет отображаться название программы. Ниже располагаются осциллограммы (временные реализации) сигналов выбранных каналов. Сверху каждой осциллограммы указывается название канала и измеряемые величины (время в секундах. и амплитуда в единицах измерения) относительно положения курсора графика.



Запуск программы "Взаимный долеоктавный спектральный анализ"

Примечание: программу **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: dvspectr.exe. Мгновенный взаимный спектр рассчитывается комплексно-сопряженным перемножением спектров двух каналов, полученных с помощью преобразования Фурье.

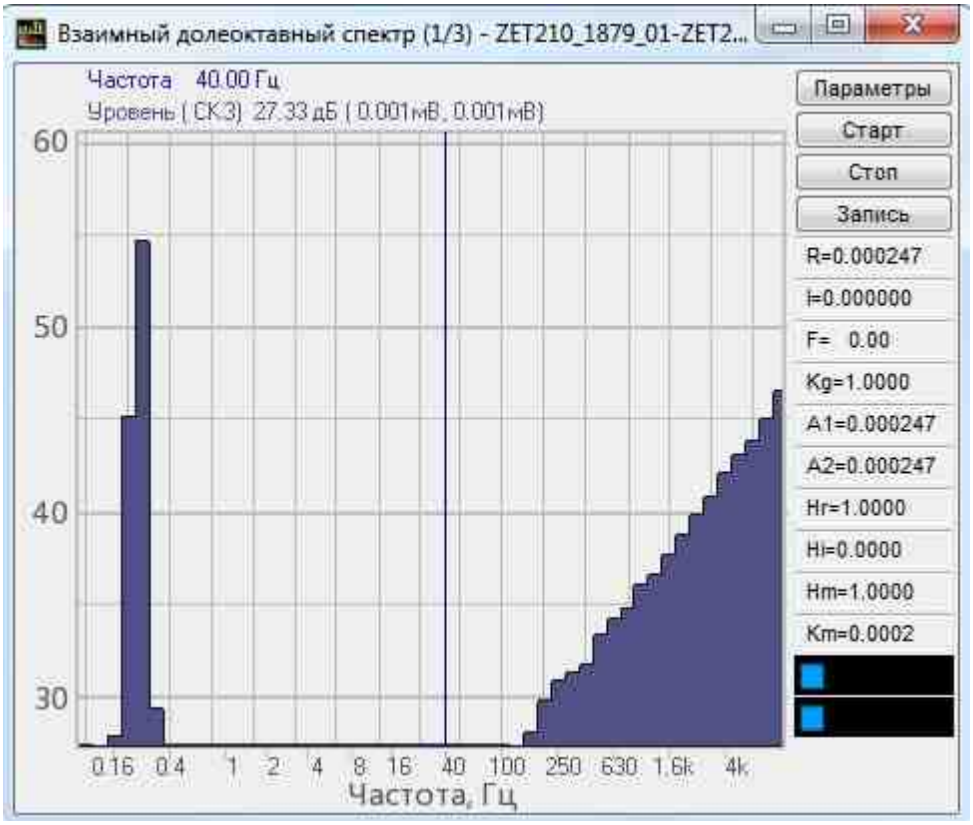


Рис. 2 окно программы Взаимный долеоктавный спектральный анализ

Сверху, в заголовке окна, отображается название спектра и название отображаемых каналов. Ниже – измеряемые величины (частота, уровень сигнала (среднеквадратичное значение)), значения курсора и единицы измерения.

Управление программой Взаимный долеоктавный спектральный анализ

Нажатие кнопки **Параметры** открывает окно Настройка параметров.

Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы Анализ нелинейных искажений кнопка Старт по умолчанию нажата.

Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения

(по умолчанию C:\ZETLab\result\). Файл сохраняется с расширением *.dtu. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка.
Индикатор показывает интегральный уровень сигнала и перегрузку. Если уровень сигнала превышает максимально допустимый уровень, индикатор становится полностью красного цвета, без черной правой части. Правый край индикатора остается красным до тех пор, пока пользователь не нажмет на него левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Кнопка **Параметры** находится справа сверху на рабочем окне программы «Взаимный долеоктавный спектральный анализ». При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» в рабочем окне программы «Взаимный долеоктавный спектральный анализ» отображается окно «Настройка параметров взаимного спектра» (Рис. 2.2). Окно «Настройка параметров взаимного спектра» можно также вызвать, если нажать на клавиатуре кнопку «Esc» при активном окне «Взаимного долеоктавного спектрального анализа».

Сверху в окне отображается частота дискретизации в герцах.

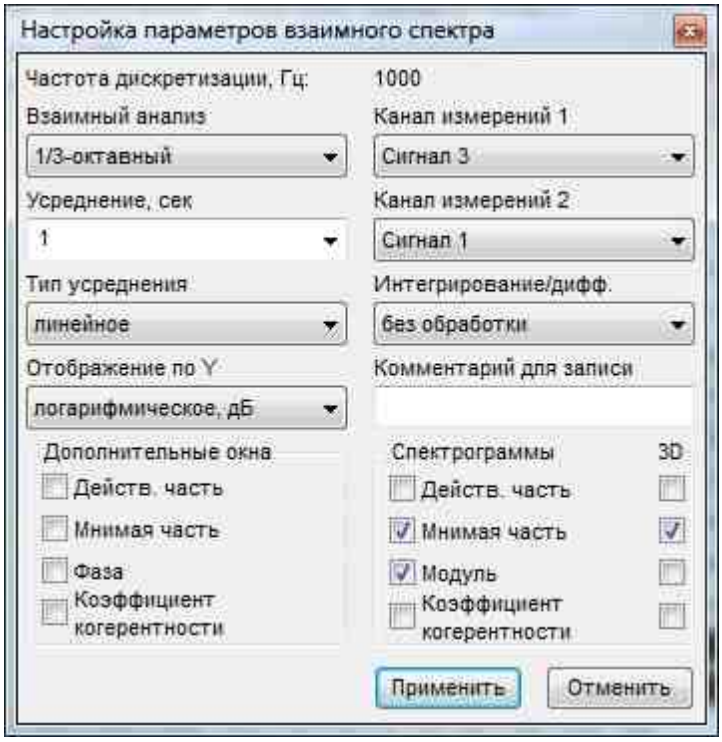


Рис. 2.2 Настройка параметров Взаимного долеоктавного спектра

В полях со стрелками (списки)  выбирать элементы можно двумя способами. Нажать на стрелку поля и «мышкой» выбрать из раскрывшегося списка нужный элемент, или щелкнуть «мышкой» по полю и, меняя значения в окне при помощи ролика «мыши», выбрать нужный элемент.

Список под надписью **Взаимный анализ** позволяет выбирать различные виды взаимного долеоктавного анализа: октавный анализ, 1/3-октавный, 1/12- и 1/24-октавный анализы.

Из списка под надписью **Усреднение, с** выбирается продолжительность усреднения спектров. Значения усреднения можно либо выбирать из списка, либо вводить с клавиатуры. Максимальное усреднение 100 *с*, минимальное усреднение 0,1 *с*.

Список под надписью **Канал измерений 1-й** и **2-й** позволяет выбирать каналы модуля. Для вычисления взаимных спектров необходимо выбрать два различных канала.

Список под надписью **Тип усреднения** выбирает тип режима накопления и усреднения спектров (тип усреднения): линейное или экспоненциальное.

Список под надписью **Интегрирование/дифф.** позволяет выбрать вид обработки сигнала: двойное дифференцирование, дифференцирование, без обработки, интегрирование, двойное интегрирование. Это полезно при работе с датчиками скорости и датчиками ускорения.

Поле под надписью **Отображение по Y** включает логарифмический масштаб (в дБ, относительно опорного значения для вычисления в дБ) или линейный масштаб (в единицах измерения) отображения спектра. Опорное значение для вычисления дБ задается в программе «Редактирование файлов параметров».

В поле под надписью **Комментарий для записи** можно занести любую необходимую информацию. Она будет добавлена в виде комментария в файл при записи результатов обработки сигнала.

Включая-выключая флажки под надписью **Дополнительные окна** мы имеем возможность более подробного исследования спектра. Они дают возможность увидеть следующие характеристики сигнала: действительную и мнимую части сигнала, фазу и коэффициент когерентности.

Набор последовательно полученных спектров можно просмотреть в виде спектрограммы. Включая флажки под надписью **Спектрограммы** можно увидеть спектрограммы модуля, действительной и мнимой частей, спектрограмму коэффициента когерентности.

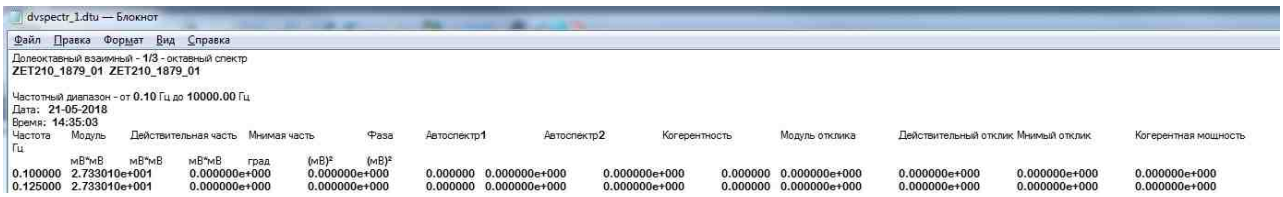
Флажки под надписью **3-D** включают объемное изображение время-частотного распределения сигнала.

Запись результатов в файл .....

Запись результатов в файл во Взаимный долеоктавный спектральный анализ

В программе **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtu*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Взаимный долеоктавный спектральный анализ** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.

Пример файла приведён на рисунке ниже.


dvspectr_1.dtu — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

Долеоктавный взаимный - 1/3 - октавный спектр
ZET210_1879_01 ZET210_1879_01

Частотный диапазон - от 0.10 Гц до 10000.00 Гц
Дата: 21-05-2018
Время: 14:35:03

Частота Гц	Модуль	Действительная часть	Мнимая часть	Фаза	Автоспектр1	Автоспектр2	Когерентность	Модуль отклика	Действительный отклик	Мнимый отклик	Когерентная мощность
	мВ*мВ	мВ*мВ	мВ*мВ	град	(мВ)²	(мВ)²					
0.100000	2.733010e+001	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000e+000
0.125000	2.733010e+001	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000e+000	0.000000e+000

Файл результатов, записанный программой "Взаимный долеоктавный спектральный анализ "

Взаимный корреляционный анализ .....

Программа предназначена для проведения взаимного корреляционного анализа сигналов, поступающих с входных каналов анализаторов спектра в реальном масштабе времени или в режиме просмотра записанных временных реализаций и для просмотра различных корреляционных характеристик сигналов.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Корреляционный анализ — это совокупность основанных на математической теории корреляции методов обнаружения корреляционной зависимости между двумя случайными признаками или факторами.

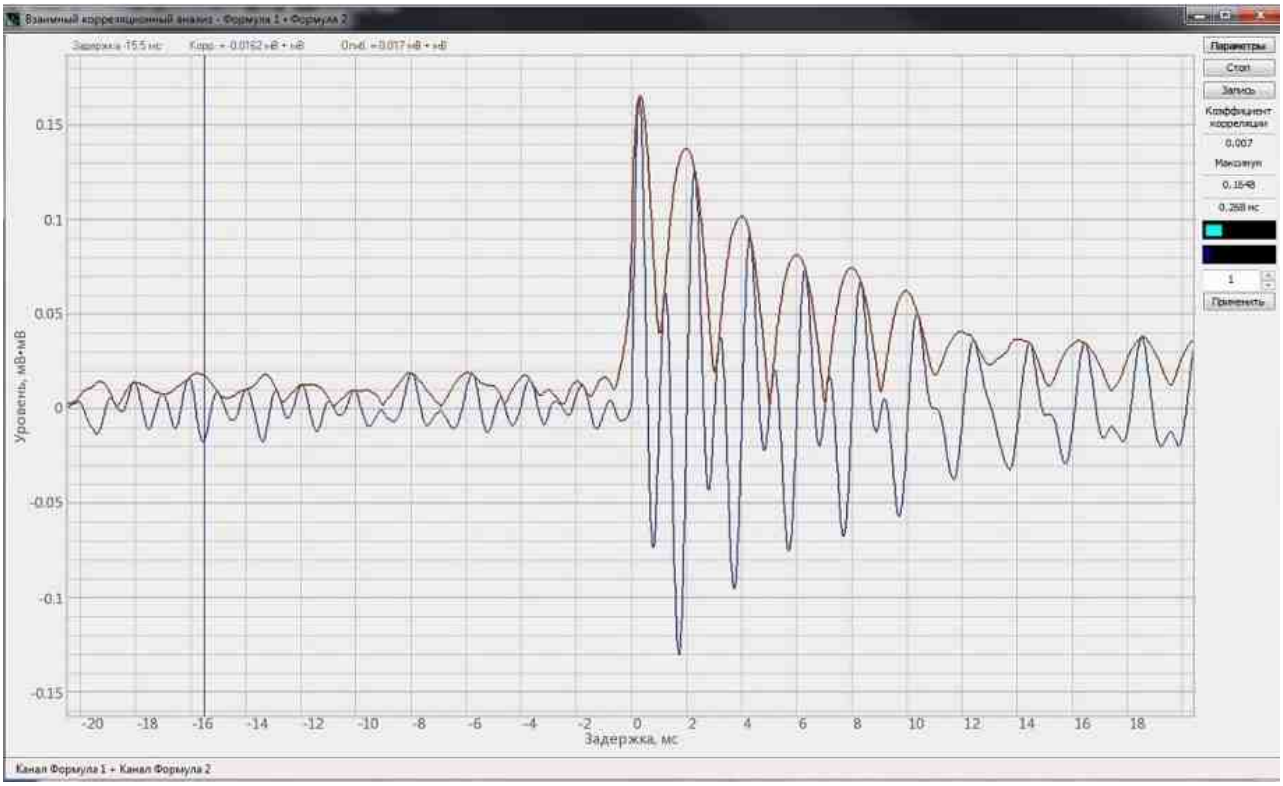
Для решения ряда диагностических задач часто используется взаимный корреляционный анализ сигналов в двух или более разнесенных в пространстве точках контроля. Функция взаимной корреляции имеет вид:

$$R_{x_1x_2} = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \mathbf{x}_1(t)\,\mathbf{x}_2(t+\tau)\,p\{\mathbf{x}_1(t)\,\mathbf{x}_2(t+\tau), t, \tau\}\,d\,\mathbf{x}_1(t)\,d\,\mathbf{x}_2(t+\tau)$$

где $\mathbf{x}_1(t)\,\mathbf{x}_2(t+\tau)$ где - значения сигналов, измеренные в двух разных точках и разные моменты времени.

Для двух независимых случайных сигналов функция взаимной корреляции равна нулю, а при наличии в двух сигналах общей периодической или стационарной случайной компоненты она определяется мощностью этой компоненты и временным сдвигом между сигналами в двух точках контроля.

Взаимный корреляционный анализ сигналов чаще всего используется для выделения слабого сигнала на фоне сильных статических несвязанных помех, а также для определения пространственных координат их источника по величине временного сдвига. Он позволяет обнаружить не только узкополосные, но и коррелированные случайные широкополосные сигналы, поэтому более эффективно используется, например, для поиска утечек в трубопроводах по шумам, возникающим в зоне утечки и распространяющимся по потоку жидкости (газа).



Следует, однако, отметить, что в задачах обнаружения утечек чаще используются не корреляционные, а спектральные методы анализа, так как взаимный спектральный анализ стационарных процессов дает больше информации (см. "Взаимный узкополосный анализ" и "Взаимный долеоктавный спектральный анализ"). Но взаимный корреляционный анализ оказывается более эффективным при пространственном обнаружении нестационарных, в том числе импульсных, процессов и может использоваться, например, для обнаружения и определения координат источников акустической эмиссии в однородных нагруженных металлических конструкциях.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Основные функции и параметры программы:

- частотный диапазон анализа: 0...1, 0...10, 0...100, 0...1 000, 0...10 000 Гц;
- длительность анализа: от 5 мс до 10.5 с;
- время усреднения: от 0,1 до 10 с;
- проведение взаимного корреляционного анализа сигналов в различных частотных диапазонах;
- возможность цифровой фильтрации сигналов;
- измерение и отображение графиков максимального, среднего значений, а также графика огибающей;
- измерение и отображение 2-/3-мерных коррелограмм;
- расчет дистанций по разностной задержке сигналов;
- сохранение настроек программы и их восстановление при последующих запусках;

- новые типы результатов (с соответствующей доработкой одноимённого SCADA-компонента):
  - коэффициент корреляции;
  - подавление шумов канала 2;
  - подавление шумов;
- два типа усреднений - линейное и экспоненциальное;
- факультативное использование временного окна при выполнении расчётов;
- возможность выбора длины фильтра при удалении дискрет из рассчитанных результатов.

Взаимный корреляционный анализ - новые возможности

Программа “Взаимный корреляционный анализ” в новой версии получила возможность выполнять вычисления не только взаимной корреляционной функции и функции правдоподобия, но и нормированной и разностной корреляционных функций. Нормированная корреляционная функция NCx,y сигналов x(t) и y(t) и разностная корреляционная функция SCx,y этих же сигналов рассчитываются в программе по формуле:

$$NC_{x,y} = \frac{XC_{x,y}}{\sqrt{AC_x \cdot AC_y}},$$

$$SC_{x,y} = XC_{x,y} - \sqrt{AC_x \cdot AC_y},$$

где: XC - взаимная корреляционная функция;

AC - автокорреляционная функция, смещённая на временную задержку, равную задержке, при которой взаимная корреляционная функция имеет максимум.

Из определения этих функций следует, что если y(t) — это задержанный на некоторое время сигнал x(t), то NCx,y ≡ 1 и SCx,y ≡ 0. Такие свойства предоставляют дополнительные возможности при определении источника сигналов, что может быть востребовано, например: в различных системах обнаружения утечек в трубопроводах.

При отображении 2D-коррелограммы появилась возможность отображать дополнительные графики: сечения коррелограммы по времени и по временной задержке, то есть графики:

- зависимость значения взаимной корреляционной функции от времени при определённой временной задержке;
- зависимость значения взаимной корреляционной функции от задержки при определённом времени коррелограммы.

Новая версия программы является многоканальной, т.е. одновременно в одной программе параллельно могут рассчитываться несколько корреляторов. Задать количество корреляторов в программе можно с помощью дополнительных элементов главного окна программы (*Рис. 1*).

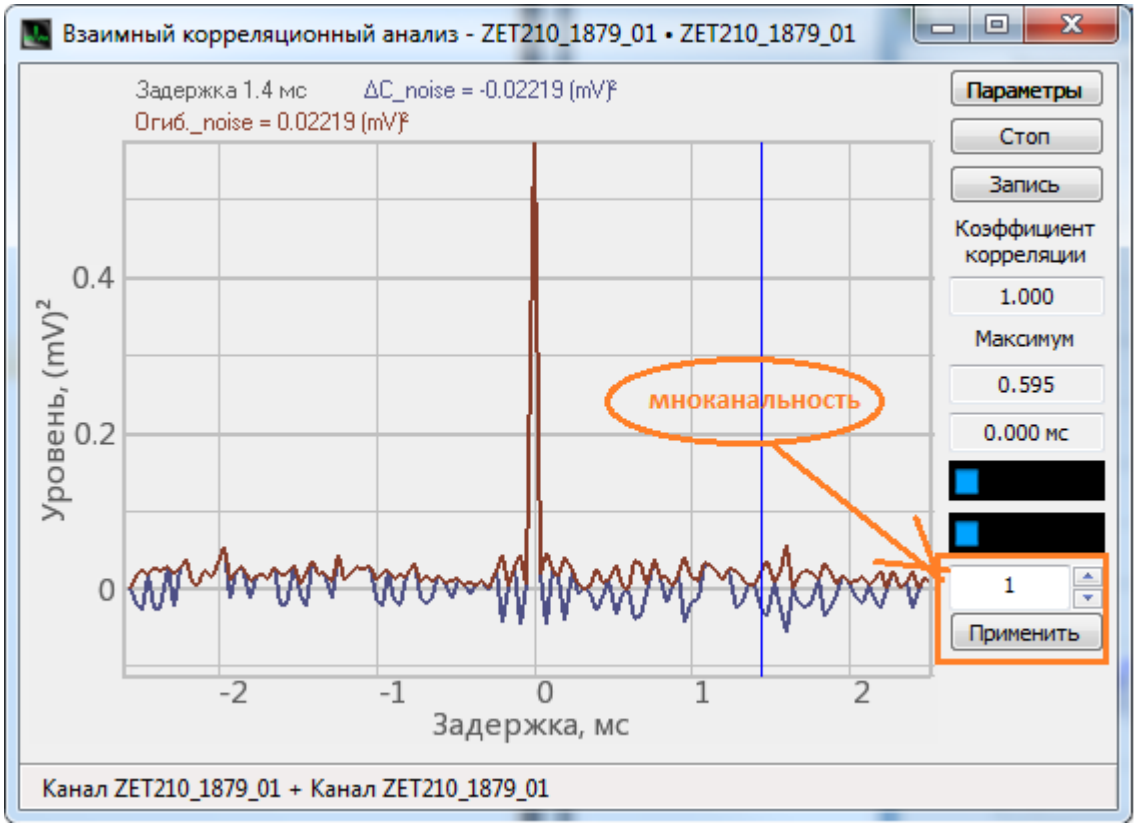


Рис. 1 Главное окно программы. Оранжевой линией обозначены элементы для задания количества корреляторов программы

В многоканальном режиме дополнительные окна с коррелограммами 2D и 3D не отображаются. В этом режиме окно параметров будет отображать значения параметров текущего коррелятора. В начале текущий коррелятор имеет номер 1, в дальнейшем его можно задать с помощью элемента выбора, который появляется в главном окне программы при задании количества корреляторов, более 1 (*Рис. 2*).

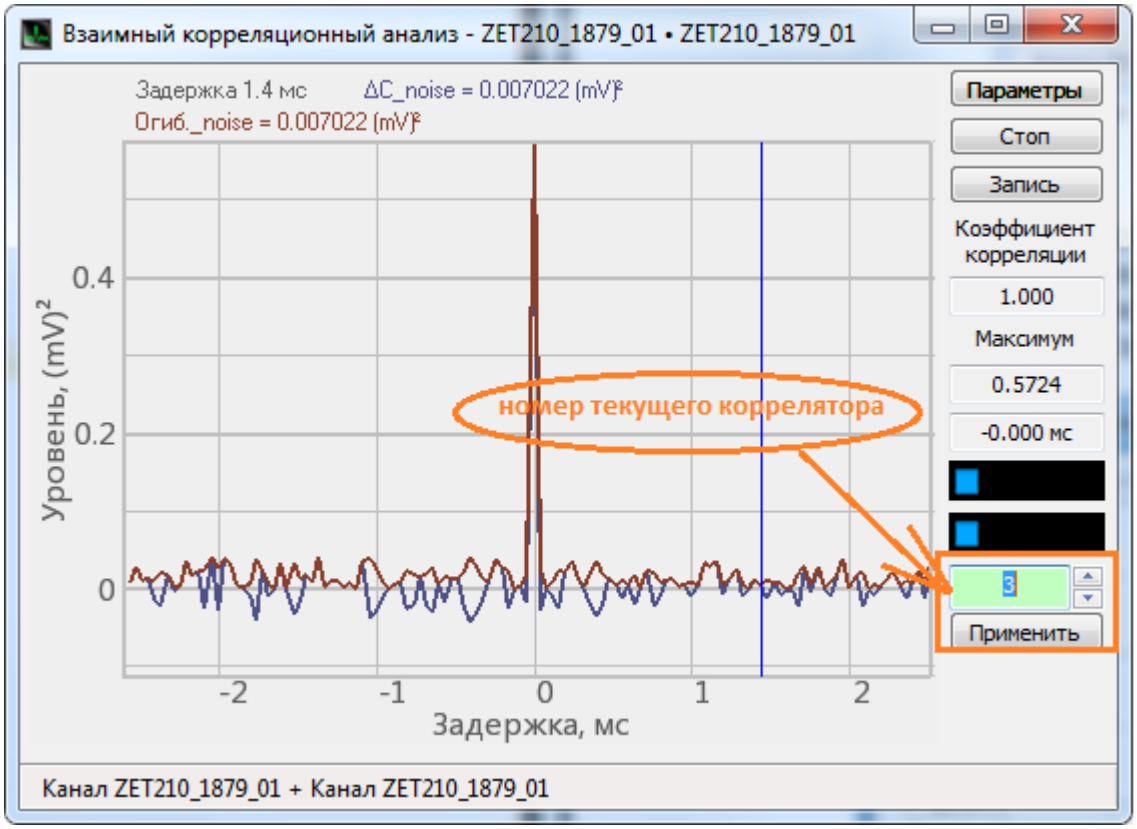


Рис. 2. Главное окно программы при выборе текущего коррелятора, у которого не заданы каналы

Параметры каждого коррелятора могут быть уникальными или общими для всех. При увеличении количества корреляторов, вновь созданные не работают, т.к. в них не заданы рабочие каналы. При этом фон кнопки “Параметры” становится красным (*Рис. 2*), что говорит о необходимости задать параметры, позволяющие начать работу данного коррелятора. После открытия окна параметров на мониторе появится окно, аналогичное окну (*Рис. 3*).

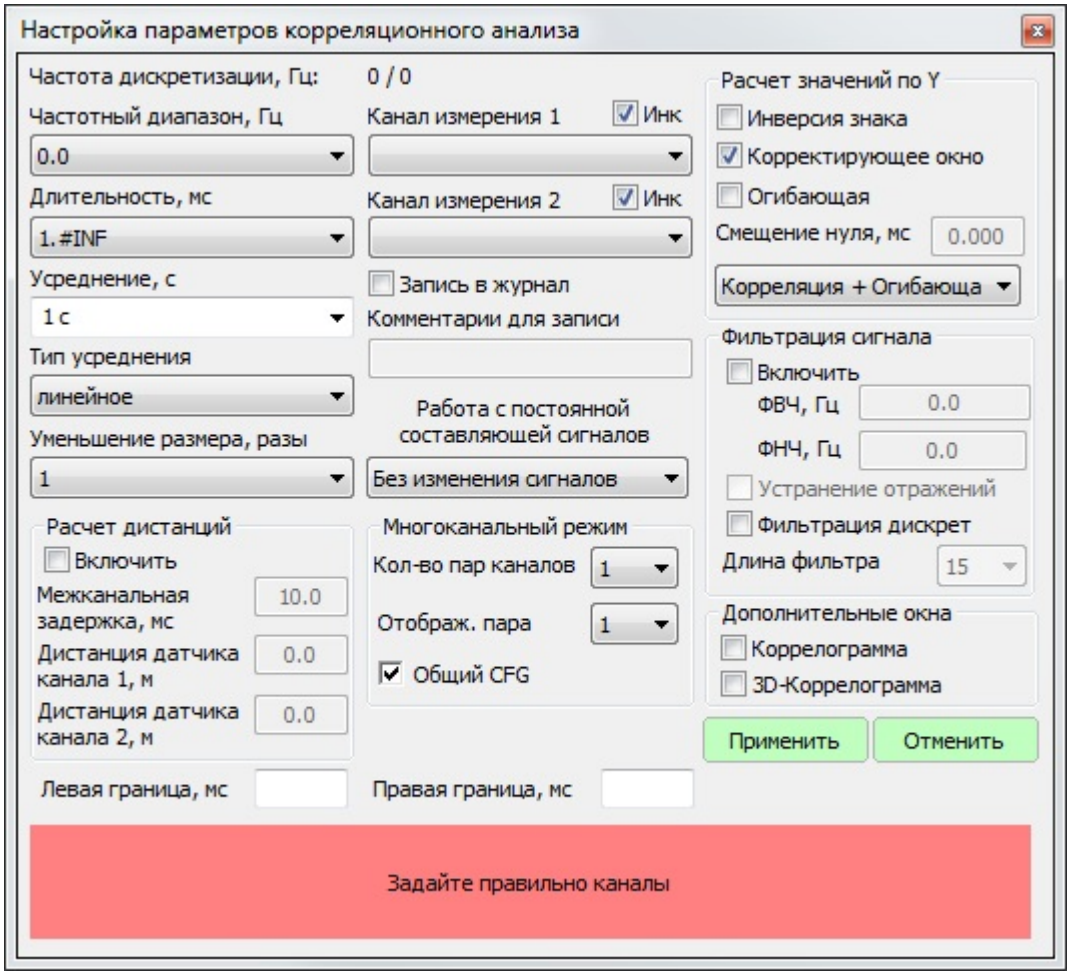


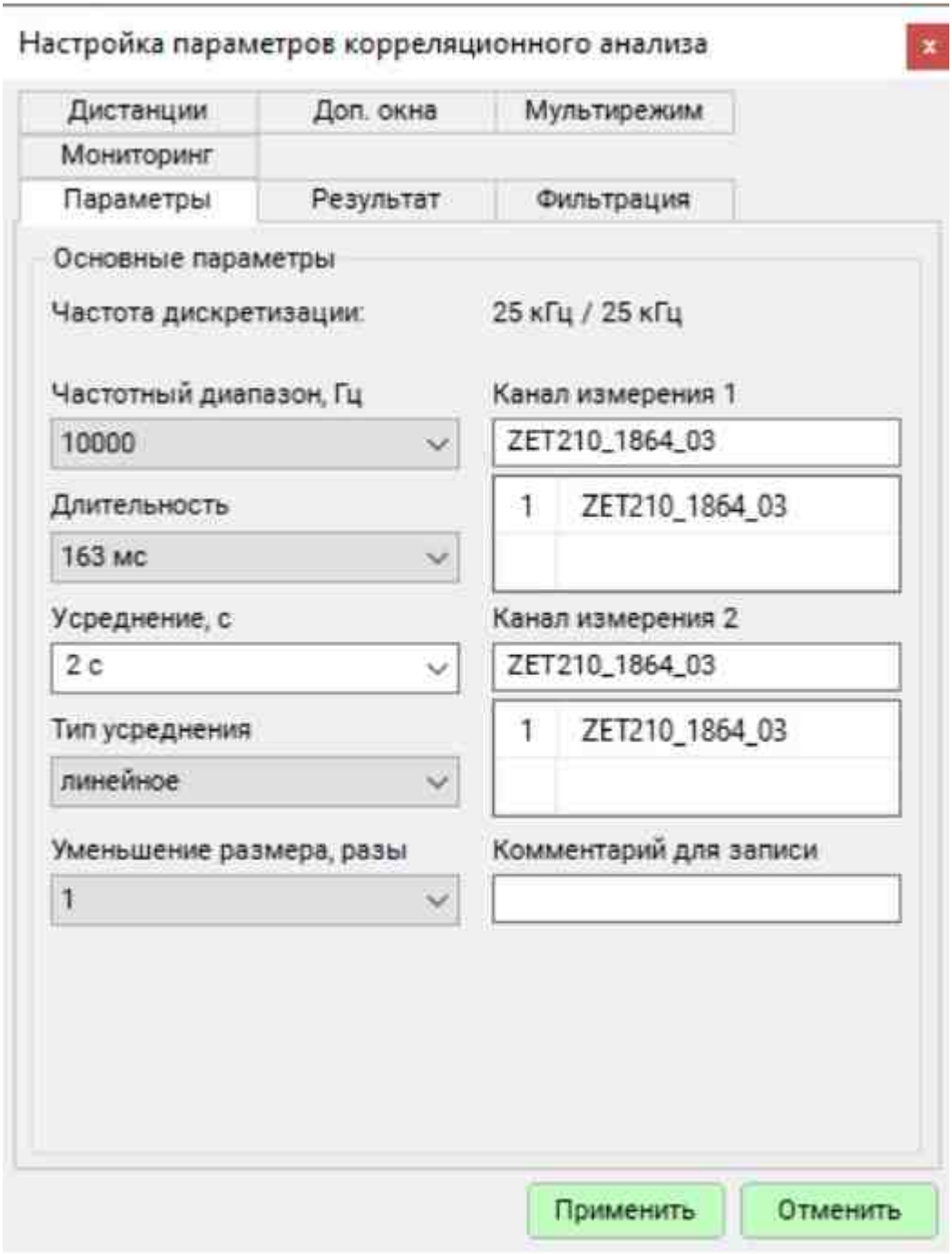
Рис. 3. Окно параметров при неправильном задании каналов

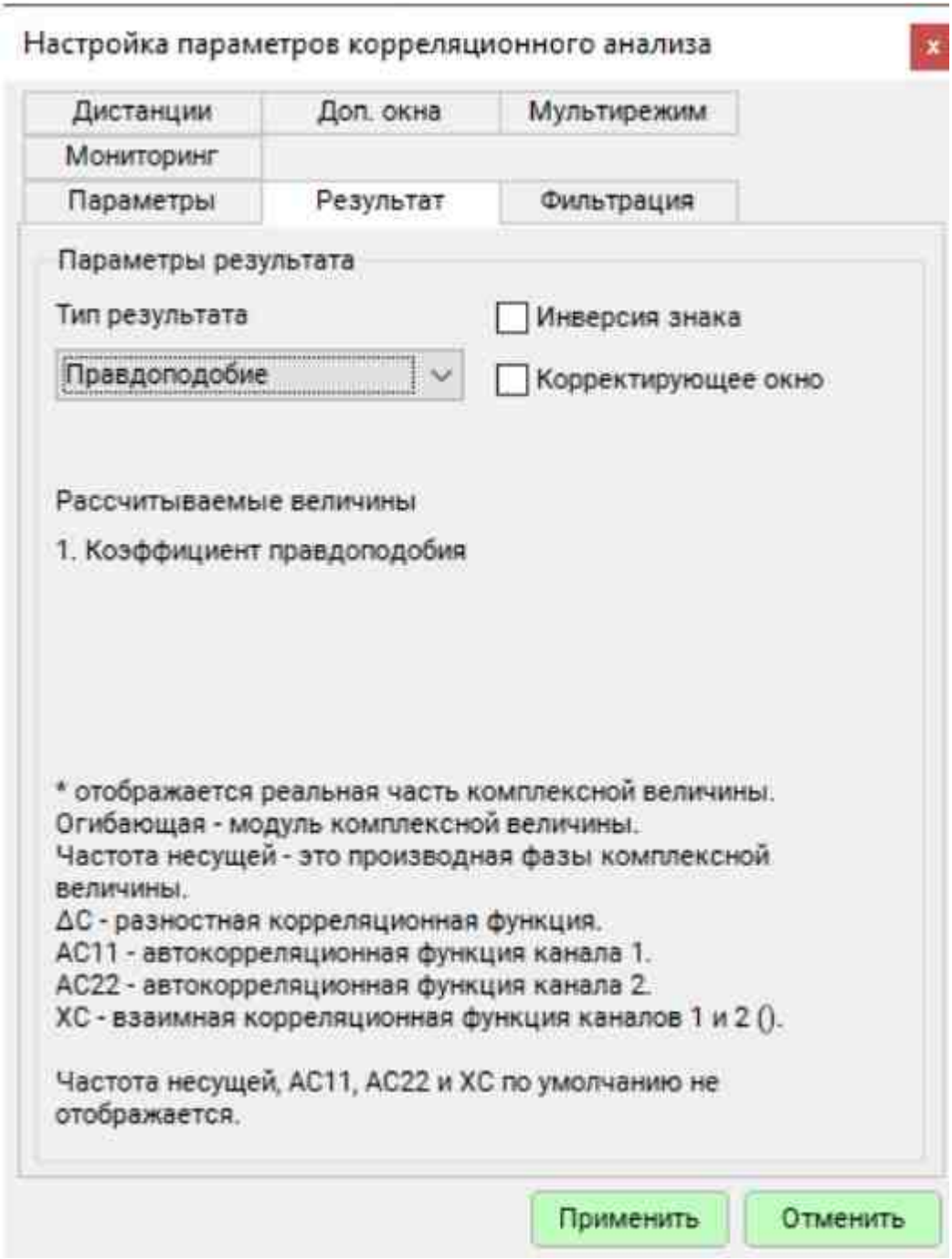
Как видно из рисунка 3, внизу окна параметров появляется сообщение на красном фоне о причине неверных значений. При этом красный фон сообщает о невозможности продолжения работы.

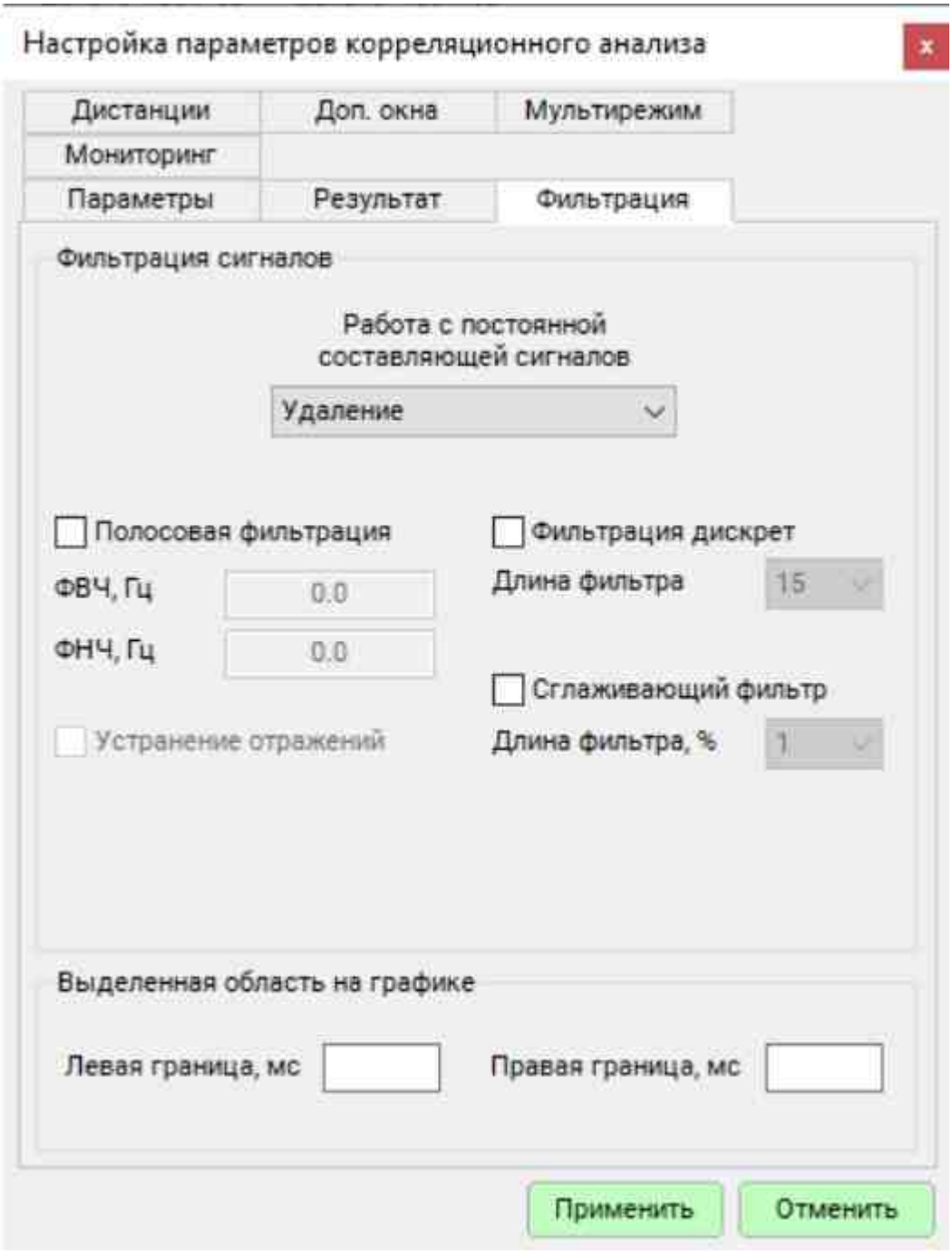
При задании неверного значения какого-либо из параметров в нижней части окна появится сообщение на желтом фоне.

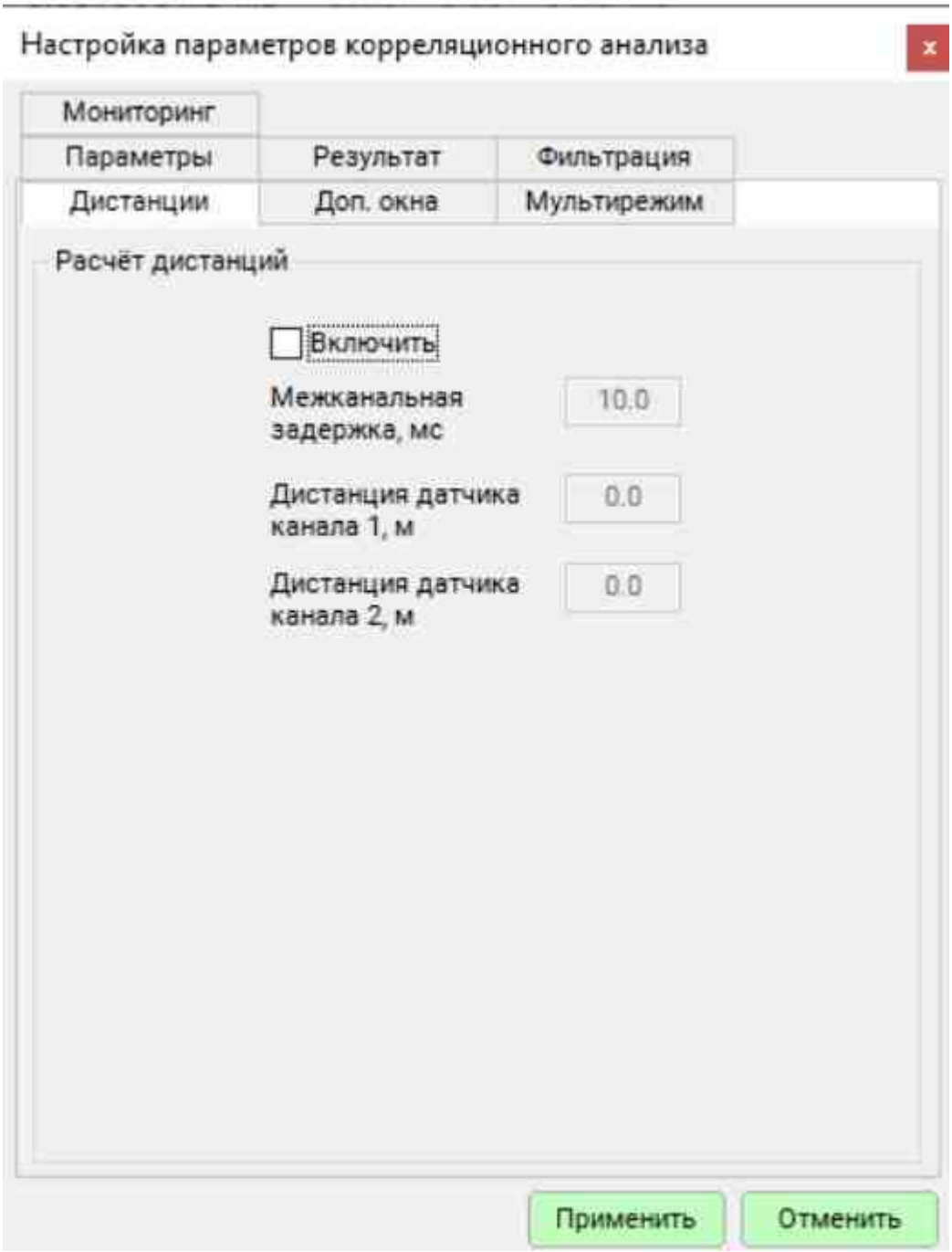
Дополнительные возможности Взаимного корреляционного анализа

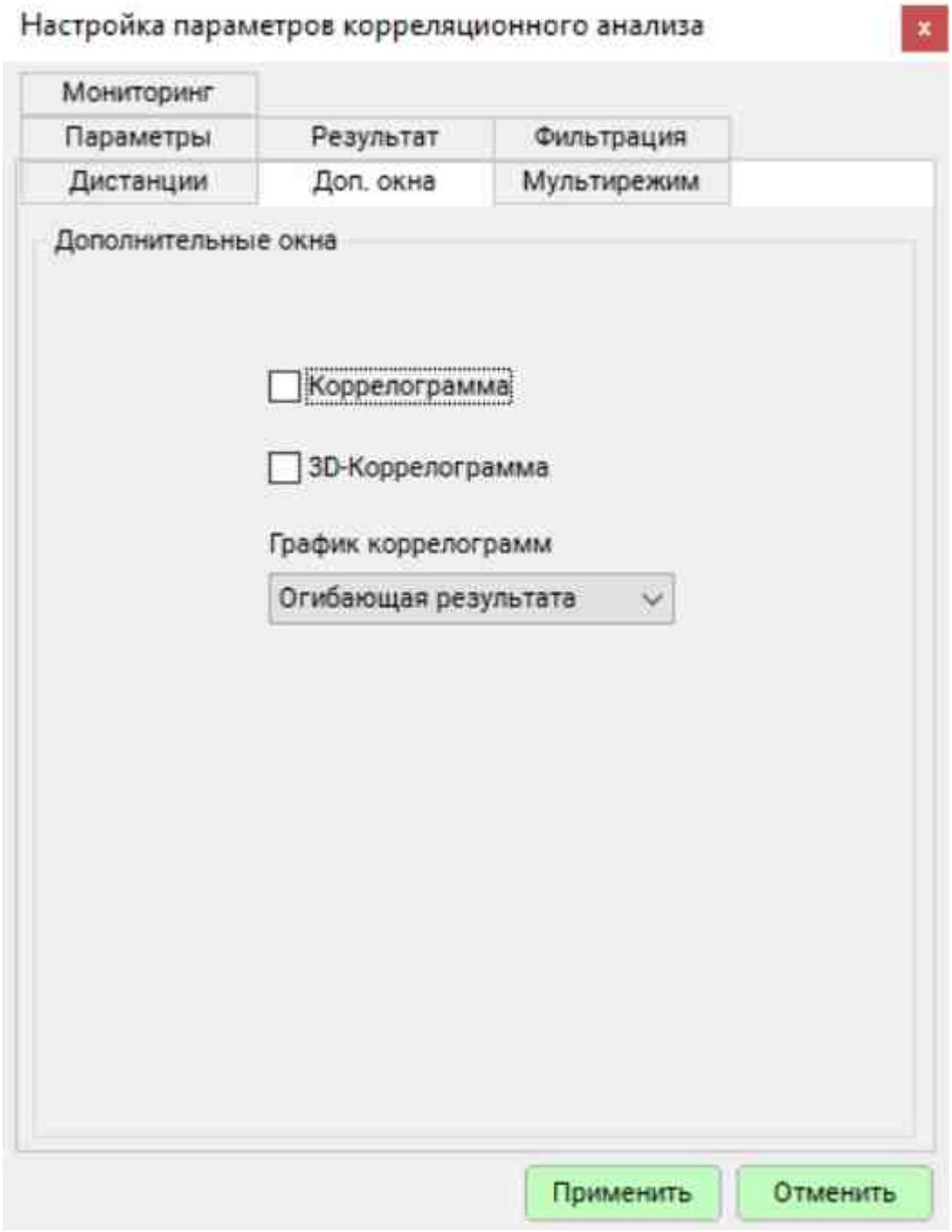
1. Окно настройки параметров программы “Взаимный корреляционный анализ” состоит из набора вкладок, представленных на рисунках.

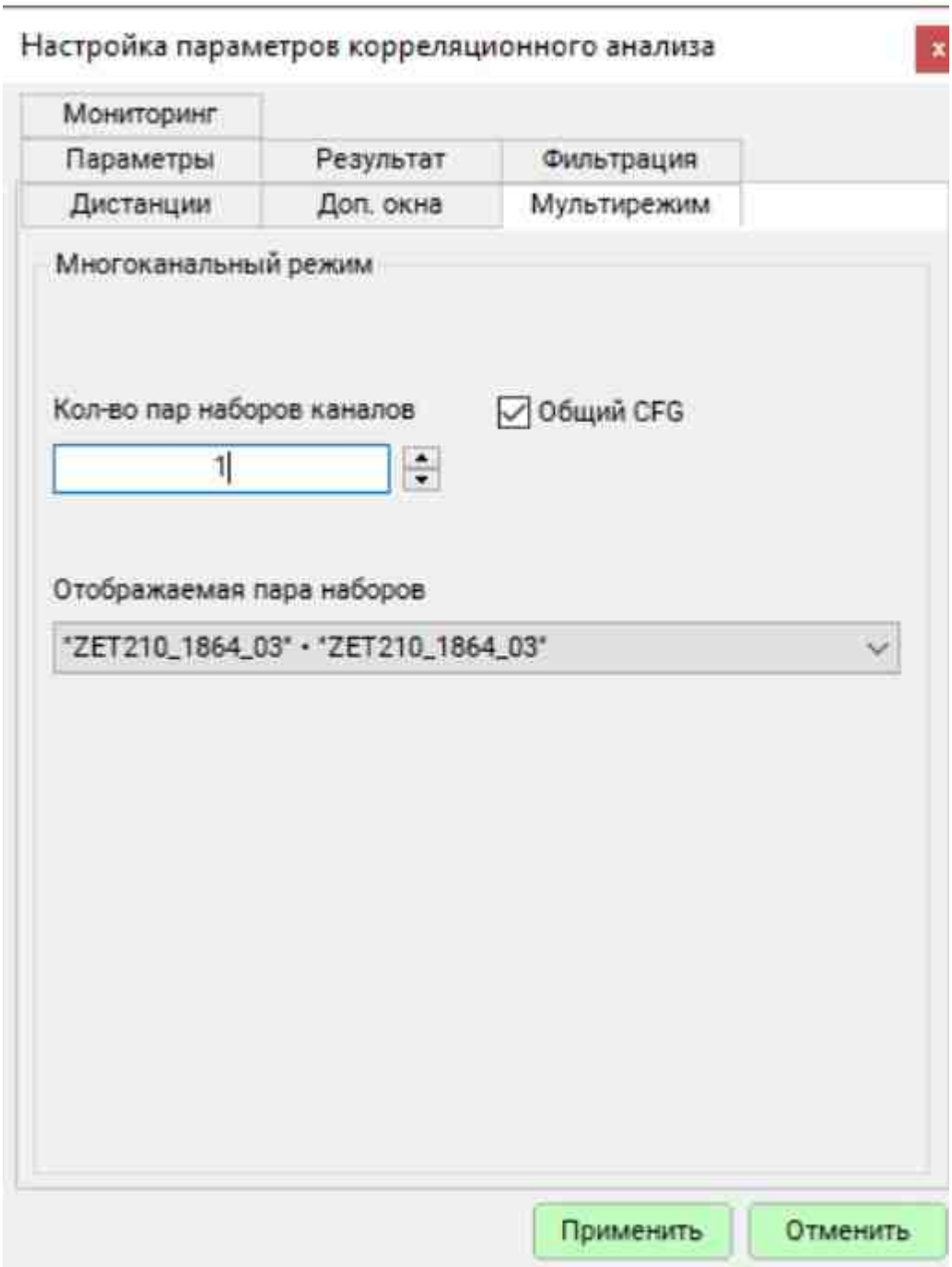

Настройка параметров корреляционного анализа
Дистанции
Доп. окна
Мультирежим
Мониторинг
Параметры
Результат
Фильтрация
Основные параметры
Частота дискретизации:
25 кГц / 25 кГц
Частотный диапазон, Гц
10000
Длительность
163 мс
Усреднение, с
2 с
Тип усреднения
линейное
Уменьшение размера, разы
1
Канал измерения 1
ZET210_1864_03
1 ZET210_1864_03
Канал измерения 2
ZET210_1864_03
1 ZET210_1864_03
Комментарий для записи
Применить
Отменить


Настройка параметров корреляционного анализа
Дистанции
Доп. окна
Мультирежим
Мониторинг
Параметры
Результат
Фильтрация
Параметры результата
Тип результата
Правдоподобие
Инверсия знака
Корректирующее окно
Рассчитываемые величины
1. Коэффициент правдоподобия
* отображается реальная часть комплексной величины.
Огибающая - модуль комплексной величины.
Частота несущей - это производная фазы комплексной величины.
ΔC - разностная корреляционная функция.
AC11 - автокорреляционная функция канала 1.
AC22 - автокорреляционная функция канала 2.
XC - взаимная корреляционная функция каналов 1 и 2 ().
Частота несущей, AC11, AC22 и XC по умолчанию не отображается.
Применить
Отменить

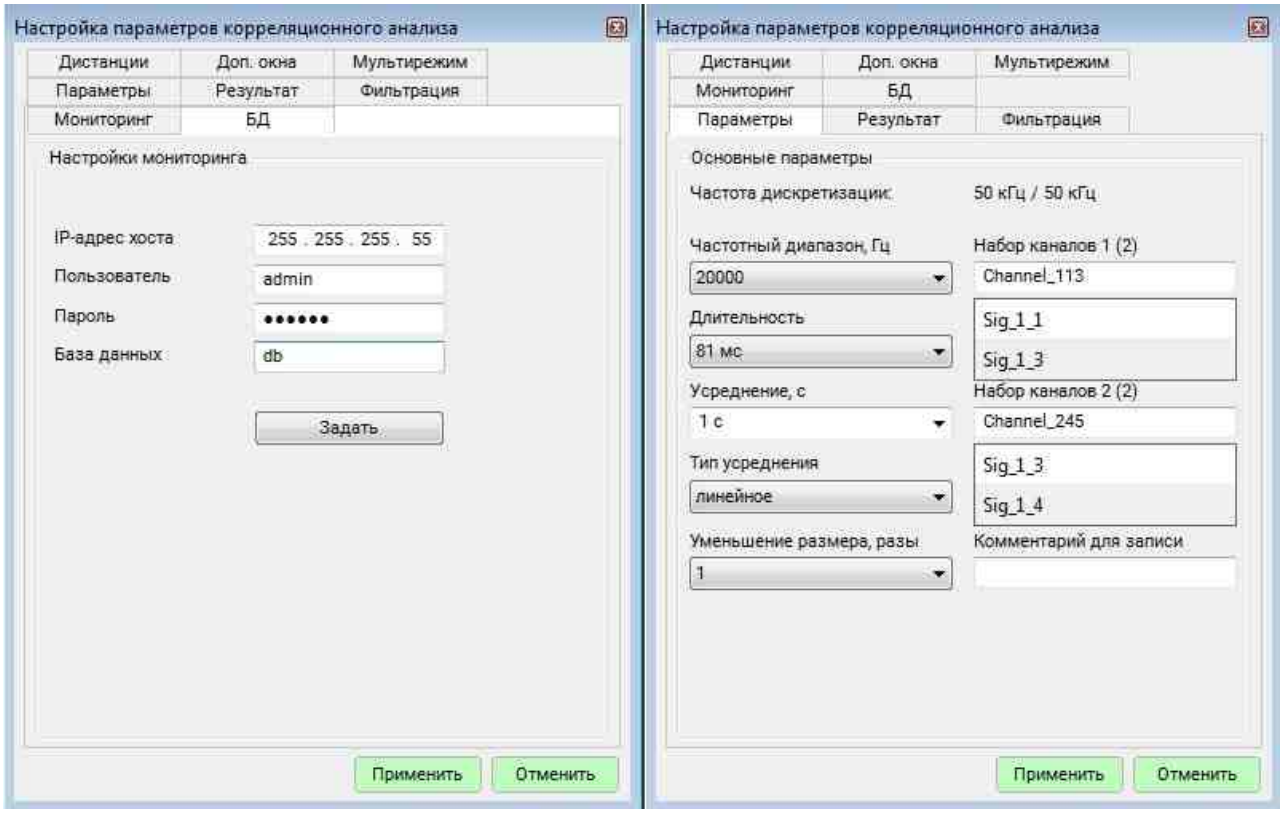

Настройка параметров корреляционного анализа
Дистанции
Доп. окна
Мультирежим
Мониторинг
Параметры
Результат
Фильтрация
Фильтрация сигналов
Работа с постоянной составляющей сигналов
Удаление
Полосовая фильтрация
ФВЧ, Гц
0.0
ФНЧ, Гц
0.0
Устранение отражений
Фильтрация дискрет
Длина фильтра
15
Сглаживающий фильтр
Длина фильтра, %
1
Выделенная область на графике
Левая граница, мс
Правая граница, мс
Применить
Отменить


Настройка параметров корреляционного анализа
Мониторинг
Параметры
Результат
Фильтрация
Дистанции
Доп. окна
Мультирежим
Расчёт дистанций
Включить
Межканальная задержка, мс
10.0
Дистанция датчика канала 1, м
0.0
Дистанция датчика канала 2, м
0.0
Применить
Отменить


Настройка параметров корреляционного анализа
Мониторинг
Параметры
Результат
Фильтрация
Дистанции
Доп. окна
Мультирежим
Дополнительные окна
Коррелограмма
3D-Коррелограмма
График коррелограмм
Огибающая результата
Применить
Отменить



2. В новой версии программы расчёты можно производить не только по данным канала, но и по суммарной энергии нескольких каналов. Для этого во вкладке “Параметры” окна настройки программы следует выбрать несколько каналов и задать имя набора. Компонент для выбора нескольких каналов в программе используется так же, как в программе “Узкополосный спектр”.



Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Взаимный корреляционный анализ** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

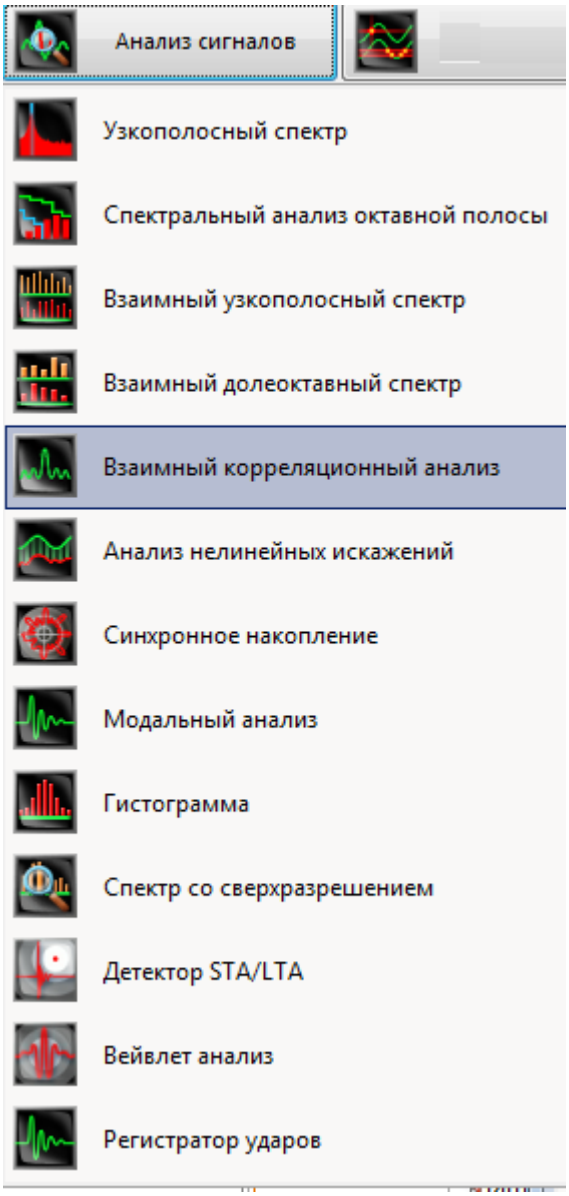
Программа **Взаимный корреляционный анализ** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями.

Взаимный корреляционный анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**

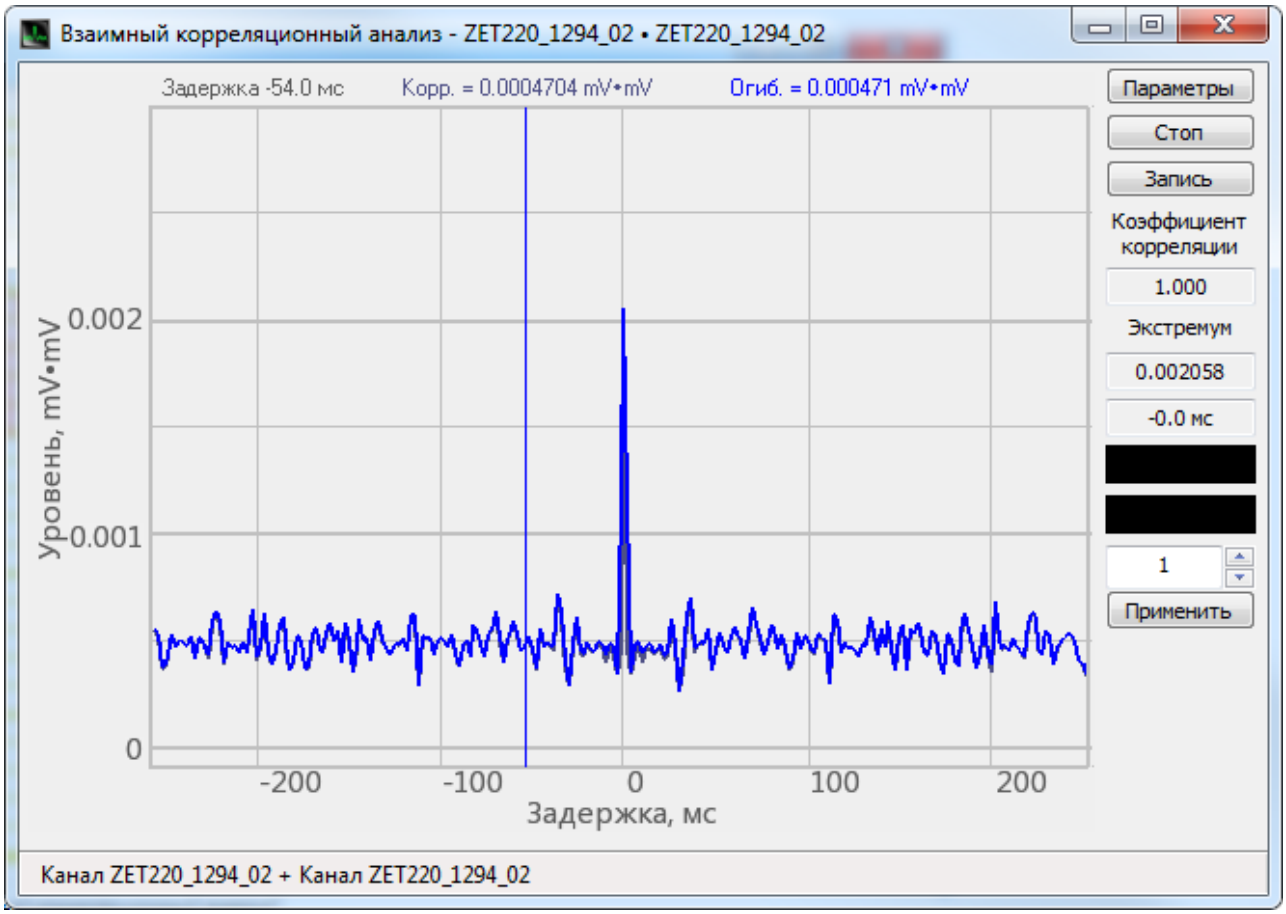
Интерфейс программы .....

Программа **Взаимный корреляционный анализ** запускается из меню **Анализ сигналов** панели **ZETLAB**.

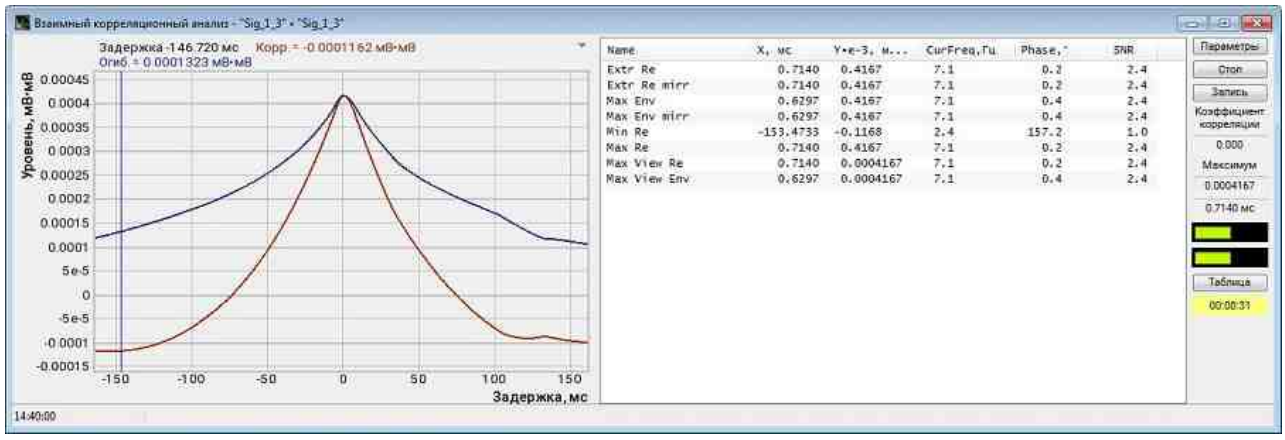


Запуск программы "Взаимный корреляционный анализ"

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала. Над графиком спектра отображаются измеряемые величины (задержка, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика.



Окно программы "Взаимный корреляционный анализ"



Окно программы "Взаимный корреляционный анализ" пример работы программы

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: corr.exe*

Основную часть программы **Взаимный корреляционный анализ** занимает поле для отображения результатов измерений - спектра сигнала, а также дополнительных графиков. Индикатор, расположенный справа от графика, отображает интегральные уровни с линейно-частотной характеристикой (слева) и с частотной характеристикой типа A-D (справа).

В правой части окна программы находятся кнопки и индикаторы:

- *Параметры* - вызывает окно настройки программы: канал измерений, параметры анализа и т.д.
- *Старт/Стоп* - включение/выключение анализа. При первом запуске программы кнопка **Старт** по умолчанию нажата. Если был задан интервал расчета для дополнительных графиков, то при нажатии на данную кнопку он обнуляется и расчет начинается заново.
- *Запись* - сохранение результатов в файл, структура файла описана в подразделе *Запись результатов в файл*.
- В полях под надписью *Коэффициент коррелограммы* рассчитывается полученный коэффициент коррелограммы.
- В полях под надписью *Максимум* указываются частота и значение текущего максимума спектра.
- *Использование индикаторов уровня сигнала* отображать отношение текущего значения сигнала к максимуму диапазона измерений. Позволяет быстро оценить уровень сигнала и отображает перегрузку по каналу.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Настройка программы .....

Для настройки параметров программы **Взаимный корреляционный анализ** необходимо левой кнопкой «мыши» нажать кнопку **Параметры**, которая находится в верхнем правом углу, после чего отобразится окно **Настройка параметров корреляционного анализа** (*Рис. 8a-8g*).

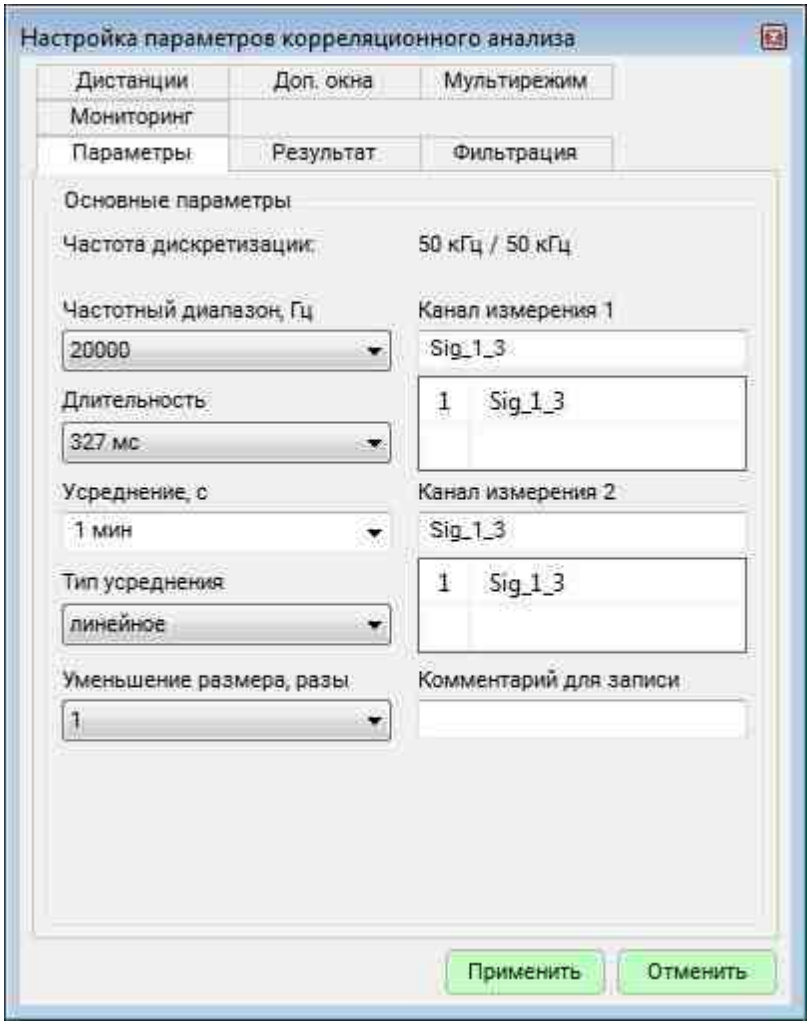


Рис. 8а Настройка параметров корреляционного анализа

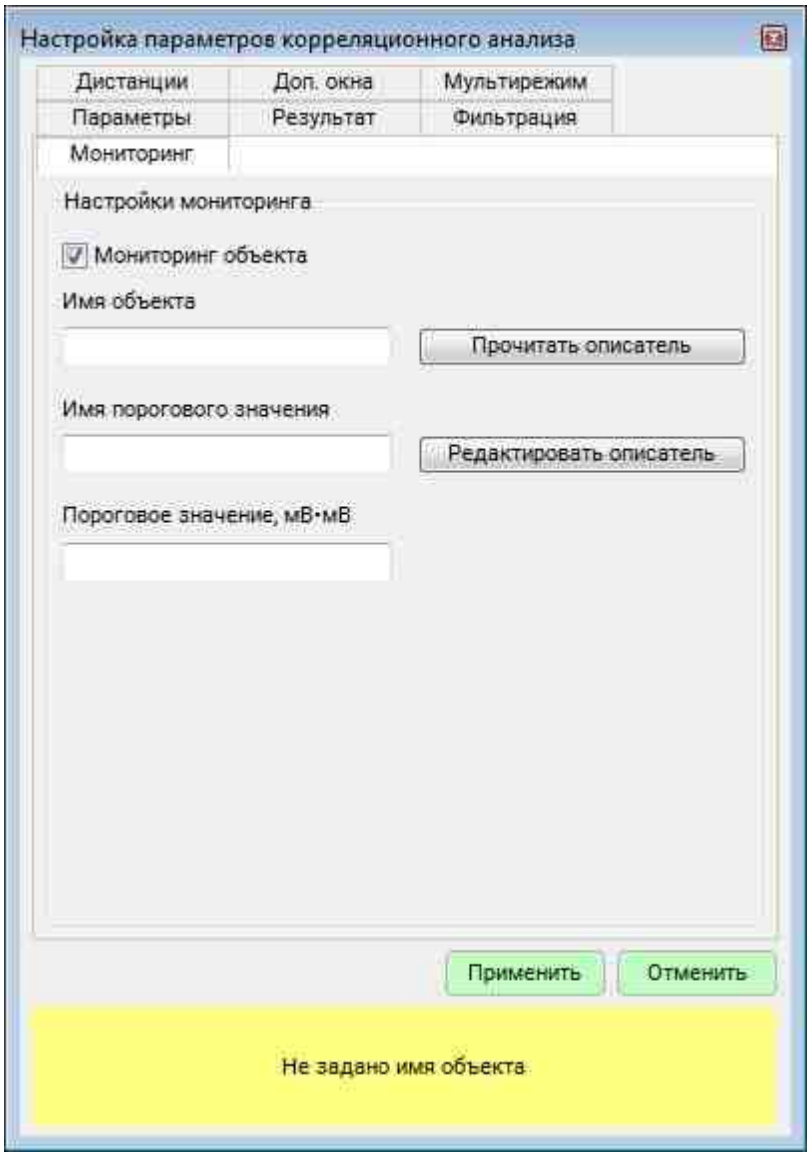


Рис. 8b Настройка параметров корреляционного анализа

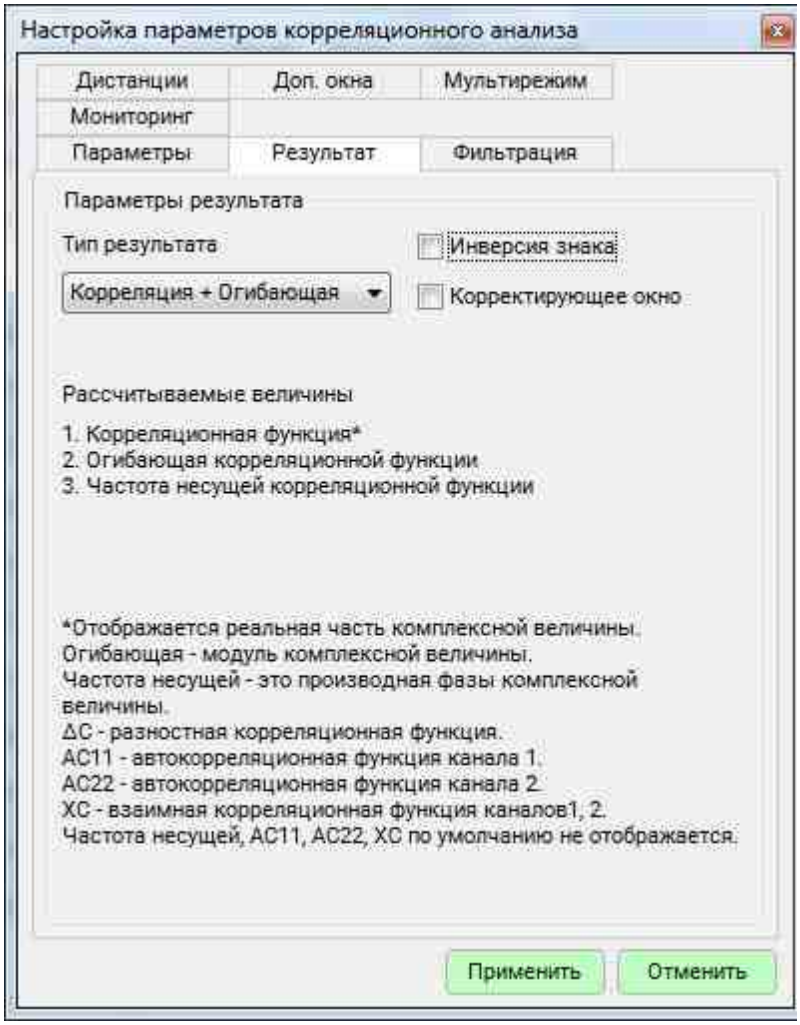


Рис. 8c Настройка параметров корреляционного анализа

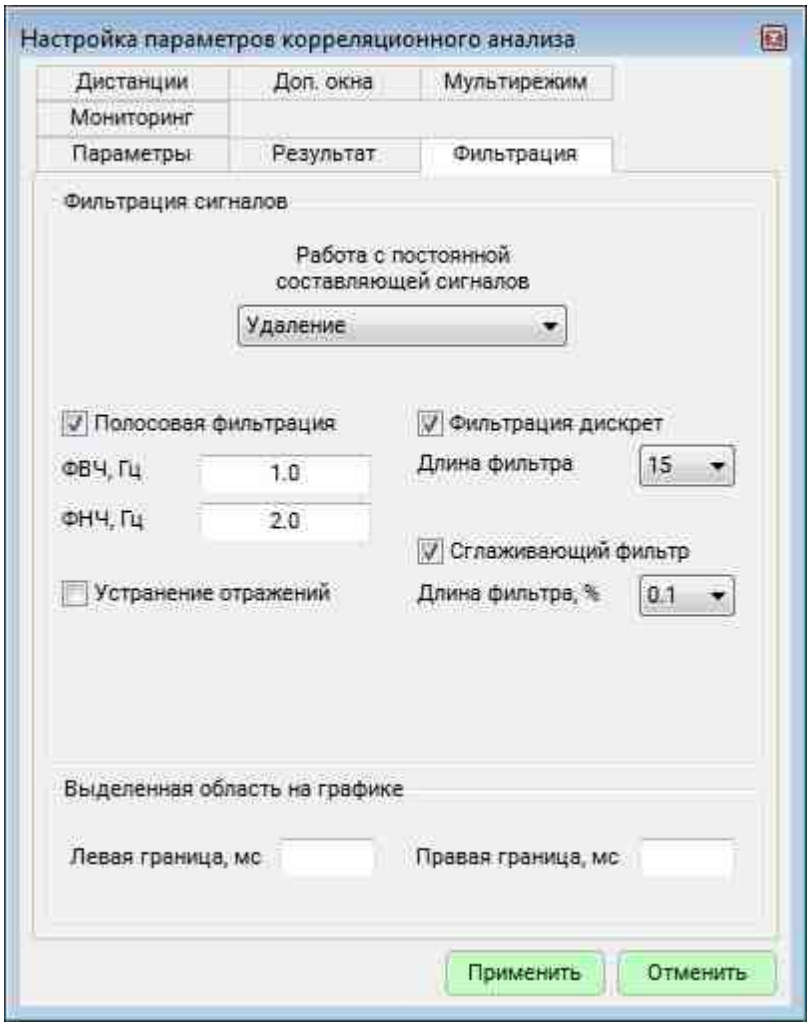


Рис. 8d Настройка параметров корреляционного анализа

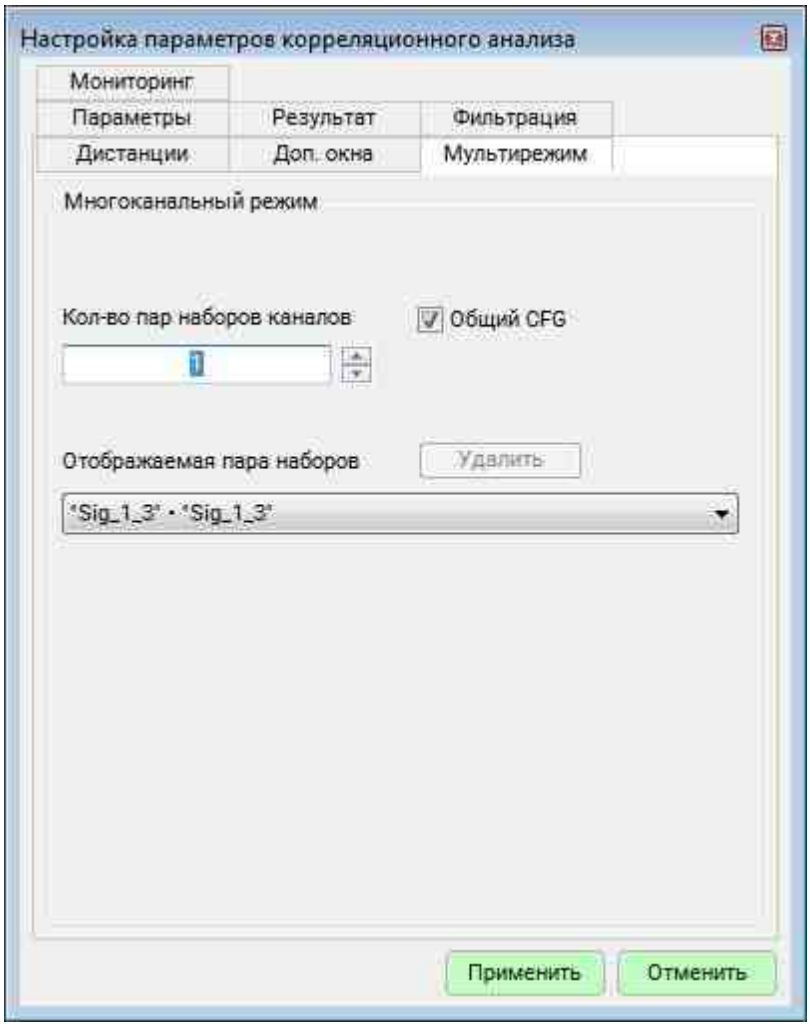


Рис. 8е Настройка параметров корреляционного анализа

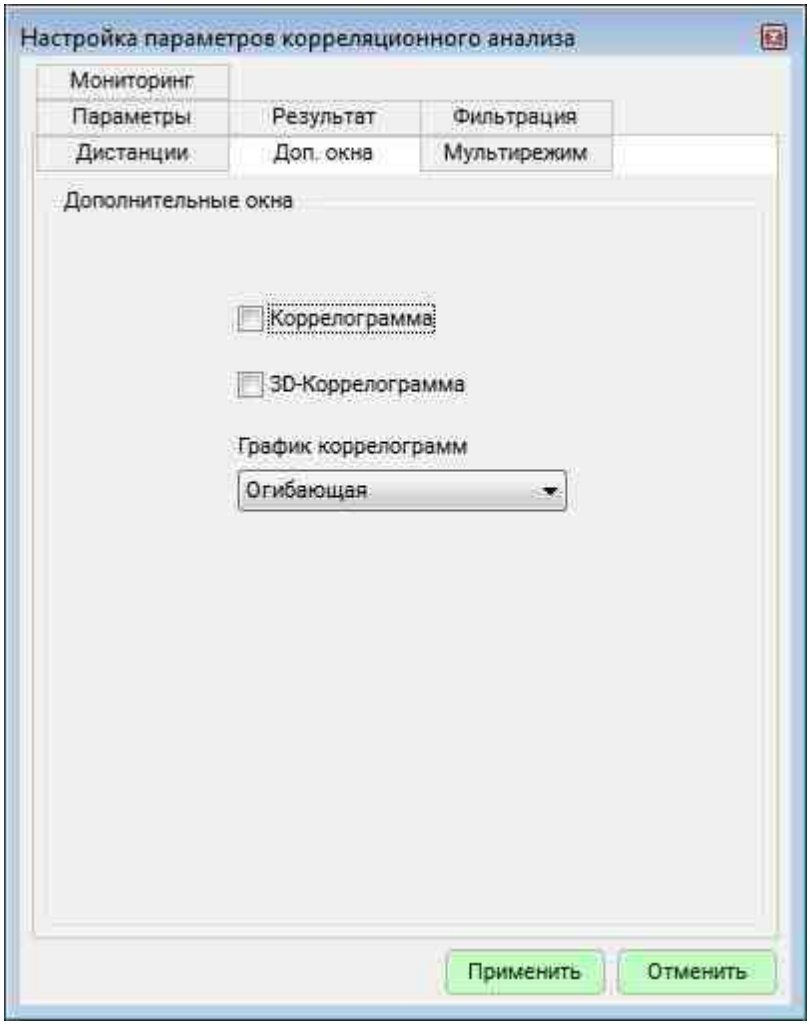


Рис. 8f Настройка параметров корреляционного анализа

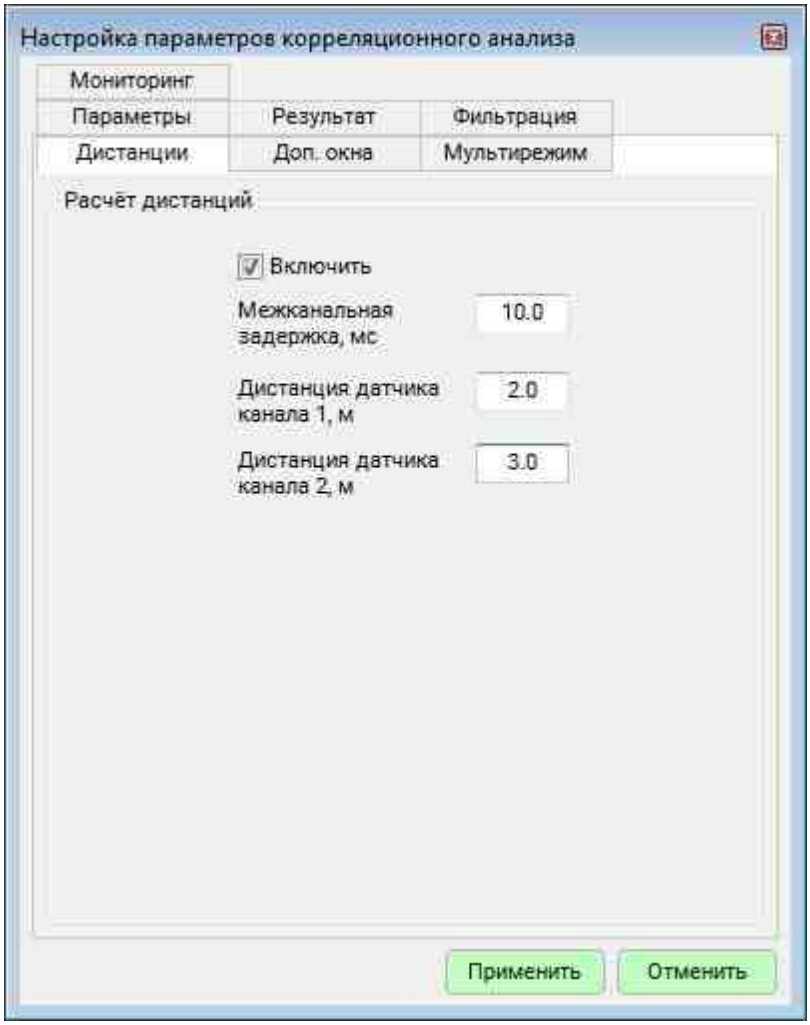


Рис. 8g Настройка параметров корреляционного анализа

Сверху окна будет отображена установленная частота дискретизации в Гц (см. в программе **Диспетчер устройств ZET**).

В полях со стрелками (списки)  выбирать значения параметров можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужное значение;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <> и <Ї> выбрать нужный элемент.

Список **Частотный диапазон, Гц** - выбор частотного диапазона (полосы анализа) в котором будет производиться анализ сигнала.

Список **Каналы измерений** - выбор включенного физического либо виртуального канала, по которому в программе **Взаимный корреляционный анализ** будет отображаться анализ сигнала.

Список **Усреднение, с** – выбор продолжительности усреднения мгновенных спектров, в секундах.

Рамка **Дополнительные окна** – установка/снятие флажков для включения/ выключения дополнительных окон анализа. Включаемые/выключаемые дополнительные окна:

- **Коррелограмма**;
- **3D-Коррелограмма**;

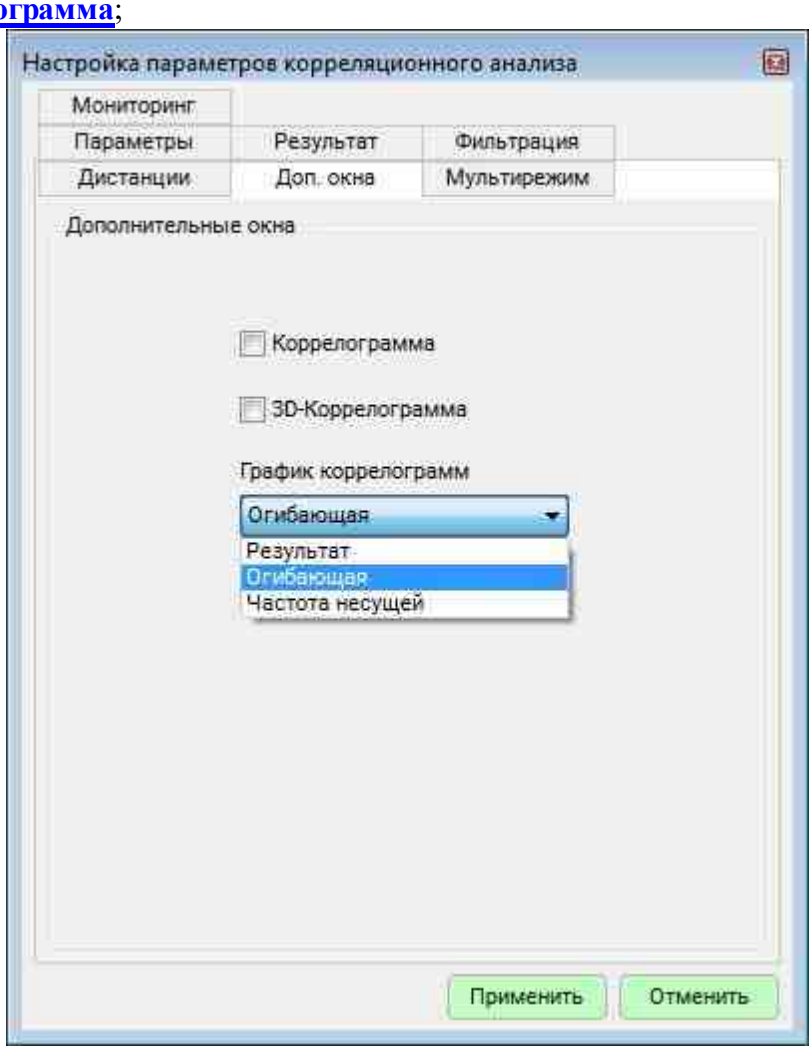


Рис. 9 Настройка параметров График коррелограмм

В рамке **Дополнительные окна** для отображения на графическом поле программы **Взаимный корреляционный анализ** представлен выбор Коррелограмма, 3D-Коррелограмма и График коррелограмм: Результат, Огибающая, Частота несущей.

Как представить измеренные данные не только в удобном для пользователя виде, но и добавив к ним большое количество сопутствующей информации, превратив обыденные графики в живой объект? Специально для более подробного анализа данных и просмотра событий была разработана программа “Просмотр исторических событий”. Данная программа входит в состав базового программного обеспечения ZETLAB и позволяет осуществлять просмотр и анализ исторических событий, записанных при помощи программного обеспечения ZETLAB за долгосрочный период времени.

Кнопка **Применить** служит для ввода настроек в программу **Взаимный корреляционный анализ** и выхода из окна **Настройка параметров корреляционного анализа**.

Кнопка **Отменить** служит для выхода из окна **Настройка параметров корреляционного анализа** без ввода настроек в программу **Взаимный корреляционный анализ**.

Закрыть окно **Настройка параметров корреляционного анализа** без ввода настроек в программу **Взаимный корреляционный анализ**. можно также и нажатием левой кнопкой «мыши» на кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.

Дополнительные окна .....

Программа **Взаимный корреляционный анализ** имеет следующие дополнительные возможности:

- Построение Коррелограмма
- Построение 3D-коррелограмма

Коррелограмма .....

При установке флажка **Коррелограмма** в рамке **Дополнительные окна**. **Настройка параметров корреляционного анализа** открывается дополнительное окно корреляционного анализа Взаимный **корреляционный анализ – Коррелограмма** (Рис. 10).

В названии окна пишется название самого спектра (**Коррелограмма**), и, через тире, название двух каналов (например, **Генератор1*Сигнал2**). Коррелограмма — это Коррелограмма — в анализе временных рядов график зависимости автокорреляции выборки r_h от временной задержки (лага) h .

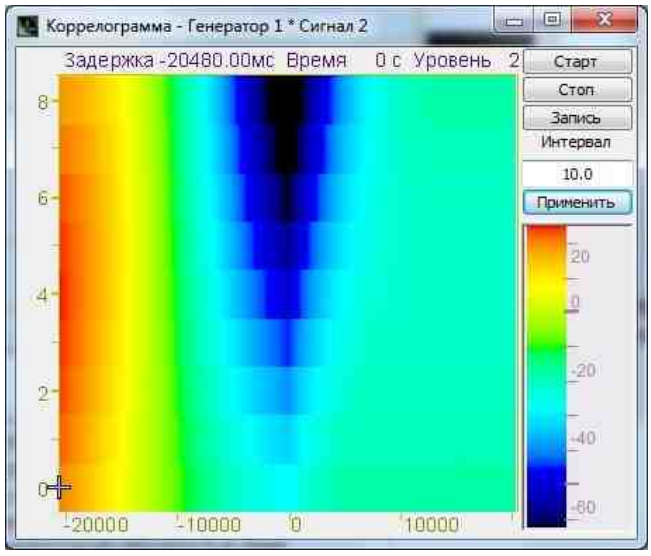


Рис.10 Коррелограмма

Кнопка **Старт** запускает процесс непрерывного отображения коррелограммы.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс отображения коррелограммы. Дальнейшее продолжение процесса отображения осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого коррелограммы в текстовый файл с расширением **.grx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\.

Таблица 1

Номер строки	Строки	Описание
1	Коррелограмма	Название дополнительного окна
2	Сигнал 3	Название канала ввода сигнала
3	Датчик в точке 2	В этой строке отображается комментарий пользователя. Комментарий вводится в окне **Настройка параметров корреляционного анализа** в поле **Комментарий для записи**
4	Частотный диапазон - от 6.104Гц до 12500.00Гц. Шаг по частоте - 6.104Гц. Полоса анализа - 11.871	Параметры кепстра узкополосного спектра
5	Дата: 10-08-2005	Дата записи файла
6	Время: 20:02:47	Время начала записи файла
7	Время Уровень	Заголовки столбцов данных
8	с, дБ(0.001мВ)	Единицы измерения (по столбцам)
9-я и последующие строки		Располагаются численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка.

Для закрытия окна **Коррелограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров корреляционного анализа** снять флажок **Коррелограмма** в рамке

Дополнительные окна, либо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **Коррелограмма** автоматически снимется.

При нажатии на кнопку **F(x)** окна **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** - открывается окно **Коррелограмма - Сечение по оси ординат**, т. е. на появившемся графике наблюдается зависимость отображаемой функции от задержки в секундах для абсолютного времени, задаваемым положением курсора (крестик на графике) на коррелограмме, см. рисунок.



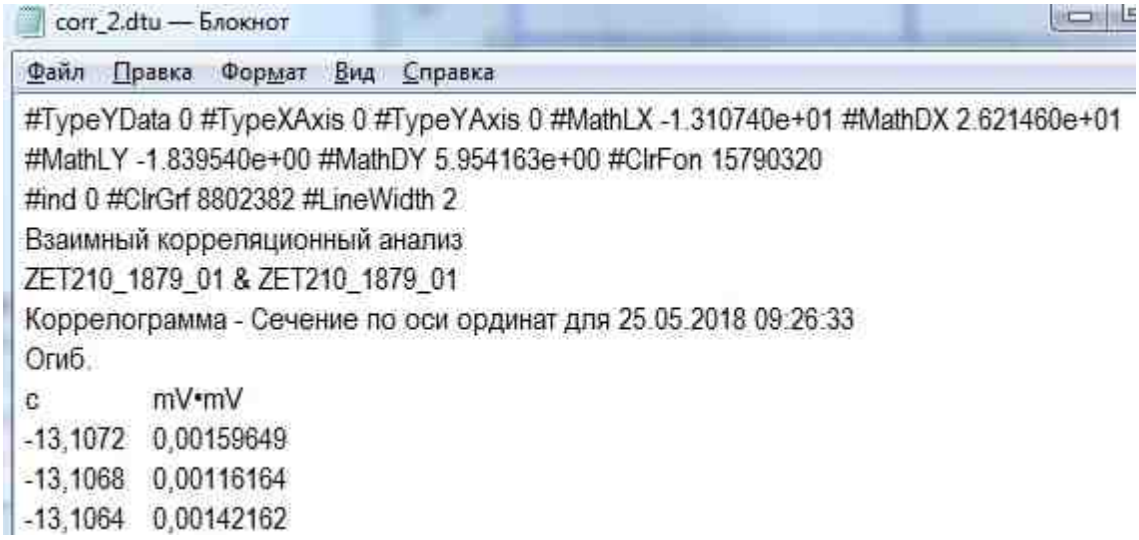
Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма - Сечение по оси ординат

Перемещая курсор графика окна **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** вдоль временной оси можно проанализировать поведение спектра в любой выбранный момент времени. Установив курсор в окне коррелограмма на интересующее время, в окне **Коррелограмма - Сечение по оси ординат** отобразится частотный срез накопленной коррелограммы.

Управление курсором и масштабирование графика, а также перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы **Узкополосный спектральный анализ (**раздел Интерфейс программы Управление курсором на графиках и Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы**).**

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на коррелограмме в текстовый файл с расширением **.dtx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\. Структура файла представлена на рисунке.

Для закрытия окна **Коррелограмма - Сечение по оси ординат** надо, либо в окне **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** отжать кнопку вызова сечения **F(x)**, либо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.



файл результатов, записанный окном "Коррелограмма - Сечение по оси ординат"

При нажатии на кнопку **F(y)** окна **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** - открывается окно **Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс**, т. е. на появившемся графике наблюдается зависимость отображаемой функции от абсолютного времени для задержки, задаваемой положением курсора (крестик на графике) на коррелограмме, см. рисунок.



Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс

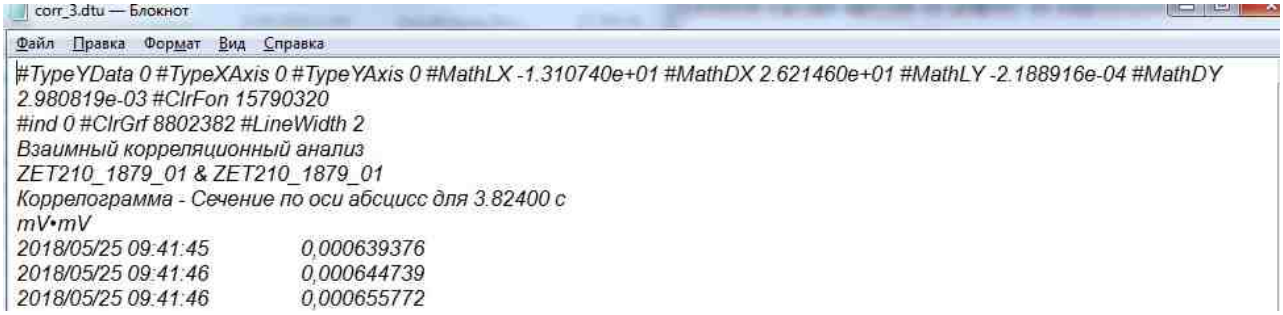
Перемещая курсор графика окна **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** вдоль временной оси можно проанализировать поведение спектра в любой выбранный момент времени. Установив курсор в окне коррелограмма на интересующее время, в окне **Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс** отобразится частотный срез накопленной коррелограммы.

Управление курсором и масштабирование графика, а также перенос графической и численной информации осуществляется также, как и в главном окне программы

Узкополосный спектральный анализ (раздел Интерфейс программы Управление курсором на графиках и Перенос графической и численной информации в текстовые редакторы**).**

Кнопка **Запись** позволяет записать мгновенные значения отображаемого сечения по частоте в указанное курсором время на коррелограмме в текстовый файл с расширением **.dtu*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\. Структура файла представлена рисунке.

Для закрытия окна **Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс** надо, либо в окне **Взаимный корреляционный анализ – Коррелограмма** отжать кнопку вызова сечения **F(y)**, либо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.


corr_3.dtu — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

#TypeYData 0 #TypeXAxis 0 #TypeYAxis 0 #MathLX -1.310740e+01 #MathDX 2.621460e+01 #MathLY -2.188916e-04 #MathDY 2.980819e-03 #ClrFon 15790320
#ind 0 #ClrGrf 8802382 #LineWidth 2
Взаимный корреляционный анализ
ZET210_1879_01 & ZET210_1879_01
Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс для 3.82400 с
mV•mV
2018/05/25 09:41:45 0,000639376
2018/05/25 09:41:46 0,000644739
2018/05/25 09:41:46 0,000655772

файл результатов, записанный окном "Коррелограмма - Сечение по оси абсцисс"

3D-коррелограмма .....

При установке флажка **3D-коррелограмма** в рамке **Дополнительные окна. Настройка параметров корреляционного анализа** открывается дополнительное окно время-частотного распределения сигнала **3D-коррелограмма** (*Рис. 11*). В этом окне будет отображается трехмерное время-частотное распределение сигнала. Трехмерная коррелограмма необходима для определения соответствия цвета графика уровню сигнала.

В названии окна пишется название самого спектра (**3D-коррелограмма**) и, через тире, название канала (например, **Сигнал1*ВС-202**).

Цвет отображает уровень спектра. Низкие уровни отображаются черным цветом, высокие – красным.

Масштабирование по уровню в трехмерной коррелограмме осуществляется нажатием левой клавишей «мыши», при появляющихся соответствующих графических видах курсора, на вертикальную шкалу трехмерной спектрограммы, которая находится под кнопкой **Применить**.

Цвет фона трехмерной **коррелограммы** по умолчанию – черный. При двойном нажатии правой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной коррелограммы цвет фона можно изменить на белый и наоборот.

3D-коррелограмму можно визуально рассматривать с любой из ее сторон, вращая ее вокруг трех взаимноперпендикулярных осей. Вращение вокруг трех взаимноперпендикулярных осей осуществляется следующим образом: нажимая и

удерживая левую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной коррелограммы, можно вращать трехмерную коррелограмму вокруг осей X и Y; нажимая и удерживая правую кнопку «мыши», перемещая ее по полю графика трехмерной коррелограмму, можно вращать трехмерную коррелограмму вокруг оси Z.

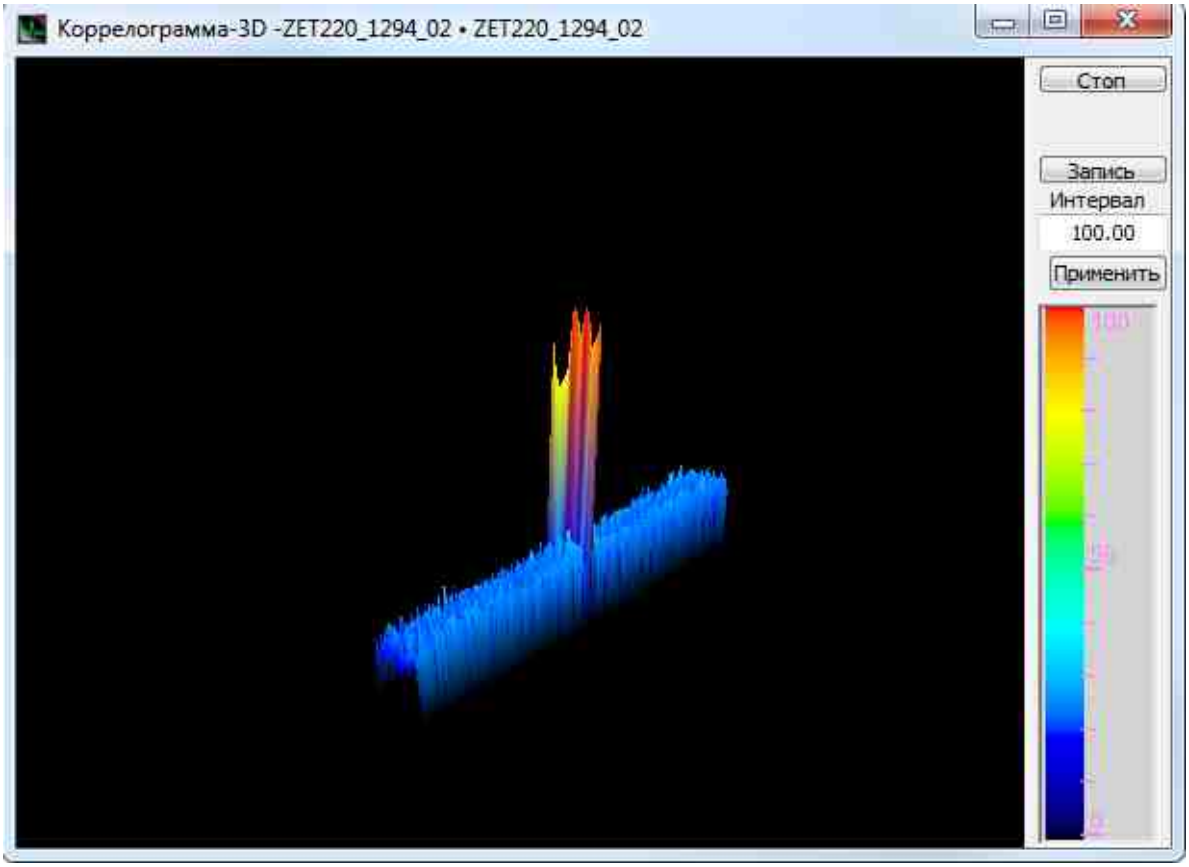


Рис. 11 3D-коррелограмма

Увеличение или уменьшение **3D-коррелограммы** осуществляется вращением ролика «мыши».

Двойное нажатие левой кнопки «мыши» по графическому полю трехмерной **коррелограммы** возвращает трехмерную **коррелограмму** в исходное положение по отношению к осям и масштабу.

Кнопка **Старт** запускает накопление в трехмерную **коррелограмму**, при этом обнуляются накопленные данные.

Кнопка **Стоп** (пауза) останавливает процесс накопление текущих данных в трехмерной **коррелограмме**. Дальнейшее продолжение процесса накопления спектров осуществляется нажатием кнопки **Старт**, описанной выше.

Кнопка **Запись** позволяет записать значения накопленных данных в текстовый файл с расширением **.gru*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. В дальнейшем, эти данные можно использовать при построении трехмерного изображения записанных данных в программах трехмерного моделирования. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result\.

В поле под надписью **Интервал, с** устанавливается интервал времени накопления данных в **коррелограмме**. Интервал устанавливается в секундах. Значения интервала вводятся с клавиатуры. Для установки введенного интервала

времени накопления данных необходимо нажать кнопку **Применить** или клавишу <Enter> клавиатуры.

Вертикальная шкала **коррелограммы**, которая находится под кнопкой **Применить**, показывает соотношение цвета **коррелограммы** уровню.

Для закрытия окна **3D-коррелограмма** надо, либо в окне **Настройка параметров корреляционного анализа** снять флажок **3D-коррелограмма** в рамке **Дополнительные окна**, либо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна, при этом флажок **3D-коррелограмма** автоматически снимется.

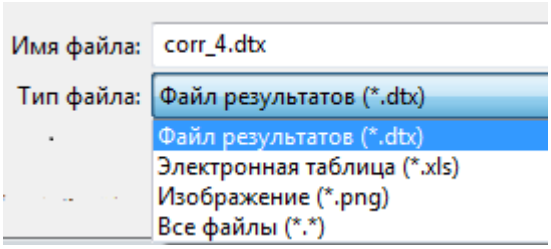
Запись результатов в файл .....

Запись спектра

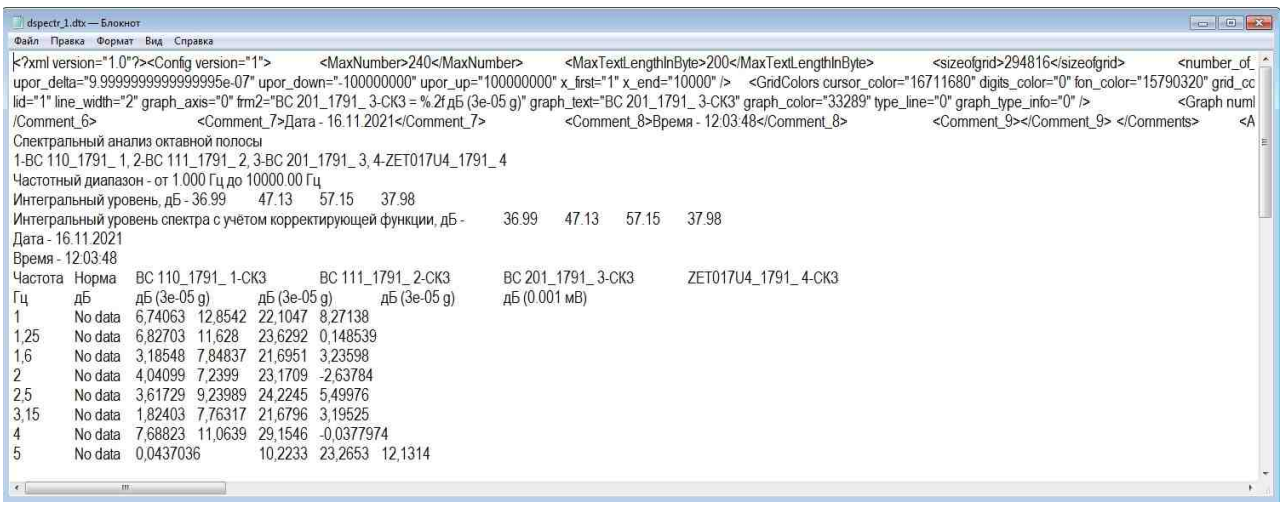
В программе **Взаимный корреляционный анализ** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtx*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Взаимный корреляционный анализ** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для **сохранения файла и имя этого файла**. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\result.

Примечание:

При открытии файлов dtu в Excel (они имеют формат UTF-8) нужно правильно выбирать формат файла (UTF-8) и символ-разделитель (знак табуляции). При открытии файла по умолчанию, видимо, используются не эти настройки.



Пример файла приведён на рисунке ниже.


dspectr_1.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte> <sizeofgrid>294816</sizeofgrid> <number_of_
upor_delta="9.9999999999999995e-07" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="1" x_end="10000" /> <GridColors cursor_color="16711680" digits_color="0" fon_color="15790320" grid_cc
lid="1" line_width="2" graph_axis="0" frm2="BC 201_1791_ 3-СКЗ = %.2fдБ (3e-05 g)" graph_text="BC 201_1791_ 3-СКЗ" graph_color="33289" type_line="0" graph_type_info="0" /> <Graph numl
/Comment_6> <Comment_7>Дата - 16.11.2021</Comment_7> <Comment_8>Время - 12:03:48</Comment_8> <Comment_9></Comment_9> </Comments> <A

Спектральный анализ октавной полосы

1-BC 110_1791_ 1, 2-BC 111_1791_ 2, 3-BC 201_1791_ 3, 4-ZET017U4_1791_ 4

Частотный диапазон - от 1.000 Гц до 10000.00 Гц

Интегральный уровень, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Интегральный уровень спектра с учётом корректирующей функции, дБ - 36.99 47.13 57.15 37.98

Дата - 16.11.2021

Время - 12:03:48

Частота	Норма	BC 110_1791_ 1-СКЗ	BC 111_1791_ 2-СКЗ	BC 201_1791_ 3-СКЗ	ZET017U4_1791_ 4-СКЗ
Гц	дБ	дБ (3e-05 g)	дБ (3e-05 g)	дБ (3e-05 g)	дБ (0.001 мВ)
1	No data	6,74063	12,8542	22,1047	8,27138
1,25	No data	6,82703	11,628	23,6292	0,148539
1,6	No data	3,18548	7,84837	21,6951	3,23598
2	No data	4,04099	7,2399	23,1709	-2,63784
2,5	No data	3,61729	9,23989	24,2245	5,49976
3,15	No data	1,82403	7,76317	21,6796	3,19525
4	No data	7,68823	11,0639	29,1546	-0,0377974
5	No data	0,0437036		10,2233	23,2653 12,1314

Файл результатов, записанный программой "Взаимный корреляционный анализ"

Мониторинг объектов в Корреляционном анализе .....

Настройка взаимного корреляционного анализа

Из директории «C:\ZETLab» запустить программу «corr.exe» и в открывшемся окне (*Рис. 1*) активировать кнопку «Параметры».

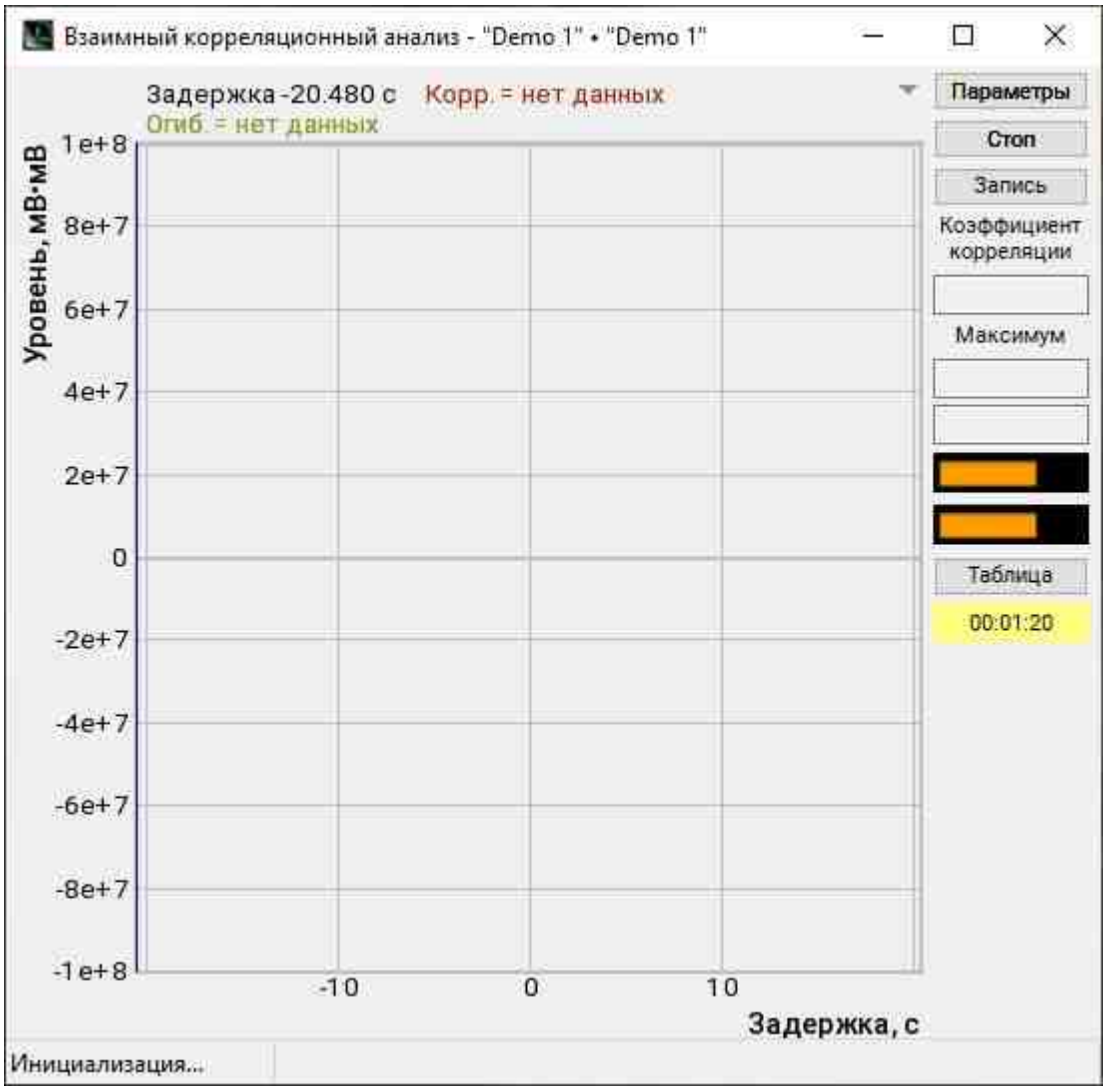


Рис. 1. Окно программы corr.exe

В открывшемся окне настроек во вкладке «Параметры» выполнить настройки в соответствии с (*Рис. 2)*

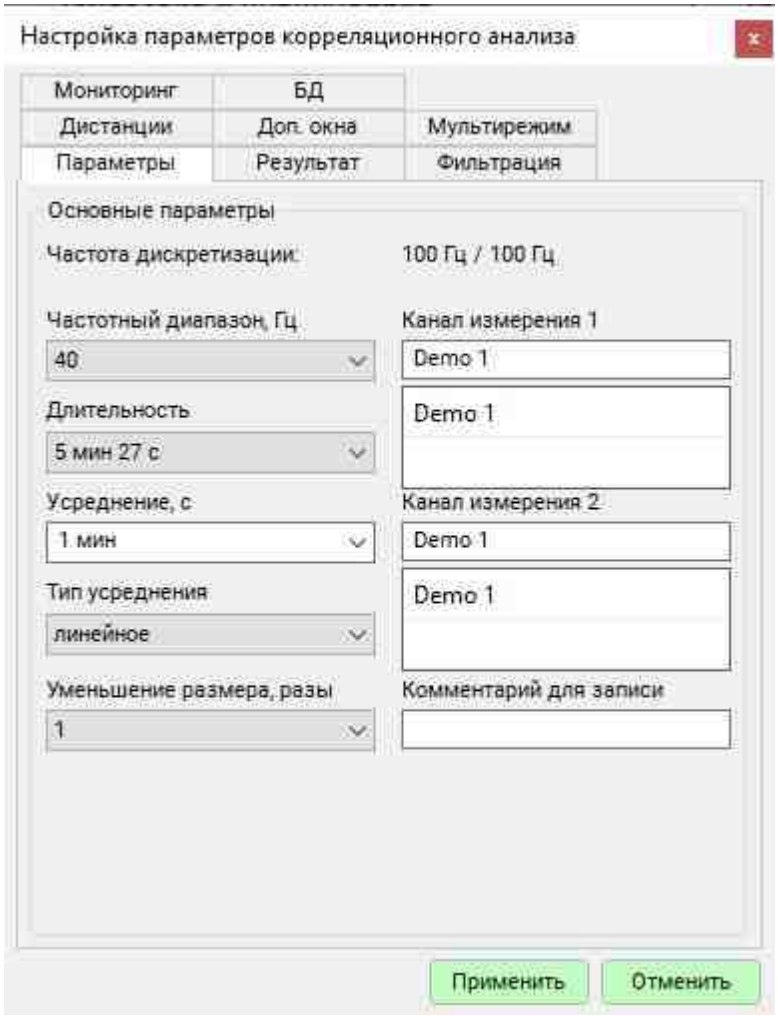


Рис. 2. Окно настроек программы corr.exe. Вкладка «Параметры».

Во вкладке «Мониторинг» (*Рис. 3*) установить галочку «Мониторинг объекта». В поле «Имя объекта» ввести «Tower» и нажать кнопку «Редактировать описатель». Откроется окно «Редактор параметров мониторинга». В окне с предложением создать объект «Tower» активировать кнопку «Да». Далее создать набор для мониторинга, как это показано на (Рис. 4) и нажать «Сохранить и выйти».

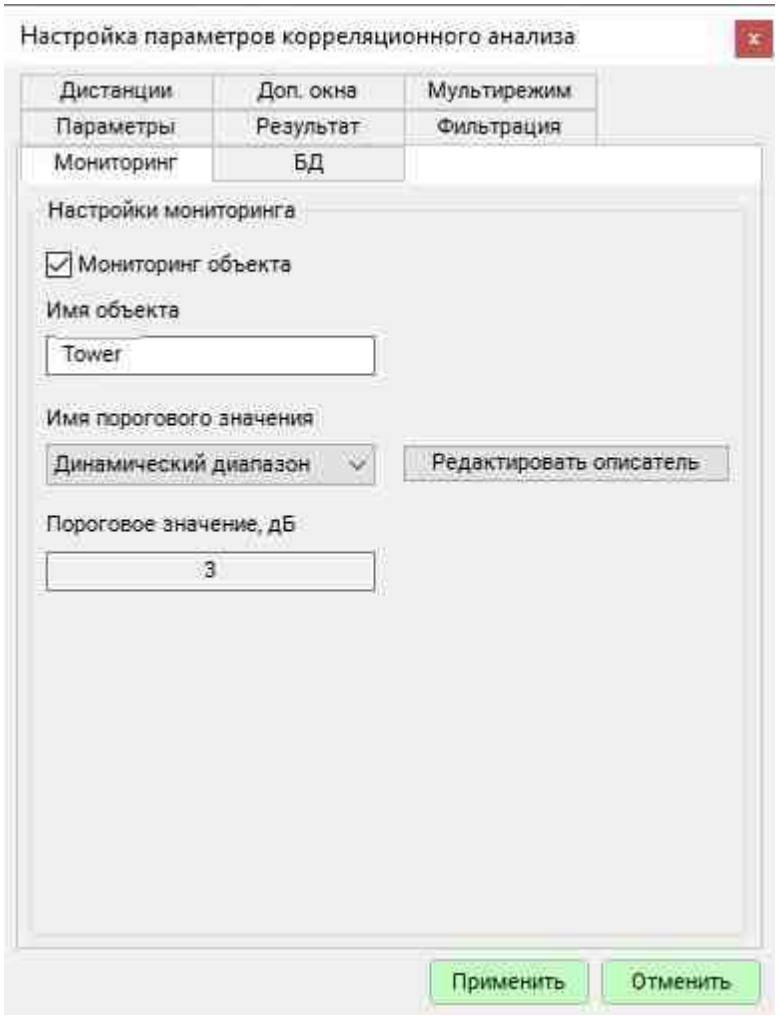


Рис. 3. Окно настроек программы corr.exe. Вкладка «Мониторинг».

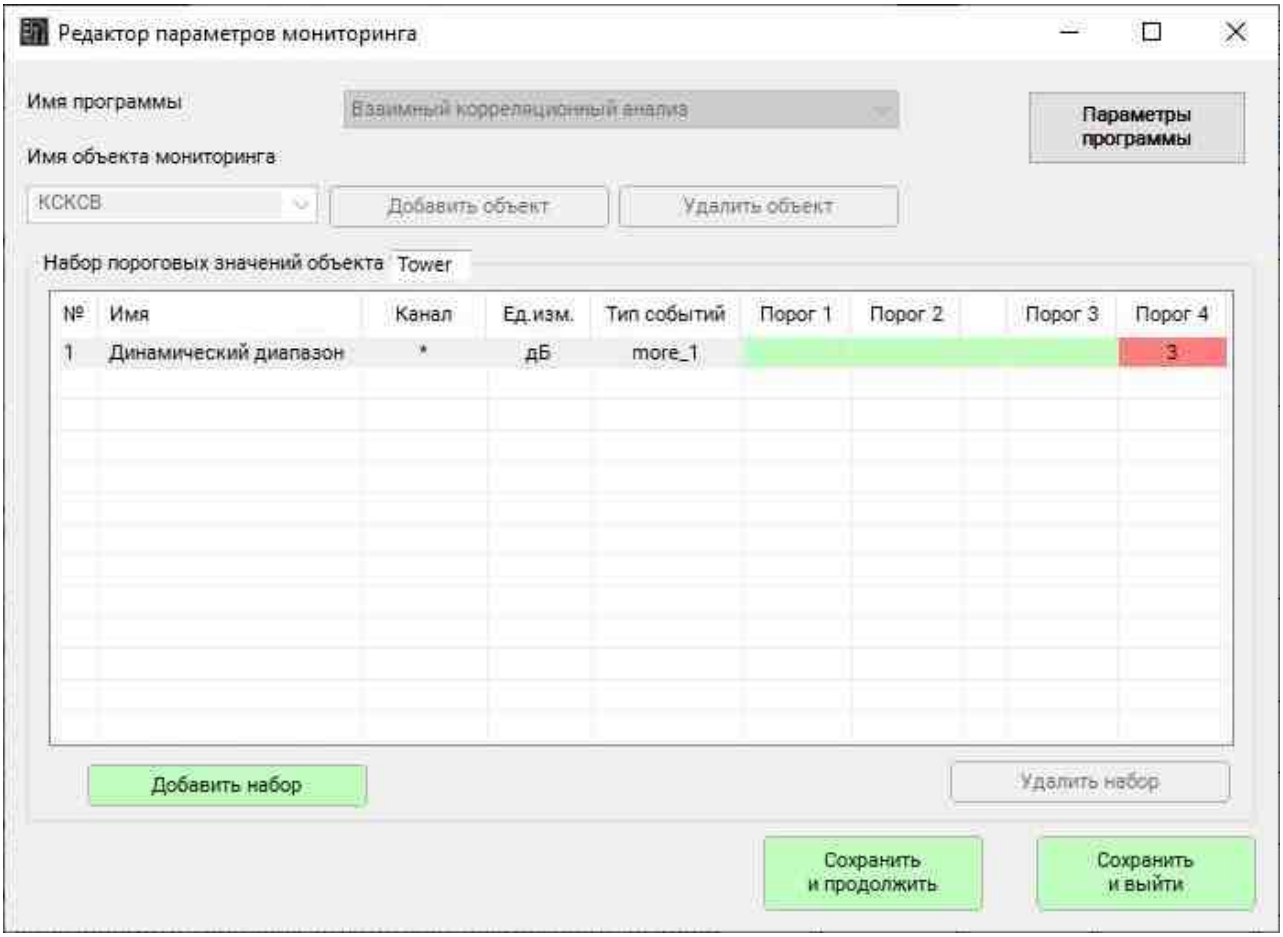


Рис. 4. Окно редактора параметров мониторинга.

Во вкладке «Мультирежим» (*Рис. 5*) установить галочку «Использовать базу данных для задания контейнеров».

В окне настроек нажать «Применить» и закрыть программу.

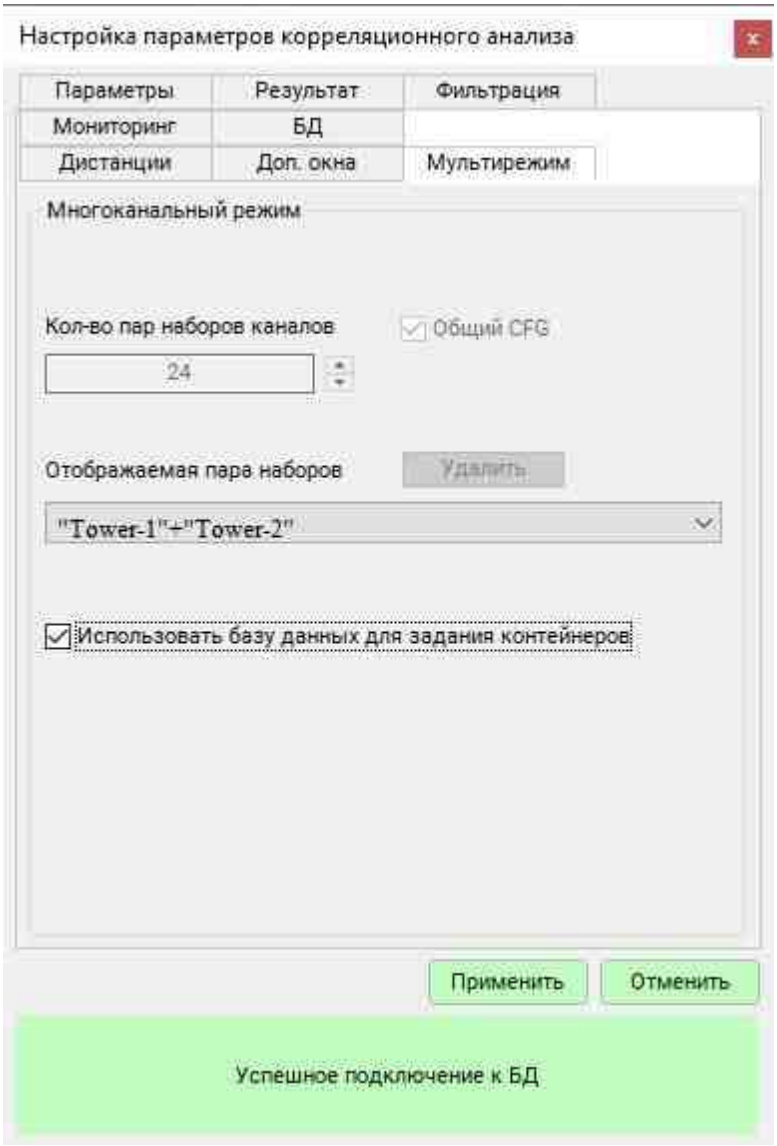


Рис. 5. Окно настроек программы corr.exe. Вкладка «Мультирежим».

Перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл corr01.cfg в corr.cfg.

При необходимости настройки программы нужно перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл corr.cfg в corr01.cfg, открыть программу, изменить настройки и выполнить обратное переименование.

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Применение на практике

Применение на практике .....

Применение на практике

Для демонстрации работы событий мониторинга рассмотрим работу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Реальное ПО мониторинга при определении факта завершения события использует 20% гистерезис с целью предотвращения «дребезга» срабатывания.

Так при типе событий «Больше порога» событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4м) при условии, что событие наблюдалось, где П4м = 0.8 * П4. При выполнении этого же условия при типе событий «Больше 2-х порогов» заканчивается событие П4. А вот событие П3 будет заканчиваться при (ТЗП < П3м) при условии, что событие наблюдалось, где П3м = 0.8 * П3. При типах событий «Меньше порога» и «Меньше 2-х порогов» событие П1 заканчивается при (П1п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П1п = 1.2 * П1. При этом событие П2 заканчивается при (П2п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П2п = 1.2 * П2. Аналогично при типах событий «Вне интервала» и «Вне 2-х интервалов»:

- событие П1 заканчивается при (П1м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П2 заканчивается при (П2м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П3 заканчивается при (ТЗП < П3п) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4п) при условии, что событие наблюдалось.

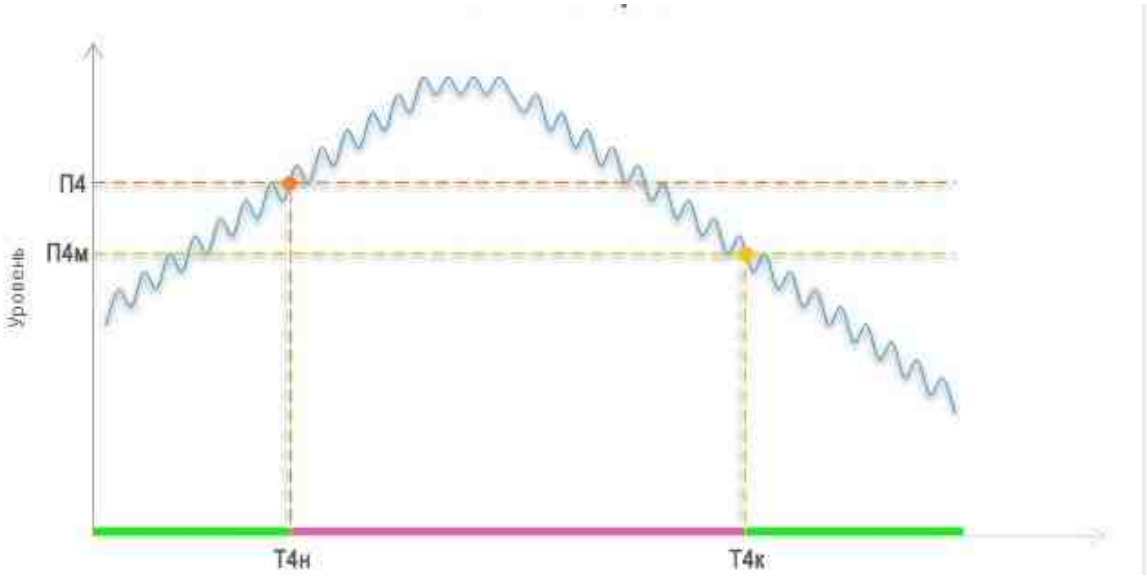
Для наглядности на изображениях к примерам приведена цветовая индикация зон, где:

- зеленая зона — отсутствие события мониторинга;
- жёлтая зона — наблюдается событие типа «Предупреждение», т.е. П2 или П3;
- красная зона — наблюдается событие типа «Опасность», т.е. П1 или П4.

Тип событий «Больше порога»

Тип событий «Больше порога» подходит для мониторинга за температурой двигателя. При П4 = 105 °С событие «Опасность» говорит о неполадках в системе охлаждения и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска его выхода из строя (заклинивания).

Больше порога



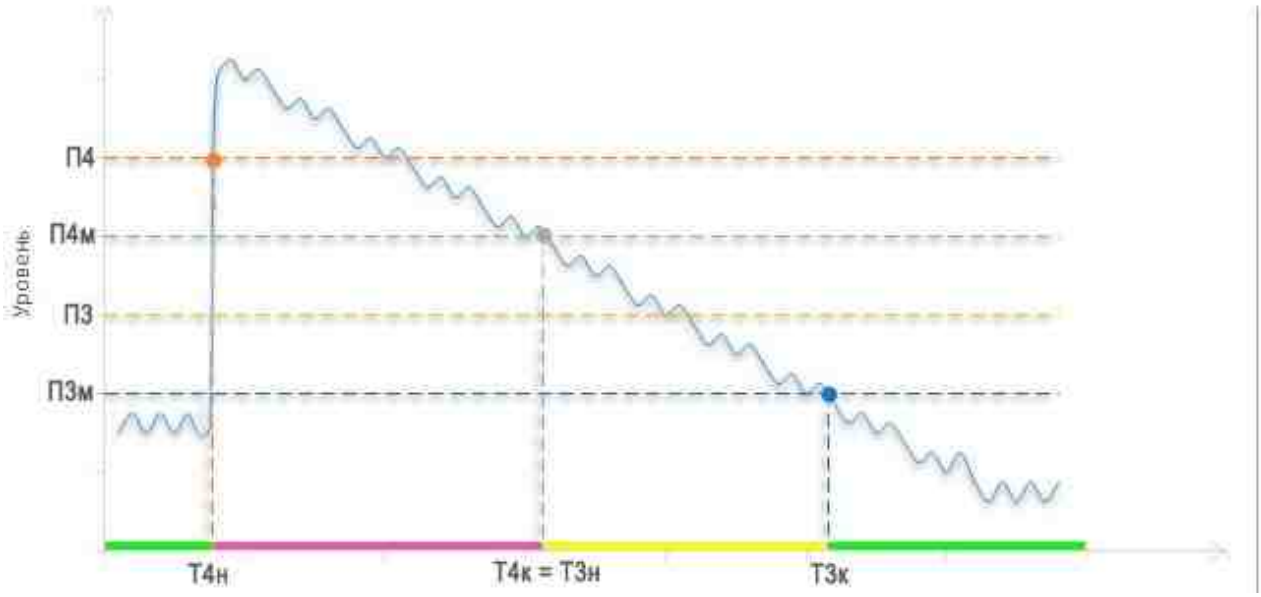
Время

Т4н — время начала события П4;
Т4к — время окончания события П4.

Тип событий «Больше 2-х порогов»

Использование типа событий «Больше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П3 = 100 °С это событие говорит о начале неполадок.

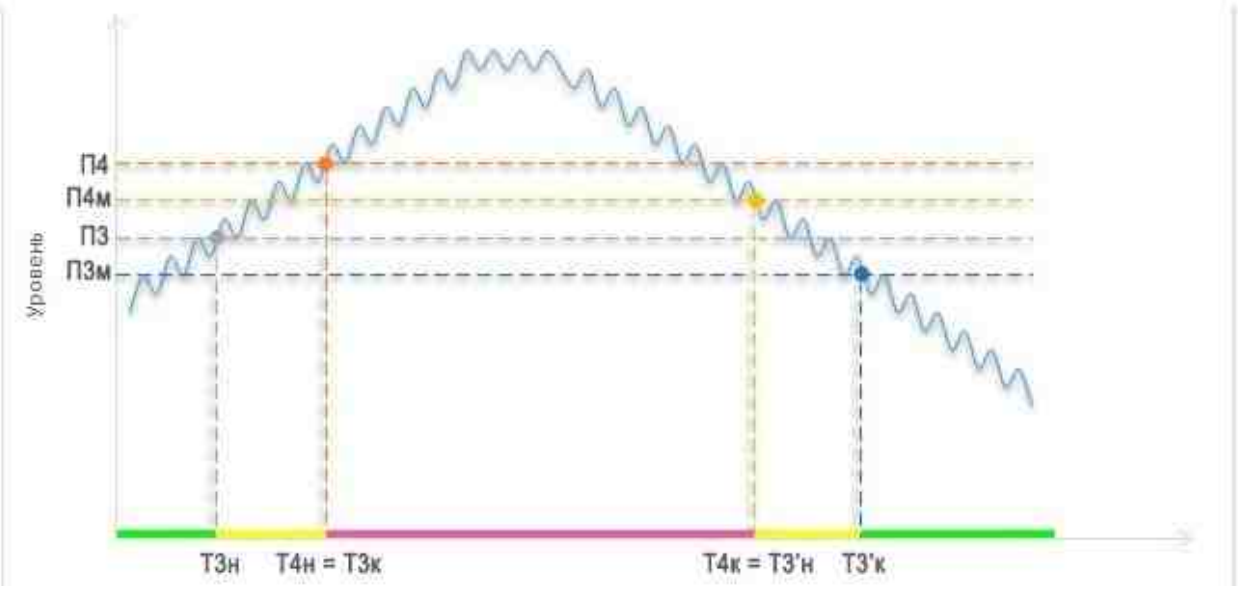
Больше двух порогов



Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось с *Т3н* до *Т3к*, при этом *Т4к* = *Т3н*.

Больше двух порогов



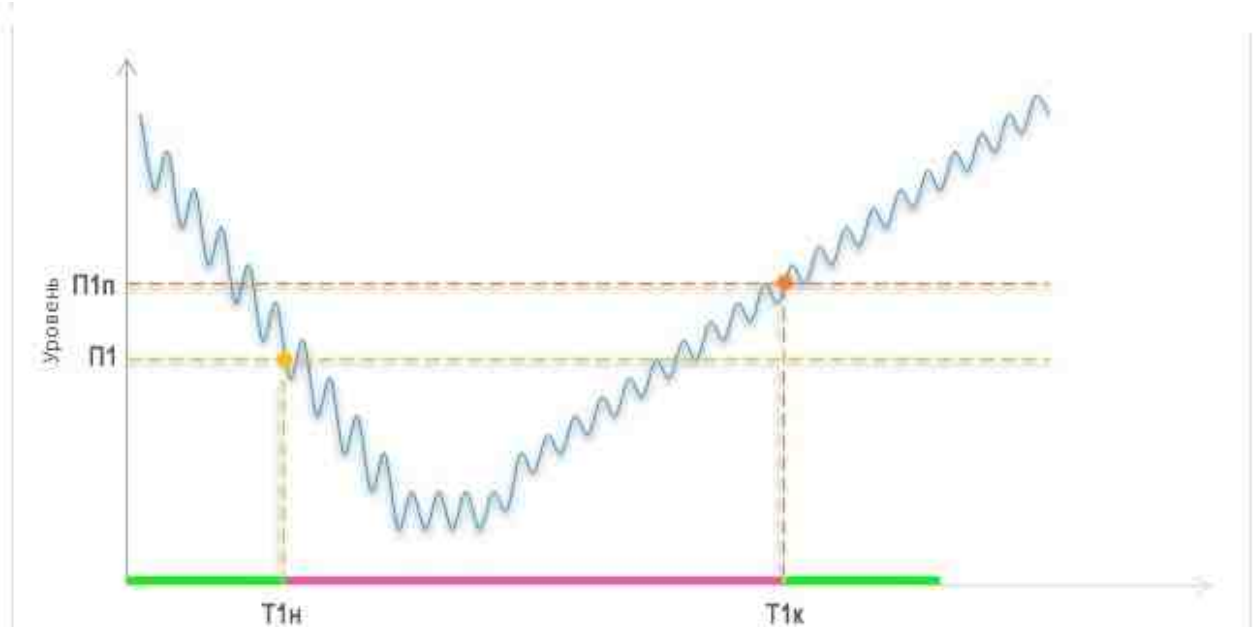
Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось 2 раза: с *Т3н* до *Т3к* и с *Т3'н* до *Т3'к*, при этом *Т4н* = *Т3к* и *Т4к* = *Т3'н*.

Тип событий «Меньше порога»

Тип событий «Меньше порога» подходит для мониторинга за количеством топлива в баке автомобиля. При П1 = 2 литра событие «Опасность» говорит о критическом уровне топлива и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска выхода из строя погружного топливного насоса высокого давления.

Меньше порога

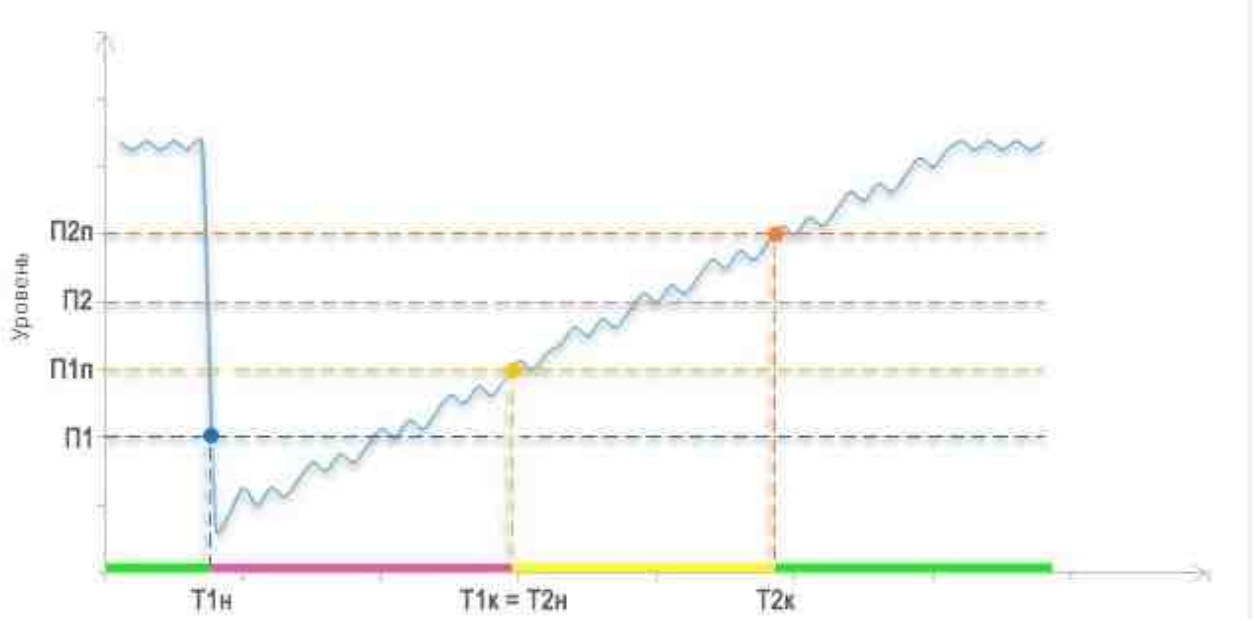


Время

Тип событий «Меньше 2-х порогов»

Использование типа событий «Меньше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П2 = 5 литров это событие говорит о необходимости дозаправки.

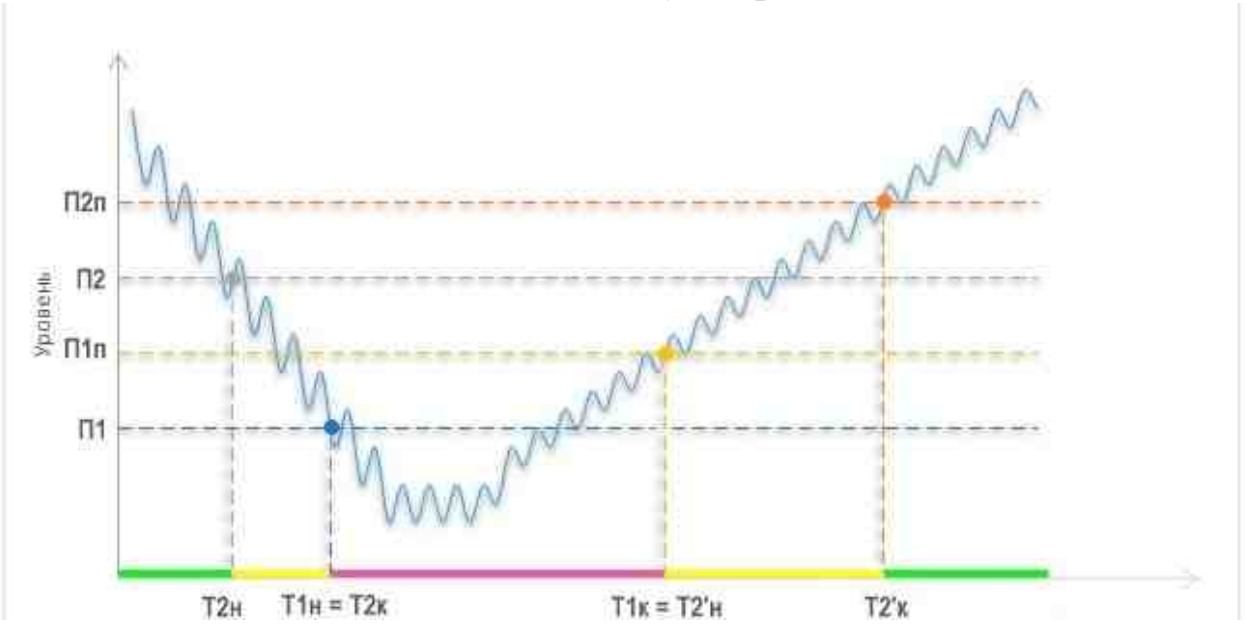
Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а *с*обытие П2 наблюдалось от *Т2н* до *Т2к*.
При этом *Т1к* = *Т2н*.

Меньше двух порогов



В данном примере событие П1 наблюдалось от *T1н* до *T1к*, а событие П2 наблюдалось два раза: от *T2н* до *T2к* и от *T2'н* до *T2'к*.
При этом *T1н* = *T2к* и *T1к* = *T2'н*.

Тип событий «Вне интервала» подходит для мониторинга за частотой оборотов двигателя. При П1 = 500 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что в системе питания двигателя неполадки и что двигатель может в любую секунду заглохнуть. При П4 = 7000 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что двигатель испытывает большие нагрузки, длительное воздействие которых сильно уменьшают моторесурс двигателя, а также возможен выход двигателя из строя.

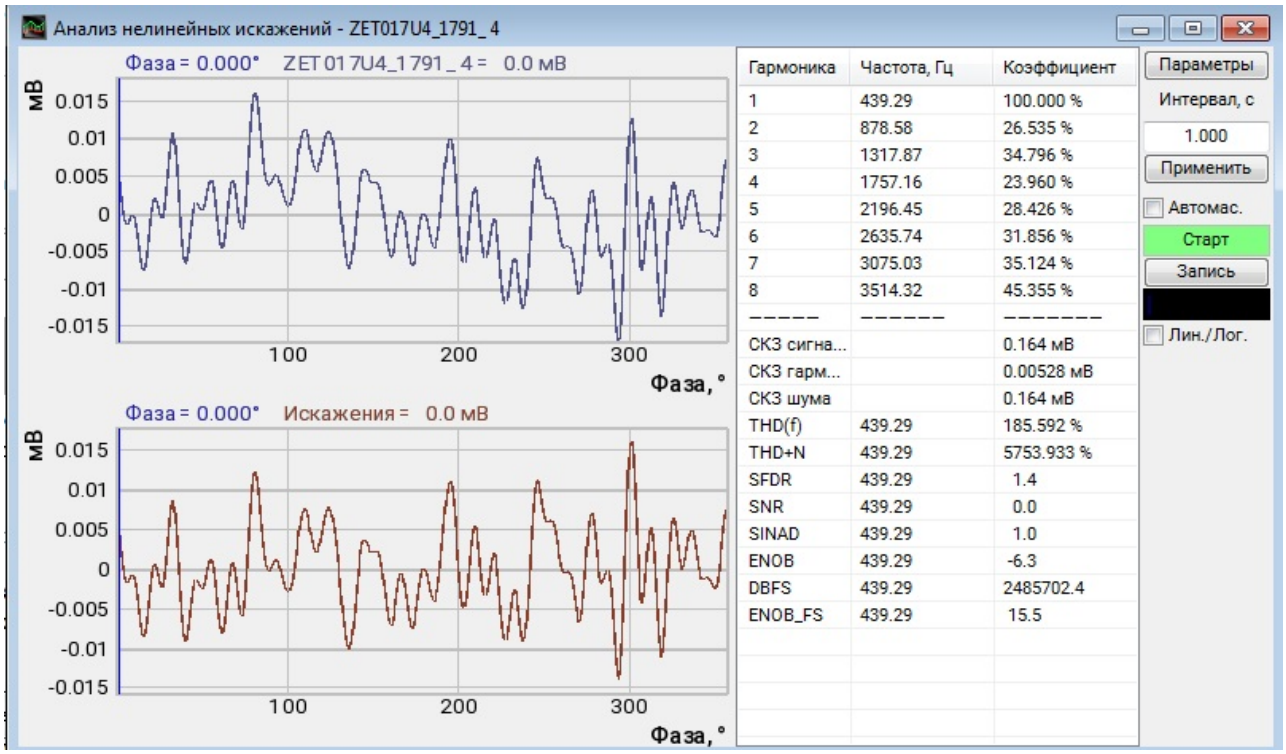
Использование типа событий «Вне 2-х интервалов» в данном случае может дополнительно выдать предварительные события типа «Предупреждение». При П2 = 700 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале проблем в системе питания. При П3 = 5000 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале больших нагрузок на двигатель.

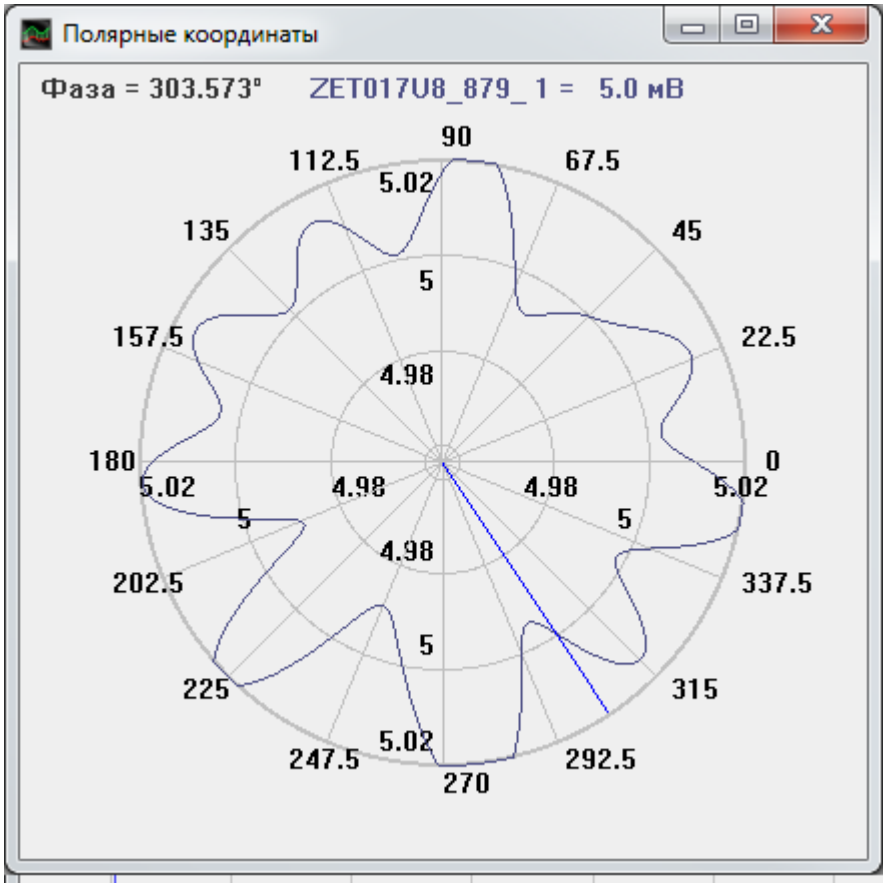
Анализ нелинейных искажений .....

Программа предназначена для автоматического измерения коэффициента нелинейных искажений и среднеквадратических значений напряжения исследуемых сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра. Операция настройки на частоту основной гармоники происходит автоматически. Работа программы основана на принципе измерения среднеквадратического напряжения высших гармоник при внешнем или внутреннем опорном сигнале.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

В окне программы **Анализ нелинейных искажений** отображаются график исследуемого сигнала и соответствующая ему форма нелинейных искажений, а также значения частот основной гармоники и измеренное значение коэффициента гармонических искажений в процентах или децибелах (дБ). Также возможно отображение формы нелинейных искажений в полярных координатах. Форма нелинейных искажений позволяет оценить отклонение реального сигнала от идеальной синусоиды.





Назначение программы Анализ нелинейных искажений

Программа Анализ нелинейных искажений предназначена для автоматического измерения параметров нелинейных искажений и анализа формы исследуемых сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП. Операция настройки на частоту основной гармоники происходит автоматически. Работа программы основана на принципе измерения среднеквадратического напряжения высших гармоник при внешнем или внутреннем опорном сигнале.

В окне программы отображаются график исследуемого сигнала и соответствующую ему форму нелинейных искажений. Дополнительно отображаются значения частот основной гармоники и измеренные значения параметров нелинейных искажений в процентах или децибелах. Также возможно отображение формы нелинейных искажений в полярных координатах. Форма нелинейных искажений позволяет оценить отклонение реального сигнала от идеальной синусоиды.

Теоретические сведения

Нелинейные искажения - искажения, проявляющиеся в появлении в частотном спектре выходного сигнала составляющих, отсутствующих во входном сигнале. Нелинейные искажения представляют собой изменения формы колебаний, проходящих через электрическую цепь (например, через усилитель или трансформатор), вызванные нарушениями пропорциональности между мгновенными значениями напряжения на входе этой цепи и на ее выходе. Это происходит, когда характеристика выходного напряжения нелинейно зависит от входного. Количественно нелинейные искажения оцениваются коэффициентом нелинейных искажений или коэффициентом гармоник.

Коэффициент нелинейных искажений (КНИ) — величина для количественной оценки нелинейных искажений, равная отношению среднеквадратичной суммы спектральных компонентов выходного сигнала, отсутствующих в спектре входного сигнала, к среднеквадратичной сумме спектральных компонентов входного сигнала.

$$K_{\text{Н}} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \ldots + U_n^2 + \ldots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \ldots + U_n^2 + \ldots}}$$

Коэффициент гармонических искажений (КНИ) — величина, выражающая степень нелинейных искажений устройства (усилителя и др.), равная отношению среднеквадратичного напряжения суммы высших гармоник сигнала к напряжению первой гармоники при воздействии на вход устройства синусоидального сигнала.

$$K_{\text{Г}} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \ldots + U_n^2 + \ldots}}{U_1}$$

Коэффициент гармонических искажений и коэффициент нелинейных искажений могут быть выражены в процентах или децибелах.

Коэффициент гармонических искажений и коэффициент нелинейных искажений связанны соотношением:

$$K_{\text{Г}} = \frac{K_{\text{Н}}}{\sqrt{1 - K_{\text{Н}}^2}}$$

Программа Анализ нелинейных искажений предназначена для измерений отклонения формы сигнала от формы идеальной синусоиды. Программа порождает виртуальный канал с текущим КНИ, который доступен для последующего анализа в других программах ZETLab, например, в программе Измерение АЧХ (8 каналов) можно определить зависимость КНИ от частоты.

Программа «Анализ нелинейных искажений» представляет результаты работы в виде следующих характеристик:

1. THD - Total Harmonic Distortion - Коэффициент гармонических искажений - КНИ ("https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_нелинейных_искажений")
2. THD+N - Total Harmonic Distortion with Noise - Коэффициент нелинейных искажений с шумом ("https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_нелинейных_искажений")
3. SNR - Signal-to-Noise Ratio - Отношение сигнал-шум ("https://ru.wikipedia.org/wiki/Отношение_сигнал/шум"")
4. SFDR - Spurious-Free Dynamic Range - Динамический диапазон, свободный от паразитных Составляющих ("https://ru.wikipedia.org/wiki/SFDR")
5. SINAD - Signal-to-Noise And Distortion ratio - Отношение сигнала к шуму с искажениями ("https://en.wikipedia.org/wiki/SINAD")

6. ENOB - Effective Number Of Bits - Эффективное количество бит ("https://en.wikipedia.org/wiki/Effective_number_of_bits")

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Анализ нелинейных искажений** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Анализ нелинейных искажений** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO – программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB NOISE – программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.

Анализ нелинейных искажений входит в группу программ **Анализ сигналов**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Анализ нелинейных искажений** в меню *Анализ сигналов* панели ***ZETLab*** выберите команду **Анализ нелинейных искажений**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 1*). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ.

Примечание: программу **Анализ нелинейных искажений** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: harmdist.exe

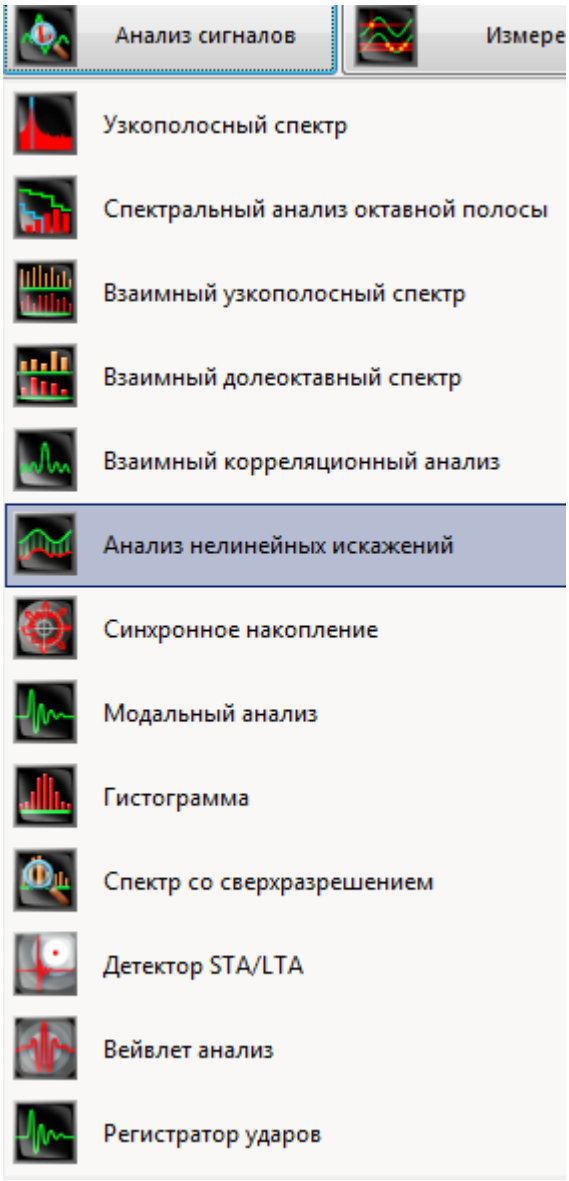


Рис. 1 Запуск программы "Анализ нелинейных искажений"

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала.

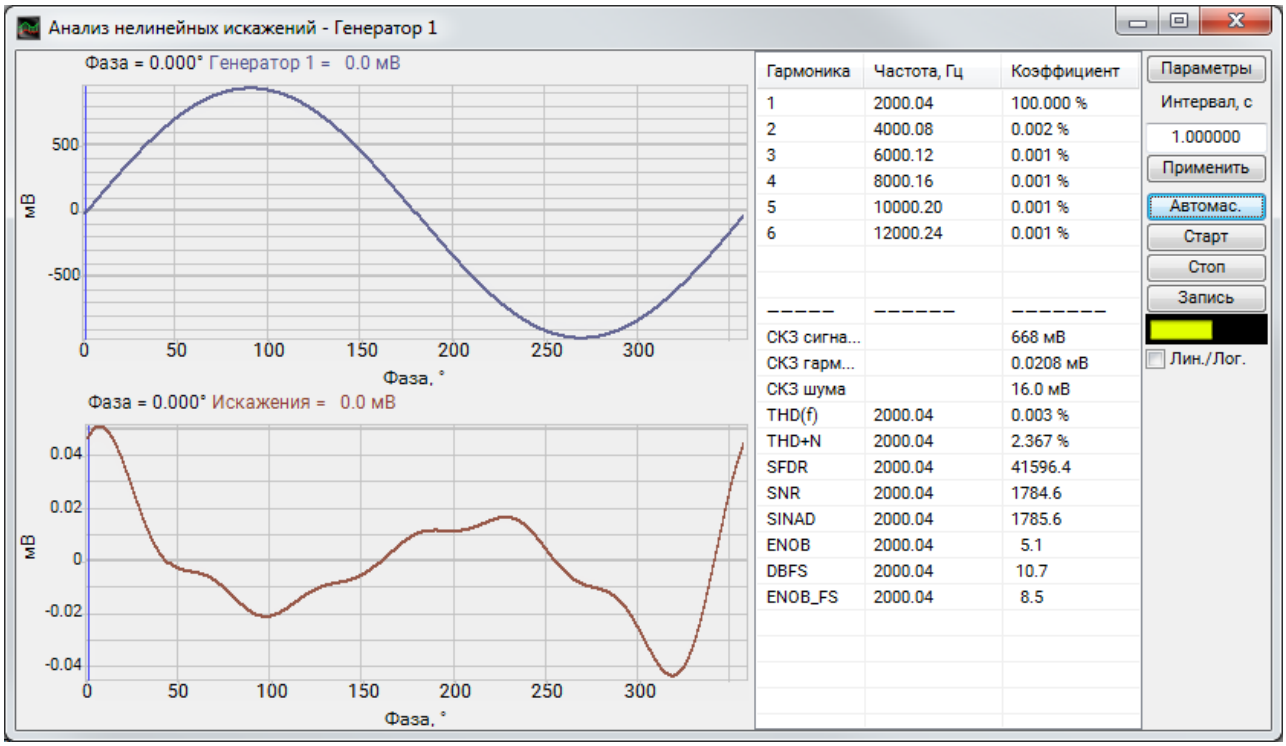
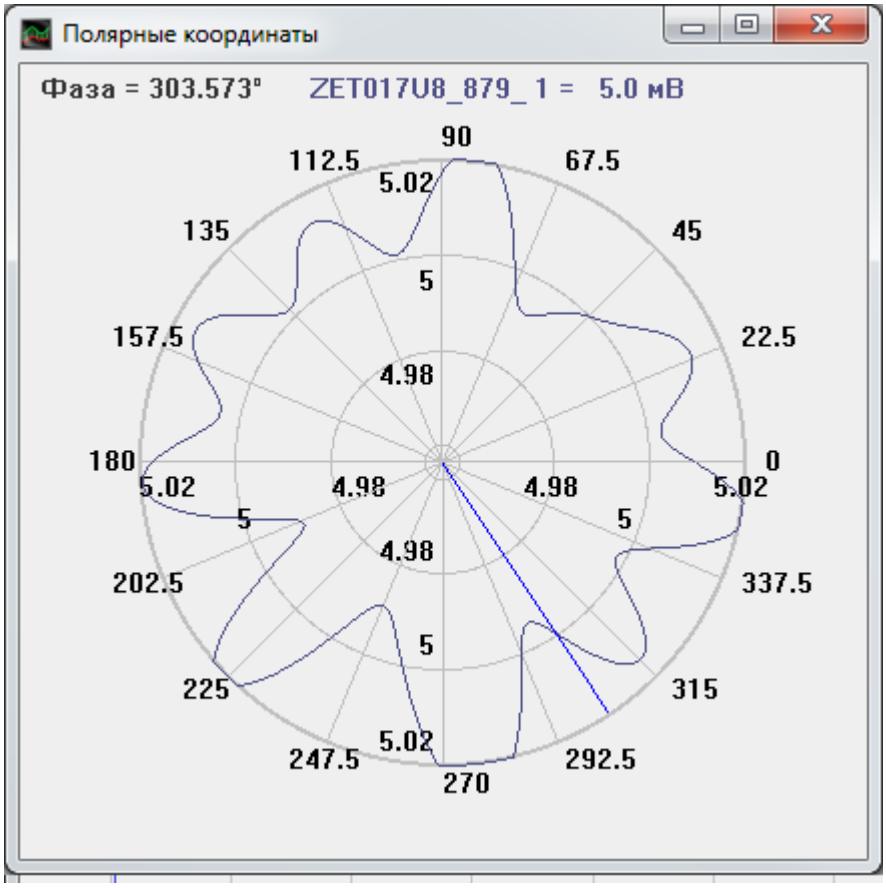


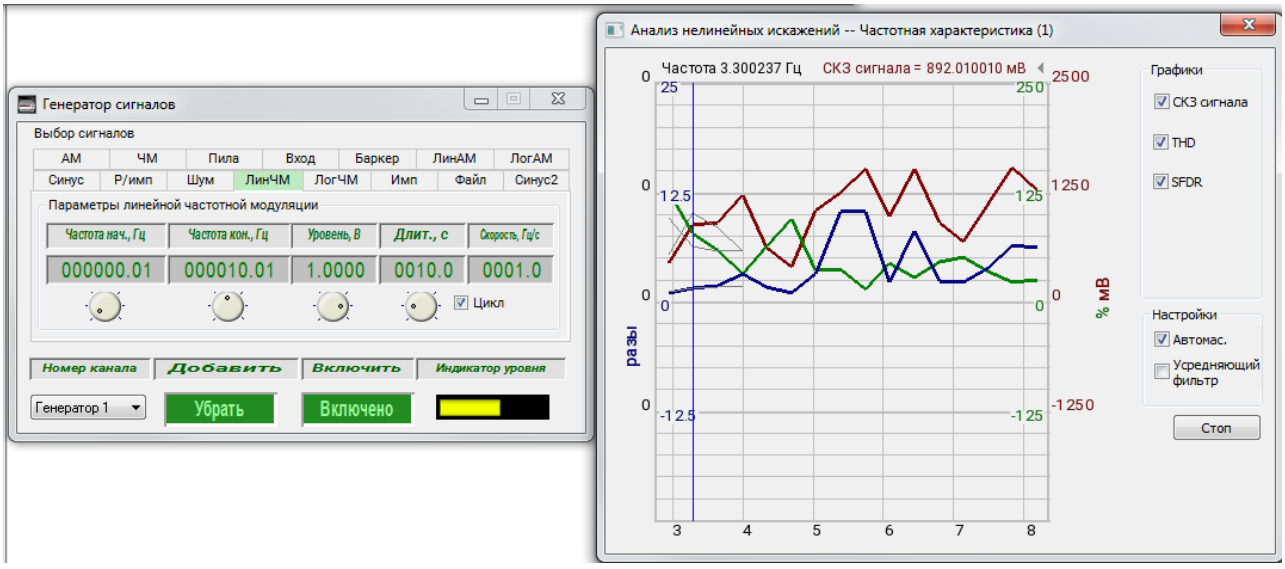
Рис. 2 Окно программы "Анализ нелинейных искажений"

Дополнительные окна:

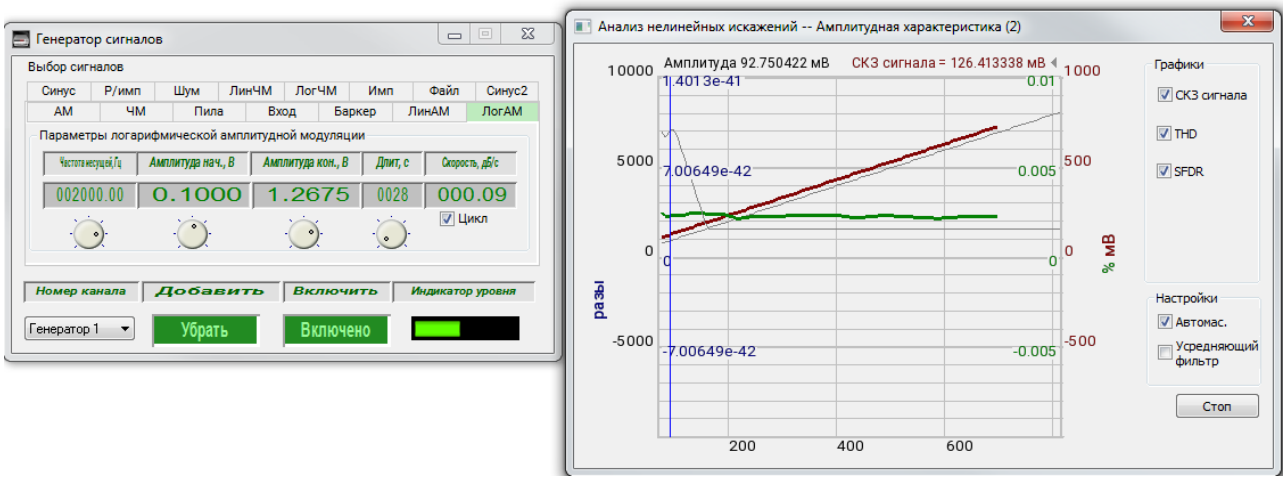
1. Полярные координаты



2. Частотная характеристика



3. Амплитудная характеристика



Управление программой анализ нелинейных искажений

Нажатие кнопки **Параметры** открывает окно Настройка параметров. В поле под надписью Интервал, с устанавливается временной интервал отображения. Для изменения интервала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» в поле, ввести значение с клавиатуры и нажать располагающуюся ниже кнопку Применить, либо клавишу клавиатуры Enter. Нажатие кнопки **Автомас.** приводит к масштабированию обоих графиков по уровню сигнала. Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы Анализ нелинейных искажений кнопка Старт по умолчанию нажата.
Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения (по умолчанию C:\ZETLab\result\).

Файл сохраняется с расширением *.dtu. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка. **Индикатор** показывает интегральный уровень сигнала и перегрузку. Если уровень сигнала превышает максимально допустимый уровень, индикатор становится полностью красного цвета, без черной правой части. Правый край индикатора остается красным до тех пор, пока пользователь не нажмет на него левой кнопкой «мыши».

Флажок Лин./Лог. позволяет выбирать отображение в таблице коэффициентов гармоник в дБ (флажок установлен) или в процентах (флажок сброшен).

Для выхода из программы Анализ нелинейных искажений необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Кнопка **Параметры** находится справа сверху в рабочем окне программы **Анализ нелинейных искажений**. При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» отображается окно «Настройка параметров» (*Рис. 4*).

Сверху в окне отображается частота дискретизации в герцах.

В полях со стрелками (списки)  выбирать элементы можно двумя способами. Нажать на стрелку поля и «мышкой» выбрать из раскрывшегося списка нужный элемент, или щелкнуть «мышкой» по полю и, меняя значения в окне при помощи ролика «мыши», выбрать нужный элемент.

Список под надписью **Частота представления** позволяет устанавливать различное частотное разрешение (в герцах).

Список под надписью **Канал измерений** позволяет выбирать каналы модуля.

Галочка **Полярные координаты** позволяет выбрать другой вид отображения.

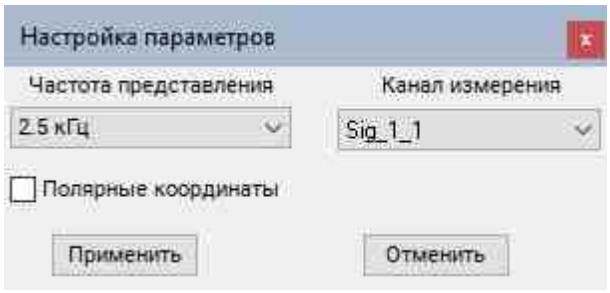


Рис. 4 Окно параметров "Анализ нелинейных искажений"

Кнопка **Применить** вводит данные в программу и выходит из окна настройки параметров.

Кнопка **Отменить** отменяет настройки параметров и закрывает окно настройки параметров. Закрыть окно настройки параметров можно так же и крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

Методика оценки погрешностей расчета результатов .....

Назначение.

Программа “Анализ нелинейных искажений” (далее программа “АНИ”) предназначена для расчета коэффициента нелинейных искажений (КНИ или THD), соотношения сигнал/помеха (SNR) эффективного числа разрядов аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

.

В программе “АНИ” вычисляются следующие величины:
КГИ (Коэффициент гармонических искажений, THD) - величина для количественной оценки нелинейных искажений устройства (усилителя и др.) и равная отношению среднеквадратичного напряжения суммы высших гармоник сигнала, кроме первой, к напряжению первой гармоники при воздействии на вход устройства синусоидального сигнала.
ОСШ (Отношение сигнал/шум, SNR) — это безразмерная величина, равная отношению мощности полезного сигнала к мощности шума.
КГИШ (Коэффициент гармонических искажений с учётом шума, THD+N) - безразмерная величина, равная отношению мощности сигнала к сумме мощностей искажений и шума.
ДДСПС (Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих, SFDR) - безразмерная величина, равная отношению мощности полезного узкополосного сигнала (несущей) к мощности наиболее мощной паразитной частотной составляющей (гармоники).
ОССШИ (отношение сигнал/шум с учётом искажений, SINAD) - безразмерная величина, равная отношению суммы мощностей сигнала, искажений и шума к сумме мощностей искажений и шума.
ЭР (Эффективная разрядность, ENOB) — это реальное количество различных уровней выходного сигнала, которое достижимо на данном АЦП/ЦАП.

В программе задано, что входным сигналом для неё является стационарный сигнал синусоидальной формы. Программа определяет его основную частоту и частоты гармоник. С помощью алгоритма селективного вольтметра определяются амплитуды всех гармоник. Весь сигнал за вычетом сигналов гармоник считается шумом.
Для оценки погрешностей расчета параметров используется следующий подход - моделируется сигнал с известными параметрами, этот сигнал подается на вход программы АНИ, рассчитываются параметры и затем сравниваются заданные и рассчитанные параметры. Моделирование сигналов может быть сделано с помощью программы “Генератор сигналов”: задаются суммы эталонных сигналов с заданными характеристиками и с помощью программы АНИ определяются эти параметры. Для каждого соотношения заданных параметров могут быть свои отклонения от расчетных значений, и следовательно, своя погрешность. С помощью программы генератор можно задать сумму сигналов двух синусоид, сигнал белого шума, сигнал в форме треугольника, прямоугольного меандра и т.д. Это позволяет оценить получаемую дисперсию расчетных параметров и их отклонение от заданных параметров.

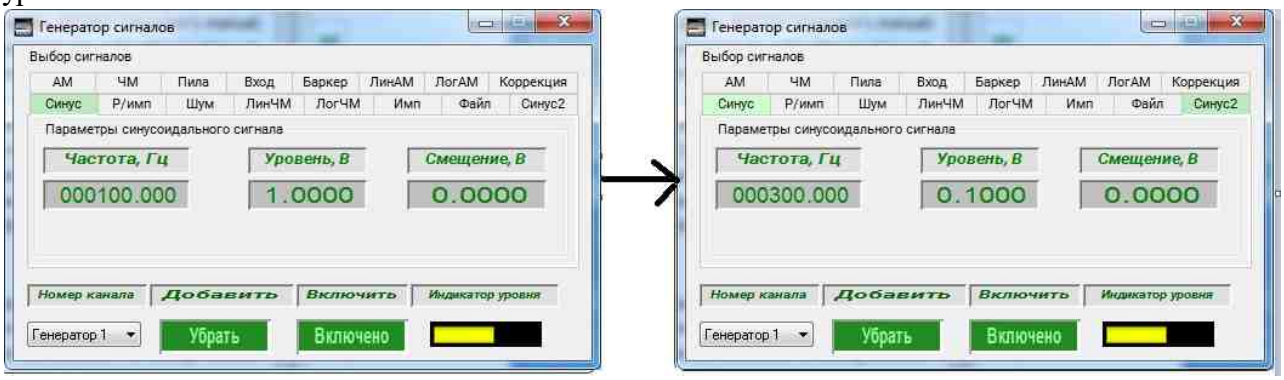
Условия выполнения моделирования сигналов.

Для оценки результатов работы программы необходимо настроить прибор на одинаковую частоту дискретизации АЦП и ЦАП - 25 кГц.
Необходимо запустить программу “Генератор сигналов” (далее генератор).
Необходимо запустить программу “Вольтметр переменного тока” (далее вольтметр) и настроить его на измерение СКЗ в медленном (1 секунда) режиме по каналу генератора (“Генератор 1”).
Для наглядности необходимо запустить также программы “Многоканальный осциллограф” и “Узкополосный спектральный анализ”.

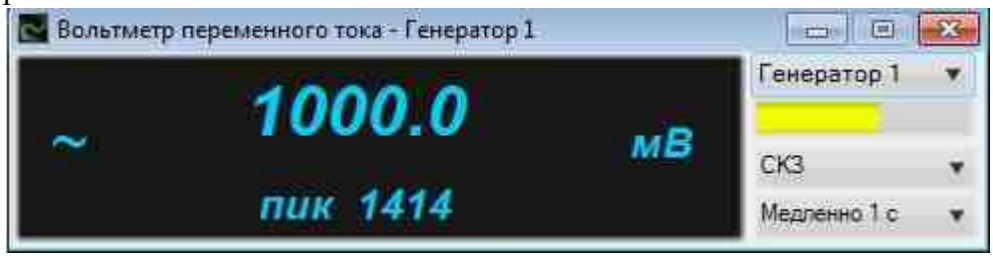
Оценка THD (Коэффициент гармонических искажений):

В программе “АНИ” вычисляется коэффициент гармонических искажений (далее КГИ). КГИ - величина, выражающая степень нелинейных искажений устройства (усилителя и др.) и равную отношению среднеквадратичного напряжения суммы высших гармоник сигнала, кроме первой, к напряжению первой гармоники при воздействии на вход устройства синусоидального сигнала.

Первый пример.
В программе генератор необходимо добавить сигнал “синус”, настроить частоту 100 Гц и уровень 1 В.



Программой вольтметр необходимо измерить уровень сигнала генератора - он должен быть равен 1000 мВ.



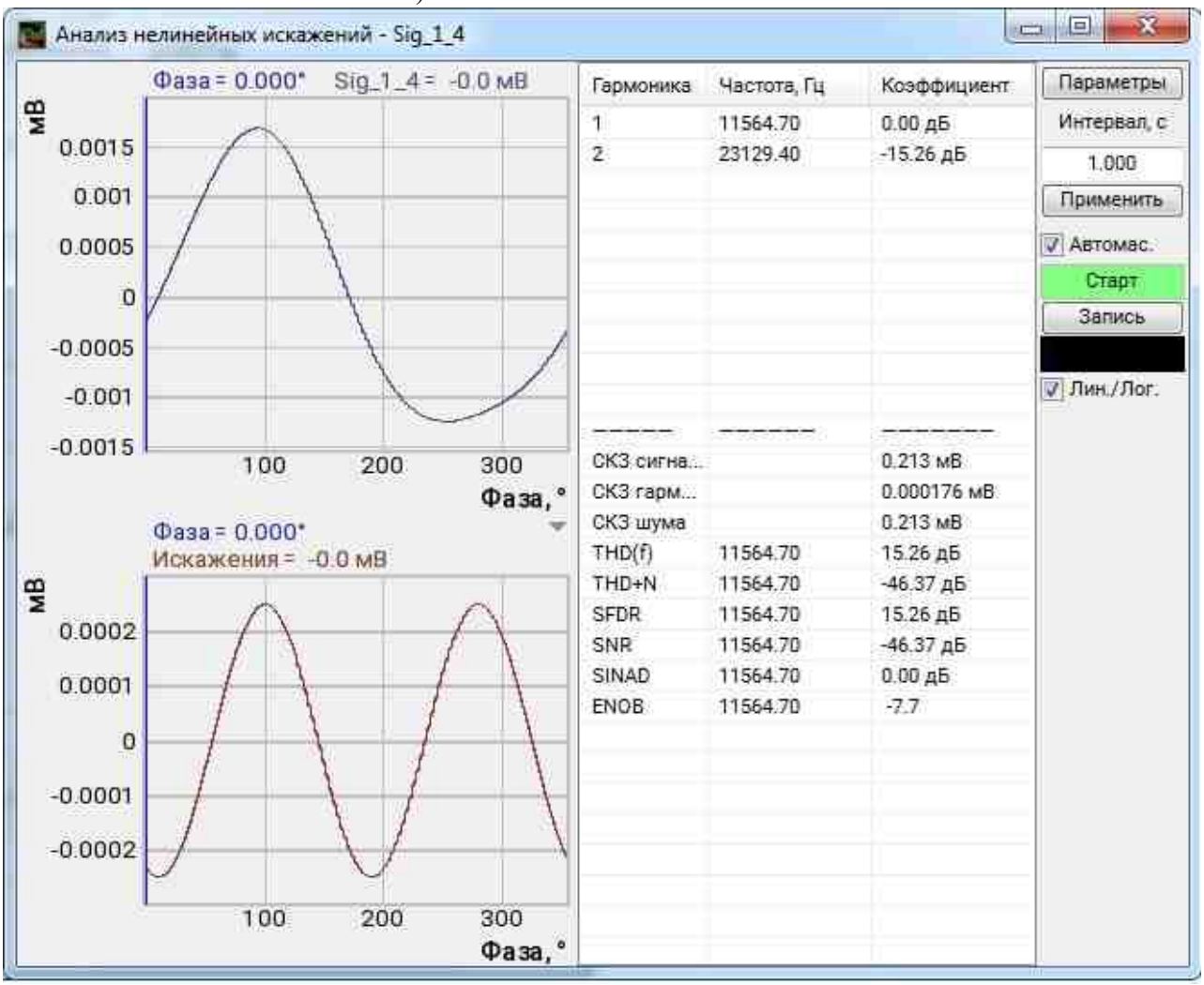
В программе генератор необходимо добавить сигнал “синус2” (сигнал “синус” нужно временно убрать), настроить частоту 300 Гц и уровень 0.1 В.
Программой вольтметр необходимо измерить уровень сигнала генератора - он должен быть равен 100 мВ.



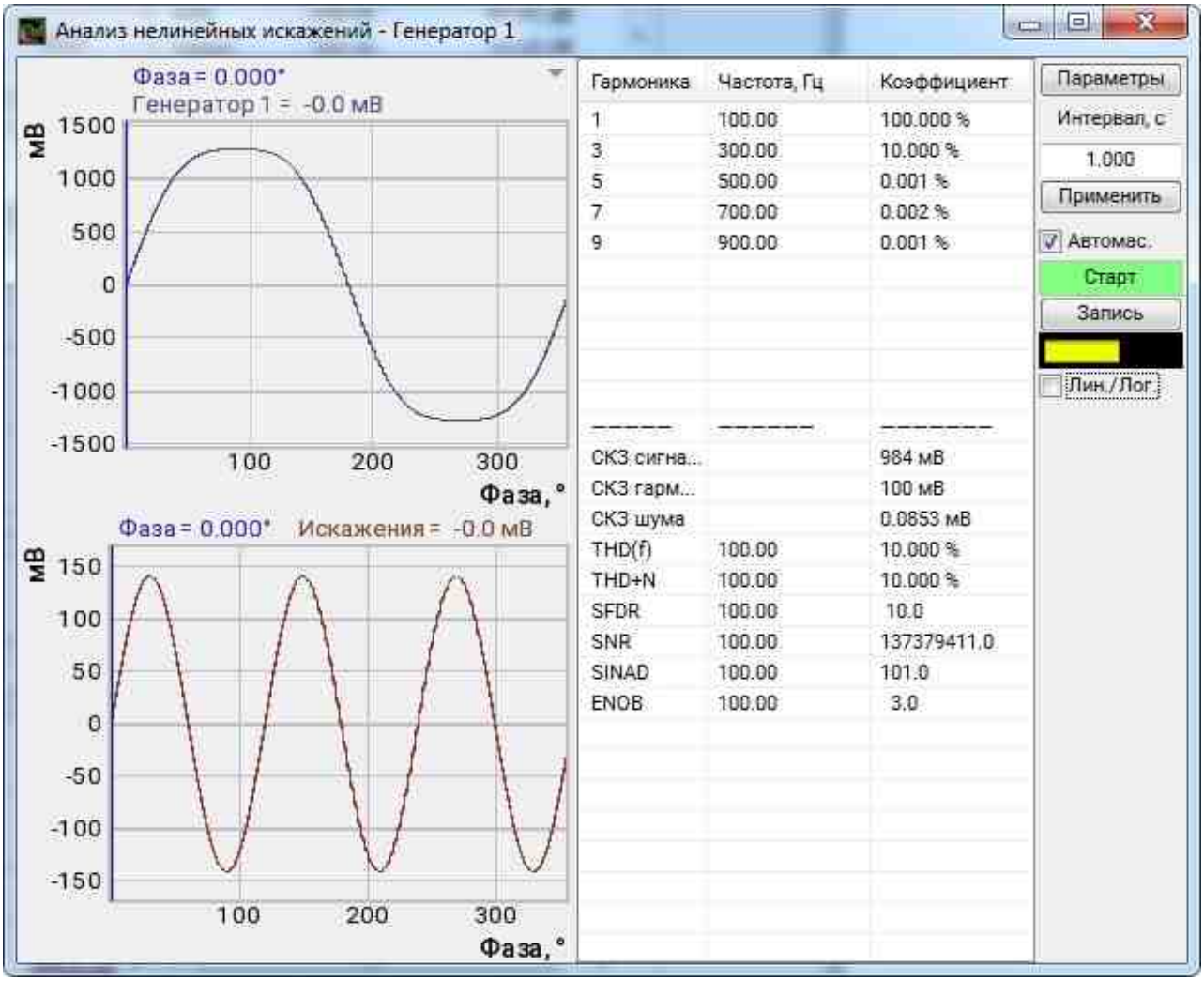
Далее необходимо снова добавить сигнал “синус” измерить КГИ программой “АНИ”. Результаты измерений необходимо сравнить с результатами вычисления КГИ по формуле:

$$THD(f) = \frac{\sqrt{U_2^2+U_3^2+\ldots+U_n^2}}{U_1} \cdot 100\%$$

Для приведённого выше примера КГИ должен быть равен 10% или 20 дБ (переключение между отображением результатов вычислений между процентами и децибелами выполняется галочкой “лин/лог”).

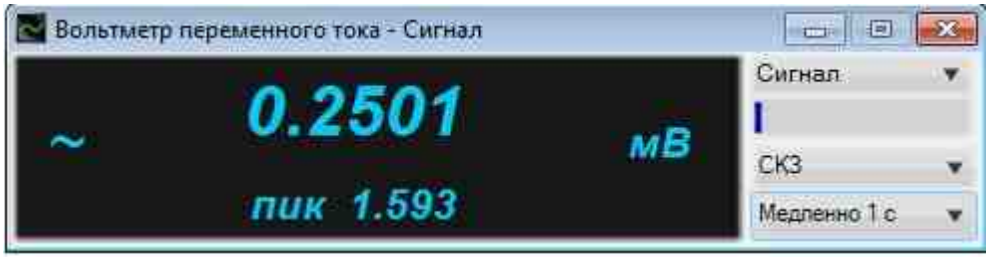


Установите галочку «lin/log», чтобы получить коэффициент в дБ.

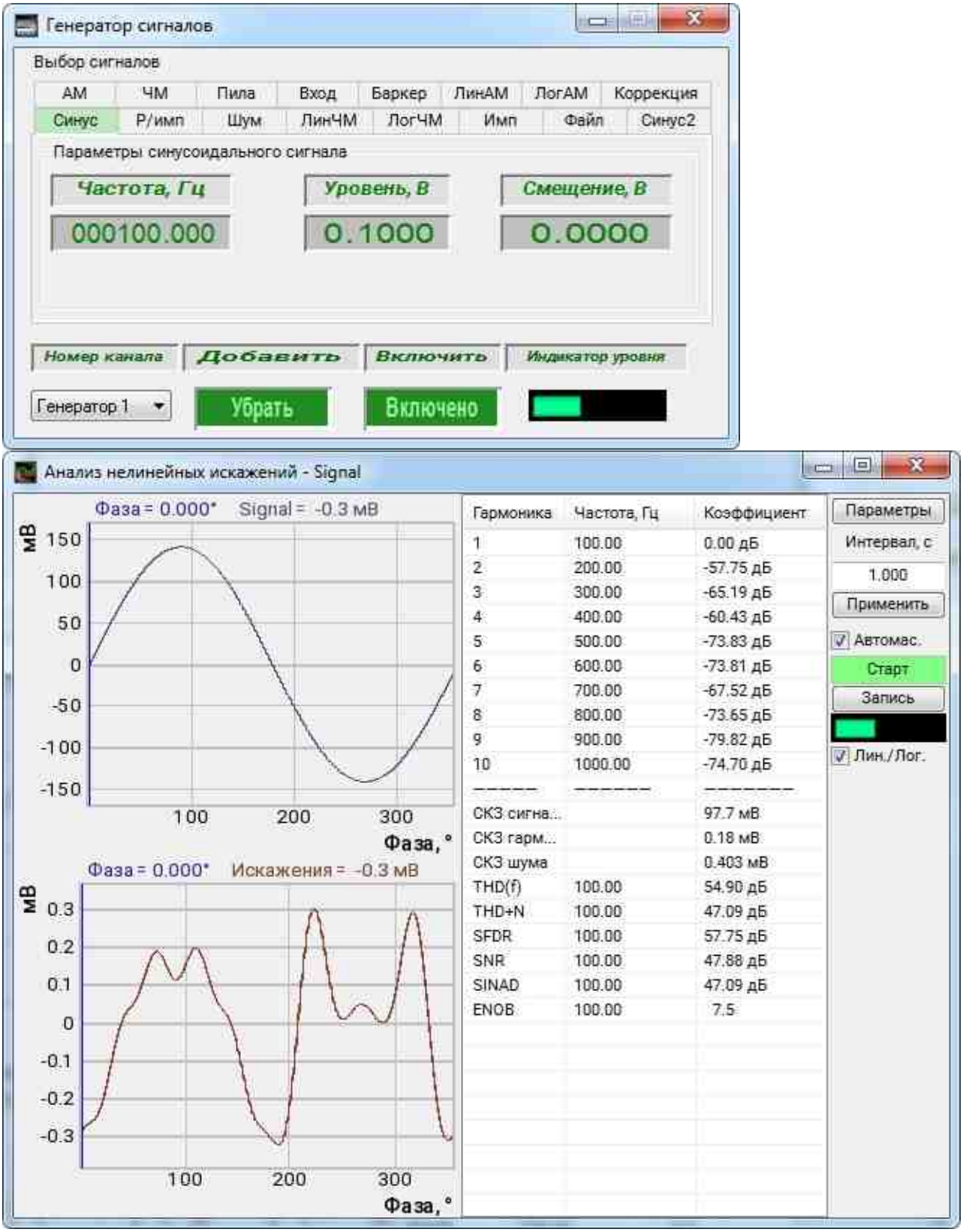


Без установленной галочки «лин/лог» коэффициент будет в %.

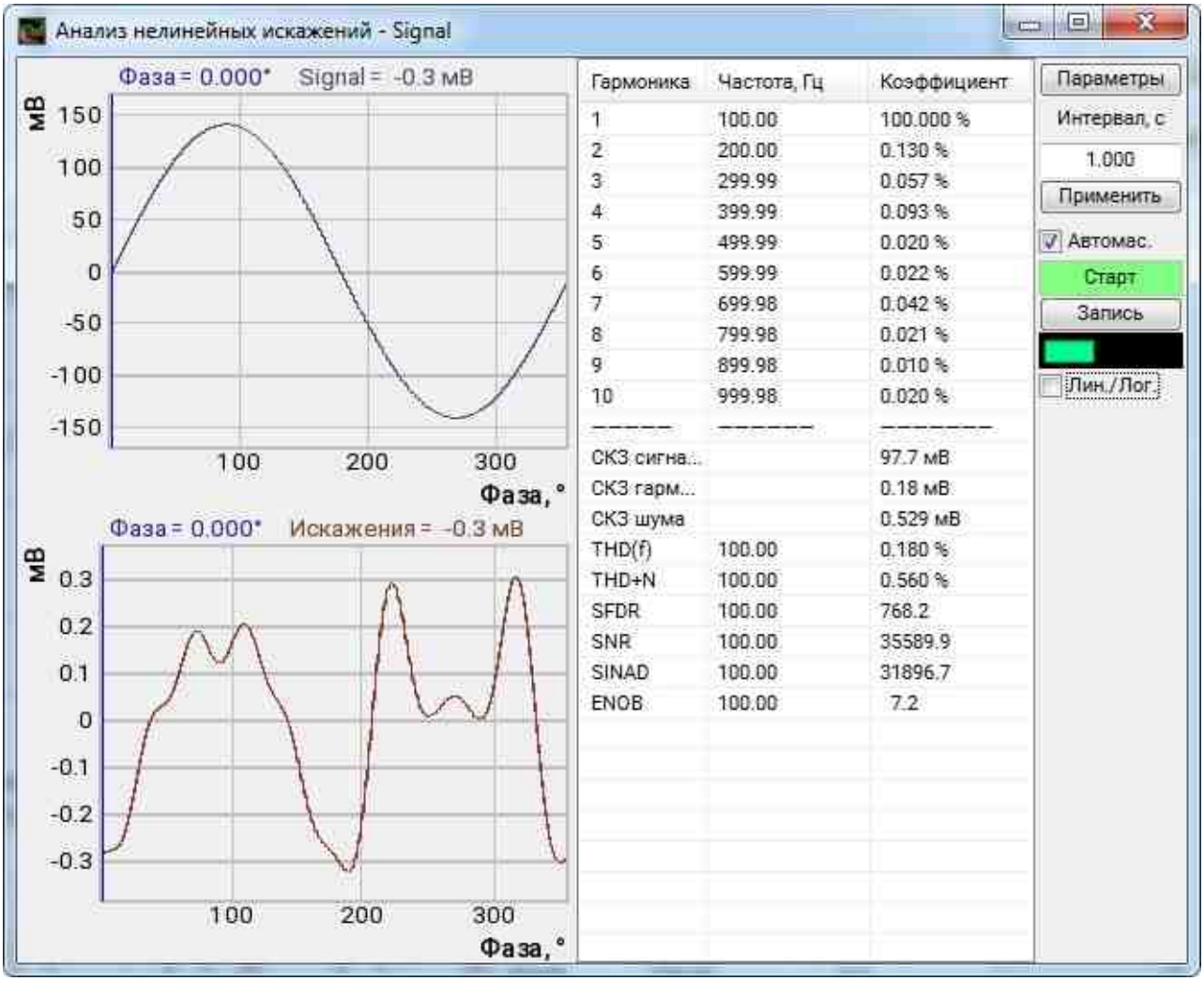
Погрешность измерения должна находится в пределах 0.1 % или 0.01 дБ.
Из-за ограниченной разрядности АЦП и ЦАП (АЦП - измерительные каналы, ЦАП - генераторы) при уменьшении уровня сигнала будет расти погрешность результатов измерения. Для анализатора спектра вес младшего разряда составляет примерно 0.3 мВ. Кроме того, измерительные каналы обладают неустранимым шумом, СКЗ которого составляет около 0.25 мВ.



Например, для синусоидального сигнала с СКЗ 1 мВ и третьей гармоникой с уровнем 0.1 мВ результаты будут следующие.

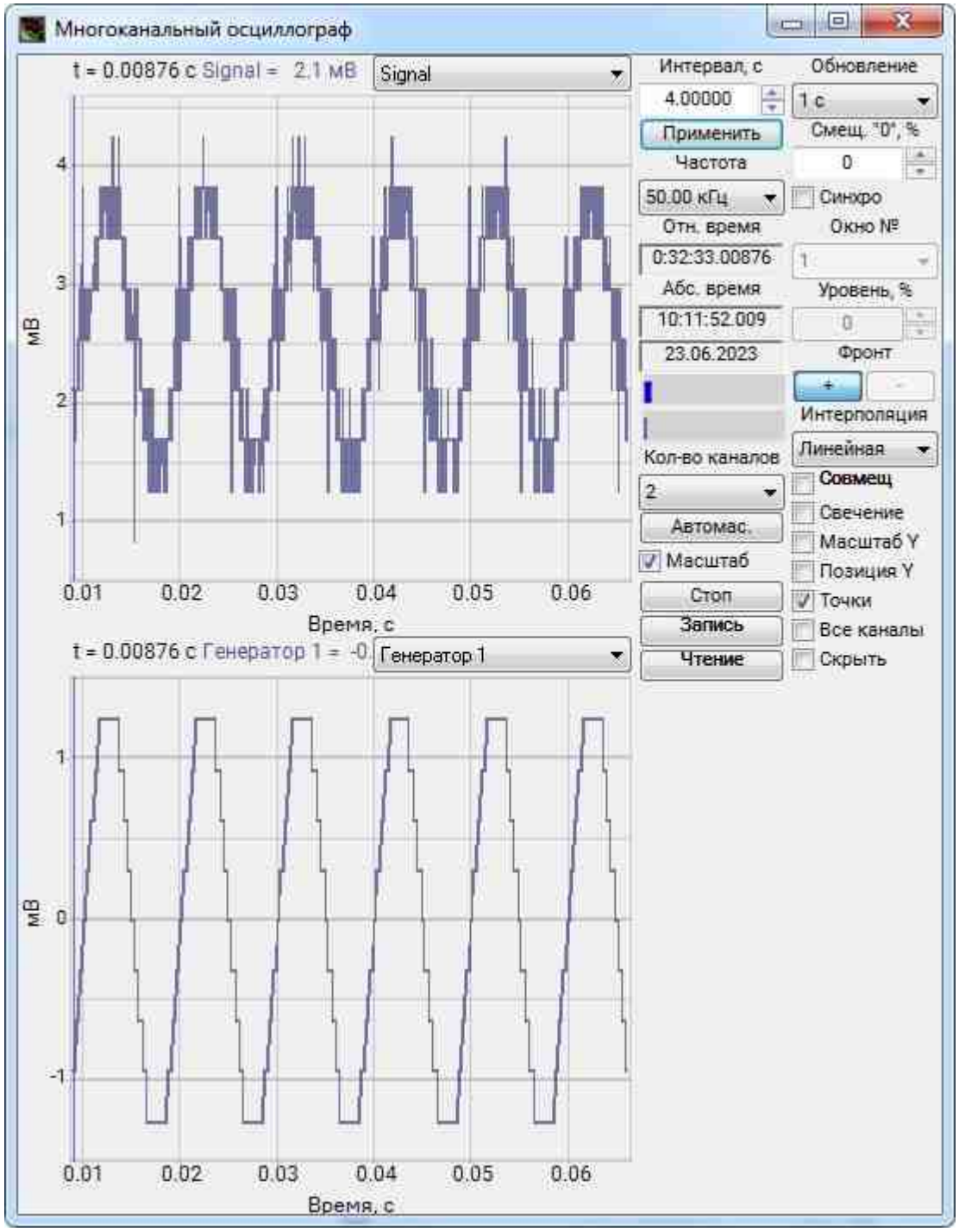


Установите галочку «lin/log», чтобы получить коэффициент в дБ.

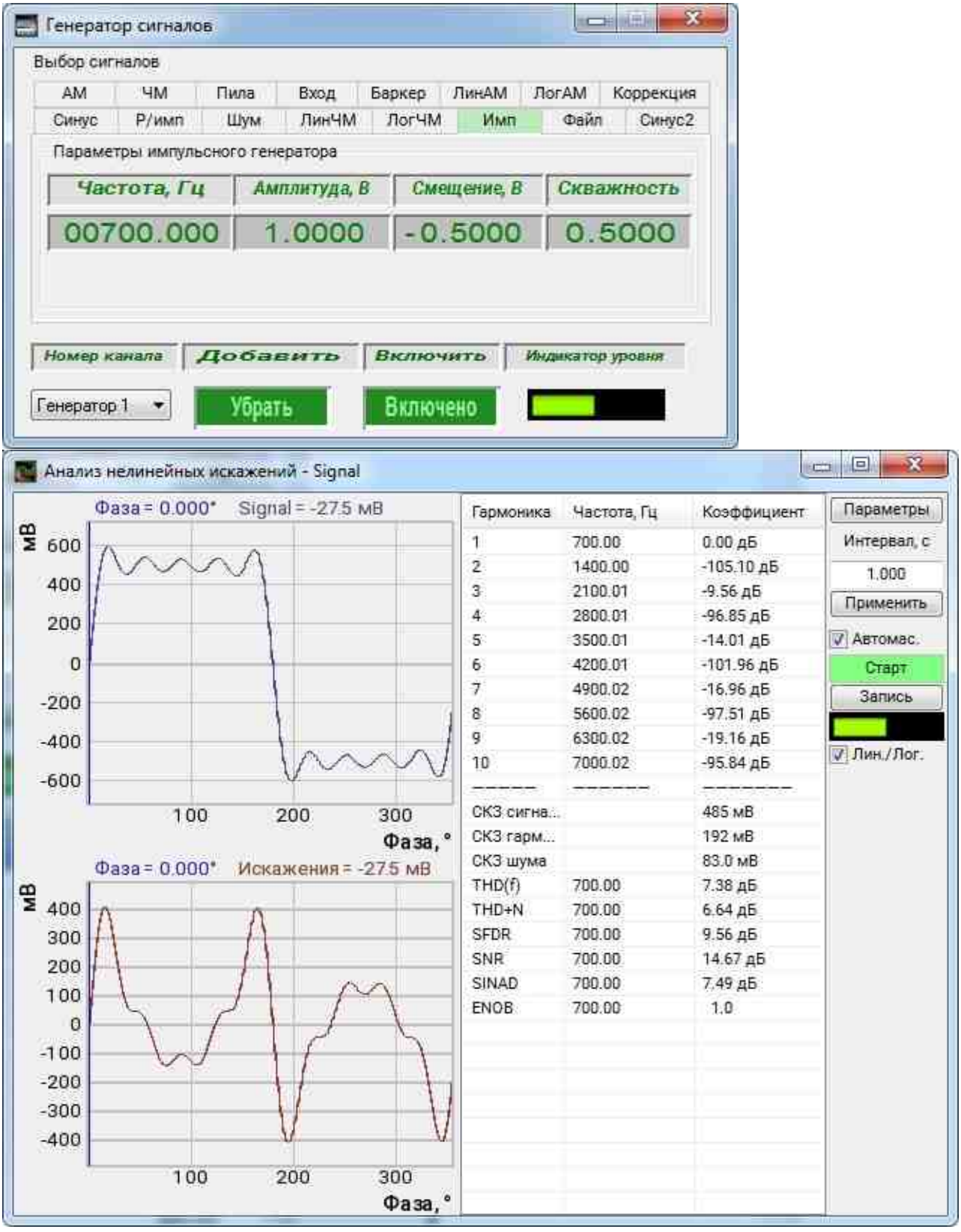


Без установленной галочки «лин/лог» коэффициент будет в %.

Таким образом можно сделать вывод - чем более мощный сигнал мы измеряем, тем меньше погрешность измерений.

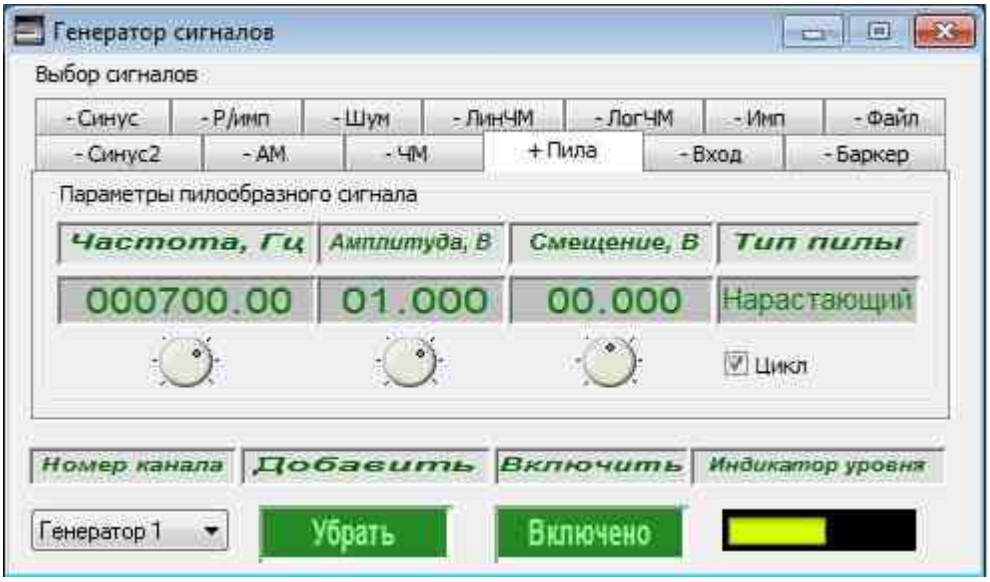


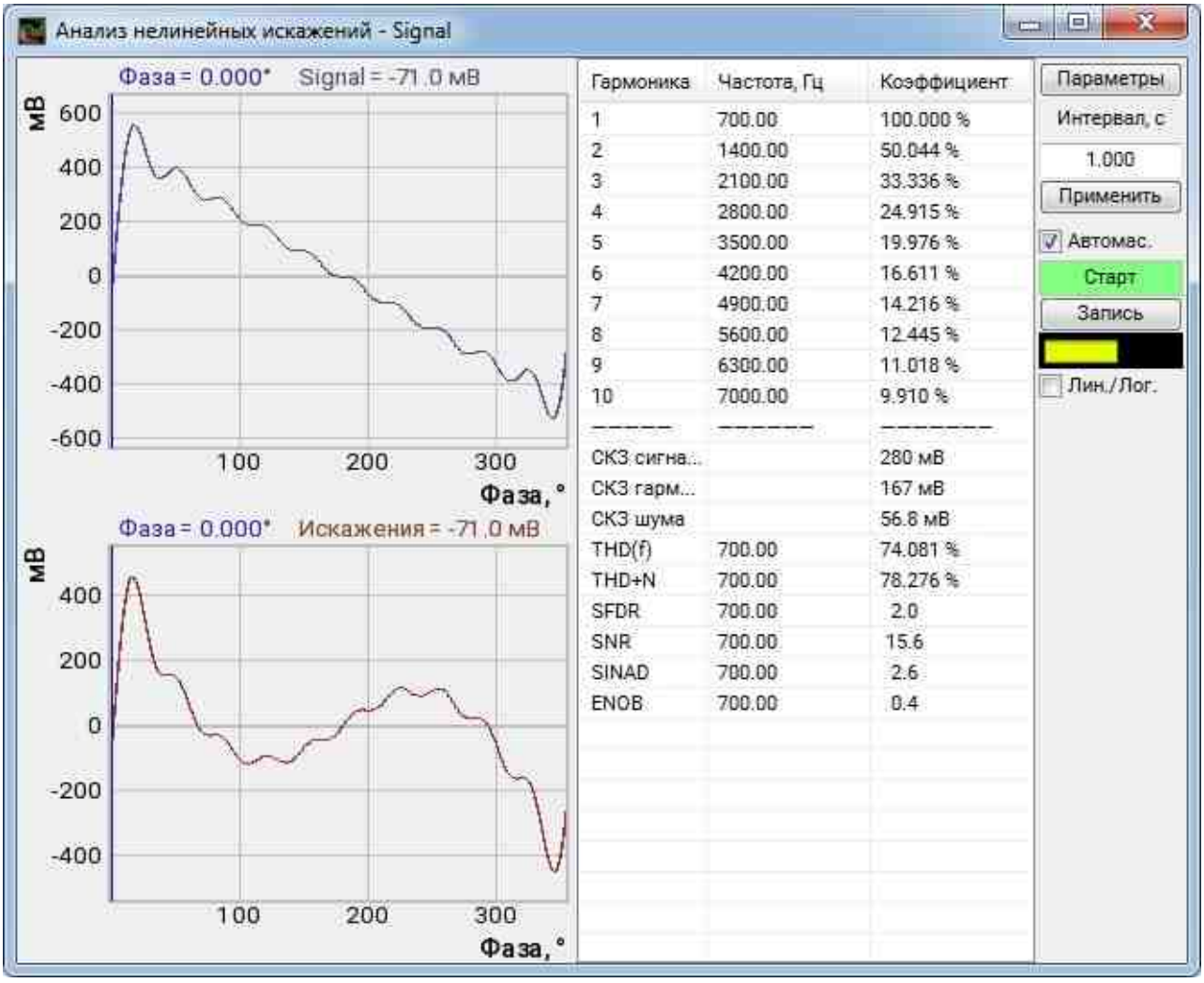
Второй пример.
Для стандартных сигналов КГИ можно вычислить аналитически. Таким образом можно задать с помощью программы генератора стандартные сигналы и сравнить результаты измерений с результатами вычислений.
Симметричный прямоугольный сигнал (меандр) имеет КГИ 48.3 %.
Для того чтобы получить симметричный прямоугольный сигнал необходимо в программе генератор добавить сигнал “имп”, настроить частоту 700 Гц, амплитуду 1 В, смещение 0 В и скважность 0.5.



Идеальный пилообразный сигнал имеет КГИ 80.3%.

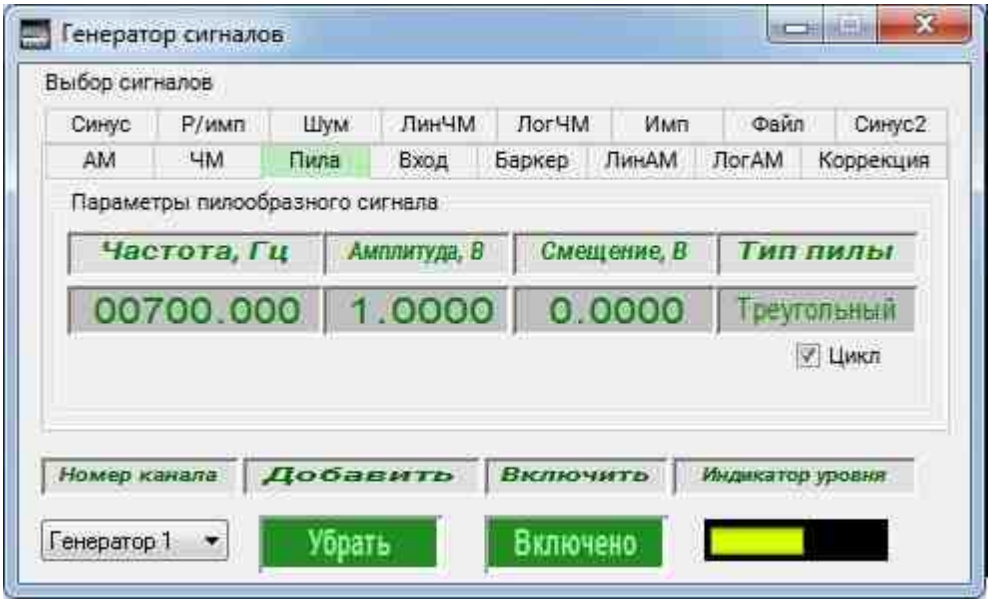
Для того чтобы получить идеальный пилообразный сигнал необходимо в программе генератор добавить сигнал “пила”, настроить частоту 700 Гц, амплитуду 1 В, смещение 0 В и тип, ниспадающий или возрастающий.





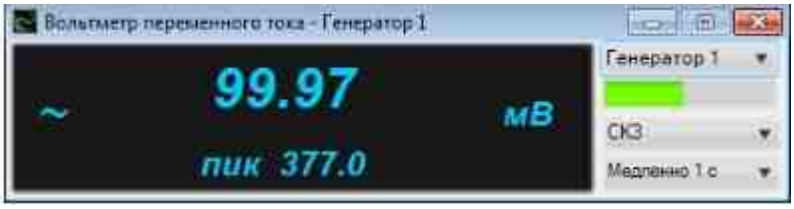
Симметричный треугольный сигнал имеет КГИ 12.1 %.

Для того чтобы получить симметричный треугольный сигнал необходимо в программе генератор добавить сигнал “пила”, настроить частоту 700 Гц, амплитуду 1 В, смещение 0 В и тип треугольный.



Оценка расчета SNR (отношение сигнал-шум):

В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 1 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 1000 мВ. Это будет значение сигнала - S. Затем необходимо убрать “синус” и добавить “шум”, настроить уровень на 0.1 В, задать тип шума “белый”. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение шума - N.

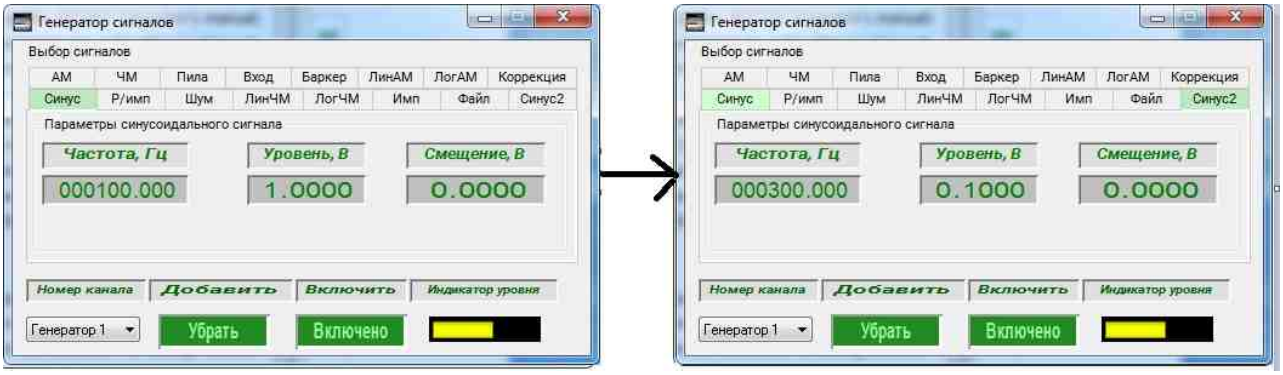


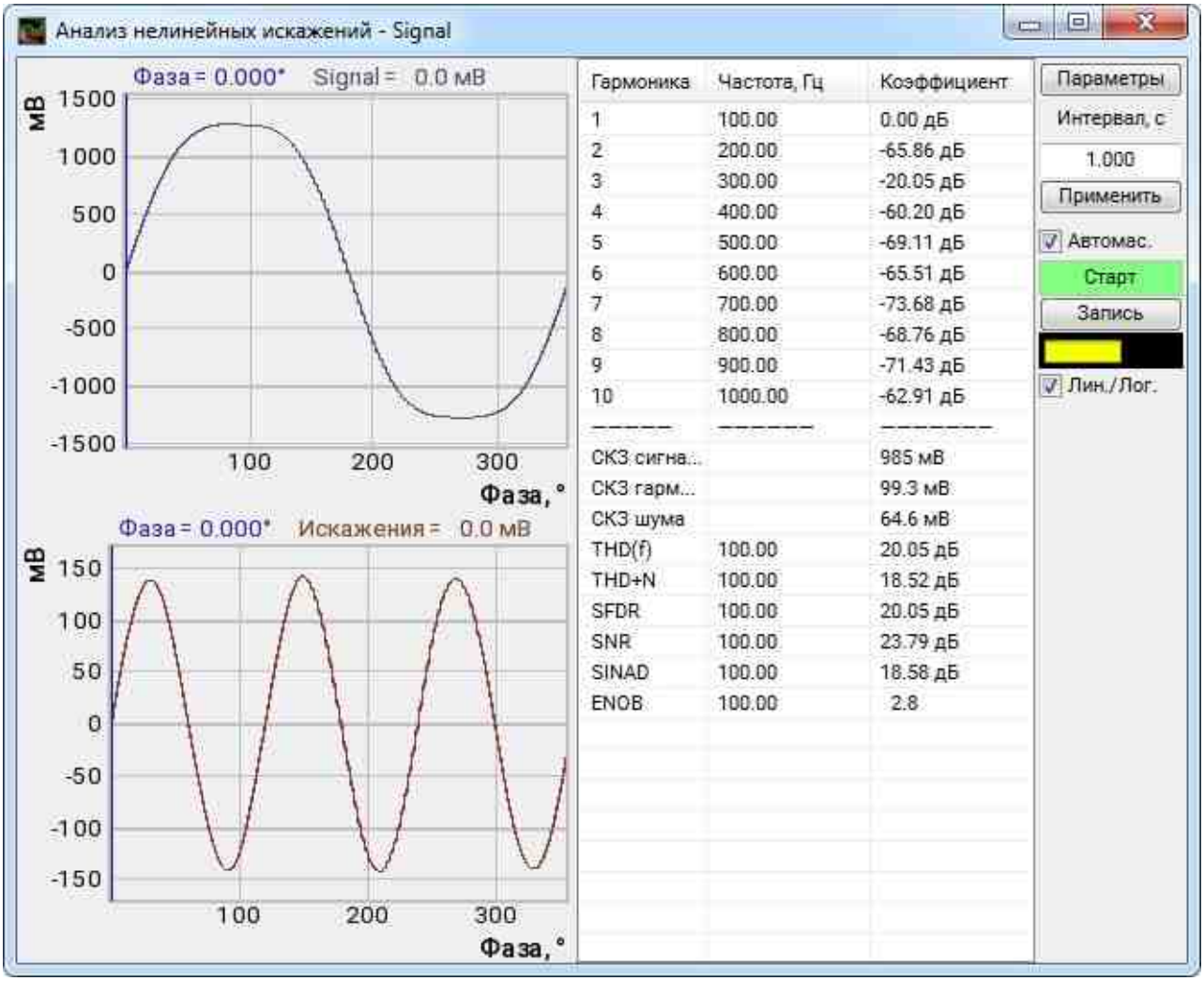
Далее необходимо снова добавить “синус” и суммарный сигнал необходимо измерить программой “АНИ”. Результаты измерений программы “АНИ” необходимо сравнить с результатами вычислений SNR по формуле.

.

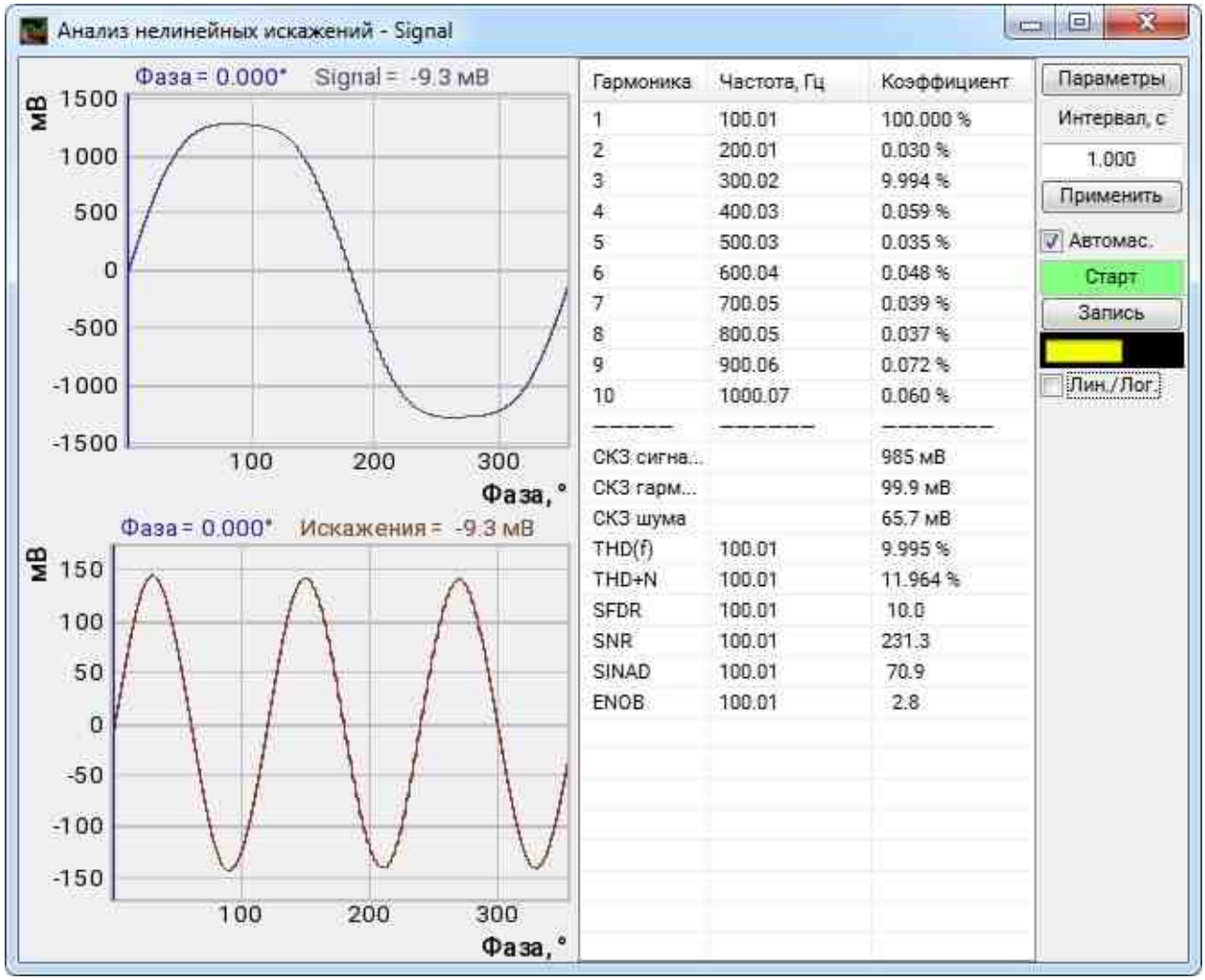
$$SNR = 20lg\frac{S}{N}$$

Для указанных выше параметров сигнала SNR должен быть равен 20 дБ или 100 (то есть энергия сигнала в 100 раз больше энергии шума).
Колебания результатов измерений из-за наличия случайности в шуме не должны превышать 0.5 дБ или 5 раз.





Установите галочку «lin/log», чтобы получить коэффициент в дБ.



Без установленной галочки «лин/лог» коэффициент будет в %.

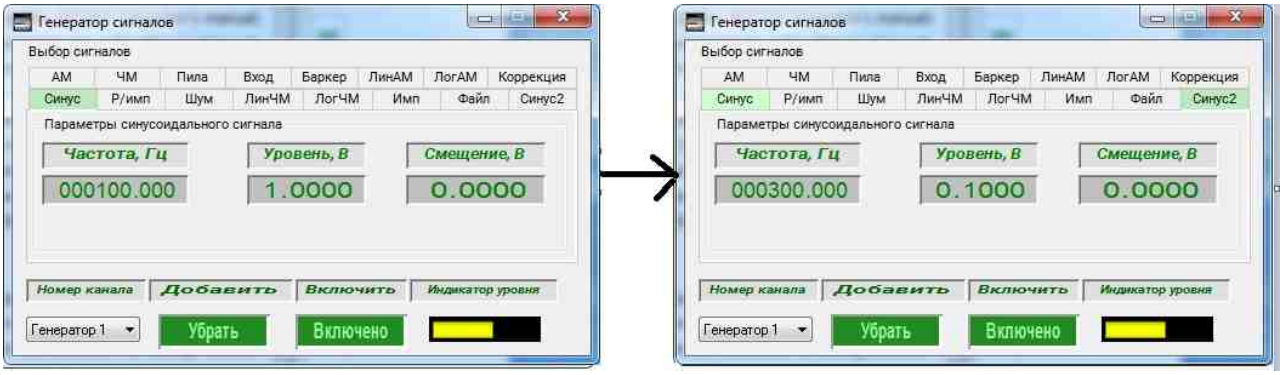
Оценка THD+N (Коэффициент гармонических искажений с учётом шума):

В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 1 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 1000 мВ. Это будет значение сигнала - S. Затем, необходимо убрать “синус” и добавить “синус2”, настроить частоту на 300 Гц, настроить уровень на 0.1 В, задать тип шума “белый”. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение искажений - D.
И наконец, необходимо убрать “синус2” и добавить “шум”, настроить уровень на 0.1 В, задать тип шума “белый”. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение шума - N.
Далее необходимо снова включить “синус” и “синус2” и измерить суммарный сигнал в программе “АНИ”. Результаты измерений программы “АНИ” необходимо сравнить с результатами вычислений THD+N по формуле

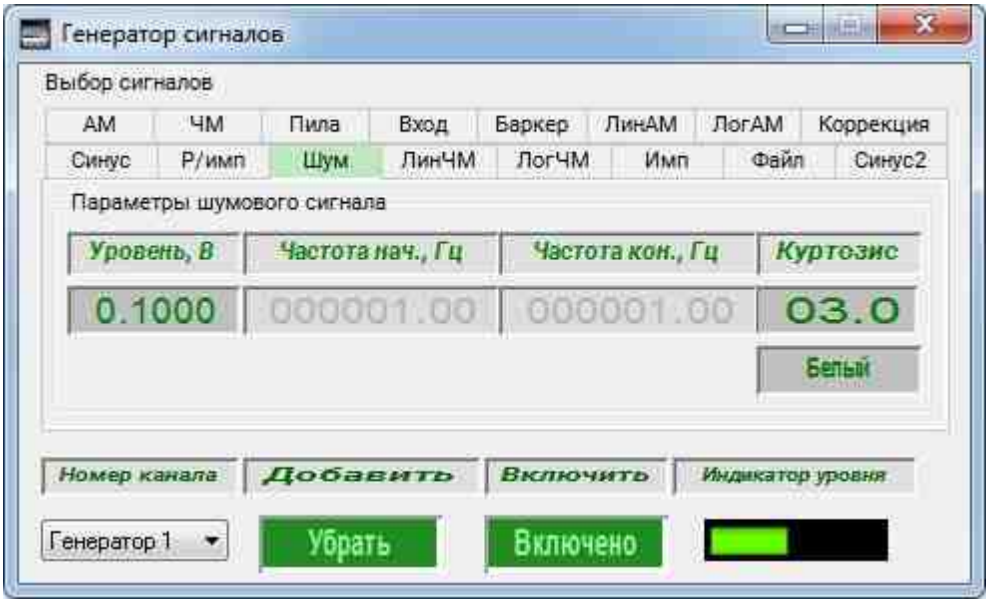
$$THD+N = 20lg\frac{S}{D+N}$$

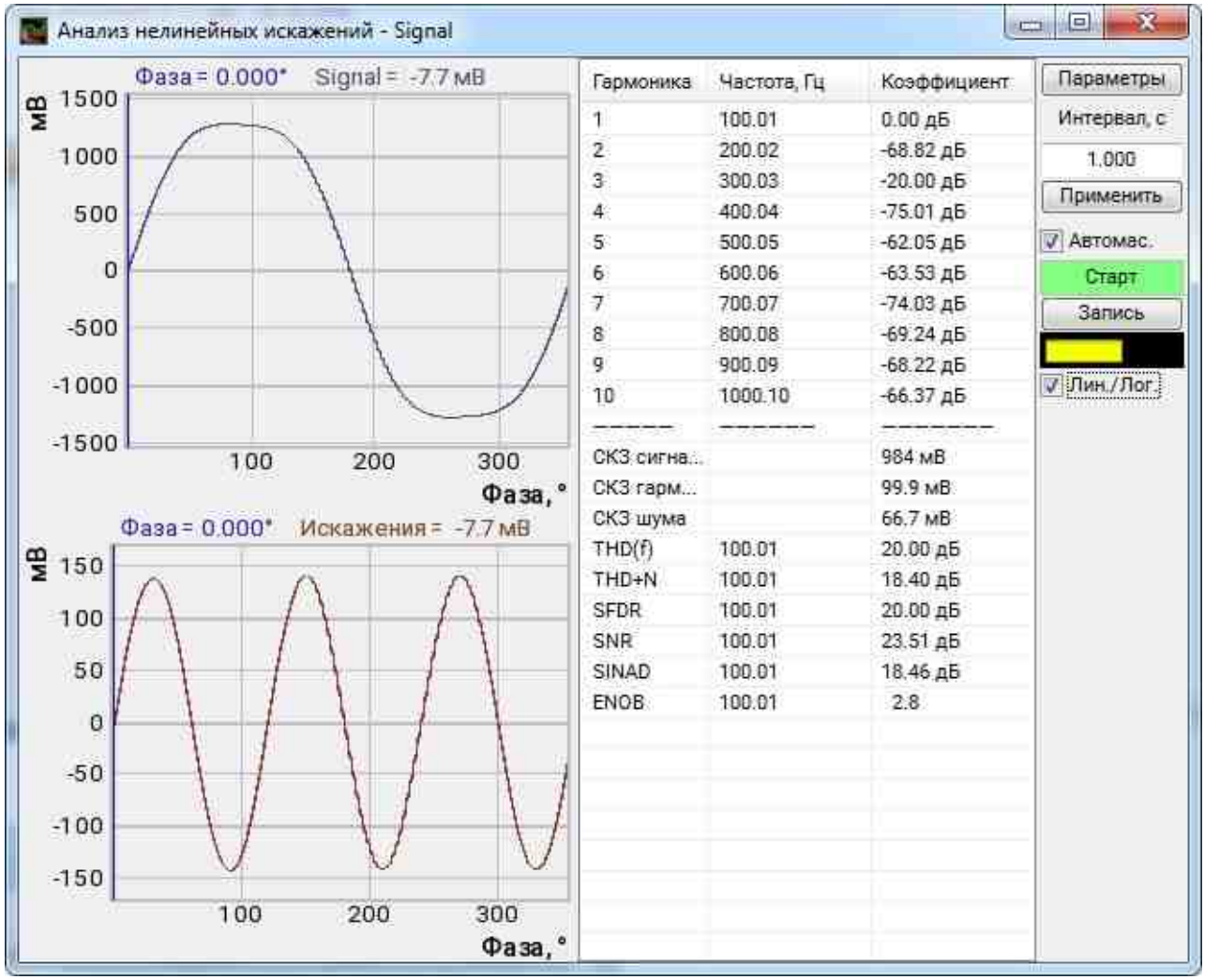
Для указанных выше параметров сигнала THD+N должен быть равен 17 дБ или 14 %.

Колебания результатов измерений из-за наличия случайности в шуме не должны превышать 0.5 дБ или 0.5 %.
THD и SNR должны быть равны в этом случае 20 дБ или 10 %.

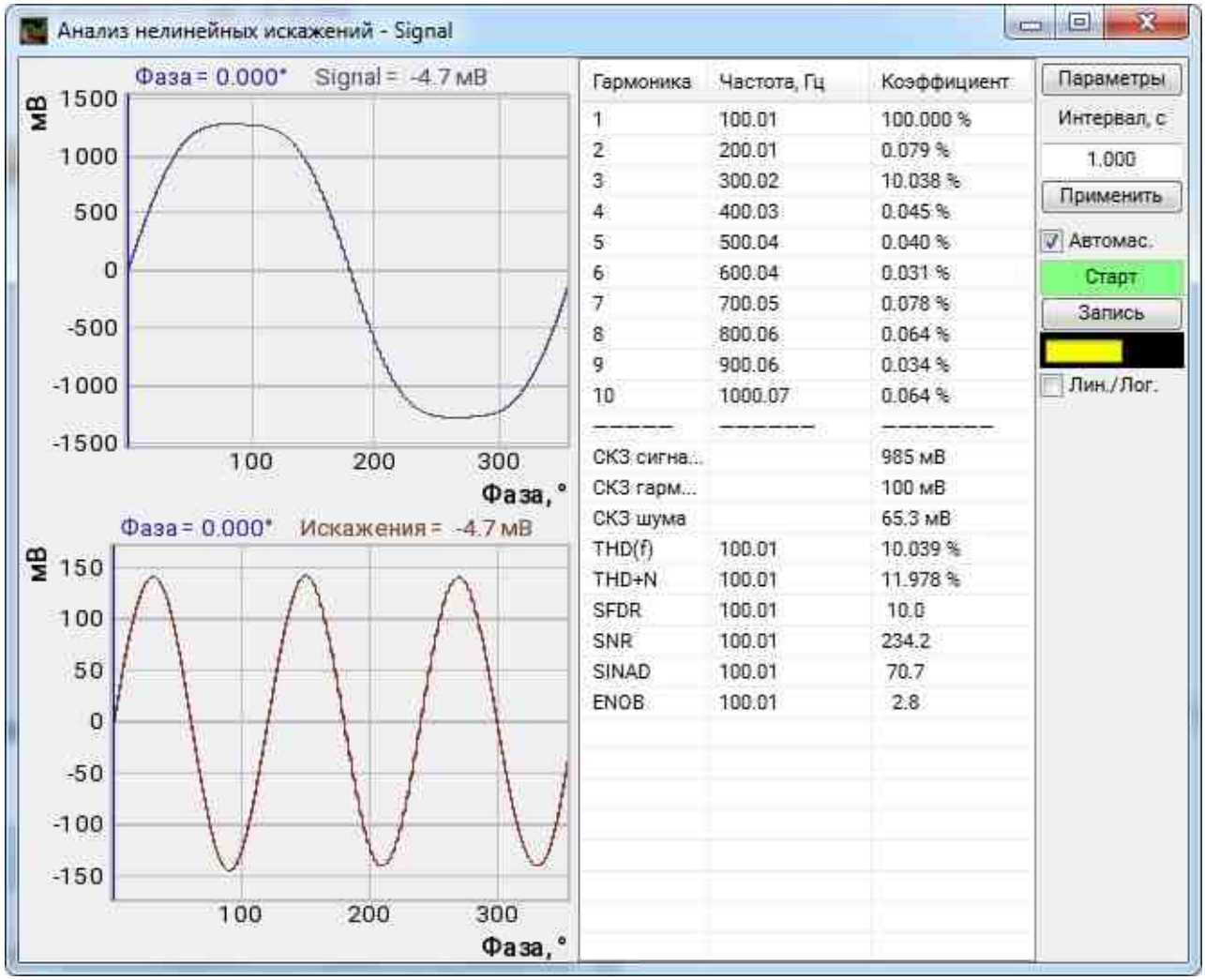


+





Установите галочку «lin/log», чтобы получить коэффициент в дБ.



Без установленной галочки «лин/лог» коэффициент будет в %.

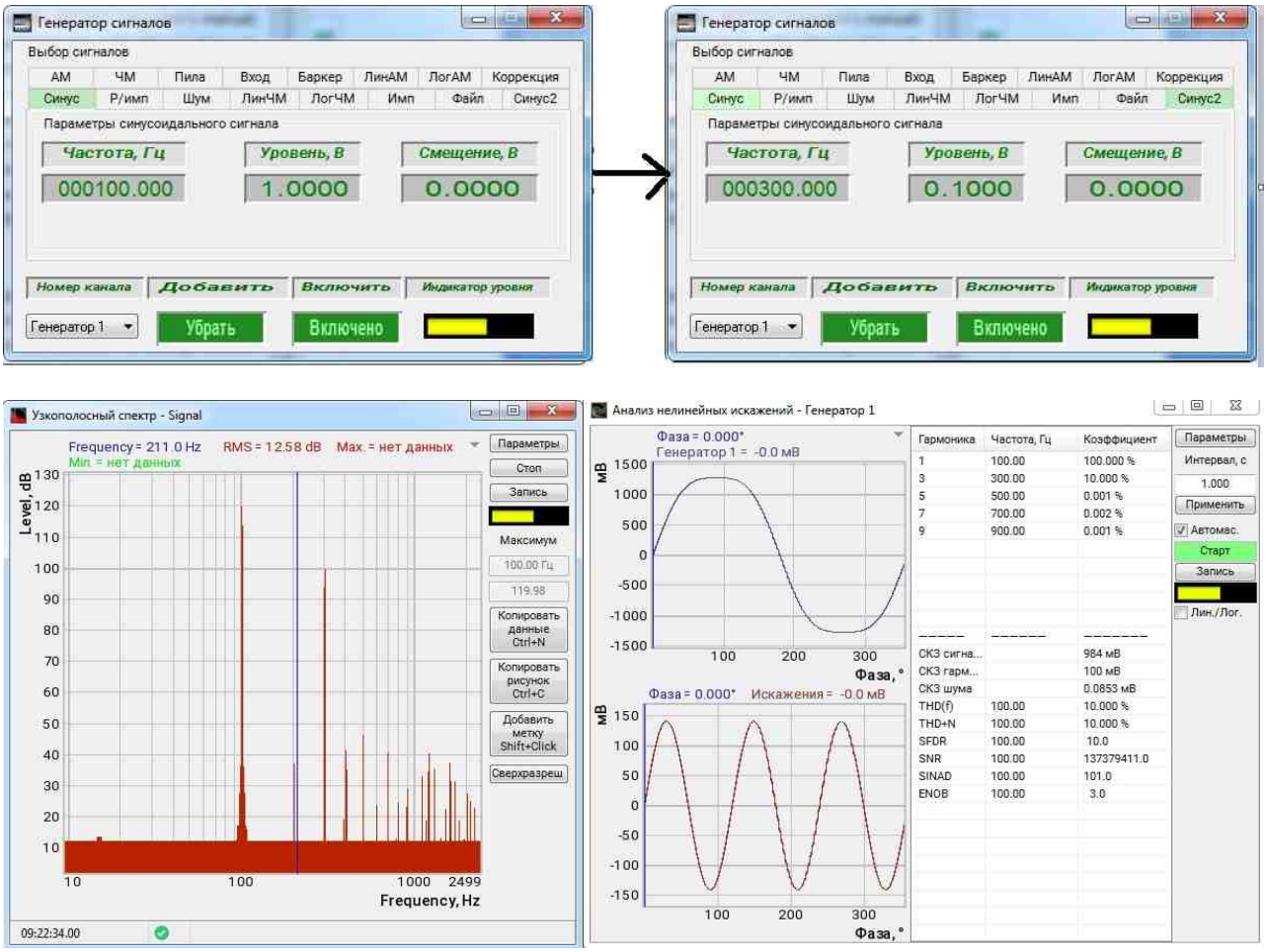
Оценка SFDR (Динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих):

В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 1 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 1000 мВ. Это будет значение сигнала - S. Затем, необходимо убрать “синус” и добавить “синус2”, настроить частоту 300 Гц и уровень на 0.1 В. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение третьей гармоник - U3. Также этот сигнал будет единственной гармоникой.
Далее необходимо снова включить “синус” и измерить суммарный сигнал в программе “АНИ”. Результаты измерений необходимо сравнить с результатами вычислений SFDR по формуле:

$$SFDR = 20 \lg \frac{S}{U_k}$$

Для указанных выше параметров сигнала SFDR должен быть равен 20 дБ или 10 (то есть основная гармоника в 10 раз больше максимальной гармоники искажений).
Погрешность измерения не должна превышать 0,01 дБ или 0,1.

Для наглядного представления результата вычисления SFDR необходимо запустить программу “Узкополосный спектральный анализ” и настроить “Расчёт значений по Y” на “логарифмический, дБ”. В этом случае значение SFDR можно легко вычислить как разность между значением пика на основной частоте и значением самого высокого пика на частоте гармоники.

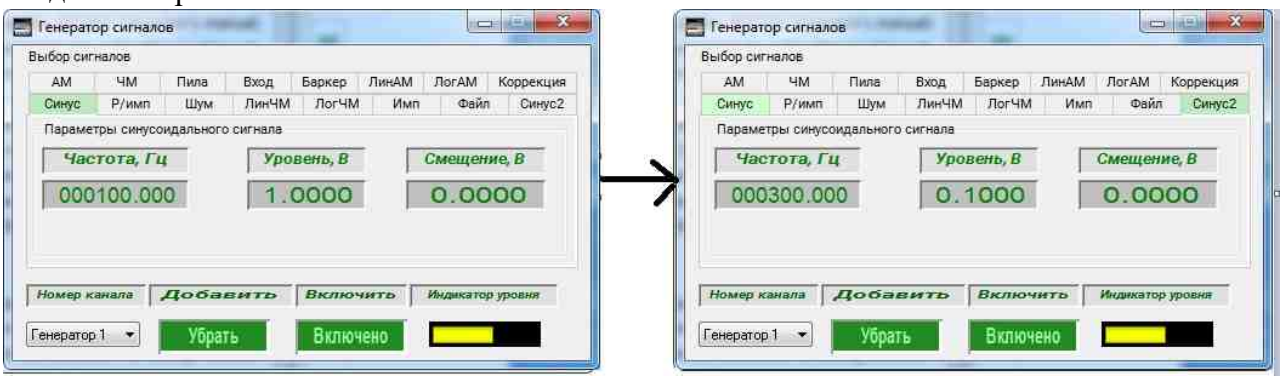


Оценка SINAD (Отношение сигнал/шум с учётом искажений):

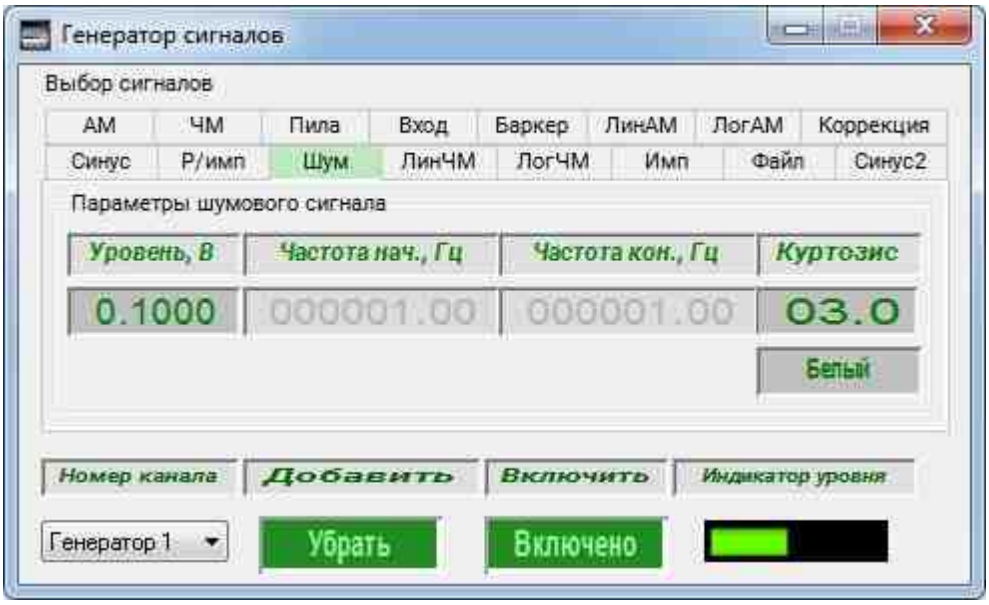
В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 1 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 1000 мВ. Это будет значение сигнала - S.
Затем, необходимо убрать “синус” и добавить “синус2”, настроить уровень на 0.1 В, задать тип шума “белый”. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение искажений - D.
И наконец, необходимо убрать “синус2” и добавить “шум”, настроить уровень на 0.1 В, задать тип шума “белый”. Вольтметр должен показывать около 100 мВ. Это будет значение шума - N.
Далее необходимо снова включить “синус” и “синус2” и измерить суммарный сигнал в программе “АНИ”. Результаты измерений программы “АНИ” необходимо сравнить с результатами вычислений SINAD по формуле

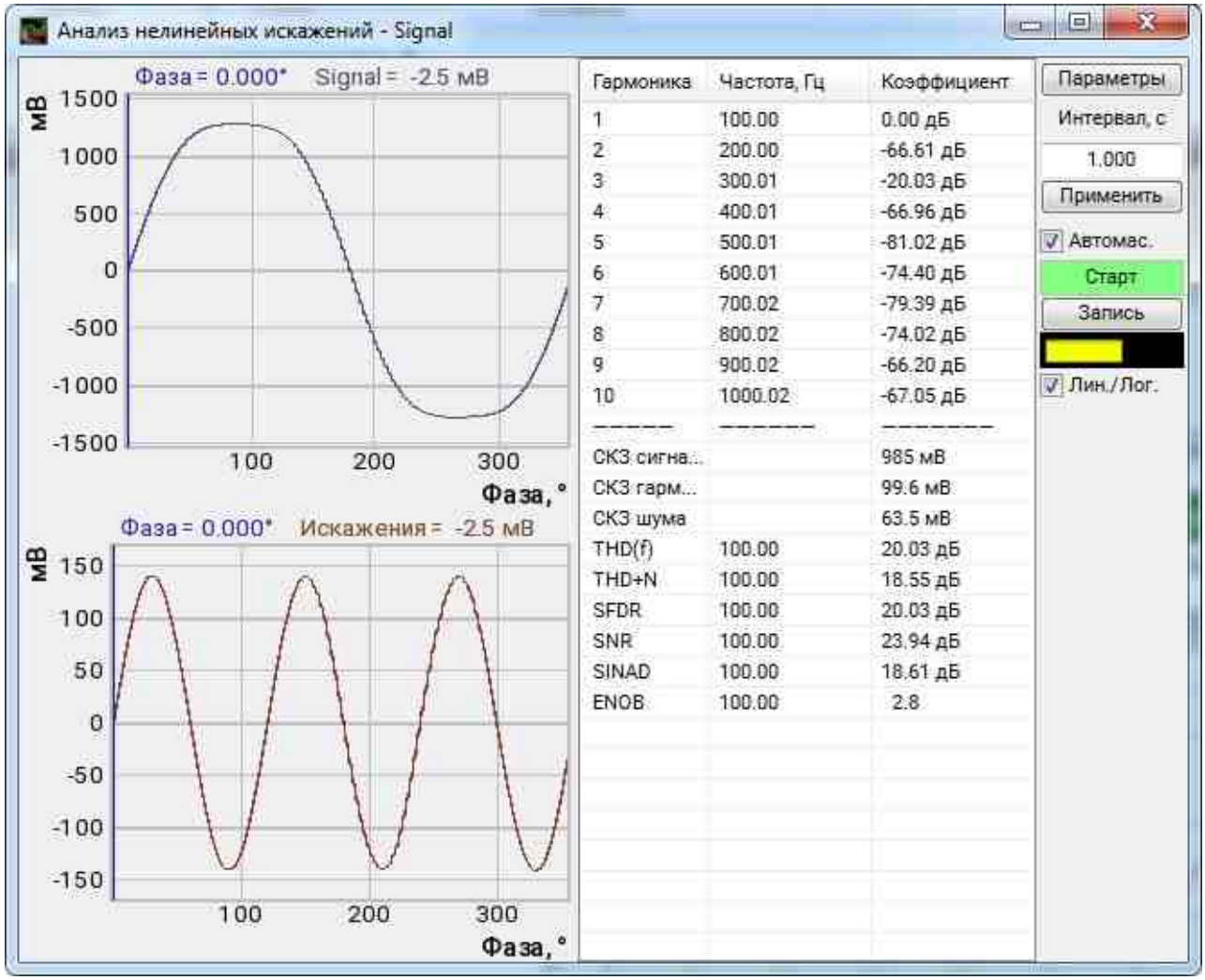
$$SINAD = 20 lg \frac{S+D+N}{D+N}$$

Для указанных выше параметров сигнала SINAD должен быть равен 17 дБ или 50 раз. Колебания результатов измерений из-за наличия случайности в шуме не должны превышать 0.5 дБ или 2 раза.

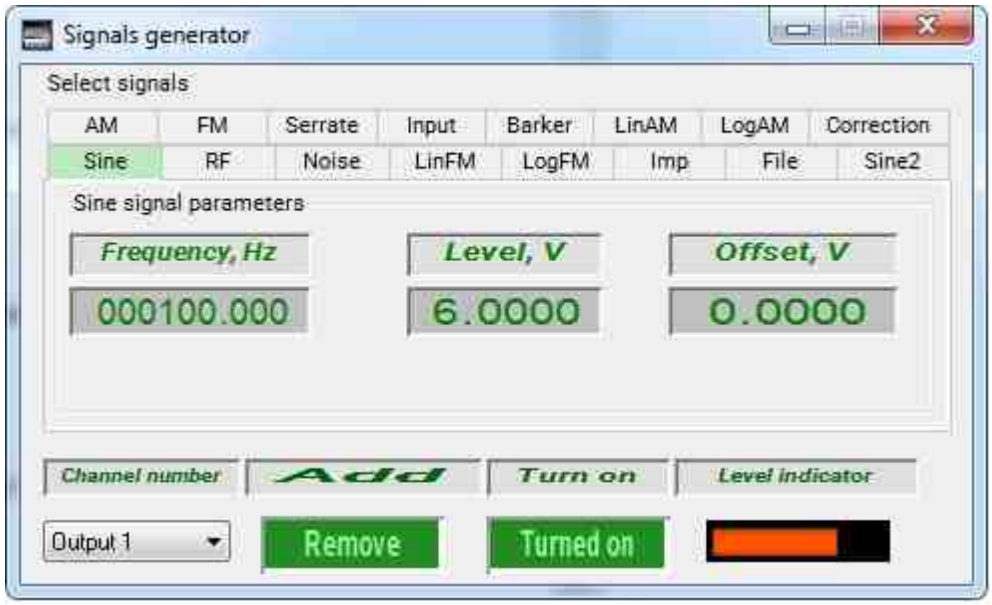


+





Установите галочку «lin/log», чтобы получить коэффициент в дБ.



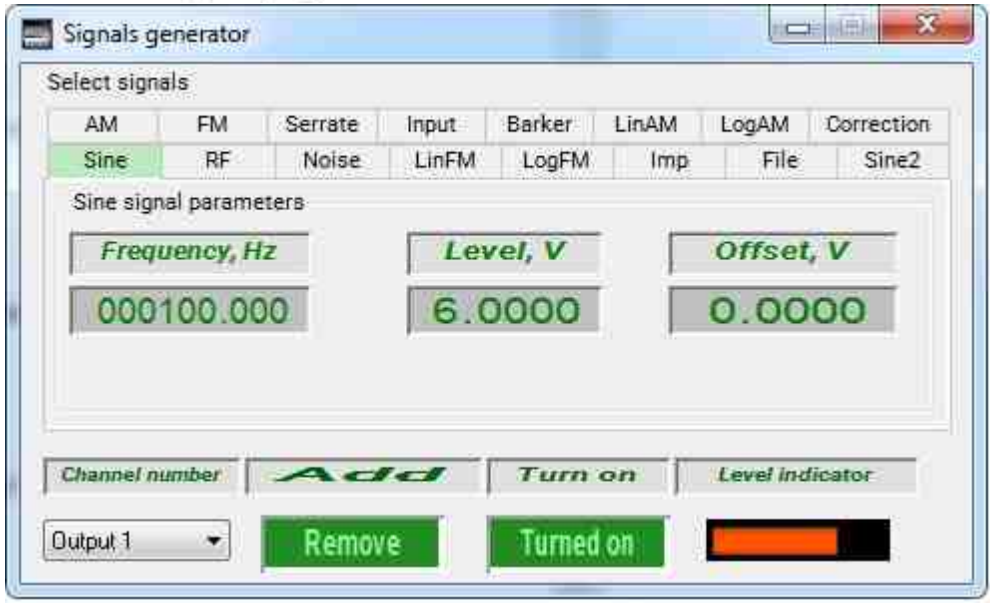
Без установленной галочки «лин/лог» коэффициент будет в %.

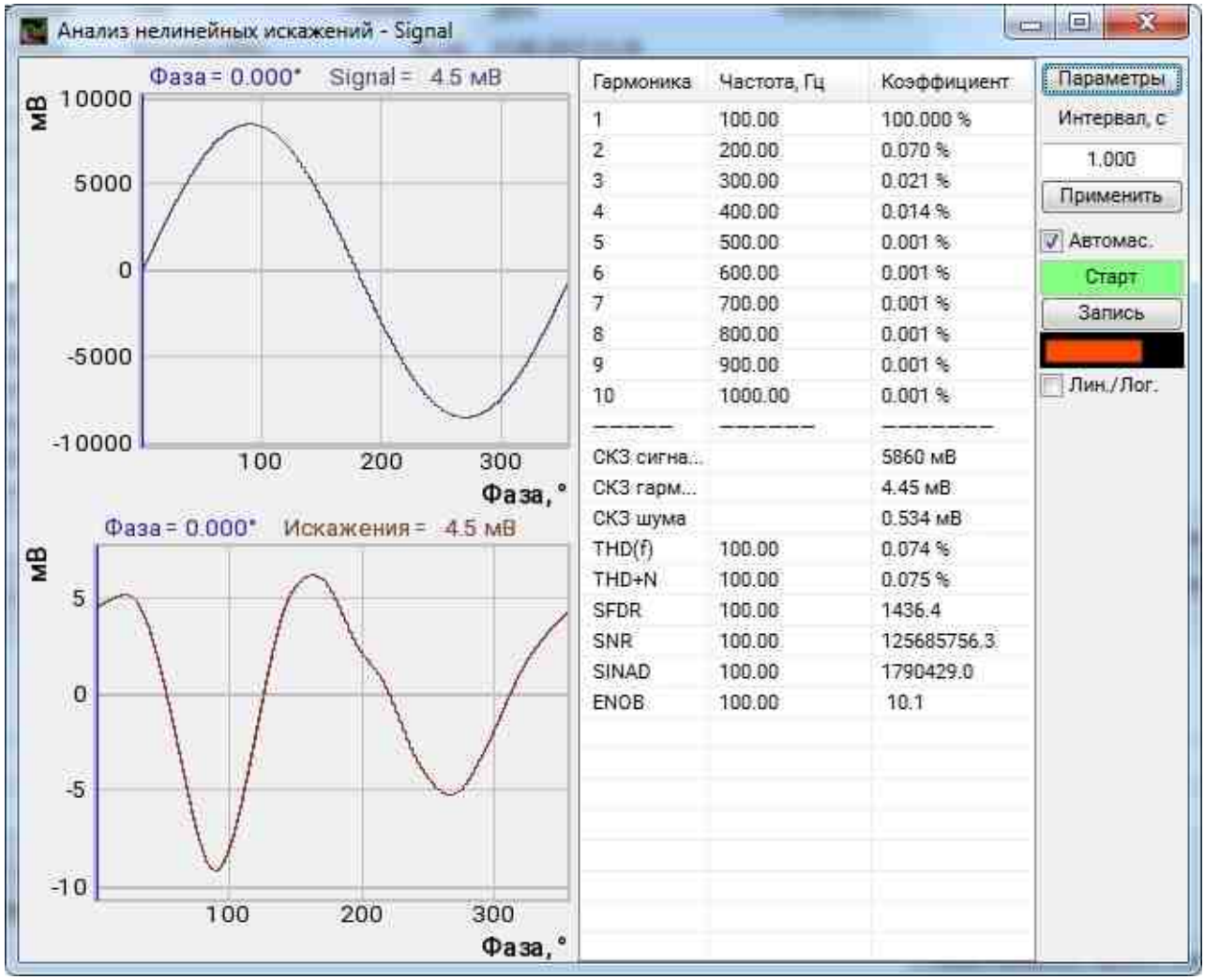
Оценка ENOB (Эффективная разрядность):
В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 7.0 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 7000 мВ.
Далее необходимо сигнал в программе “АНИ”. Результаты измерений программы “АНИ” необходимо сравнить с результатами вычислений ENOB по формуле:

$$ENOB = \frac{SINAD - 1.76}{6.02}$$

Так как разрядность анализатора ZET017 составляет 16 бит, то ENOB не может превысить 16.
Для указанных выше параметров на поверенном анализаторе ZET017 результат вычисления ENOB должен быть 15.5.
В характеристике ENOB включен учёт бита разряда (он, как и обычный бит данных увеличивает диапазон в 2 раза) и ошибок квантования “идеального” АЦП.
Так как в расчёте ENOB используется значение SINAD, то у измерительных каналов значение ENOB будет меньше из-за наличия помех.
Формула вычисления ENOB является обратной к формуле вычисления динамического диапазона:

$$DR = 20lg\left(2^n\sqrt{\frac{3}{2}}\right) \approx 6.0206 \cdot n + 1.761$$





Заключение.

В заключении необходимо отметить, что в отдельных случаях указанные выше характеристики могут быть измерены с иным опорным уровнем. В этом случае необходимо обратить внимание на обозначение и воспользоваться справочной литературой.

dBFS (от англ. Full Scale — «полная шкала») — опорное напряжение соответствует полной шкале прибора, например, «уровень записи составляет −6 dBFS». Для линейного цифрового кода каждый разряд соответствует 6 дБ, и максимально возможный уровень записи равен 0 dBFS.

dBc (русское дБн) — опорным является уровень излучения на частоте несущей (англ. carrier) или уровень основной гармоники в спектре сигнала. Примеры использования: «уровень побочного излучения радиопередатчика на частоте второй гармоники составляет −60 дБн» (то есть мощность этого побочного излучения в 1 млн раз меньше мощности несущей) или «уровень искажений составляет −60 дБн».

В связи с тем, что не всегда входной сигнал будет занимать весь доступный динамический диапазон возникла необходимость добавить характеристику (или несколько), которые бы отражали потенциальные возможности АЦП.

DBFS — это безразмерная величина, равная отношению амплитуды основной гармоники (S) к максимальному измеримому уровню АЦП (M). Необходимо отметить, что эта величина почти всегда меньше 0 и равна 0 только, когда амплитуда сигнала полностью

заполняет динамический диапазон устройства.

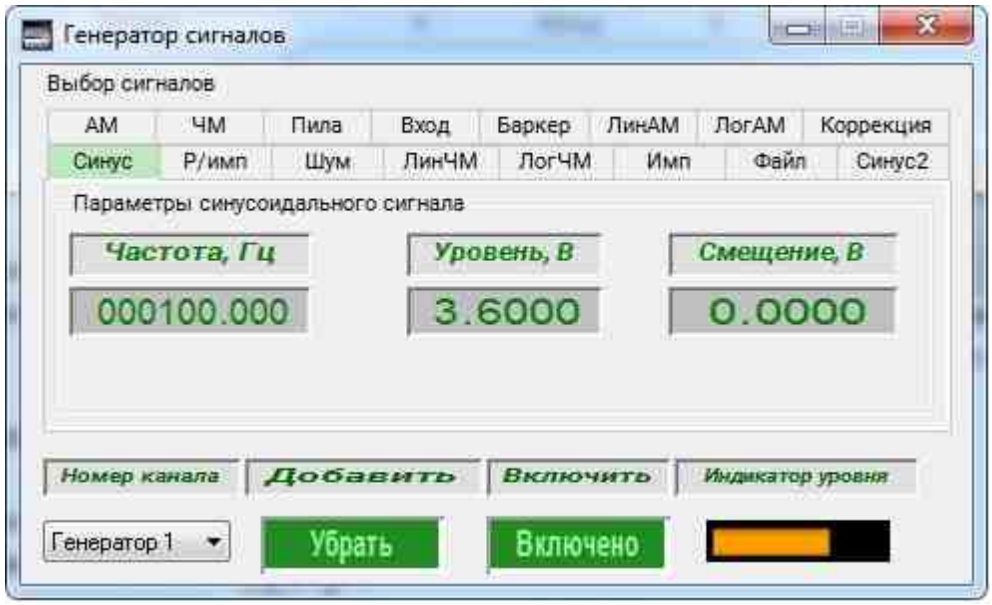
$$DBFS = 20lg\frac{S}{M}$$

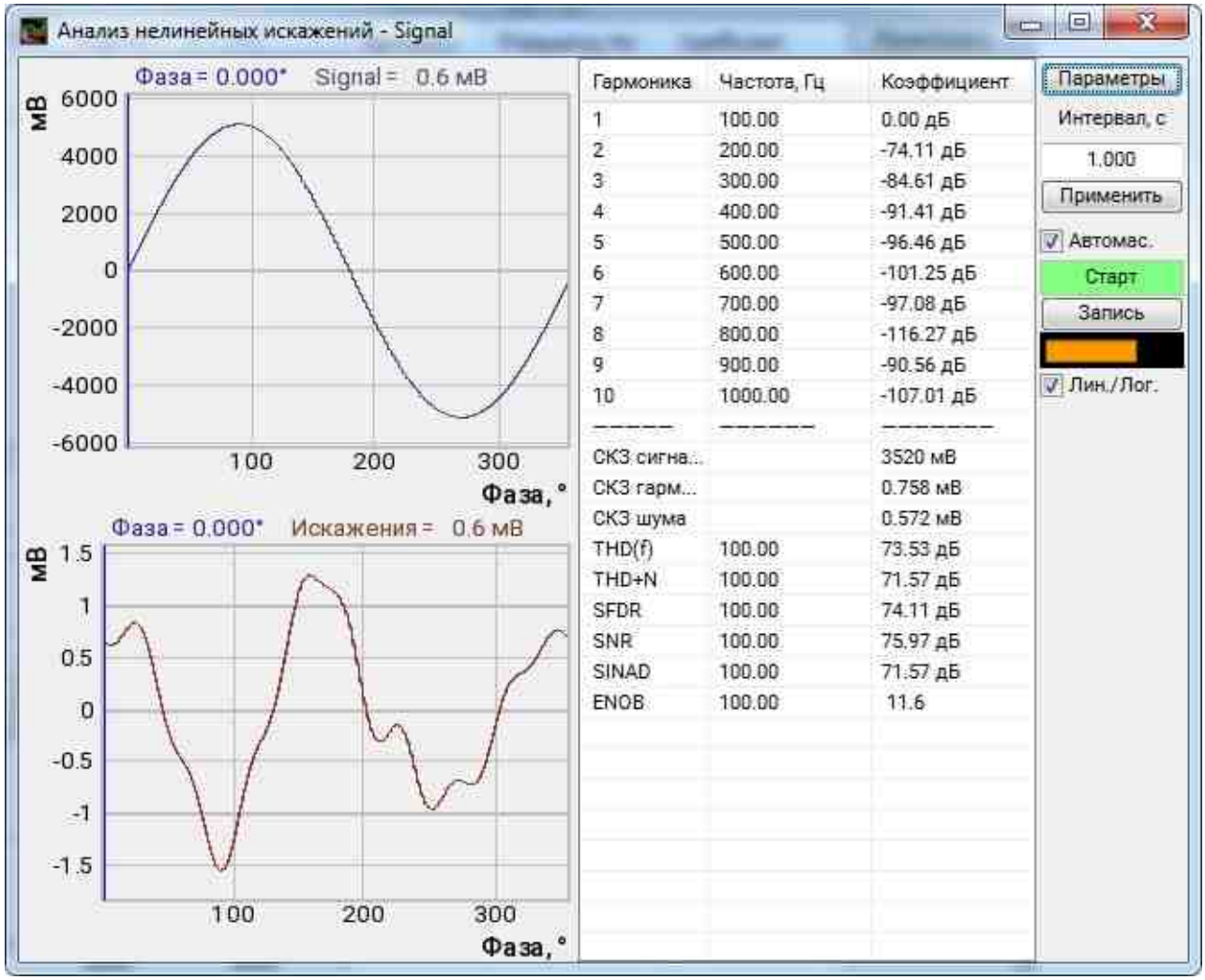
ENOBFS — это максимальное количество разрядов, которое может быть использовано АЦП/ЦАП. Эта характеристика показывает значение близкое к реальной разрядности АЦП/ЦАП не зависимо от мощности сигнала.

$$ENOBFS = \frac{SINAD - DBFS - 1.76}{6.02}$$

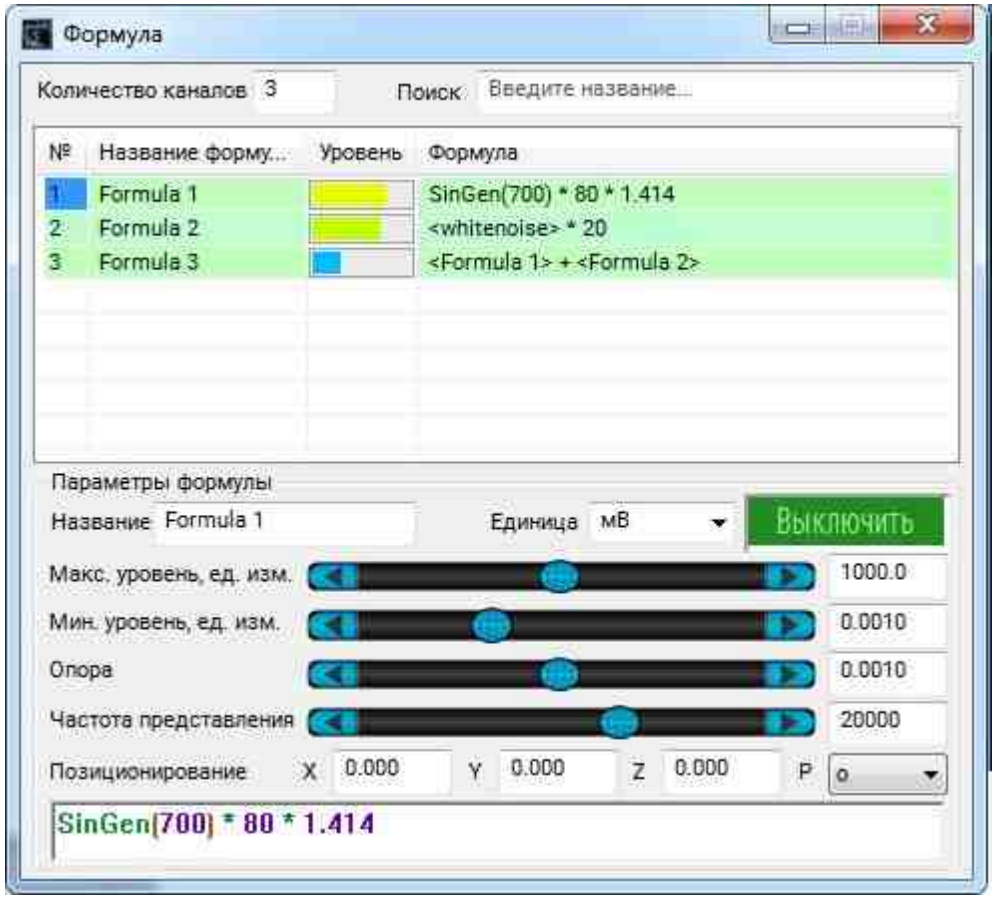
Пример проверки.

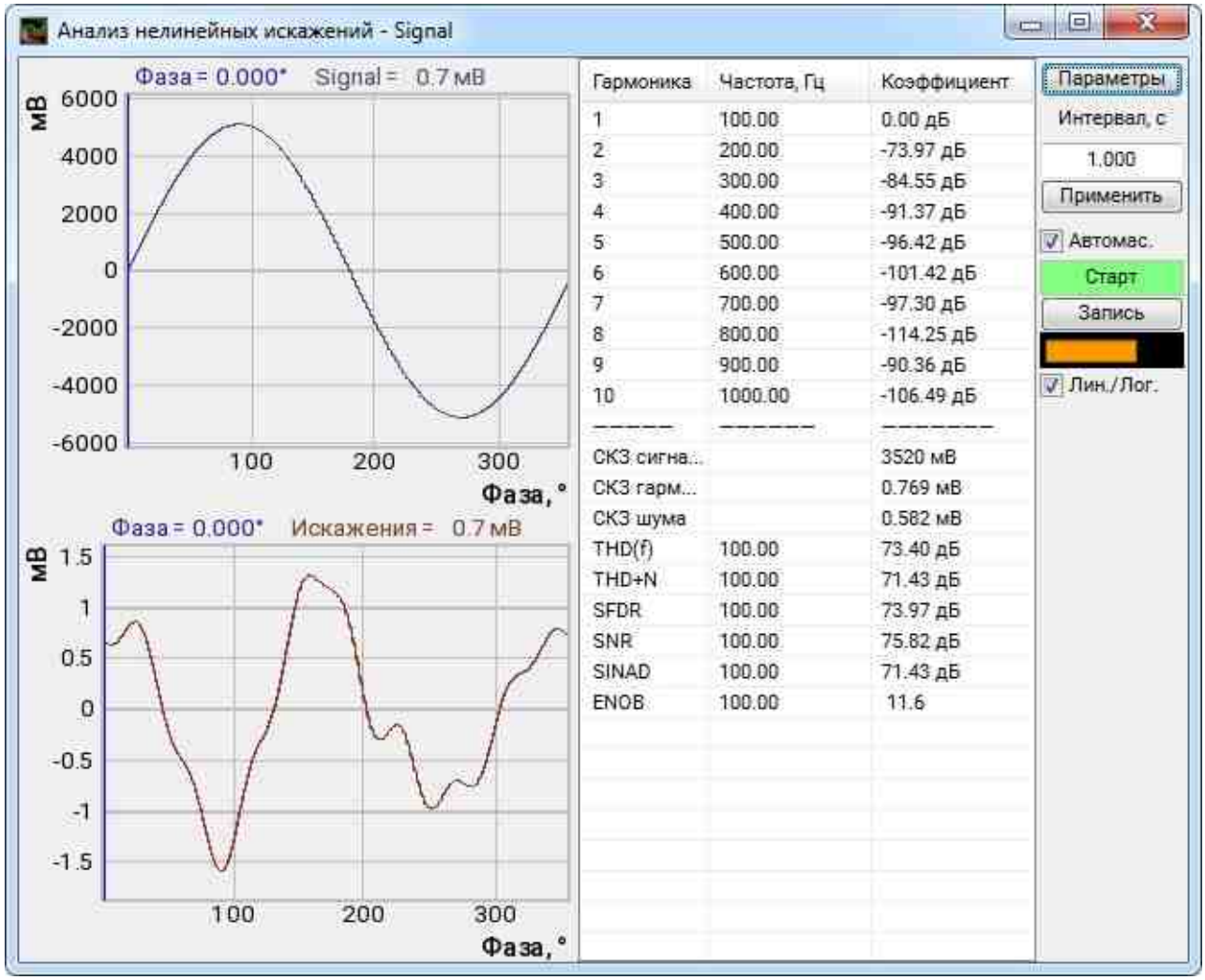
В генераторе необходимо добавить “синус”, настроить частоту на 100 Гц, уровень на 3,6 В и включить генератор. Вольтметр должен показать 3600 мВ СКЗ и 5091 мВ амплитуду.
Характеристика DBFS должна быть равна -6 дБ.
Характеристика ENOBFS должна быть ровно на 1 больше чем характеристика ENOB.





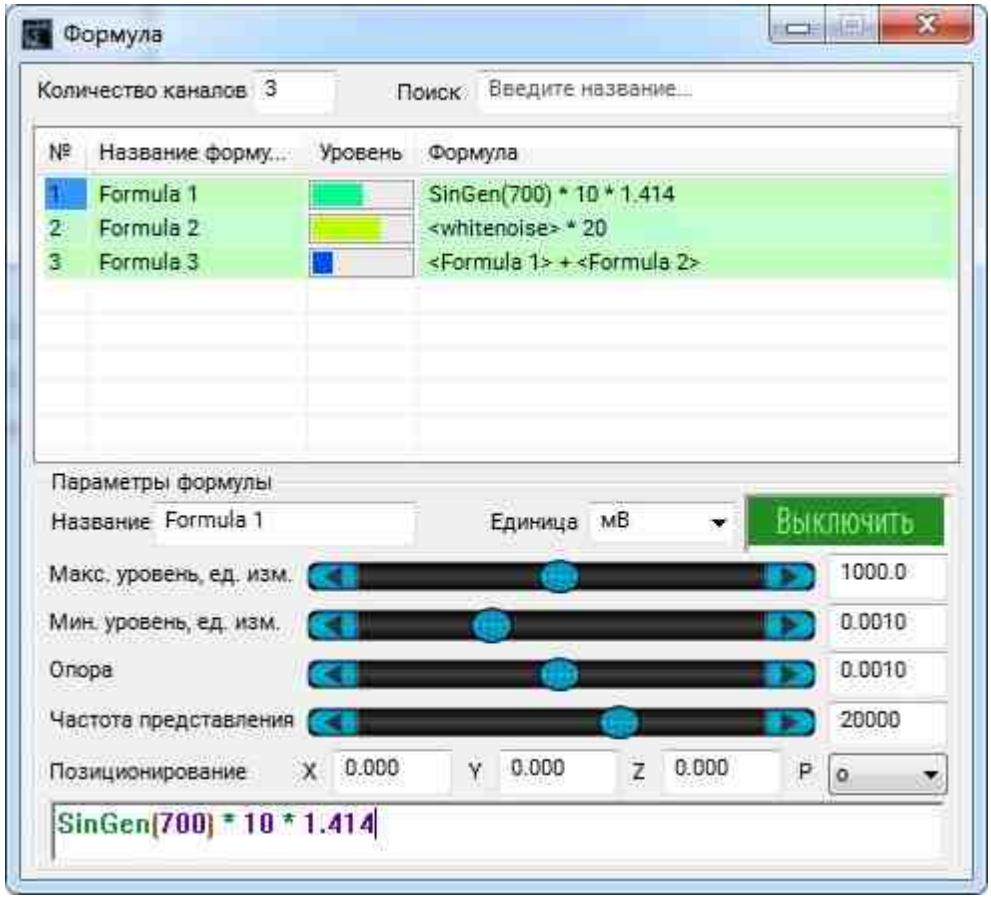
В ПО ZETLAB присутствует программа «Формула», предназначенная для обработки данных по заданным формулам (в том числе и для генерации сигналов). Виртуальные каналы, созданные программой «Формула» (как и все прочие виртуальные каналы), передают данные в формате FLOAT (32-битное дробное число с плавающей запятой стандарта IEEE 754), у которого на мантиссу отведено 22 бит. Поэтому для каналов программы «Формула» величина ENOB не будет превышать 22.
Максимальное значение для ENOB и ENOBFS в программе «АНИ» ограничено 32.

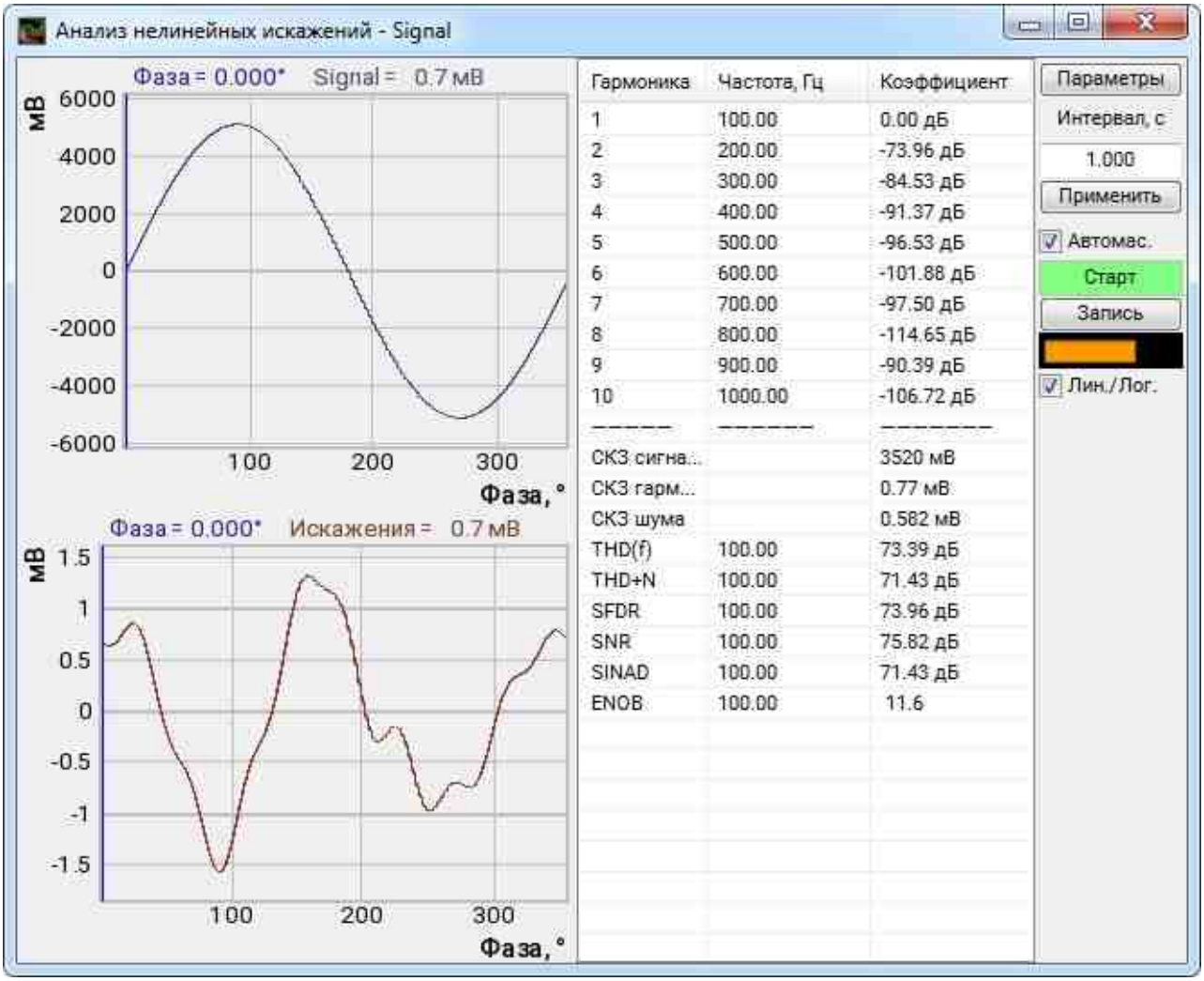

Формула
Количество каналов 3
Поиск Введите название...
№ Название форму... Уровень Формула
1 Formula 1 SinGen(700) * 80 * 1.414
2 Formula 2 <whitenoise> * 20
3 Formula 3 <Formula 1> + <Formula 2>
Параметры формулы
Название Formula 1
Единица мВ
Выключить
Макс. уровень, ед. изм. 1000.0
Мин. уровень, ед. изм. 0.0010
Опора 0.0010
Частота представления 20000
Позиционирование X 0.000 Y 0.000 Z 0.000 P 0
SinGen(700) * 80 * 1.414



Если каналу «Формулы» задать параметры, значительно соответствующие небольшому динамическому диапазону, то значения характеристик ENOB и ENOBFS будут ограничены уже параметрами канала.

Так, например, для канала с минимальным уровнем в 1 мВ (вес младшего разряда) и максимальным уровнем 1000 мВ (максимальная амплитуда) количество допустимых значений будет 2000 и для его кодирования будет достаточно 11 бит.


Формула
Количество каналов 3
Поиск Введите название...
№ Название форму... Уровень Формула
1 Formula 1 SinGen(700) * 10 * 1.414
2 Formula 2 <whitenoise> * 20
3 Formula 3 <Formula 1> + <Formula 2>
Параметры формулы
Название Formula 1
Единица мВ
Выключить
Макс. уровень, ед. изм. 1000.0
Мин. уровень, ед. изм. 0.0010
Опора 0.0010
Частота представления 20000
Позиционирование X 0.000 Y 0.000 Z 0.000 P 0
SinGen(700) * 10 * 1.414



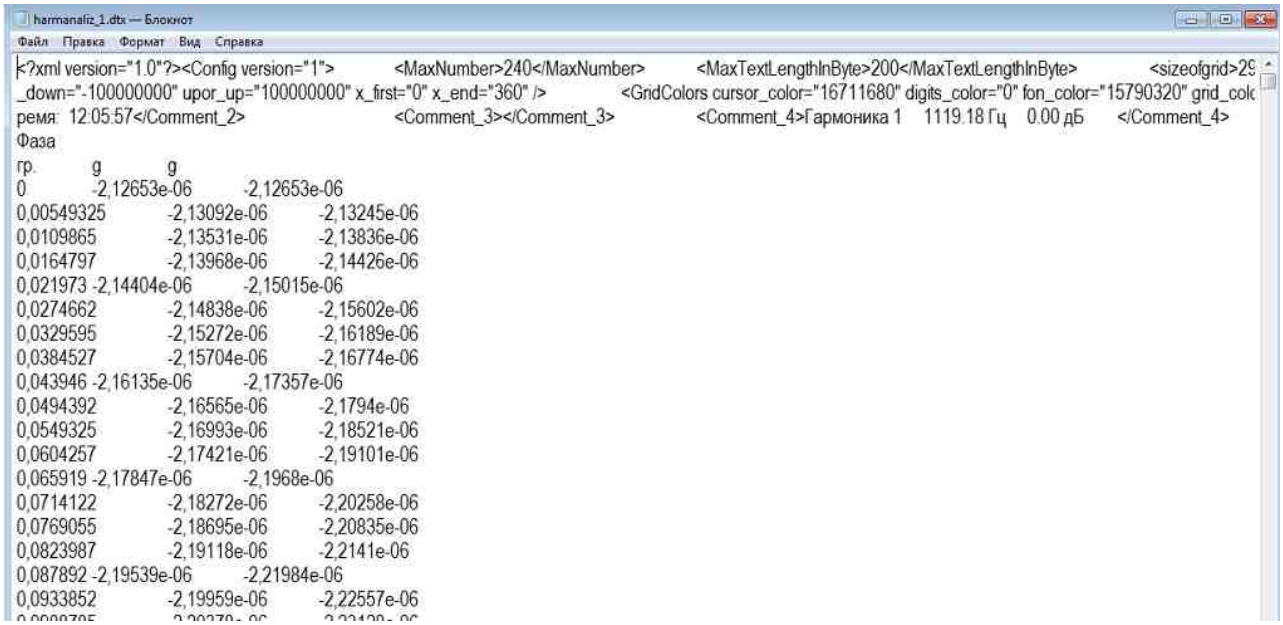
Ссылки:
https://ru.wikipedia.org/wiki/Децибел
https://ru.wikipedia.org/wiki/Коэффициент_нелинейных_искажений

Запись результатов в файл .....

Запись результатов в файл в Анализ нелинейных искажений

В программе **Анализ нелинейных искажений** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtu*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Анализ нелинейных искажений** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.

Пример файла приведён на рисунке ниже.



harmanaliz_1.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

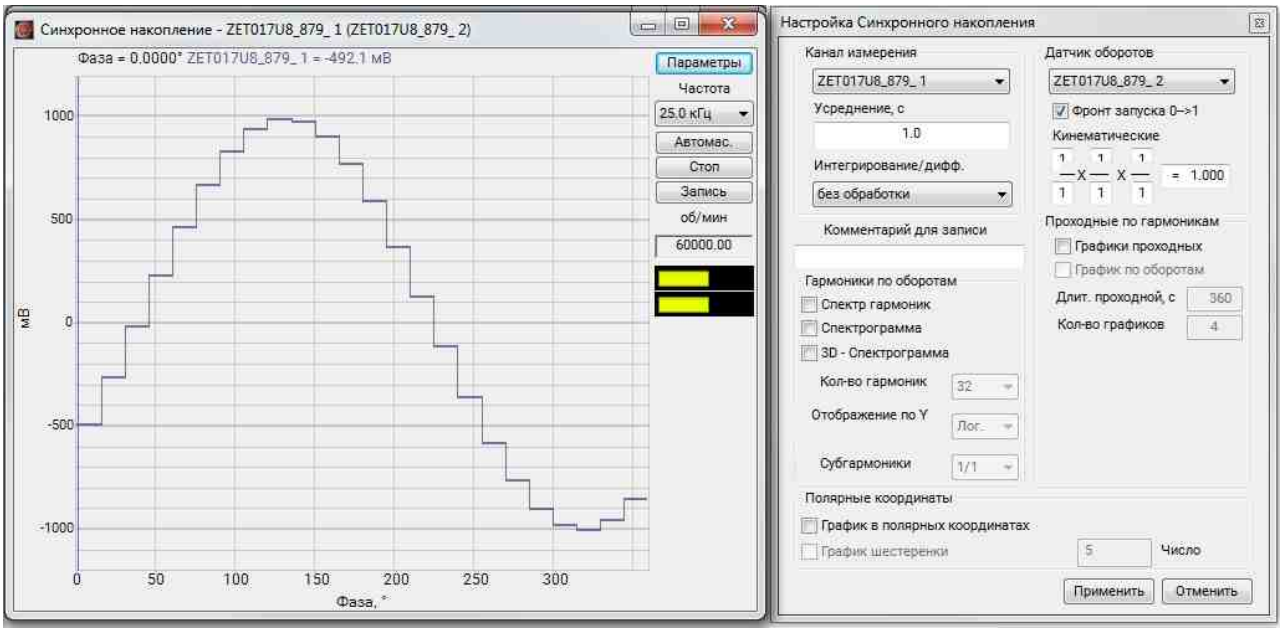
<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTextLengthInByte>200</MaxTextLengthInByte> <sizeofgrid>29
_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="0" x_end="360" /> <GridColors cursor_color="16711680" digits_color="0" fon_color="15790320" grid_colo
ремя: 12:05:57</Comment_2> <Comment_3></Comment_3> <Comment_4>Гармоника 1 1119.18 Гц 0.00 дБ </Comment_4>
Фаза
гр. g g
0 -2,12653e-06 -2,12653e-06
0,00549325 -2,13092e-06 -2,13245e-06
0,0109865 -2,13531e-06 -2,13836e-06
0,0164797 -2,13968e-06 -2,14426e-06
0,021973 -2,14404e-06 -2,15015e-06
0,0274662 -2,14838e-06 -2,15602e-06
0,0329595 -2,15272e-06 -2,16189e-06
0,0384527 -2,15704e-06 -2,16774e-06
0,043946 -2,16135e-06 -2,17357e-06
0,0494392 -2,16565e-06 -2,1794e-06
0,0549325 -2,16993e-06 -2,18521e-06
0,0604257 -2,17421e-06 -2,19101e-06
0,065919 -2,17847e-06 -2,1968e-06
0,0714122 -2,18272e-06 -2,20258e-06
0,0769055 -2,18695e-06 -2,20835e-06
0,0823987 -2,19118e-06 -2,2141e-06
0,087892 -2,19539e-06 -2,21984e-06
0,0933852 -2,19959e-06 -2,22557e-06

Файл результатов, записанный программой " Анализ нелинейных искажений "

Синхронное накопление (Порядковый анализ) .....

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Одним из удобных и эффективных способов диагностики и балансировки вращающихся механизмов, зубчатых передач является применение порядкового анализа. При наличии датчика оборотов и вибродатчиков можно исследовать временные характеристики сигналов вибрации зубчатых передач. Практика показывает, что сигнал вибродатчика зашумлен сигналами от других источников. Для того чтобы отстроиться от мешающих сигналов реализуется метод синхронного накопления сигналов. На каждом обороте вала датчик оборотов дает метку оборота. Этот сигнал является запускающим стробом для развертки сигнала вибродатчика. Получаемые развертки сигналов суммируются. При этом все источники сигналов, связанных с вальной частотой (частотой оборотов) накапливаются и увеличиваются в сумматоре линейно пропорционально количеству оборотов N. Все остальные сигналы, некоррелированные с вальной частотой, накапливаются пропорционально N1/2, и при большом количестве усреднений полезный сигнал превышает уровень помехи.



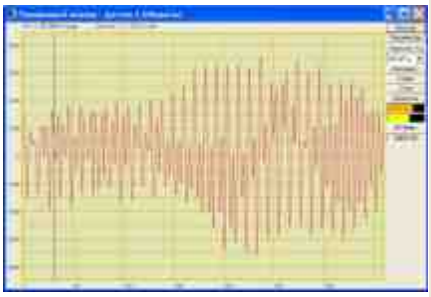


Рис. 1

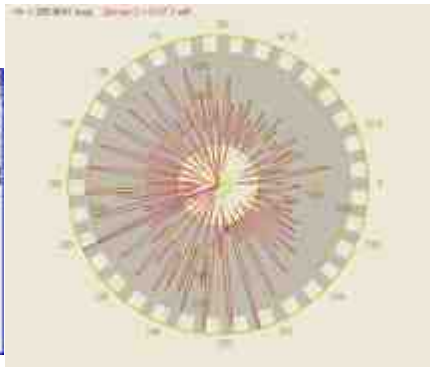


Рис. 2

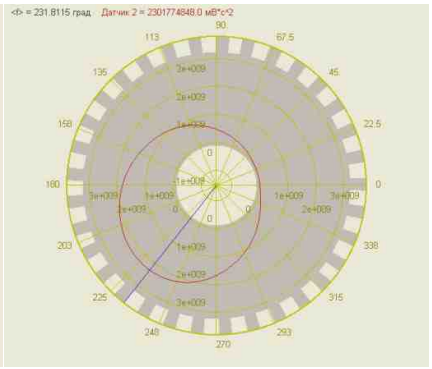


Рис. 3

Например, на (Рис. 1) показано виброускорение - результат синхронного накопления сигнала вибродатчика в частотном диапазоне до 10 кГц. На (Рис. 2) отображен график виброускорения в полярных координатах с наложением на график рисунка с зубчатой передачи (серым цветом). В таком представлении сразу видно, при какой фазе угла поворота происходят удары при зацеплении или расцеплении зубчатой пары. Начиная с угла поворота 90 градусов и до 280 градусов наблюдается возникновение вибрации при сцеплении зубцовых пар, в то время как в оставшемся секторе присутствует вибрация при расцеплении. Для изучения причины возникновения вибрации оценим параметры виброперемещения, также в полярных координатах (Рис. 3). По рисунку 3 можно судить о дисбалансе ведущего вала, а также определить параметры для его балансировки.

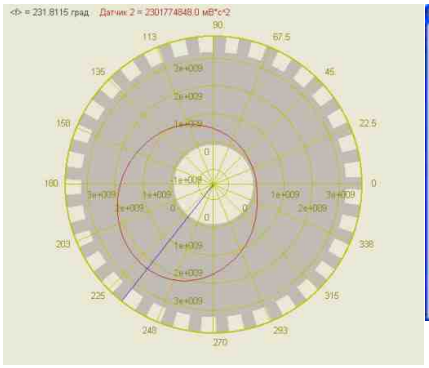


Рис. 4

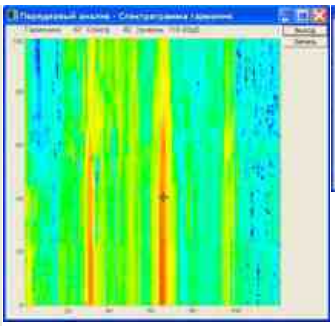


Рис. 6



Рис. 5

Разложение в ряд Фурье сигнала, полученного за один оборот вала позволяет получать уровни вибрации для каждой гармоники частоты вращения вала. На (Рис 4) показан спектр сигнала до 120-ой гармоники. На спектре хорошо наблюдаются зубцовые гармоники. Первая гармоника равна количеству зубцов. Отображение спектров во времени в виде спектрограммы позволяет (Рис. 5) проследить за изменениями гармоник колебаний во времени. Отображение уровня выбранных гармоник в развертке по времени (проходные характеристики, (Рис. 6) позволяет контролировать по уровню сигнала о степени приработки зубчатой пары или о начале разрушения зубчатой пары при прочностных испытаниях.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Синхронное накопление (порядковый анализ)** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Синхронное накопление (порядковый анализ)** входит в состав следующего ПО

- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO – программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями.

Синхронное накопление (порядковый анализ) входит в группу программ **Анализ сигналов**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Синхронное накопление** в меню Анализ сигналов панели **ZETLab** выберите команду **Синхронное накопление**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 8*). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ.

Примечание: программу **Синхронное накопление** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLab** (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: PrdkAnaliz.exe



Запуск программы "Синхронное накопление"

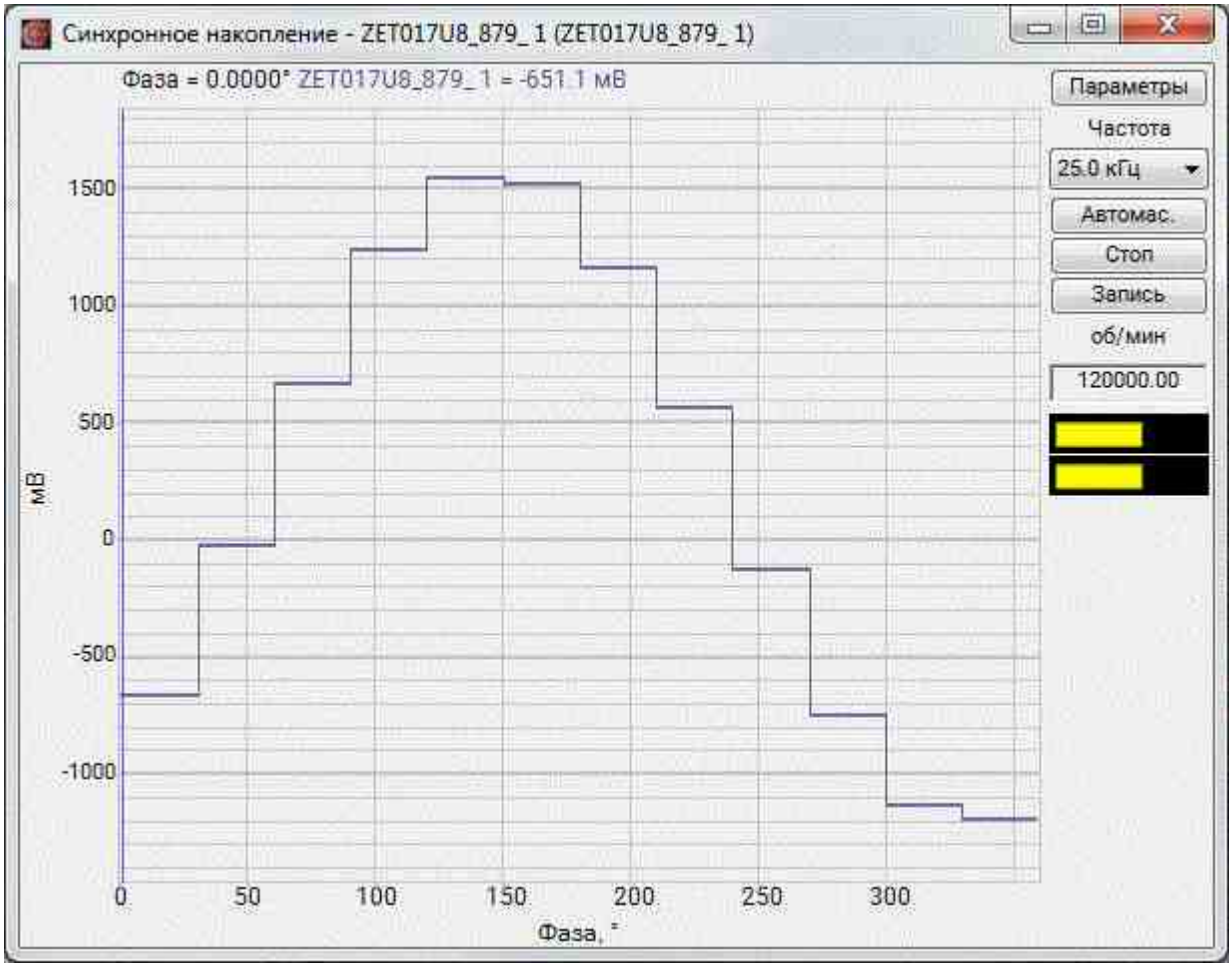


Рис. 8 Окно программы "Синхронное накопление"

Управление программой Синхронное накопление

Нажатие кнопки **Автомас**. приводит к масштабированию обоих графиков по уровню сигнала.

Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы Анализ нелинейных искажений кнопка Старт по умолчанию нажата.

Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения (по умолчанию C:\ZETLab\result\). Файл сохраняется с расширением *.dtu. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка.

Индикатор **Интегральный уровень** показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Количество индикаторов будет соответствовать количеству открытых осциллограмм.

Для выхода из программы **Синхронное накопление** необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Кнопка **Параметры** находится справа сверху в рабочем окне программы **Синхронное накопление**. При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» отображается окно **«Настройка Синхронного накопления»** (*Рис. 9*).

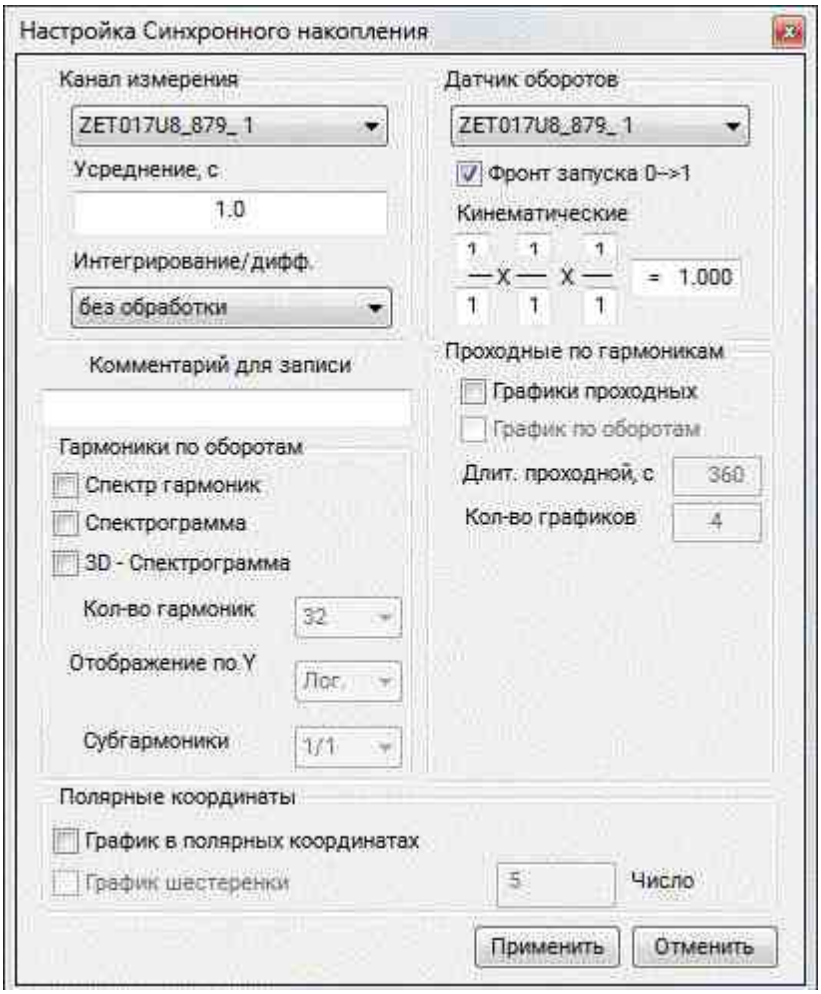


Рис. 9 Окно "Настройки Синхронного накопления"

Кнопка **Применить** вводит данные в программу и выходит из окна настройки параметров.

Кнопка **Отменить** отменяет настройки параметров и закрывает окно настройки параметров. Закрыть окно настройки параметров можно так же и крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

Запись результатов в файл .....

Запись результатов в файл в Синхронное накопление

В программе **Синхронное накопление** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtu*. При нажатии на

кнопку *Запись* в окне программы **Синхронное накопление** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.

Пример файла приведён на рисунке ниже.

Синхронное накопление
ZET210_1879_01(ZET210_1879_01)

Развертка - 0 ± 360°.
Дата: 17-05-2018
Время: 17:26:30

<f>	ZET210_1879_01
град	mV
0.000000	-9.580183
0.003600	-9.580183
0.007200	-9.580183
0.010800	-9.580183
0.014400	-9.580183
0.018000	-9.580183
0.021600	-9.580183
0.025200	-9.580183
0.028800	-9.580183
0.032400	-9.580183
0.036000	-9.580183
0.039600	-9.580183
0.043200	-9.580183
0.046800	-9.580183
0.050400	-9.580183
0.054000	-9.580183
0.057600	-9.580183
0.061200	-9.580183
0.064800	-9.580183
0.068400	-9.580183

Файл результатов, записанный программой "Синхронное накопление"

Модальный анализ (old) .....

Программа "**Модальный анализ**" предназначена для обработки, визуализации вибросигнала, спектра вибросигнала, автоматического определения собственных частот, фаз, отношения пиковых амплитуд двух сигналов и декремента затухания различных механизмов, деталей, конструкций и прочих объектов методом измерения частот свободных колебаний, в режиме ударного возбуждения.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Данная программа может быть с успехом применена при проведении испытаний на удар; в области снижения вибрации, связанной с резонансом конструкций; для контроля изготовления и сборки ответственного оборудования; в системах мониторинга технического состояния зданий и сооружений; а также в научных целях при проведении экспериментальных исследований.

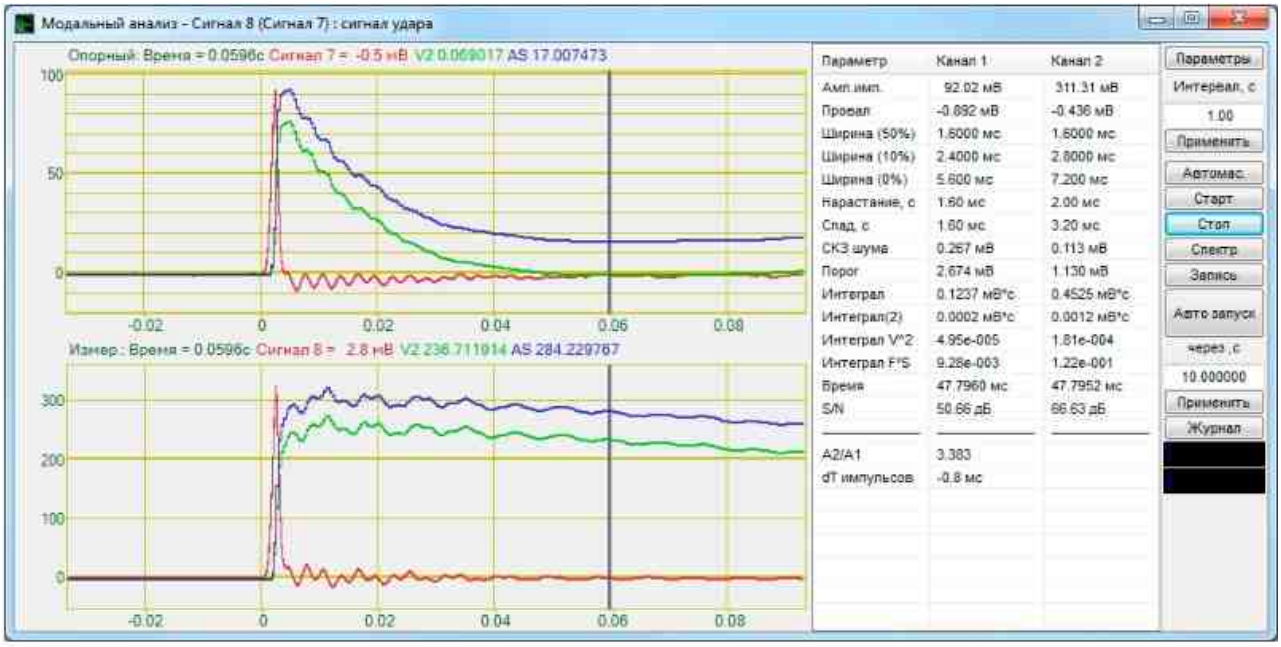


Рис. 1 Главное окно программы "Модальный анализ"

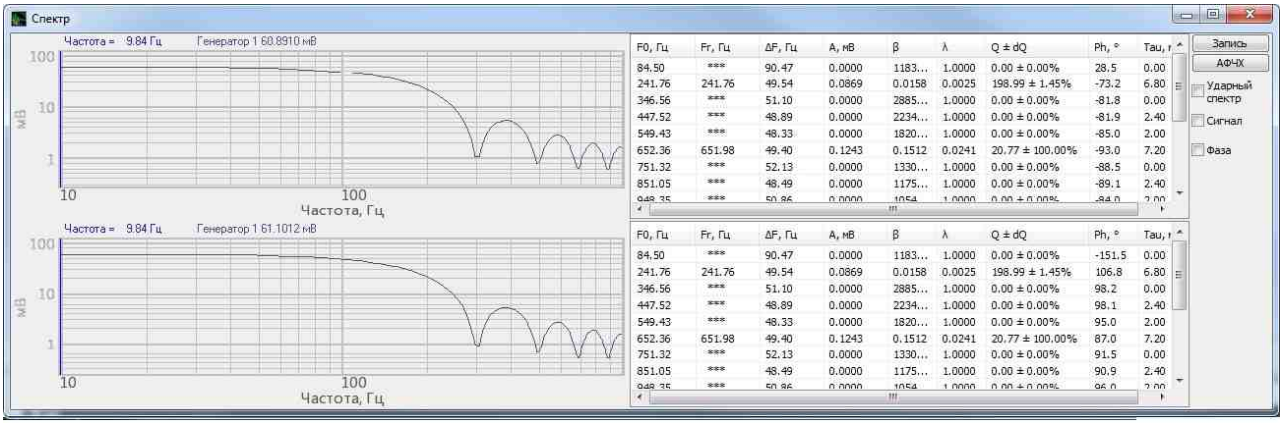
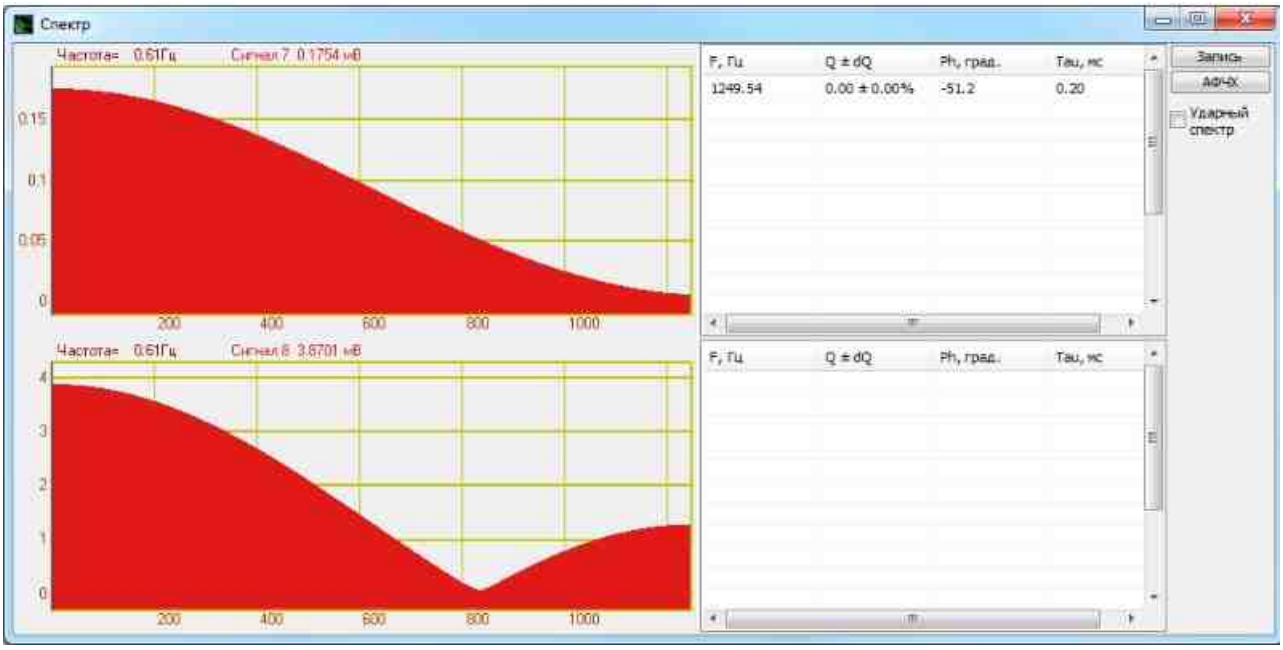
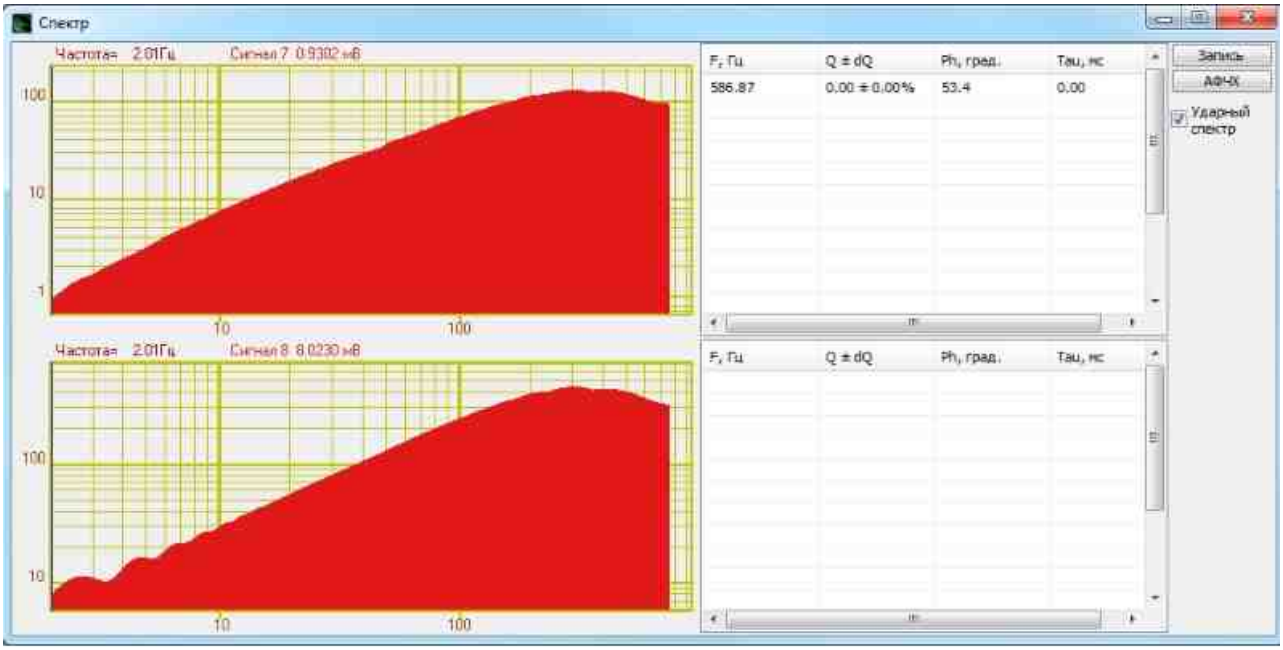


Рис. 2 Дополнительное окно "Спектр"

Программа "**Модальный анализ**" предназначена для анализа импульсных и переходных характеристик сигналов, поступающих с входных каналов анализаторов спектра и сейсмостанций в реальном масштабе времени или в режиме воспроизведения записанных временных реализаций. Внешний вид программы показан на рисунке 1.
Программа позволяет определять собственные частоты и логарифмические декременты свободных колебаний механизмов и конструкций методом ударного возбуждения.
Дополнительное окно "Спектр" (*Рис. 2*) предназначено для отображения спектральных характеристик сигналов с опорного и измерительного каналов в виде ударного спектра или спектра на основе преобразования Лапласа. Таким образом, программа "**Модальный анализ**" может применяться при обследовании состояния конструкций зданий по ГОСТ 53778-2010 для получения ударных спектров и расчета значения основного тона собственных колебаний и логарифмического декремента основного тона собственных колебаний.



Программа **Модальный анализ** предназначена для обработки, визуализации вибросигнала, спектра вибросигнала, автоматического определения собственных частот, фаз, отношения пиковых амплитуд двух сигналов и декремента затухания различных механизмов, деталей, конструкций и прочих объектов методом измерения частот свободных колебаний, в режиме ударного возбуждения.



В функцию расчёта частоты и добротности заложены два алгоритма: с помощью БПФ без оконных функций определяется собственная частота, а с помощью селективного фильтра, выбирающего сигнал на собственной частоте, определяется декремент затухания по затухающему сигналу.

Программа **Модальный анализ** позволяет достаточно точно находить собственные частоты исследуемого объекта и демпфирование на каждой частоте.

Для разных моделей сигналов в программе **Модальный анализ** используются различные спектры, чтобы можно правильно их сравнивать и анализировать:

- спектральная плотность мощности, g^2/Гц;
- спектральная плотность измеряется, g/Гц$^{1/2}$;
- спектр мощности, g^2;
- амплитудный спектр, g.

Отличительные особенности программы:

- Универсальность. Нет требований к возбудителю вибрации, что упрощает систему и снижает её стоимость.
- Возможности. Простое и быстрое определение собственных частот и различных мод колебаний.
- ГОСТ 31937-2011. Определение собственной частоты и декремента при обследовании состояния конструкций зданий.
- Выбор оборудования. Программа поставляется с анализаторами спектра, сейсмостанциями, тензостанциями.
- Расчёт ударного спектра в соответствии с ГОСТ 31418-2010 (IEC 60068-2-81:2003) и ГОСТ Р 53190-2008 (МЭК 60088-2-81:2003).
- Запись результатов. Сохранение результатов измерений в файл, открываемый редакторами word, excel, блокнот.

Области применения программы:

Снижение вибрации, связанной с резонансом конструкции. Обнаружение повреждения изделия

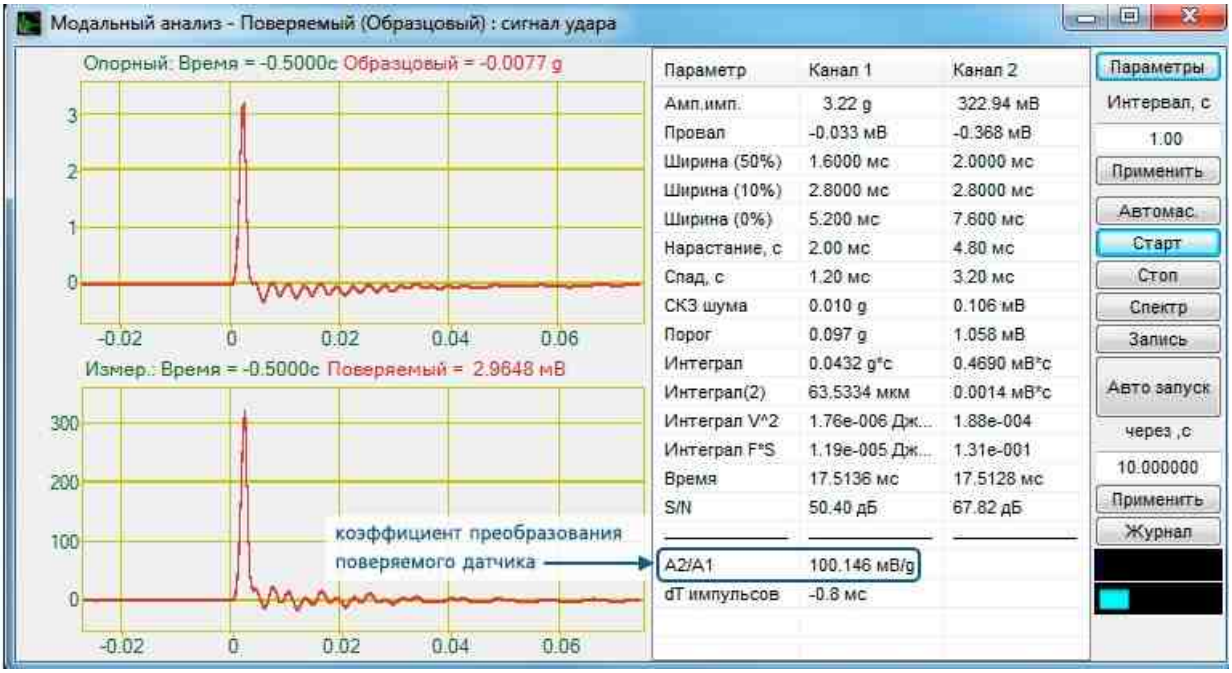
1. Испытания на воздействие одиночного удара применяется как способ определения качества конструкции образца и оценки его структурной прочности. Испытание проводят путем воздействия на образец одиночных ударов на ударном вибростенде со стандартными формами импульсов определенной длительности и пиковым ускорением. Важными параметрами проведения этого вида испытания являются: степень жёсткости удара и изменение скорости. Ударные спектры ускорения дают во многих практических случаях полную информацию о потенциальном повреждении, возникшем в ходе эксплуатации.

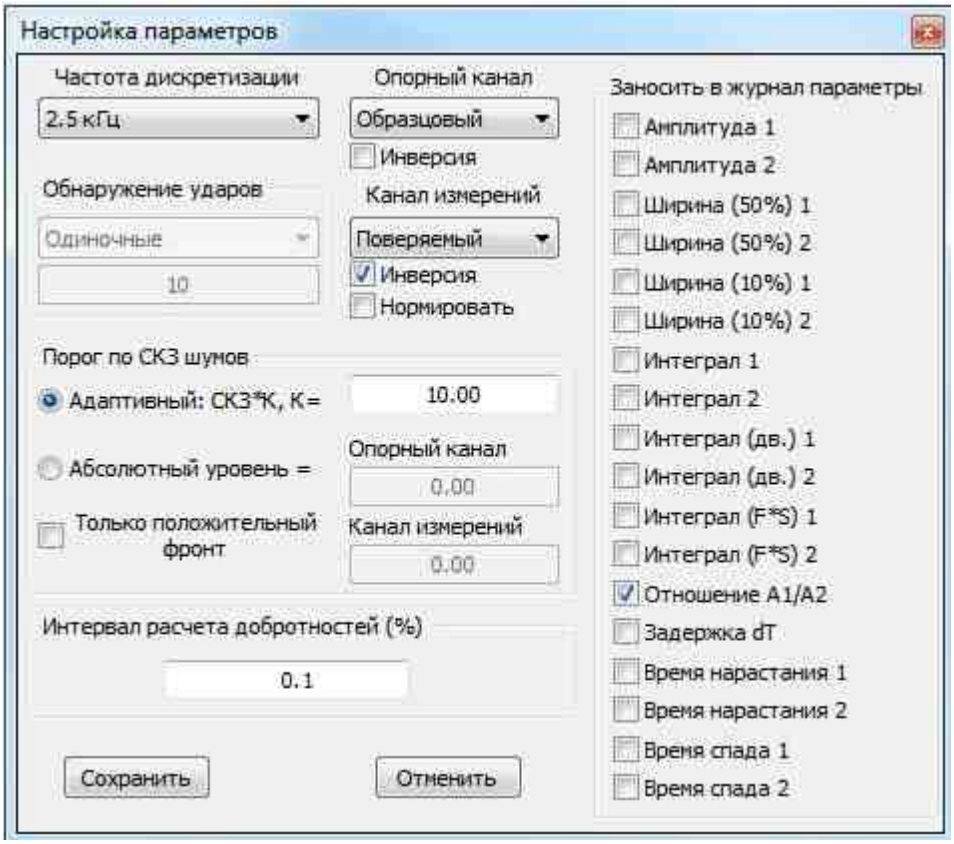
Контроль изготовления и сборки ответственного оборудования. Прогнозирование регламентных работ по техобслуживанию

2. В результате эксплуатации в изделии могут происходить усталостные деформации, микротрещины в соединительных швах, которые не приводят к изменениям геометрических размеров изделия, но приводят к изменению динамических характеристик конструкции. Анализ этих изменений позволяет прогнозировать проведения регламентных работ по техническому обслуживанию.

Проведение экспериментальных исследований в научных целях. Поверка датчиков.

3. Поверка датчиков на ударном вибростенде производится методом сличения чувствительности поверяемого и образцового вибродатчиков. Поверка производится одиночными ударами с различными длительностями и пиковыми ускорениями. Программа рассчитывает длительности амплитуд, импульсов, отношения амплитуд, крутизну фронтов, импульс ударного ускорения. Эти параметры являются первичными данными при проведении поверки.


Модальный анализ - Поверяемый (Образцовый) : сигнал удара
Опорный. Время = -0.5000с Образцовый = -0.0077 g
Измер.: Время = -0.5000с Поверяемый = 2.9648 мВ
коэффициент преобразования
поверяемого датчика
Параметр
Канал 1
Канал 2
Амп.имп. 3.22 g 322.94 мВ
Провал -0.033 мВ -0.368 мВ
Ширина (50%) 1.6000 мс 2.0000 мс
Ширина (10%) 2.8000 мс 2.8000 мс
Ширина (0%) 5.200 мс 7.600 мс
Нарастание, с 2.00 мс 4.80 мс
Спад, с 1.20 мс 3.20 мс
СКЗ шума 0.010 g 0.106 мВ
Порог 0.097 g 1.058 мВ
Интеграл 0.0432 g*c 0.4690 мВ*с
Интеграл(2) 63.5334 мкм 0.0014 мВ*с
Интеграл V^2 1.76e-006 Дж... 1.88e-004
Интеграл F*S 1.19e-005 Дж... 1.31e-001
Время 17.5136 мс 17.5128 мс
S/N 50.40 дБ 67.82 дБ
A2/A1 100.146 мВ/g
dT импульсов -0.8 мс
Параметры
Интервал, с
1.00
Применить
Автомас.
Старт
Стоп
Спектр
Запись
Авто запуск
через ,с
10.000000
Применить
Журнал


Настройка параметров
Частота дискретизации
2.5 кГц
Опорный канал
Образцовый
Инверсия
Обнаружение ударов
Одиночные
10
Канал измерений
Поверяемый
Инверсия
Нормировать
Порог по СКЗ шумов
Адаптивный: СКЗ*К, К=
10.00
Абсолютный уровень =
Опорный канал
0.00
Только положительный фронт
Канал измерений
0.00
Интервал расчета добротностей (%)
0.1
Сохранить
Отменить
Заносить в журнал параметры
Амплитуда 1
Амплитуда 2
Ширина (50%) 1
Ширина (50%) 2
Ширина (10%) 1
Ширина (10%) 2
Интеграл 1
Интеграл 2
Интеграл (дв.) 1
Интеграл (дв.) 2
Интеграл (F*S) 1
Интеграл (F*S) 2
Отношение A1/A2
Задержка dT
Время нарастания 1
Время нарастания 2
Время спада 1
Время спада 2

Измеряемые параметры:

- **амплитуда импульса** — амплитуда (пиковое значение импульса) опорного и измерительного каналов, в единицах измерения;
- **СКЗ шума** — среднеквадратическое (СКЗ) значение шума сигналов опорного и измерительного каналов до прихода импульса, в единицах измерения;
- **нижний и верхний пороги** опорного и измерительного каналов, в единицах измерения;
- **соотношение амплитуда/помеха** опорного и измерительного каналов, в дБ;
- **соотношение амплитуд** измерительного канала к опорному;
- **ширина импульса** сигнала опорного и измерительного каналов, в миллисекундах;
- **время прихода импульсов** опорного и измерительного каналов, в миллисекундах;
- **разность времен** прихода импульсов, в миллисекундах;
- **ударный спектр**;
- **частотный спектр** на основе преобразования Лапласа;
- **частоты свободных колебаний** и **логарифмические декременты затуханий** импульсов опорного и измерительного каналов;
- **фаза сигналов** опорного и измерительного каналов.

Ударный спектр рассчитывается в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53190-2008 (МЭК 60088-2-81:2003) Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. ИСПЫТАНИЯ НА УДАР С ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕМ УДАРНОГО СПЕКТРА.

Ударный спектр (shock response spectrum, SRS) это график зависимости максимального отклика (перемещения, скорости или ускорения) на заданное входное воздействие ансамбля осцилляторов с заданным значением добротности от собственных частот колебаний этих осцилляторов без учета демпфирования. При расчетах, если иное не обусловлено, используют линейные системы с одной степенью свободы с вязкостным демпфированием.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Добротность в программе модальный анализ:

Добротность рассчитывается следующим образом:

1. Находится на графике точка локального максимума, её частота выбирается в качестве резонансной частоты.
2. Находятся соседние точки, со значением на 3 дБ меньшим чем в точке максимума, их частоты тоже запоминаем.
3. Считаем добротность как отношение резонансной частоты к разности соседних частот.

В нашем случае мы учитываем, что не всегда соседние частоты будут зависеть от искомого резонанса; поэтому мы берём соседние точки с точкой максимума.
После чего по этим точкам интерполируется график резонанса и вычисляется резонансная частота. На основе этой частоты вычисляется затухание сигнала и исходя из величины затухания вычисляется добротность.
Формула выглядит слишком громоздко чтобы её приводить здесь.

К тому же решение задач подобного уровня для цифровых сигналов это предмет know-how.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Модальный анализ** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Модальный анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**.

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Модальный анализ** в меню Анализ сигналов панели **ZETLab** выберите команду **Модальный анализ** (*Рис. 3*). На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 4*). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ. Примечание: программу **Модальный анализ** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: PrdqAnaliz.exe

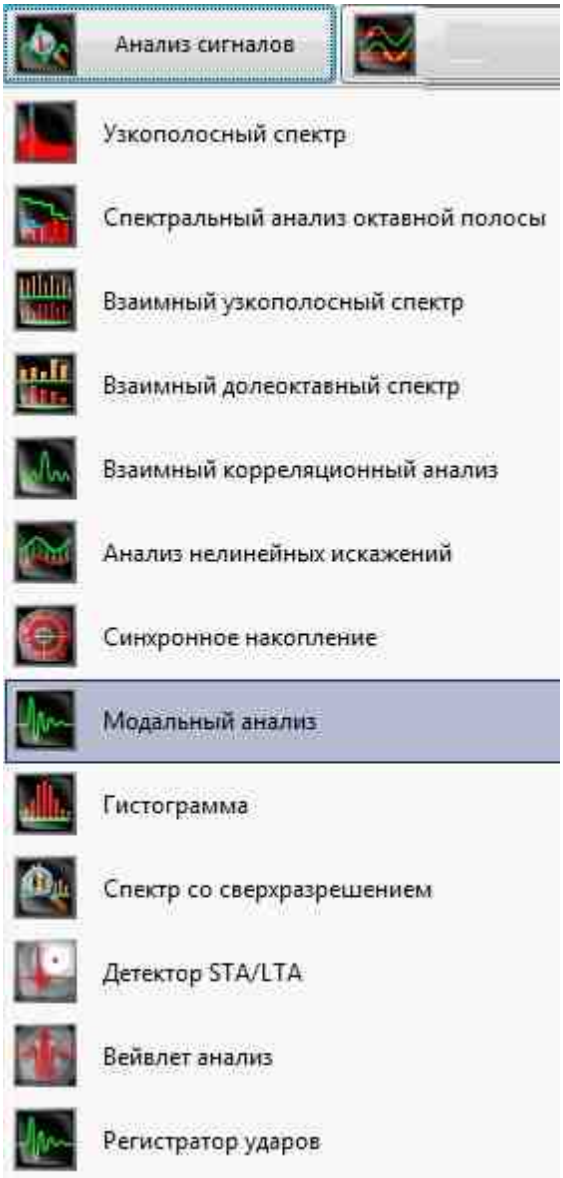


Рис. 3 Запуск программы "Модальный анализ"

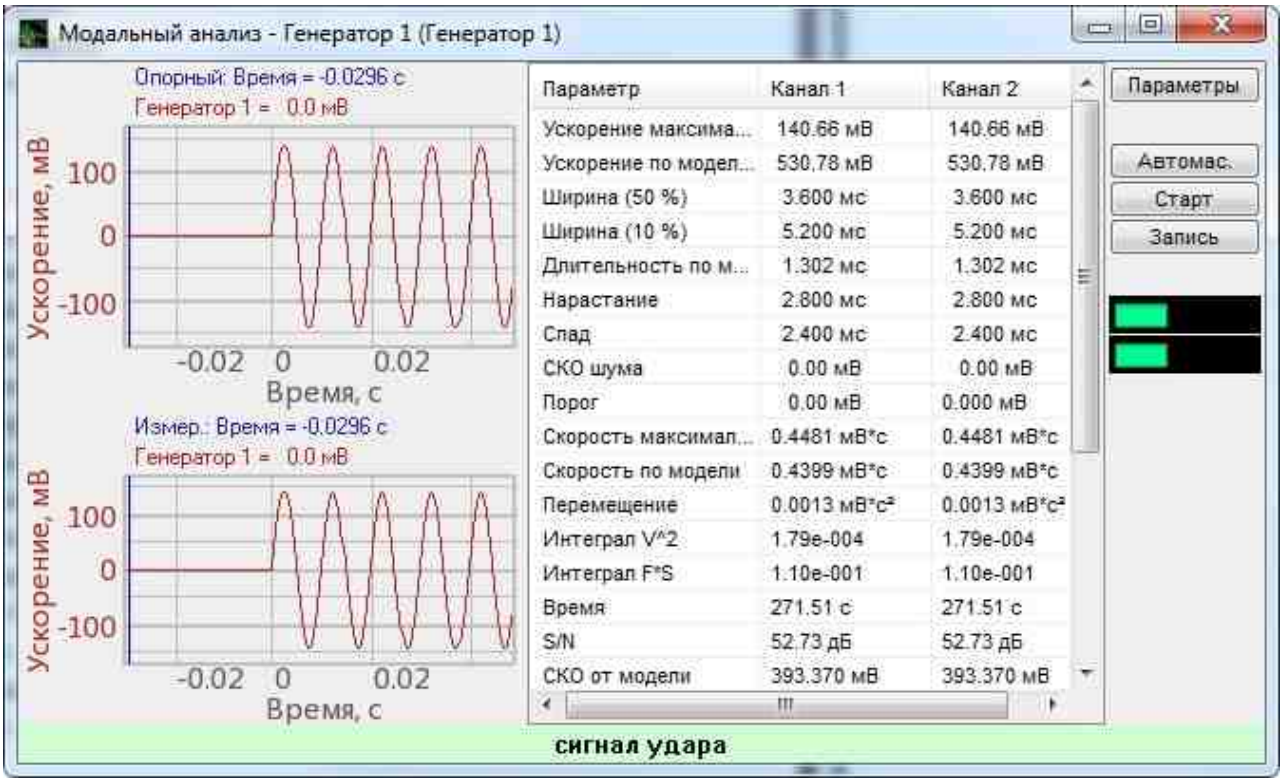


Рис. 4

Управление программой Модальный анализ

Нажатие кнопки **Параметры** открывает окно Настройка параметров.

Нажатие кнопки **Автомас**. приводит к масштабированию обоих графиков по уровню сигнала.

Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы **Модальный анализ** кнопка Старт по умолчанию нажата.

Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения (по умолчанию C:\ZETLab\result\). Файл сохраняется с расширением *.dtx. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка.

Индикатор показывает интегральный уровень сигнала и перегрузку. Если уровень сигнала превышает максимально допустимый уровень, индикатор становится полностью красного цвета, без черной правой части. Правый край индикатора остается красным до тех пор, пока пользователь не нажмет на него левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы **Модальный анализ** необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Кнопка **Параметры** находится справа сверху в рабочем окне программы **Модальный анализ**. При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» отображается окно **«Настройка»** (*Рис. 5*).

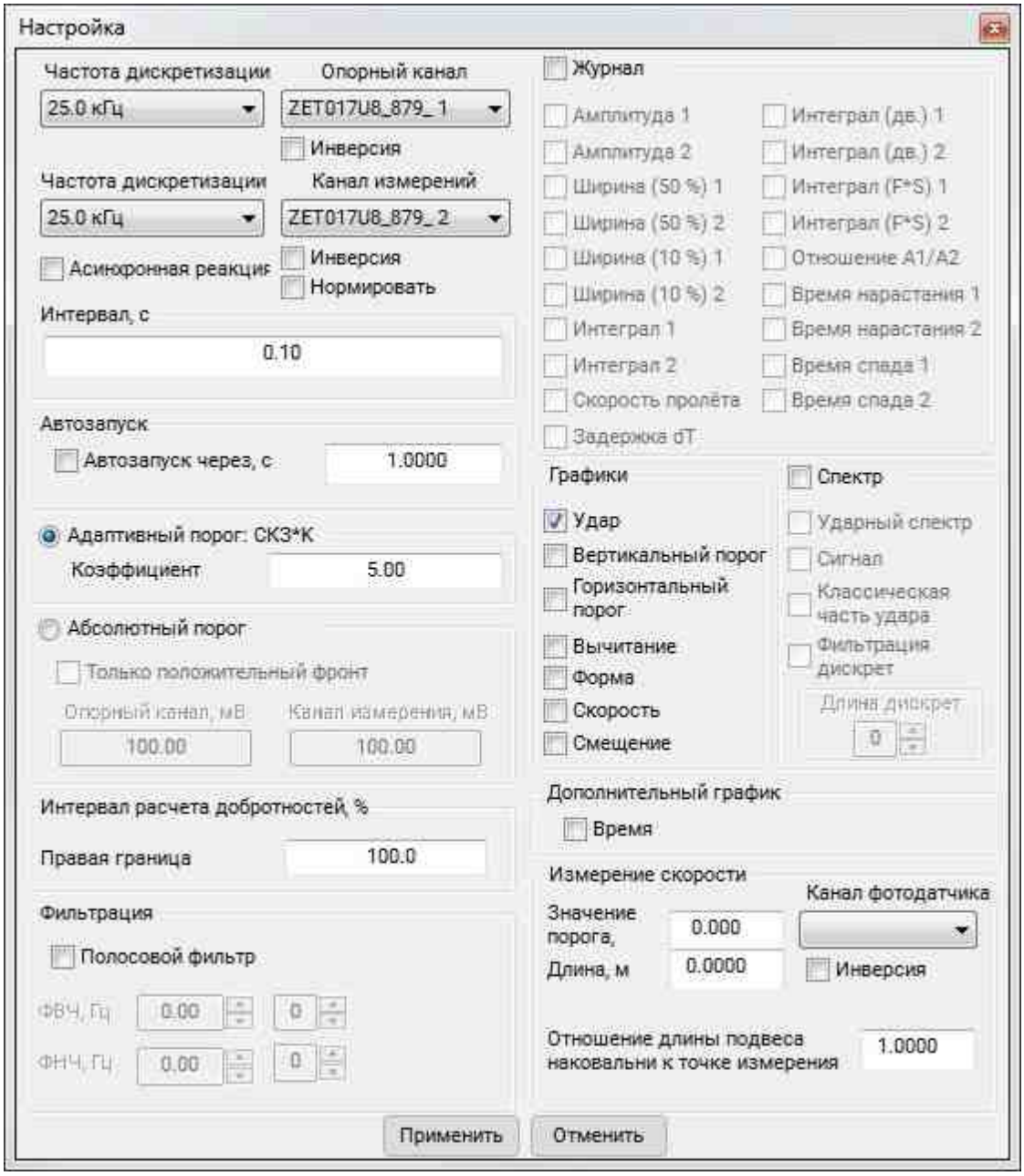


Рис. 5 Окно параметров "Модальный анализ"

В поле под надписью **Интервал, с** устанавливается временной интервал отображения. Для изменения интервала необходимо нажать левой кнопкой «мыши» в поле, ввести значение с клавиатуры и нажать располагающуюся ниже кнопку Применить, либо клавишу клавиатуры Enter.

Кнопка **Применить** вводит данные в программу и выходит из окна настройки параметров. Кнопка **Отменить** отменяет настройки параметров и закрывает окно настройки параметров. Закрыть окно настройки параметров можно так же и крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

Проверка основных вычислительных функций программы «Модальный анализ» .....

Программа «Модальный анализ» предназначена для анализа импульсных и переходных характеристик сигналов, поступающих с входных каналов анализаторов спектра и сейсмостанций в реальном масштабе времени или в режиме воспроизведения записанных временных реализаций. Для проверки основных вычислительных функций программы в качестве тестового сигнала используется сигнал генератора анализатора спектра ZET017. Частота дискретизации каналов АЦП анализатора 25 кГц, ЦАП – 200 кГц.

1) Проверка правильности вычисления параметров:

Для проведения проверок необходимо запустить программу «Генератор сигналов» и перейти в ней на вкладку «Р/имп» (Рис. 1).

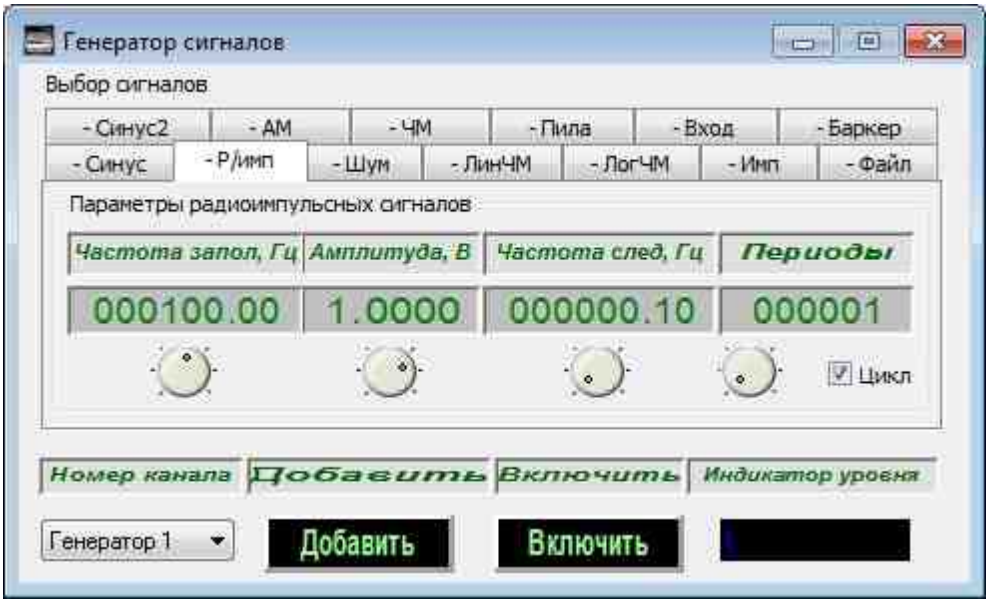


Рис. 1

После этого нужно запустить программу «Модальный анализ» (Рис. 2), настроив ее так, как показано на (Рис. 3.

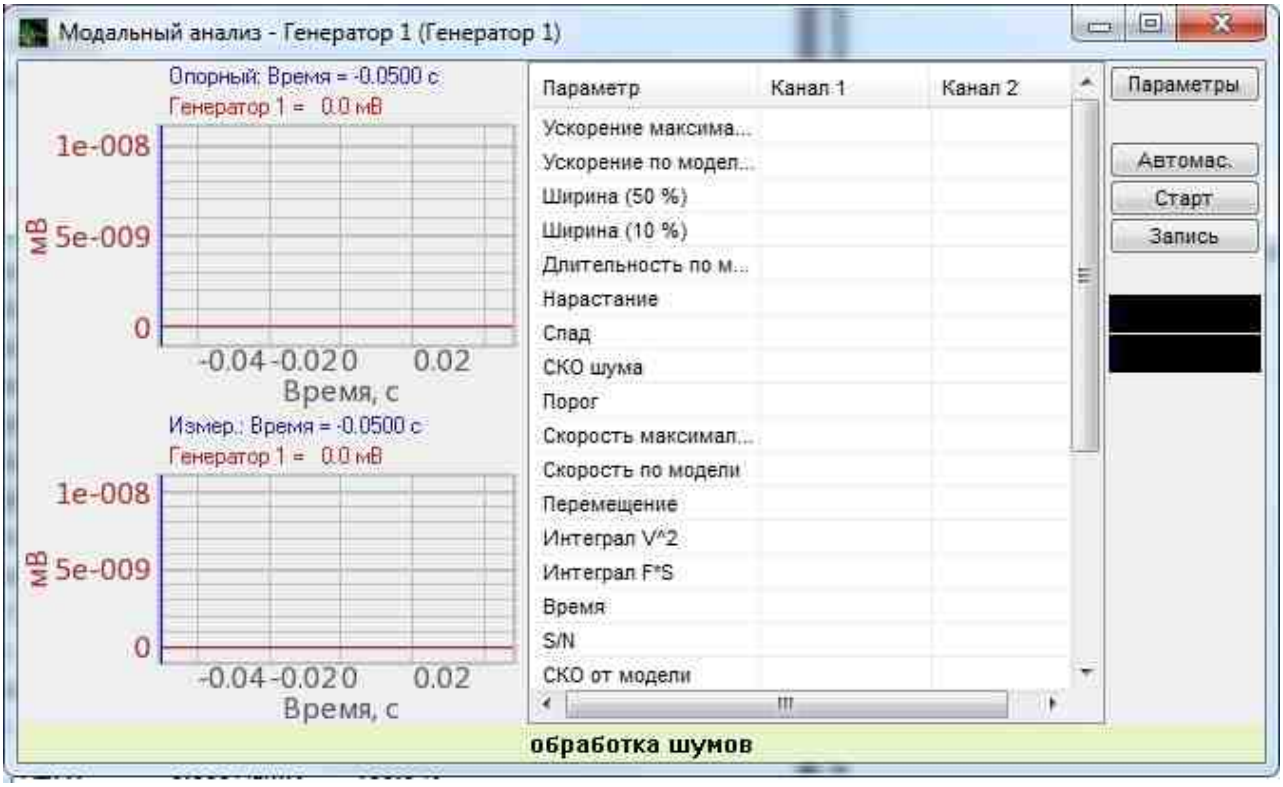

Модальный анализ - Генератор 1 (Генератор 1)
Опорный: Время = -0.0500 с
Генератор 1 = 0.0 мВ
1e-008
5e-009
0
мВ
-0.04 -0.02 0 0.02
Время, с
Измер.: Время = -0.0500 с
Генератор 1 = 0.0 мВ
1e-008
5e-009
0
мВ
-0.04 -0.02 0 0.02
Время, с
Параметр
Канал 1
Канал 2
Ускорение максима...
Ускорение по модел...
Ширина (50 %)
Ширина (10 %)
Длительность по м...
Нарастание
Спад
СКО шума
Порог
Скорость максимал...
Скорость по модели
Перемещение
Интеграл V^2
Интеграл F*S
Время
S/N
СКО от модели
Параметры
Автомас.
Старт
Запись
обработка шумов

Рис. 2

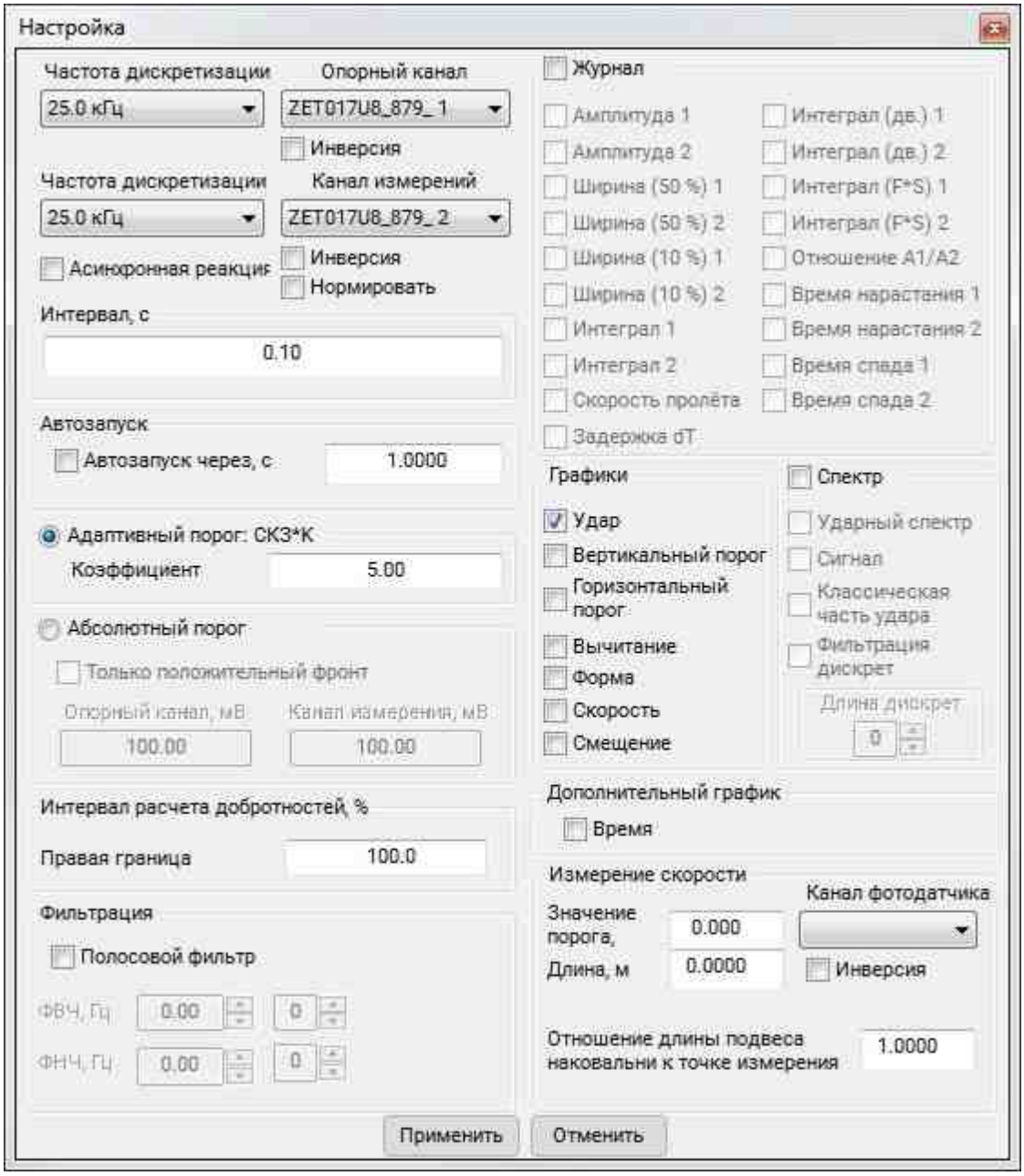


Рис.3

В процессе проверок нужно будет изменять параметры генерируемого сигнала в программе «Генератор сигналов» и сравнивать расчетные параметры сигнала с тем, что получается в таблице программы «Модальный анализ» (Рис. 4)

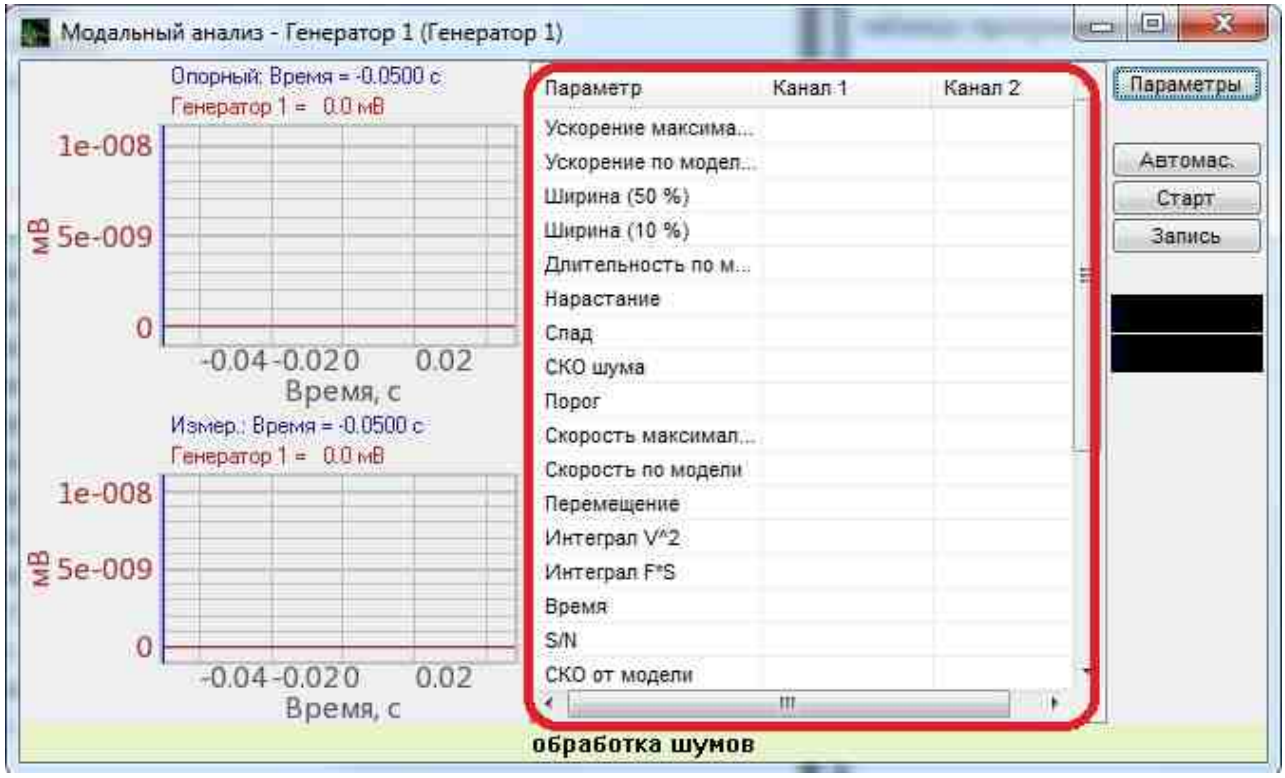


Рис. 4

а) Амплитуда импульса, СКЗ шума, Порог, S/N

Для проверки правильности определения амплитуды импульса, СКЗ шума, порога срабатывания и соотношения сигнал/шум (S/N) на генераторе необходимо выставить частоту заполнения 100 Гц, частоту следования импульсов 0.1 Гц, количество периодов – 1 и нажать кнопки «Добавить» и «Включить» (Рис. 5).

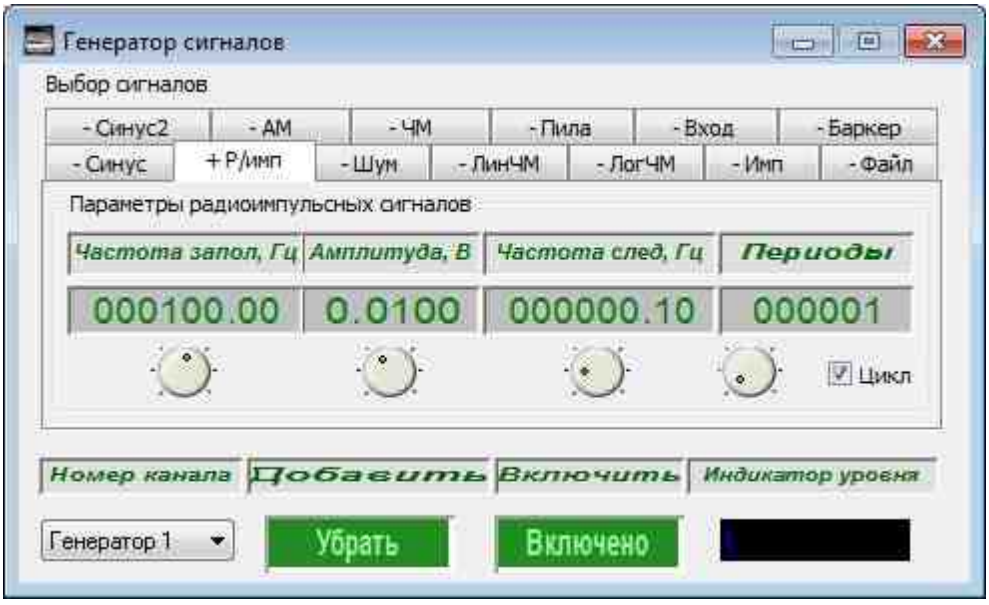


Рис. 5

Изменяемые параметры сигнала и допустимые значения амплитуды импульса, СКЗ шума, порога срабатывания и соотношения сигнал/шум (S/N), измеренные программой «Модальный анализ», приведены в табл. 1.

	Уровень шума в программе «Генератор сигналов», В	Значение параметра в программе «Модальный анализ»			
		Амплитуда импульса, мВ	СКЗ шума, мВ	Порог, мВ	S/N, дБ
1	0.001	1000 ± 3	1 ± 0.1	10 ± 1	≈60
2	0.005	1000 ± 15	5 ± 0.1	50 ± 1	≈46
3	0.01	1000 ± 30	10 ± 0.1	100 ± 1	≈40
4	0.025	1000 ± 75	25 ± 0.2	250 ± 2	≈32
5	0.05	1000 ± 150	50 ± 0.5	500 ± 5	≈26
6	0.1	1000 ± 300	100 ± 1	1000 ± 10	≈20

Табл. 1

Далее в программе «Генератор сигналов» нужно выставить амплитуду радиоимпульсного сигнала 1 В и перейти на вкладку «Шум», настроив параметры шумового сигнала следующим образом: тип шума – белый. Далее следует активировать кнопку

«Добавить» (Рис. 6). “Генератор сигналов” и переключитесь на вкладку “Шум”. Установите следующие параметры шума: тип шума – белый. Нажмите клавишу “Добавить”. (Рис. 6)

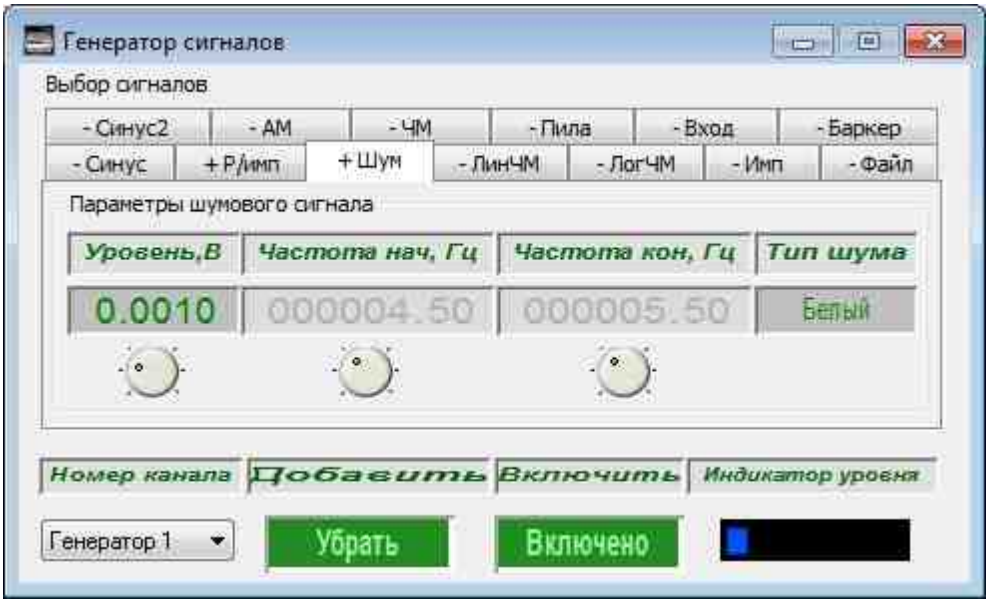


Рис. 6

Таким образом получится радиоимпульсный сигнал, смешанный со случайным шумом. Изменяемые параметры сигнала и допустимые значения амплитуды импульса, СКЗ шума, порога срабатывания и соотношения сигнал/шум (S/N), измеренные программой «Модальный анализ», приведены в Табл. 2.

	Уровень шума в программе «Генератор сигналов», В	Значение параметра в программе «Модальный анализ»			
		Амплитуда импульса, мВ	СКЗ шума, мВ	Порог, мВ	S/N, дБ
1	0.001	1000 ± 3	1 ± 0.1	10 ± 1	*≈60*
2	0.005	1000 ± 15	5 ± 0.1	50 ± 1	*≈46*
3	0.01	1000 ± 30	10 ± 0.1	100 ± 1	*≈40*
4	0.025	1000 ± 75	25 ± 0.2	250 ± 2	*≈32*
5	0.05	1000 ± 150	50 ± 0.5	500 ± 5	*≈26*
6	0.1	1000 ± 300	100 ± 1	1000 ± 10	*≈20*

Табл. 2.

По аналогии с проверкой определения амплитуды, проверяем другие параметры, используя в качестве основного сигнала радиоимпульсный сигнал, добавляя к нему другие сигналы.

б) Провал

Параметры радиоимпульсного сигнала: частота заполнения 100 Гц, амплитуда 1 В, частота следования 0.1 Гц, количество периодов – 1.

Параметры дополнительного сигнала: тип – синусоидальный сигнал (вкладка «Синус») частота 10 Гц, смещение 0 В.

Изменяемые параметры сигналов и допустимое значение провала, измеренное программой «Модальный анализ», приведены в табл. 3.

	Уровень синусоидального сигнала в программе «Генератор сигналов», В	Значение параметра провала в программе «Модальный анализ», мВ
1	0.001	-1.41 ± 0.2
2	0.005	-7.07 ± 0.2
3	0.01	-14.1 ± 0.2
4	0.025	-35.3 ± 0.2
5	0.05	-70.7 ± 0.2
6	0.1	-141.4 ± 0.2

Табл. 3

в) Ширина (50 %), Ширина (10 %), Ширина (0 %)

Параметры радиоимпульсного сигнала: амплитуда 1 В, частота следования 0.1 Гц, количество периодов – 1.

Изменяемые параметры сигналов и допустимые значения ширины импульса, измеренные программой «Модальный анализ», приведены в табл. 4.

	Частота заполнения радиоимпульса, Гц	Значение параметра в программе «Модальный анализ», мс				
		Ширина (50 %)	Ширина (10 %)	Ширина (0 %)	Нарастание	Спад
1	10	33.33 ± 0.1	46.82 ± 0.1	50 ± 0.1	24.5± 0.2	24.5± 0.2
2	25	13.33 ± 0.05	18.73 ± 0.05	20 ± 0.05	9.8 ± 0.2	9.8± 0.2
3	100	3.33 ± 0.05	4.68 ± 0.05	5 ± 0.05	2.45 ± 0.05	2.45 ± 0.05
4	500	0.67 ± 0.05	0.94 ± 0.05	1 ± 0.05	0.49 ± 0.05	0.49± 0.05
5	1000	0.34 ± 0.05	0.47 ± 0.05	0.5 ± 0.05	0.25 ± 0.05	0.25 ± 0.05

Табл. 4

Примечание: *ширина на уровне 50% амплитуды для радиоимпульсного сигнала (один период синусоиды) должна рассчитываться как разность между моментами, где значение синуса равно 0.5, т.е. между моментами π/6 и 5π/6. Таким образом, ширина (50%) равна 2π/3, т.е. 1/3 периода сигнала.*

Примечание: *ширина на уровне 10% амплитуды для радиоимпульсного сигнала (один период синусоиды) должна рассчитываться как разность между моментами, где значение синуса равно 0.1, т.е. между моментами arcsin(0.1) и (π - arcsin(0.1)). arcsin(0.1)≈0.1.Таким образом, ширина (10%) равна (π-0.2)/2π, т.е. 0.468 периода сигнала.*

Примечание: *ширина (0%) для радиоимпульсного сигнала (один период синусоиды) равна 1/2 периода сигнала*

Примечание: *нарастание импульса рассчитывается как разность между моментом максимального значения импульса и моментом, где значение перед импульсом начинает превышать 0.03 от амплитуды импульса. Для радиоимпульсного сигнала (один период синусоиды) нарастание рассчитывается между моментом arcsin(0.03) и π/2. arcsin(0.03) ≈0.03 Таким образом, нарастание равно (π/2-0.03)/2π, т.е. 0.245 периода сигнала.*

Примечание: *спад импульса рассчитывается как разность между моментом, где значение после импульса перестает превышать 0.03 от амплитуды импульса и моментом максимального значения импульса. Для радиоимпульсного сигнала (один период синусоиды) спад рассчитывается между моментом π/2 и (π-arcsin(0.03)). arcsin(0.03)≈0.03 Таким образом, нарастание равно (π-0.03- π/2)/2π, т.е. 0.245 периода сигнала.*

Запись результатов в файл .....

Запись результатов в файл в Модальном анализе

В программе **Модальный анализ** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtx*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Модальный анализ** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.

Пример файла приведён на рисунке ниже.

prqsanaliz_1_Meas.dtx — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

<?xml version="1.0"?><Config version="1"> <MaxNumber>240</MaxNumber> <MaxTex
26" upor_delta="1e-08" upor_down="-100000000" upor_up="100000000" x_first="-50" x_end="50" />
or="38493" type_line="1" graph_type_info="0" /> <Graph number="4" type_grf="0" type_fil
mments> <AddCursors /></Config>

Измер.: Время	Sig_1_2	y	y	y	y	y	y
мс	мВ						
-50	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-49,5984	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-49,1968	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-48,7952	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-48,3936	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-47,992	0,402922	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-47,5904	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-47,1888	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-46,7871	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-46,3855	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-45,9839	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-45,5823	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-45,1807	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-44,7791	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-44,3775	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-43,9759	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-43,5743	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-43,1727	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-42,7711	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-42,3695	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-41,9679	0,402922	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-41,5663	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data
-41,1647	-0,0312612	No data	No data	No data	No data	No data	No data

Файл результатов, записанный программой "Модальный анализ"

Области применения программы модальный анализ .....

Снижение вибрации, связанной с резонансом конструкции

Обнаружение повреждения изделия

Испытания на воздействие одиночного удара применяется как способ определения качества конструкции образца и оценки его структурной прочности. Испытание проводят путем воздействия на образец одиночных ударов на ударном вибростенде со стандартными формами импульсов определенной длительности и пиковым ускорением. Важными параметрами проведения этого вида испытания являются: степень жёсткости удара и изменение скорости. Ударные спектры ускорения дают во многих практических случаях полную информацию о потенциальном повреждении, возникшем в ходе эксплуатации.

Снижение вибрации, связанной с резонансом конструкции

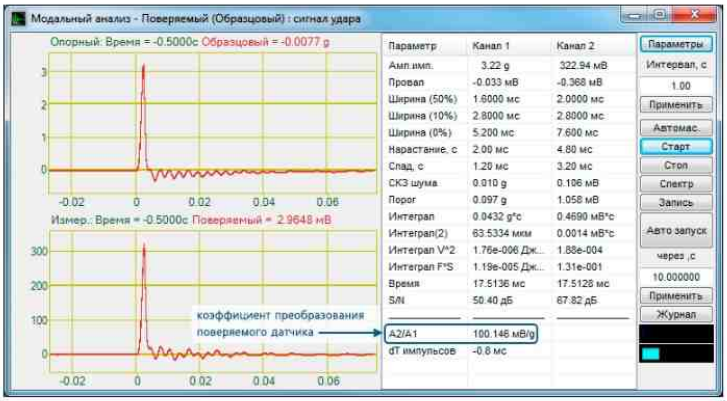
Обнаружение повреждения изделия

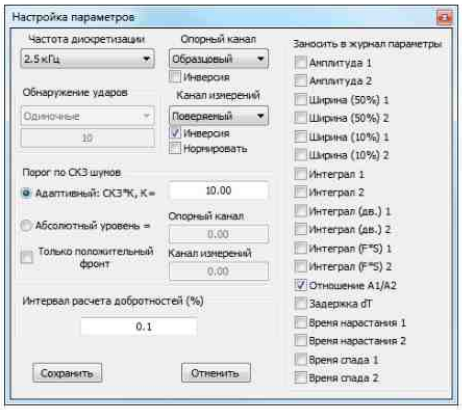
В результате эксплуатации в изделии могут происходить усталостные деформации, микротрещины в соединительных швах, которые не приводят к изменениям геометрических размеров изделия, но приводят к изменению динамических характеристик конструкции. Анализ этих изменений позволяет прогнозировать проведения регламентных работ по техническому обслуживанию.

Проведение экспериментальных исследований в научных целях

Поверка датчиков

Поверка датчиков на ударном вибростенде производится методом сличения чувствительности поверяемого и образцового вибродатчиков. Поверка производится одиночными ударами с различными длительностями и пиковыми ускорениями. Программа рассчитывает длительности амплитуд, импульсов, отношения амплитуд, крутизну фронтов, импульс ударного ускорения. Эти параметры являются первичными данными при проведении поверки.





Отличительные особенности модального анализа ZETLAB

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ

Нет требований к возбудителю вибрации, что упрощает систему и снижает её стоимость

ВОЗМОЖНОСТИ

Простое и быстрое определение собственных частот и различных мод колебаний

ГОСТ 31937-2011

Определение собственной частоты и декремента при обследование состояния конструкций зданий

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

Программа поставляется с анализаторами спектра, сейсмостанциями, тензостанциями

РАСЧЁТ УДАРНОГО СПЕКТРА

в соответствии с ГОСТ 31418-2010 (IEC 60068-2-81:2003) и ГОСТ Р 53190-2008 (МЭК 60088-2-81:2003)

ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сохранение результатов измерений в файл, открываемый редакторами word, excel, блокнот

Модальный анализ (new) .....

Назначение программы

Программа «Модальный анализ» предназначена для обработки, визуализации вибросигнала, спектра вибросигнала, автоматического определения собственных частот, фаз, отношения пиковых амплитуд двух сигналов и декремента затухания различных механизмов, деталей, конструкций и прочих объектов методом измерения частот свободных колебаний, в режиме ударного возбуждения.

Данная программа может применяется при проведении испытаний на удар; в области вибрации, связанной с резонансом конструкций; для контроля изготовления и сборки ответственного оборудования; в системах мониторинга технического состояния зданий и сооружений; а также в научных целях при проведении экспериментальных исследований.

Состав необходимого оборудования

Для проведения испытаний потребуется:

- Ударный стенд;
- Контроллер серии ZET02x либо ZET03x;
- Акселерометр модели BC111 (либо аналог);
- Компьютер (ноутбук).

Подготовка к проведению испытаний

Закрепить образец на ударном стенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

Подключить ко входу контроллера акселерометр.

Установить (если не установлено) программное согласно разделу 2.1 и активировать панель управления ZETLAB (раздел 2.2).

Руководствуясь разделом 3.1 выполнить подключение контроллера к компьютеру.

На экране монитора отобразится окно программы «Модальный анализ» (Рис.13.2) которое включает в себя пять областей: график «Опорный», график «Измерительный», таблица зарегистрированных значений, панель управления и журнал событий.

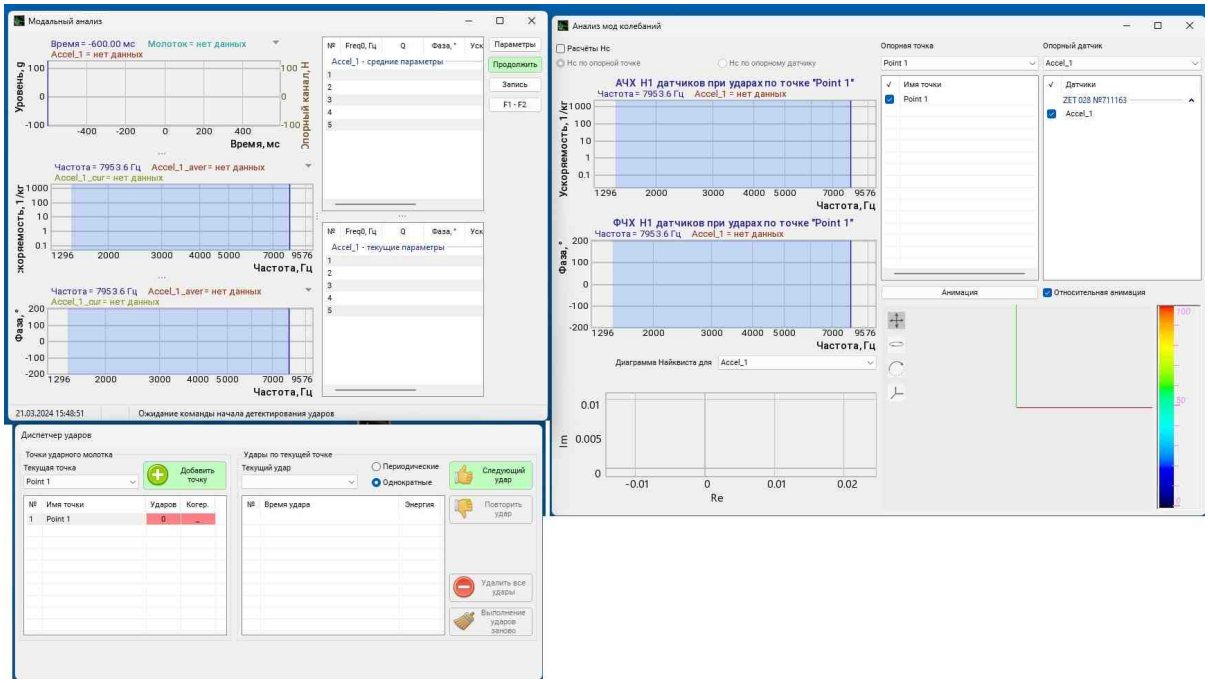


Рис. 1 Программы «Модальный анализ»

В областях графиков «Опорный» и «Измерительный» отображаются формы зарегистрированных ударных импульсов по измерительным каналам с соответствующими статусами.

В таблице зарегистрированных значений отображаются параметры, рассчитанные по последнему из зарегистрированных ударов.

Поле управления включает в себя следующие кнопки:

- «Параметры» – вызывает переход к окну настройки параметров;
- «Старт» - выполняет запуск режима регистрации удара (меняет название на «Стоп» после активации);
- «Пауза» - служит для приостановки регистрации ударов для последующего продолжения;
- «Автомасштаб» - предназначена для приведения графика зарегистрированного импульса к масштабу окна по вертикали;
- «Запись» - вызывает окно для сохранения в файл графиков зарегистрированного удара;
- «Результаты измерений» - выполняет вызов окна с директорией в которую выполнялась автоматическая регистрация;

- «Диспетчер устройств» - вызывает соответствующее окно, предназначенное для настройки параметров контроллера и измерительных каналов.

В области журнала событий (внизу окна «Модальный анализ») выводятся в виде списка *зарегистрированные удары по мере регистрации.*

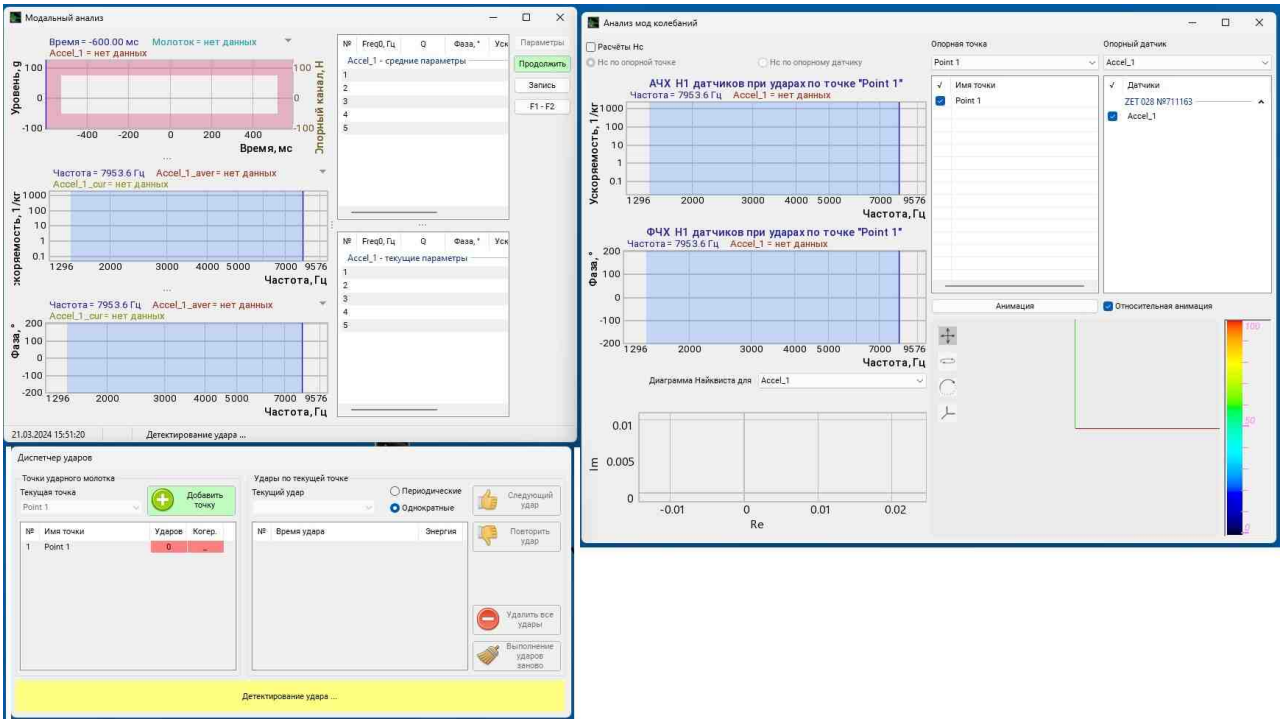


Рис. 2 Детектирование ударов

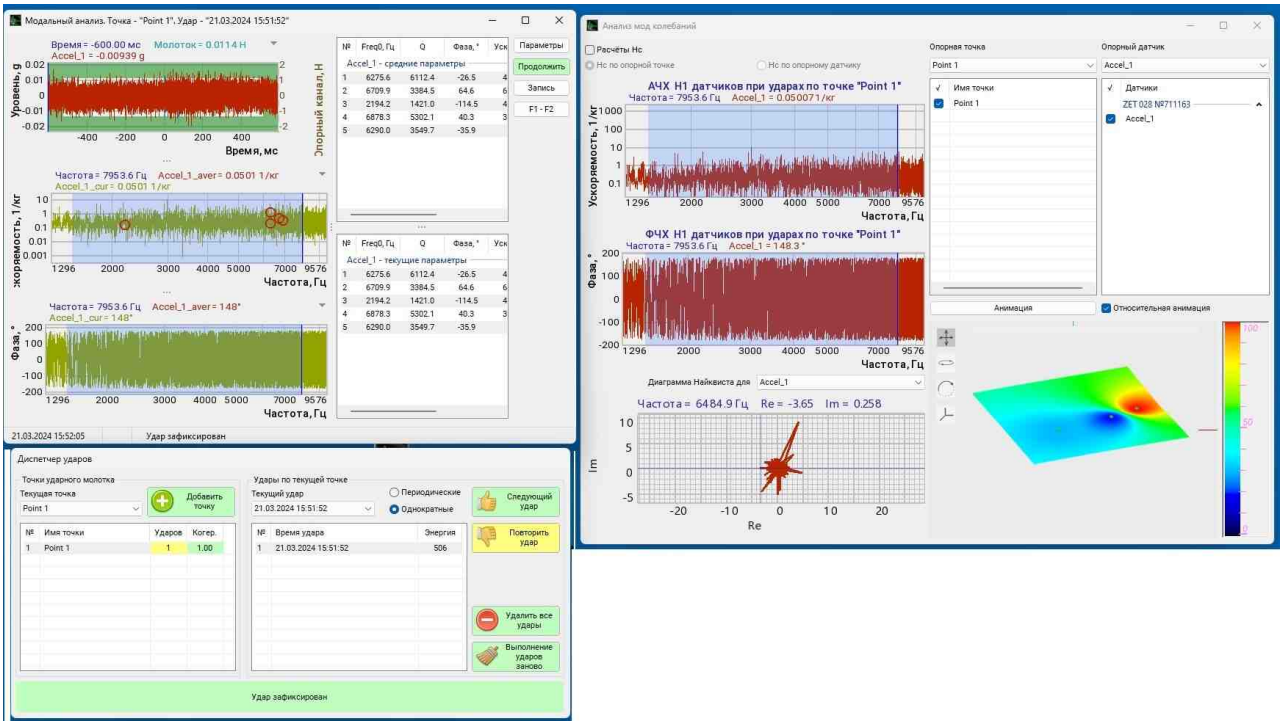


Рис. 3 Выводятся зарегистрированные удары по мере регистрации.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Модальный анализ** входит в состав следующего ПО как дополнительная опция:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Модальный анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**.

Интерфейс программы .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Панель управления ZETLAB

Для запуска программы **Модальный анализ** в меню Анализ сигналов панели ZETLab выберите команду **Модальный анализ** (*Рис. 3*). На экране монитора отобразится рабочее

окно программы (*Рис. 4*). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ. Примечание: программу **Модальный анализ** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ModalAnalysis.exe



Рис. 3 Меню «Анализ сигналов»

На экране монитора отобразится окно программы «**Модальный анализ**» (*Рис. 4*) которое включает в себя пять областей: график «Опорный», график «Измерительный», таблица зарегистрированных значений, панель управления и журнал событий.

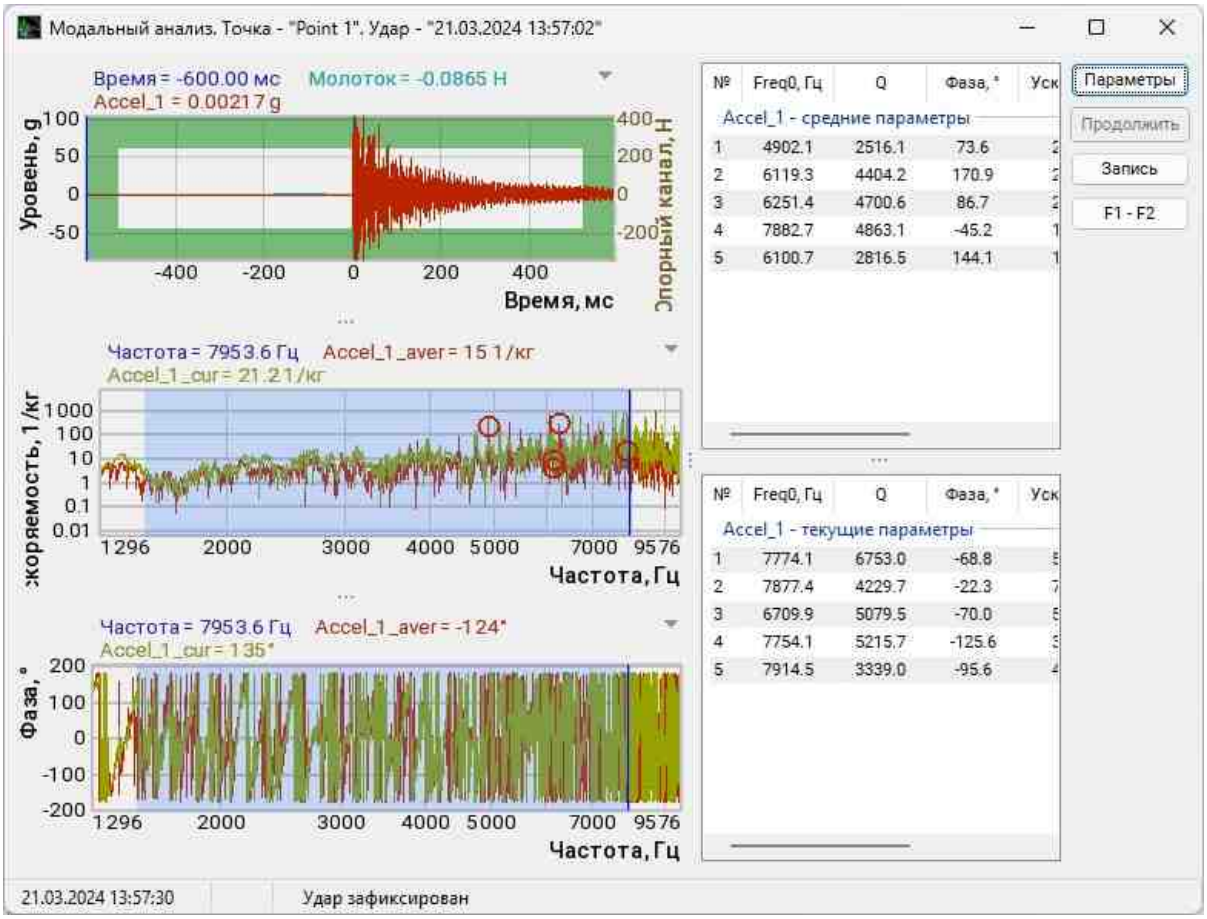


Рис. 4 Программа «Модальный анализ»

В областях графиков «Опорный» и «Измерительный» отображаются формы зарегистрированных ударных импульсов по измерительным каналам с соответствующими статусами.

В таблице зарегистрированных значений отображаются параметры, рассчитанные по последнему из зарегистрированных ударов.

Поле управления включает в себя следующие кнопки:

- «Параметры» – вызывает переход к окну настройки параметров;
- «Продолжить» - выполняет продолжение режима регистрации удара (меняет название на «Стоп» после активации);
- «Запись» - вызывает окно для сохранения в файл графиков зарегистрированного удара;
- «F1 -F2» - выполняется расчёт формулы;.

«Диспетчер устройств» из меню "Сервисные" ПО ZETLAB - вызывает соответствующее окно, предназначенное для настройки параметров контроллера и измерительных каналов.

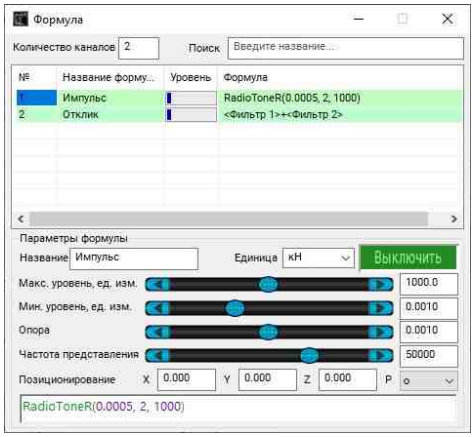
В области журнала событий (внизу окна «Модальный анализ») выводятся в виде списка зарегистрированные удары по мере регистрации.

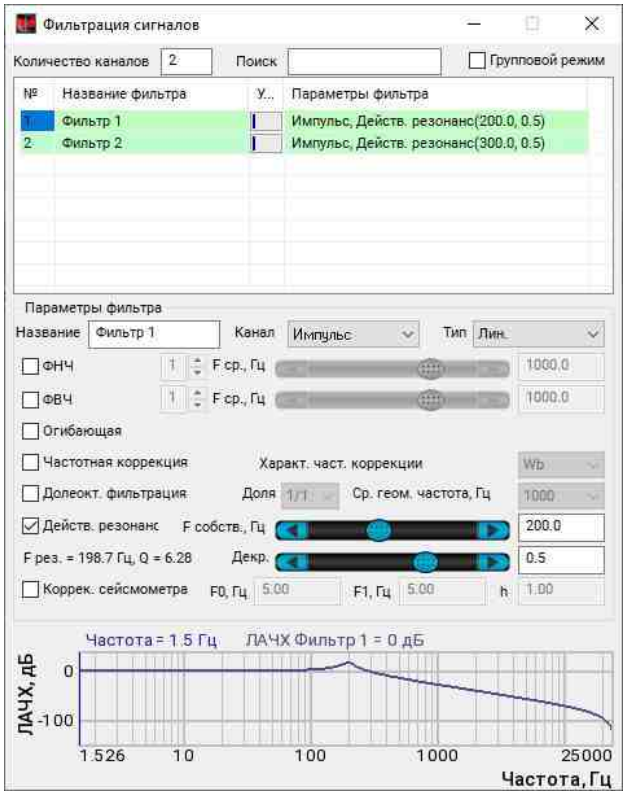
См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Создаем каналы с которыми сможет работать программа, например, настроем Фильтр сигналов и Формула.



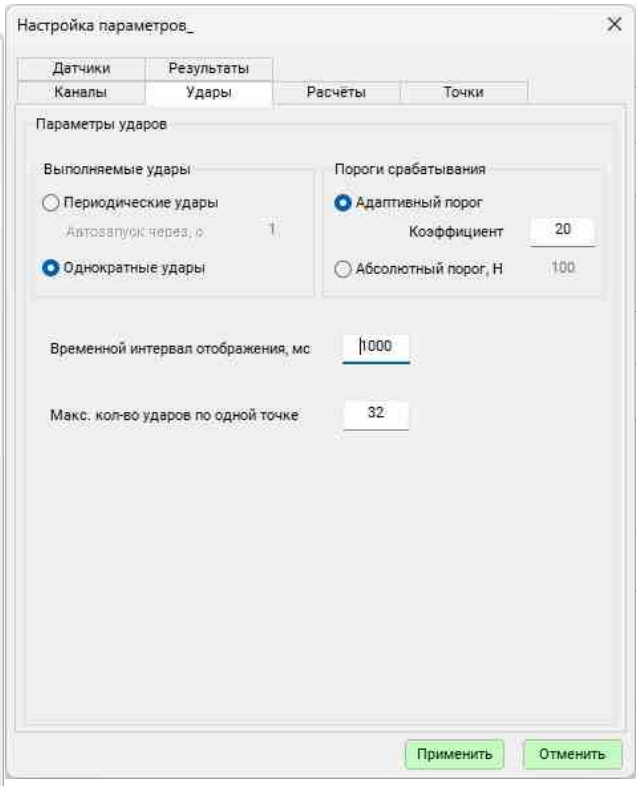


Настройка режима работы программы выполняется в окне программы «Настройка параметров» (*Рис. 5*), для перехода к которому в окне программы «**Модальный анализ**» (*Рис. 4*) следует активировать кнопку «Параметры».

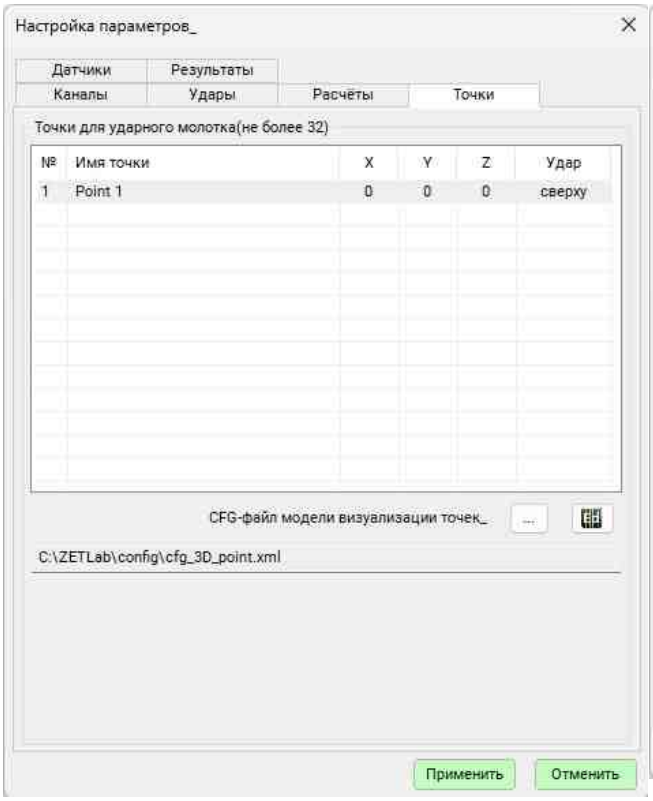
Окно «Настройки параметров» состоит из 6 вкладок, которые необходимо настроить.



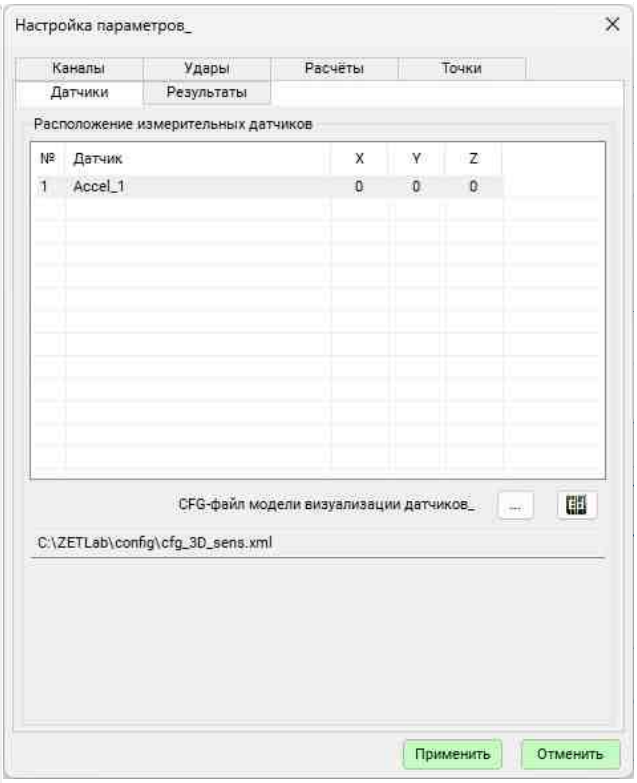
Окно «Каналы»



Окно «Удары»



Окно «Точки»



Окно «Датчики»

Рис. 5 Окно «Настройка параметров»

Параметр «Опорный канал» позволяет указать измерительный канал, который будет использоваться программой в качестве опорного. В этом случае детектирование факта удара будет производиться только по нему, при этом расчет параметров удара будет произведен для всех выбранных каналов в том числе и указанных в качестве измерительных. В окне программы «Модальный анализ» опорный канал будет отображаться в поле графика опорного канала.

Активация окна «Измерительные каналы» откроет окно «Выбор каналов» (*Рис. 6*) в котором можно добавить или исключить (при необходимости) из работы программы те или иные измерительные каналы. В окне программы «Модальный анализ» измерительные каналы будут отображаться в поле графиков измерительных каналов.

В случае, когда чекбокс для параметра «Инверсия» активирован то в соответствующем этому чекбоксу окне будет выполнятся инвертирование (переворот относительно горизонтальной оси) отображаемого графика.

Параметр «Канал фотодатчика» позволяет задействовать измерительный канал фотодатчика в качестве опорного. В таком случае относительно канала фотодатчика будет происходить расчет параметров ударов по измерительным каналам.

В соответствующих полях «Частота дискретизации» отображаются значения частоты дискретизации опорного и измерительных каналов.

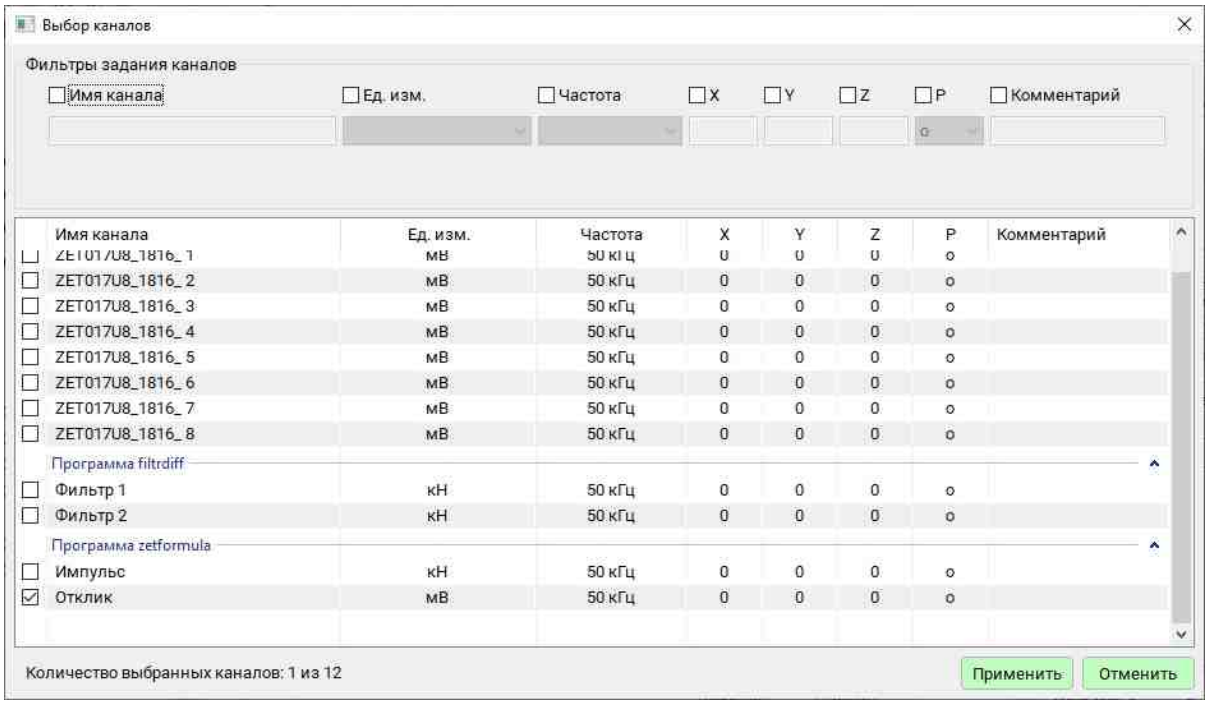


Рис. 6 Окно «Выбор каналов»

Параметр «Временной интервал» устанавливает временной интервал отображения графика по оси X в главном окне программы (значение времени самой правой точки оси X минус значение времени самой левой точки оси X).

Параметр «Автозапуск» активирует функцию автоматического запуска триггера ударного импульса через заданное количество времени (в секундах) для параметра «Автозапуск через».

Если параметр «Автозапуск через» - деактивирован, то на каждую активацию кнопки «Старт» в окне программы «Модальный анализ» будет зарегистрирован только первый из ударов.

Параметр «Пороги срабатывания» (по опорному каналу) устанавливает порог для срабатывания триггера удара. Порог может быть адаптивным или абсолютным.

- Адаптивный порог устанавливает триггер на уровне равном произведению шума по опорному каналу на коэффициент, заданный в настройках.
- Абсолютный порог устанавливает триггер на заданном уровне в абсолютных значениях. Для абсолютного порога можно также указать чтобы триггер срабатывал только по положительному фронту ударного импульса.

Параметр «Фильтрация» накладывает на сигнал зафиксированного ударного импульса полосовой фильтр. Границы полосового фильтра устанавливаются в полях «ФВЧ» и «ФНЧ».

Активация в области «Графики» (*Рис. 5*) параметров «Скорость», «Смещение», «Форма» и «Вычитание» обеспечивает визуализацию соответствующих графиков в окне программы «Модальный анализ».

Параметр «Показать журнал событий» в области «Модальный анализ» служит для открытия внизу окна программы «Модальный анализ» дополнительного поля (*Рис. 7*) в который выводится в порядке очередности информация по каждому из зафиксированных ударов.

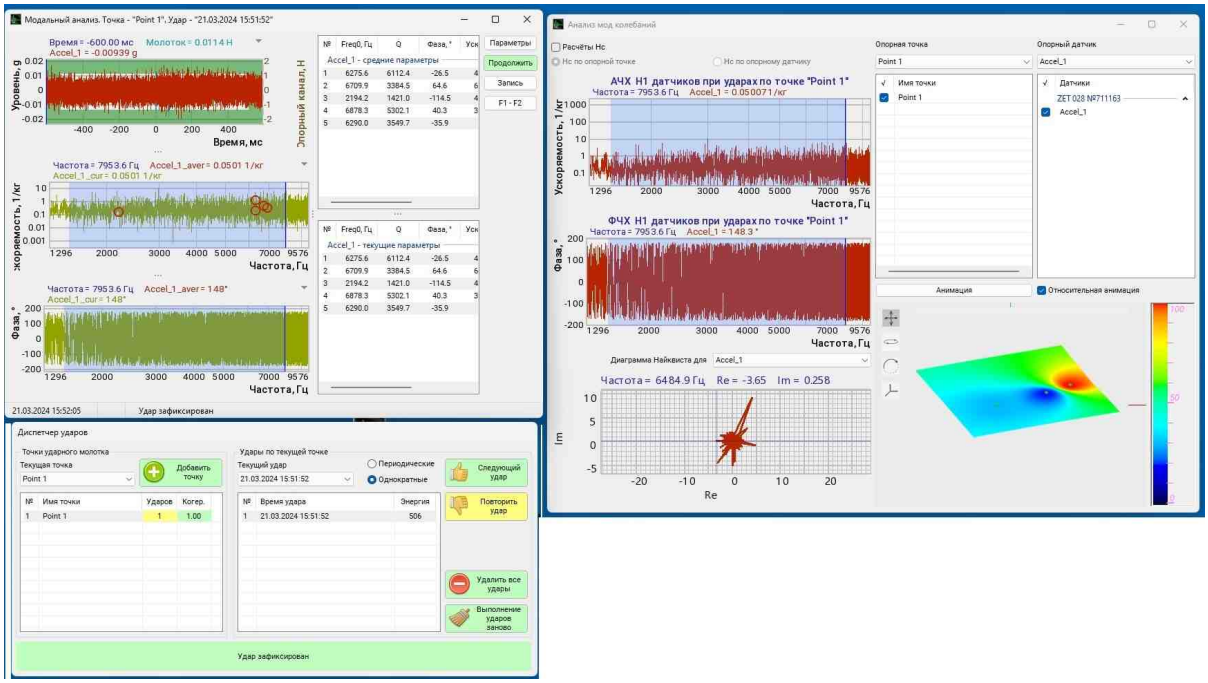


Рис. 7 Поле «Журнал событий» в окне «Модальный анализ»

Параметр «Сохранить параметры ударов» в области «Модальный анализ» служит для активации сохранения информации по регистрируемым ударам в директорию, указанную в окне «Результаты» (*Рис. 8*).

Для вызова окна программы «Результаты» необходимо в окне «Настройка параметров» (*Рис. 5*) активировать кнопку «Результаты».

Окно «Результаты» позволяет указать папку для сохранения результатов испытаний, имя файла отчета, а также указать требуется либо нет сохранение в процессе проведения испытаний графиков в файлы текстового (*.dtx) и графического (*.png) формата.

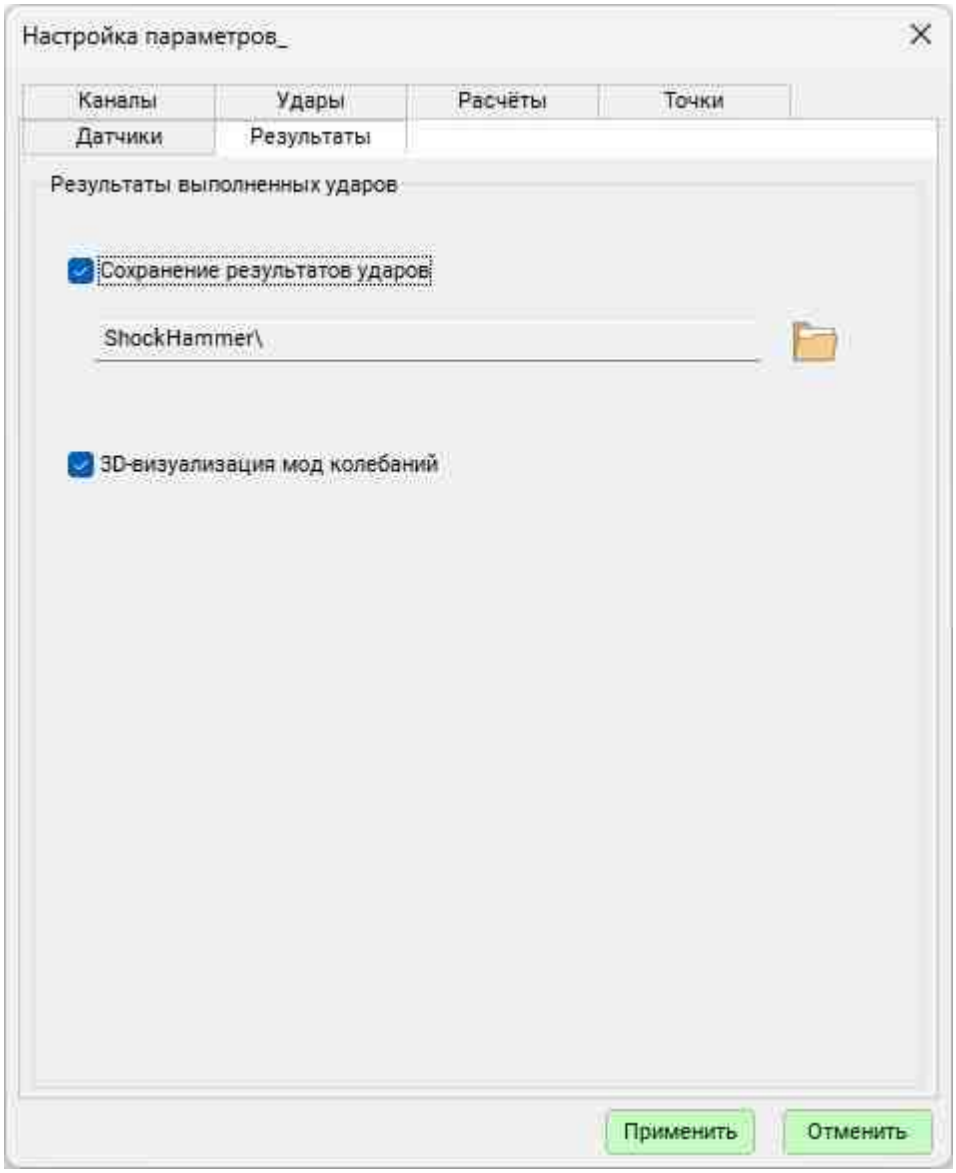


Рис. 8 Окно «Результаты»

Активация кнопки «Выберите параметры, которые будут отображаться в таблице параметров ударов» в окне «Настройка параметров» (*Рис. 5*) вызывает соответствующее окно (*Рис. 9*) в котором можно определить те параметры, которые необходимо отображать в окне «Модальный анализ».

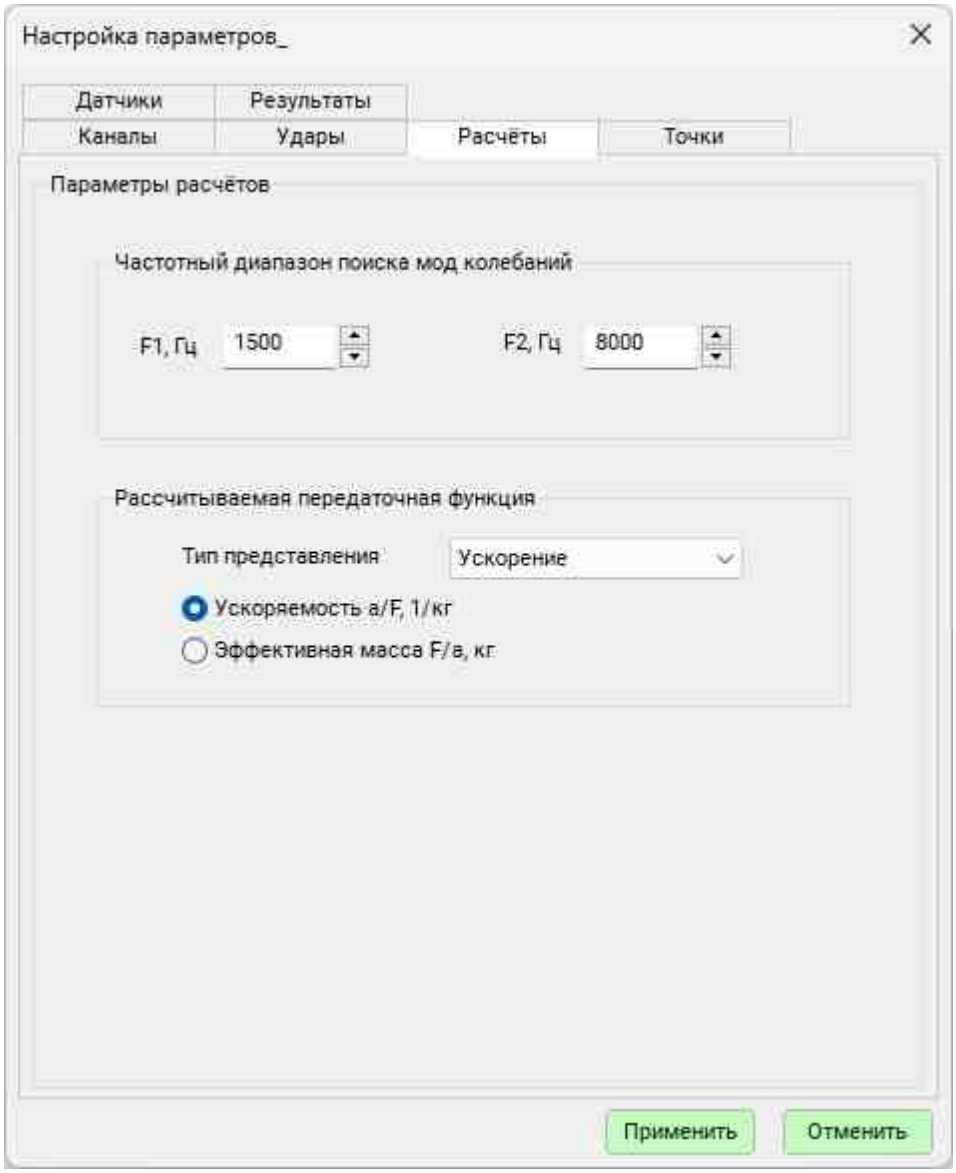


Рис. 9 Окно «Выбор отображаемых параметров»

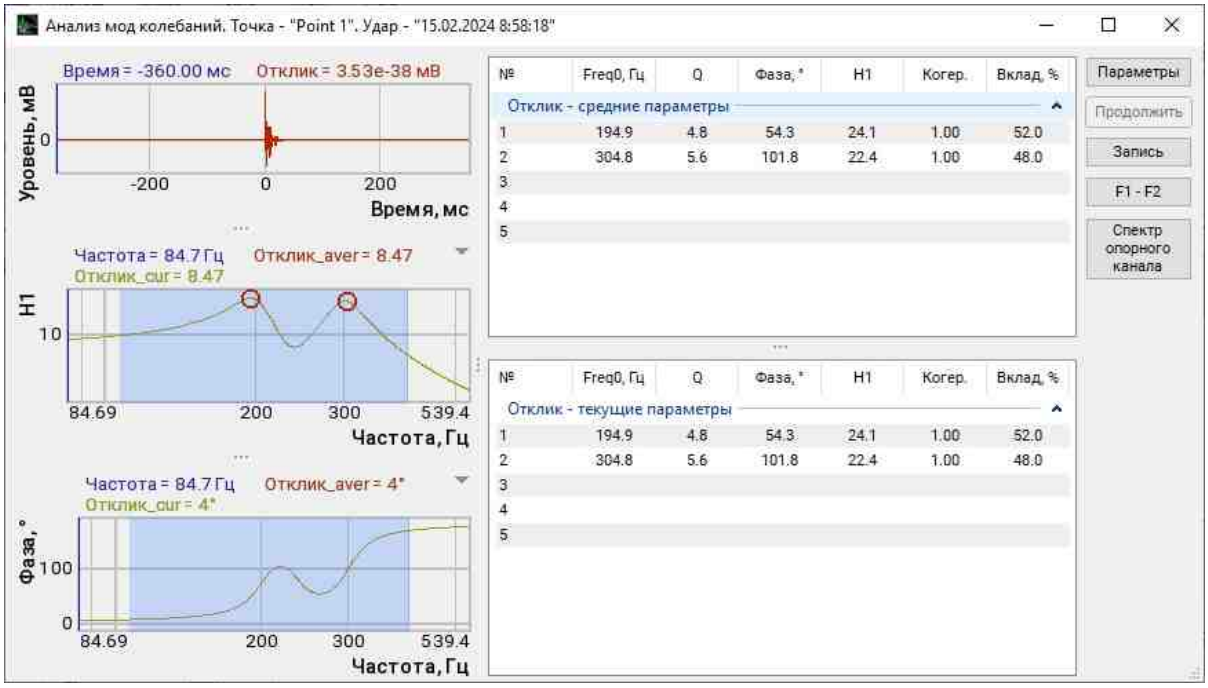


Рис. 10 Окно «Анализ мод колебаний (ударный молоток)» Результат зафиксированного удара.

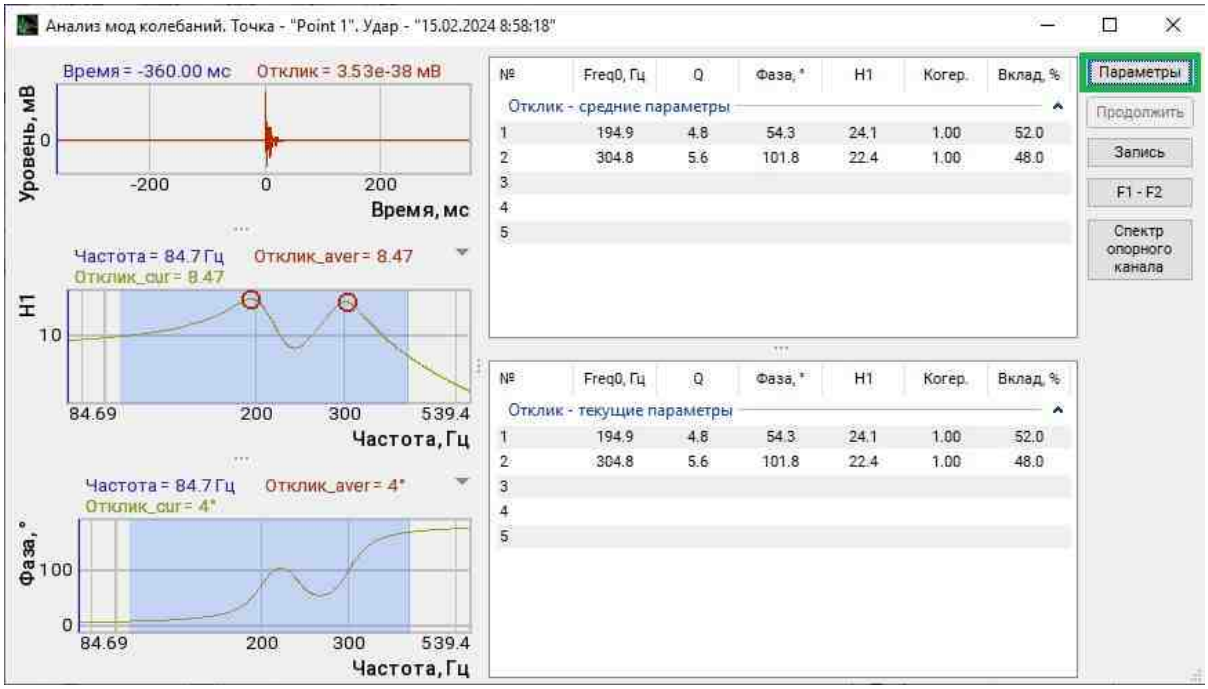


Рис. 11 Окно «Анализ мод колебаний (ударный молоток)» Нажимаем на «Параметры» и открывается новое окно для настроек отображения выполненных ударов

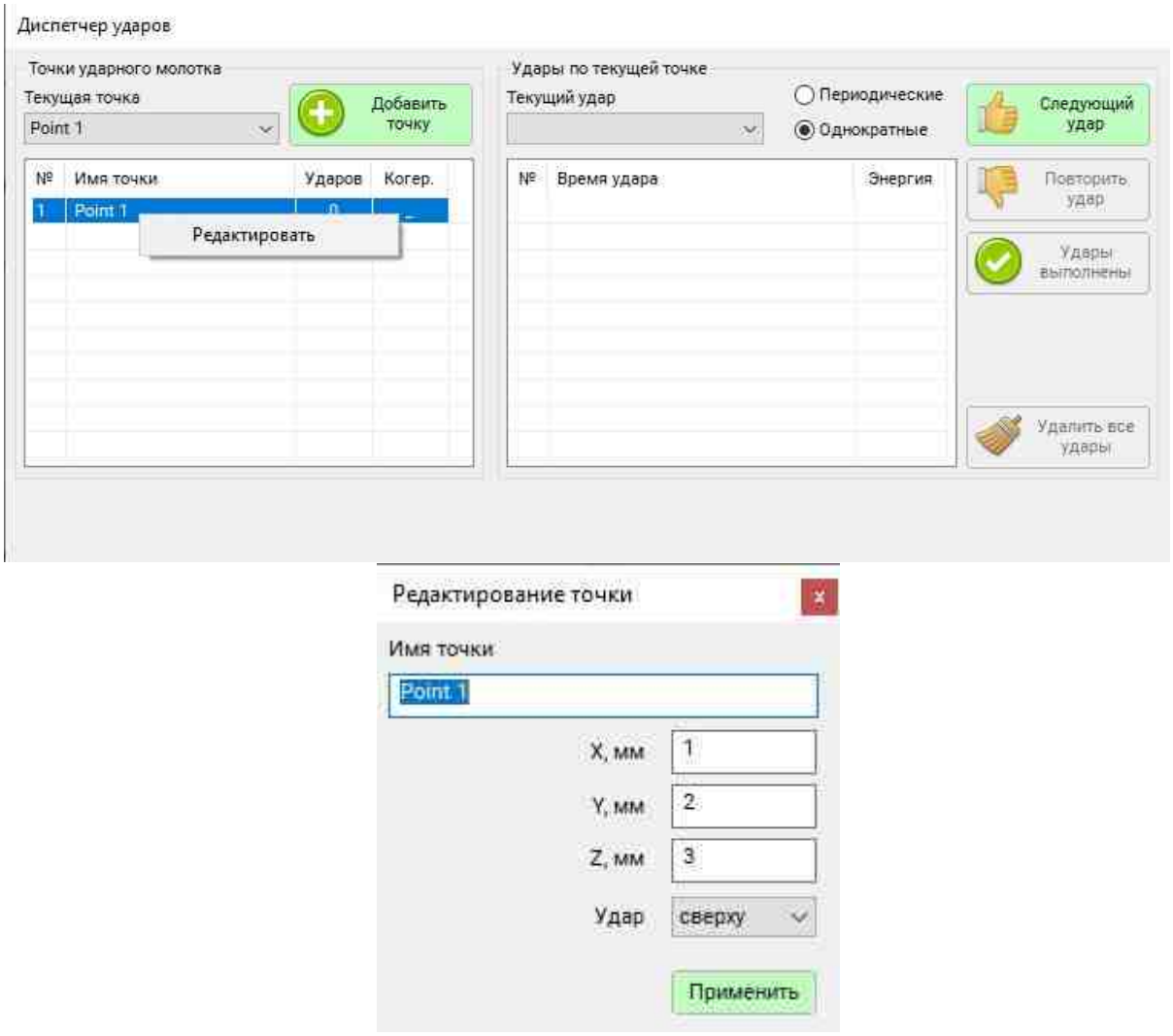


Рис. 12 Окно «Анализ мод колебаний (ударный молоток)» Щелкнув, по правой кнопке мыши на выбранной точке нажимаем «Редактировать» для настройки координат датчика.

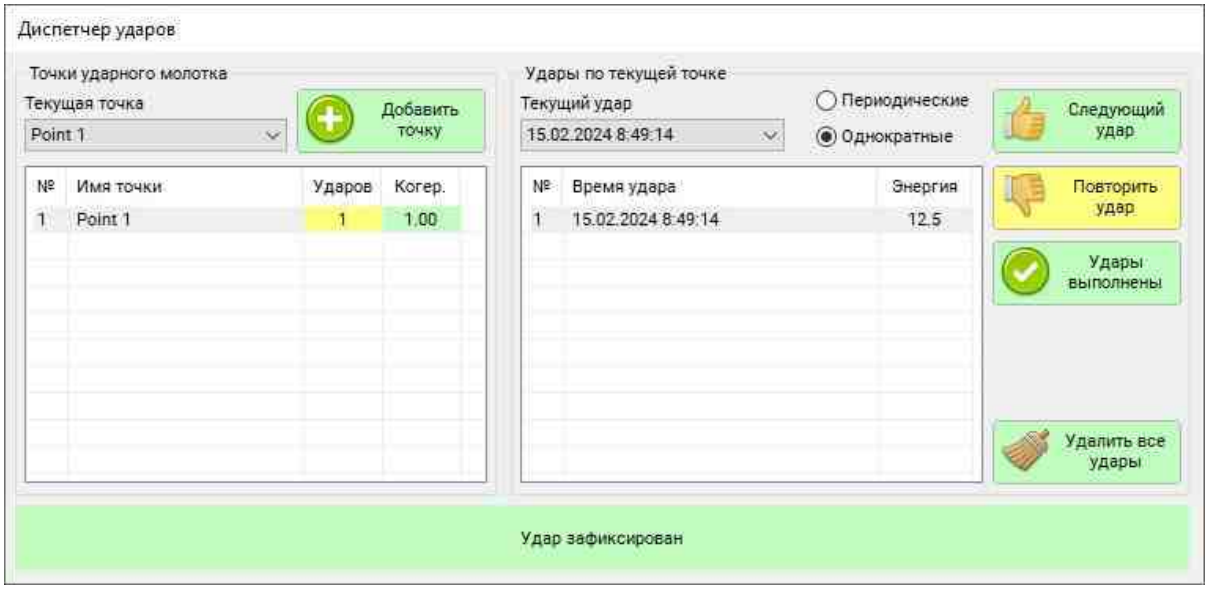


Рис. 13 Окно «Диспетчер ударов» Удаляем сделанный удар, когда пристрелялись и полученный результат получился правильным

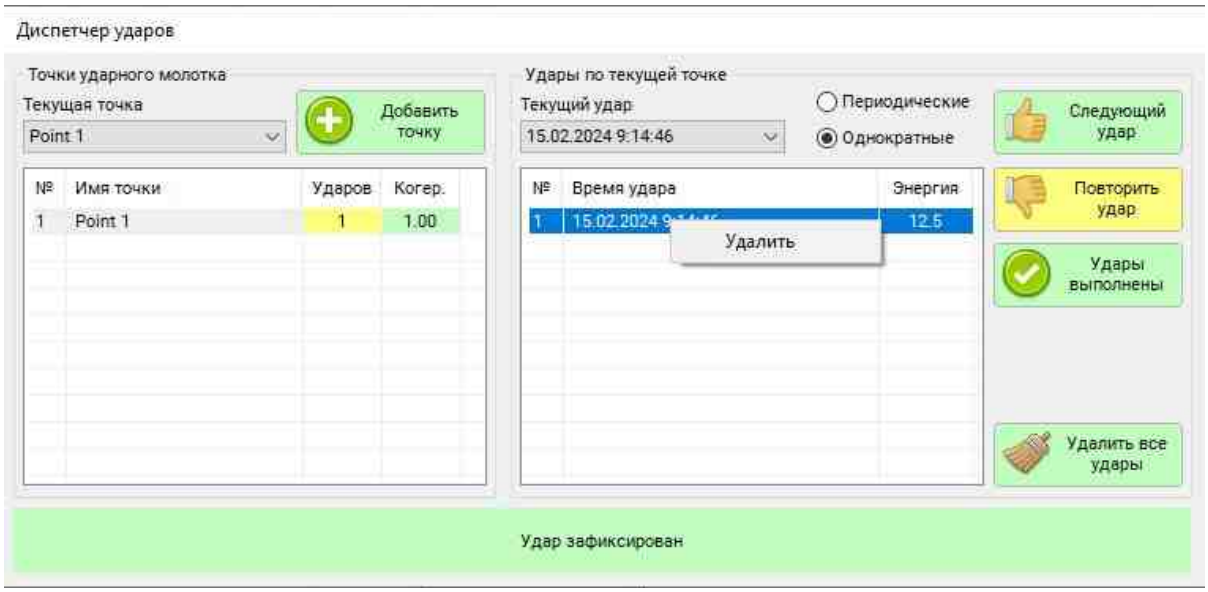


Рис. 14 Окно «Диспетчер ударов» По правой кнопке мыши нажимаем Удалить.

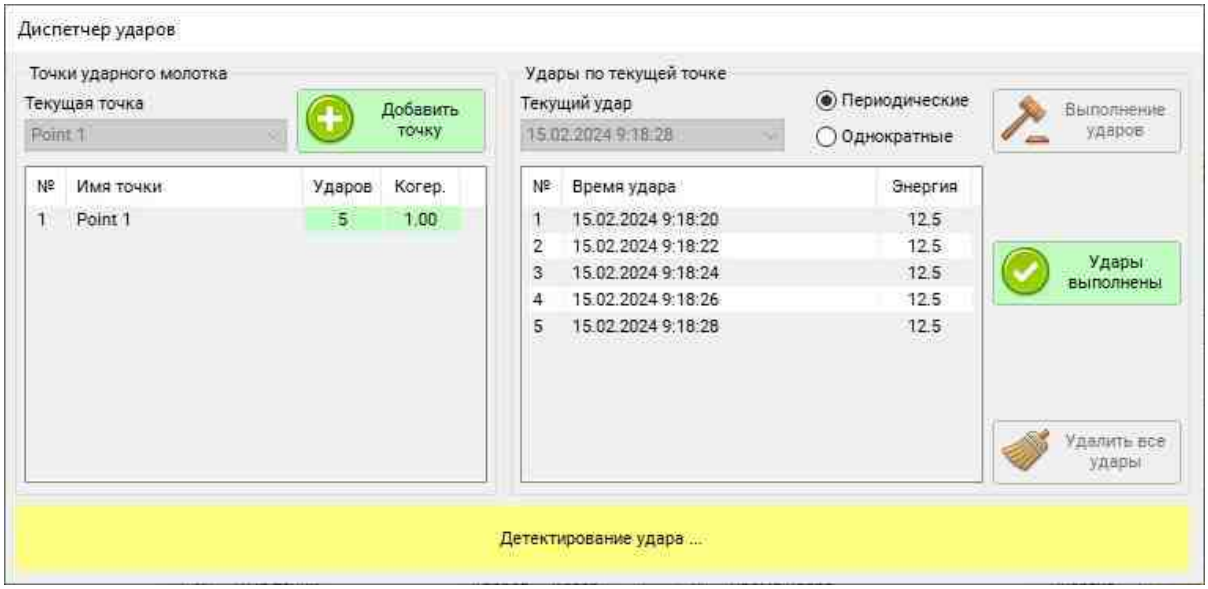


Рис. 15 Окно «Диспетчер ударов» Выбираем Периодические удары по текущей точке и совершаем до 32 ударов (промежуточные значения)

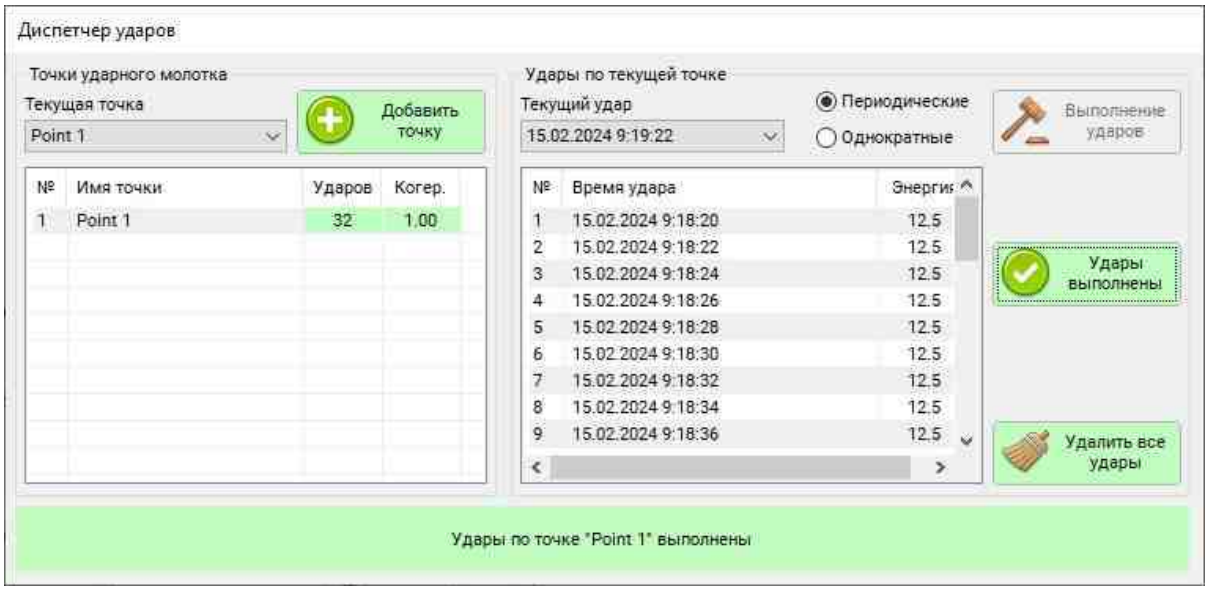


Рис. 16 Окно «Диспетчер ударов» Выбираем Периодические удары по текущей точке и совершаем до 32 ударов (окончание)

Добавляем новую точку, настраиваем

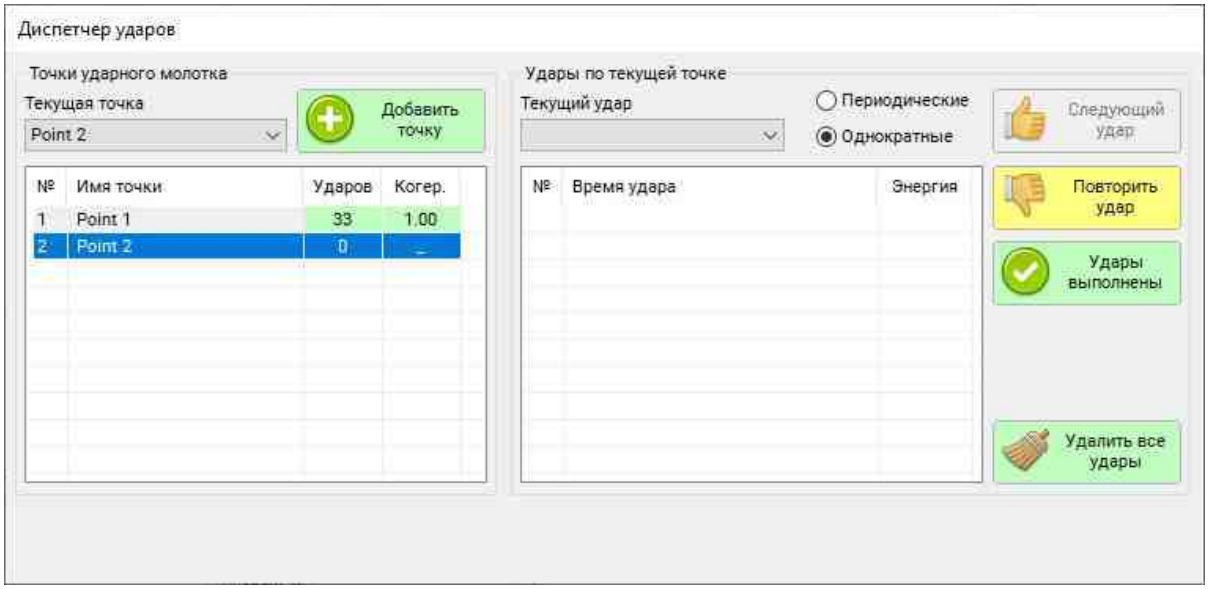


Рис. 17 Окно «Диспетчер ударов» Текущая точка Point 2, после настройки текущей точки с ней начинаем работать.

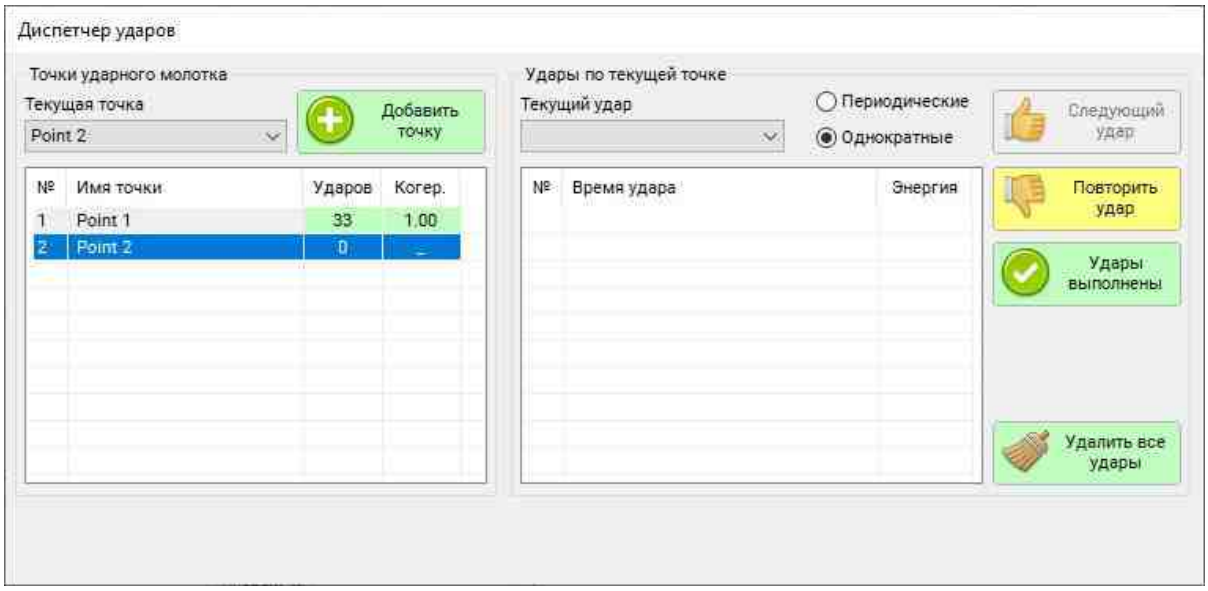


Рис. 18 Окно «Диспетчер ударов» Текущая точка Point 2, после настройки текущей точки с ней начинаем работать.

Меняя Текущую точку с одной на другую и т.д. можно удалять, добавлять нужные удары, повторять заменяя ненужные удары. Закрытие и открытие программы пока не позволяет пользователю вернуться и продолжить удары.

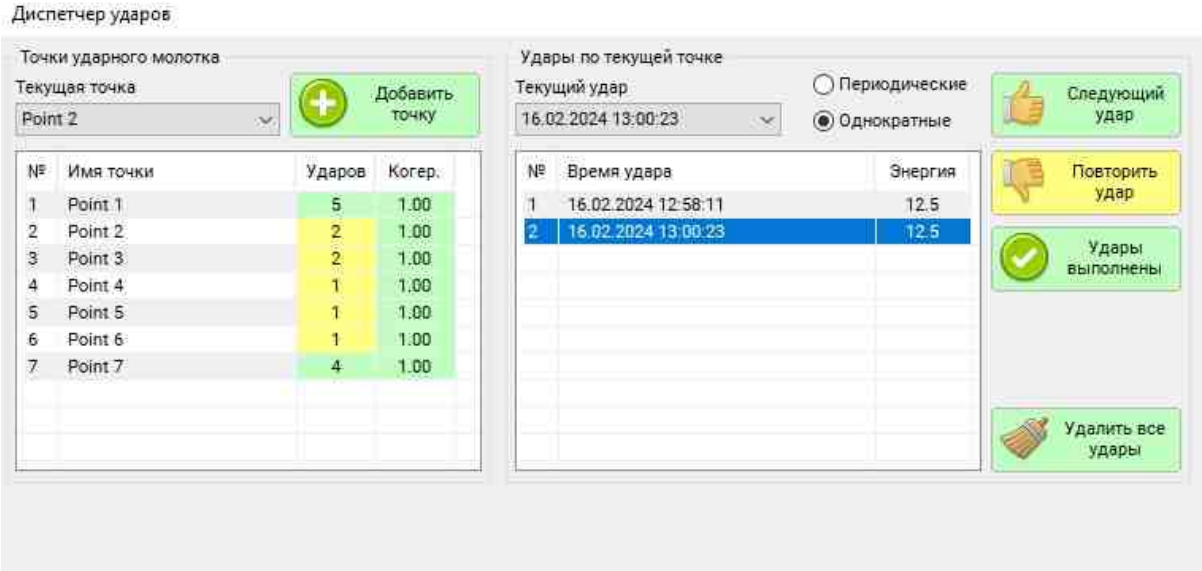


Рис. 19 Окно «Диспетчер ударов» Цвет желтый или зеленый в таблице с названием в заголовке Ударов

Цвет желтый означает, что сделано мало ударов (до трех) или зеленый (больше трёх) в таблице с названием в заголовке Ударов (Подсчитывается количество завершенных ударов).

Порядок работы .....

Убедиться в том, что измерительное оборудование (анализатор, контроллер СУВ и т.п.) подключено, а также настроены и активированы измерительные каналы необходимые для регистрации ударов.

Руководствуясь разделом *Рис. 7* выполнить настройку параметров программы «Модальный анализ».

После чего активировать кнопку «Старт» в окне программы «Модальный анализ» после чего программа перейдет в режим регистрации ударов.

После детектирования удара, амплитуда которого превысит пороговый уровень, будет произведена его регистрация.

В случае если выбран режим регистрации по опорному каналу (активирован параметр «Опорный канал»), окно программы «Модальный анализ» включает два графика (*Рис. 25*),

верхний для отображения опорного канала, а нижний для остальных активных измерительных каналов.

В случае если режим по опорному каналу деактивирован, то все активные измерительные каналы отображаются в окне программы «Модальный анализ» на одном графике (*Рис. 26*).

При необходимости сохранить в отчет результаты, зафиксированные на экране следует активировать кнопку «Запись».

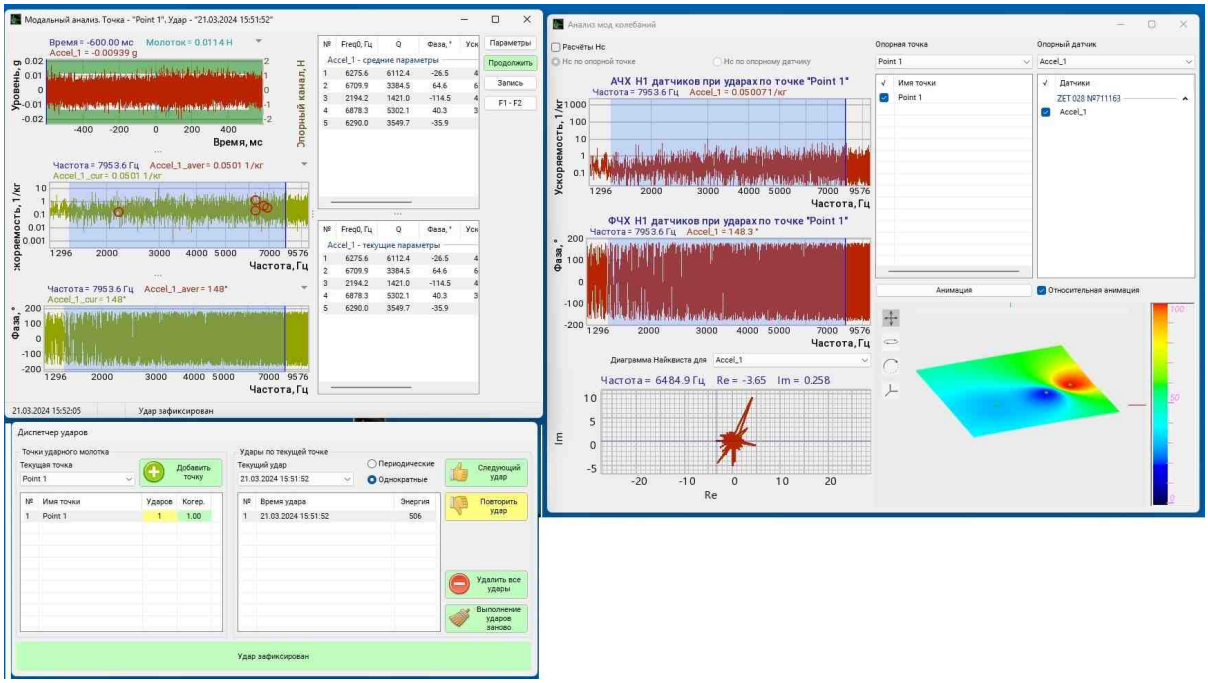


Рис. 20 Окно «Модальный анализ»

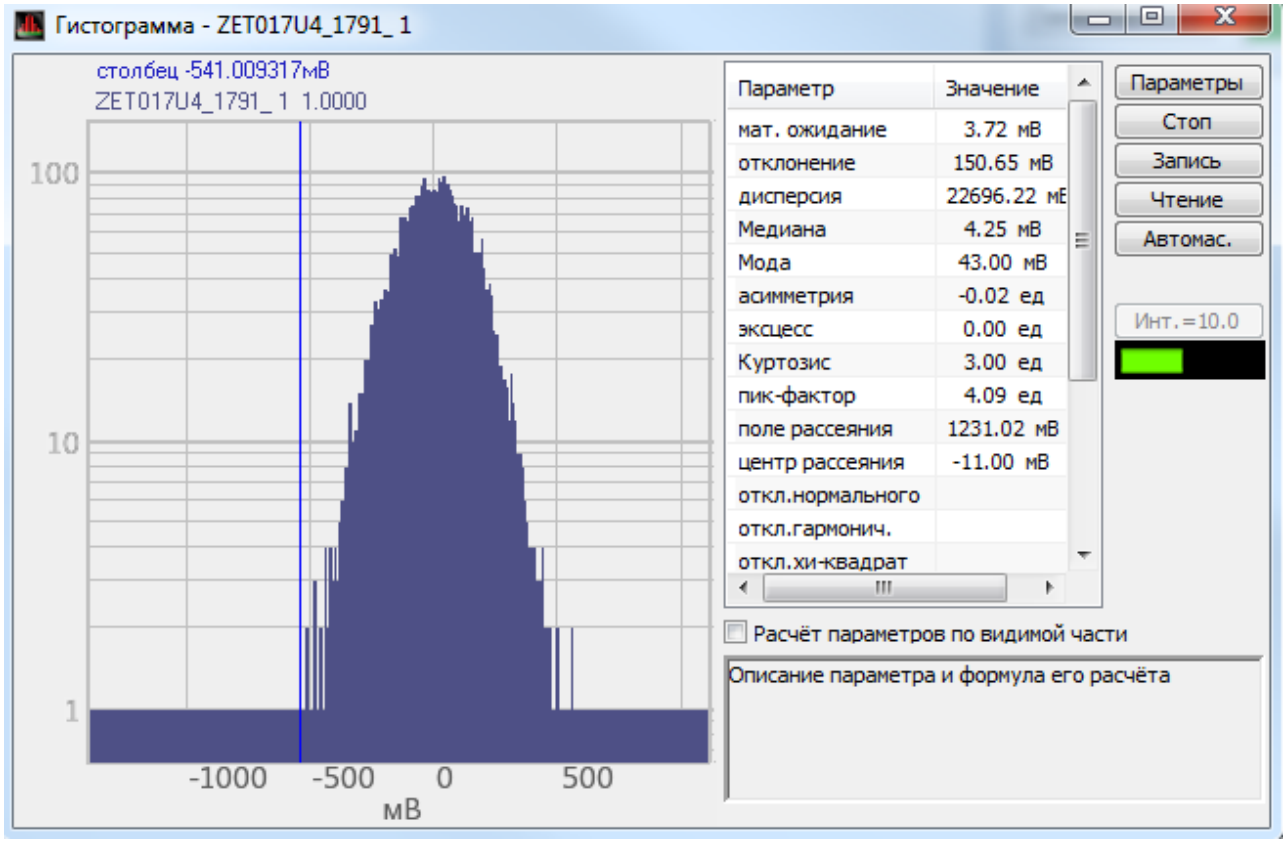
Гистограмма .....

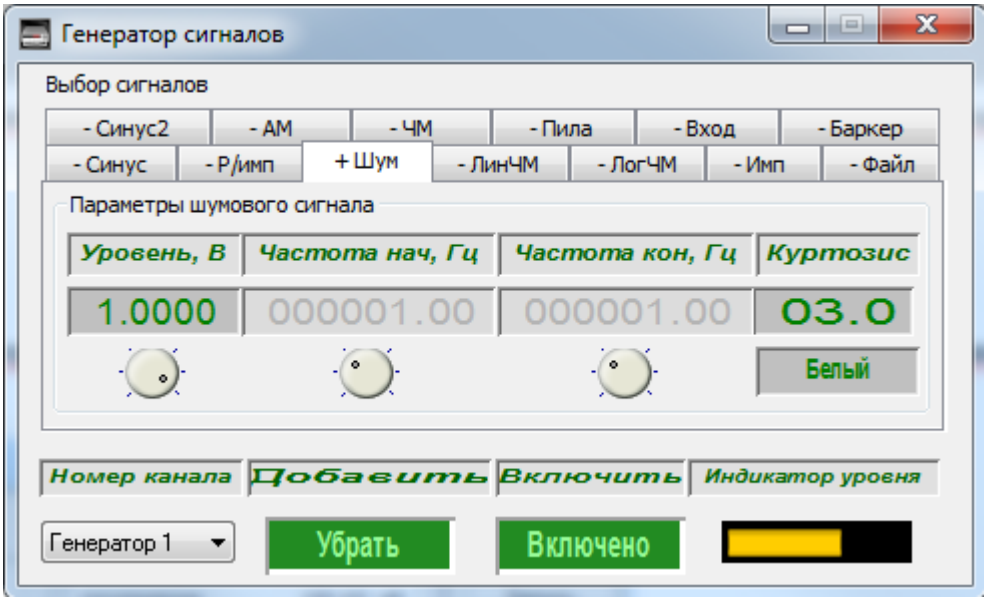
Программа «Гистограмма» предназначена для статистического анализа сигнала: нахождения статистических величин, характеризующих сигнал, и построения теоретических гистограмм по полученным данным.

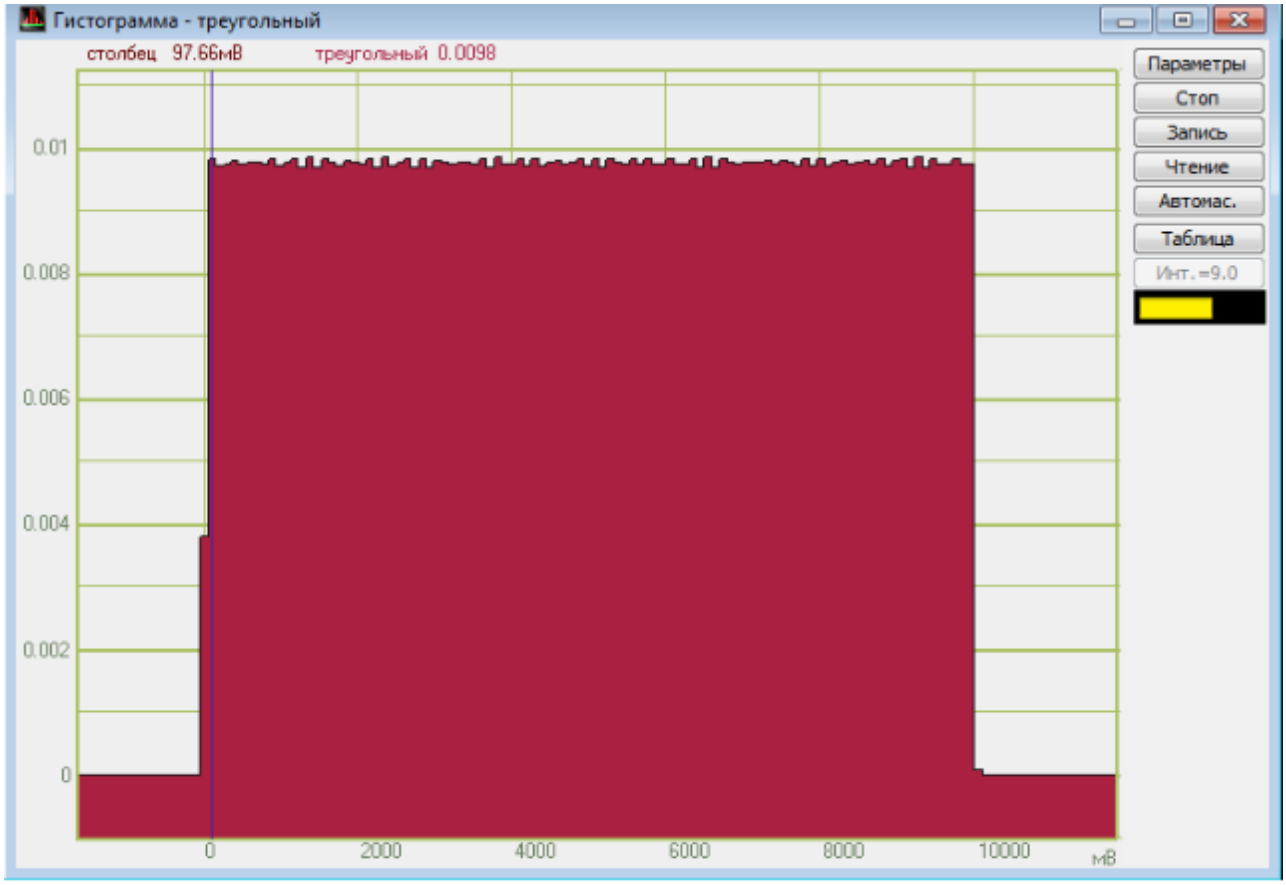
В программе предусмотрена возможность построения следующих графиков:

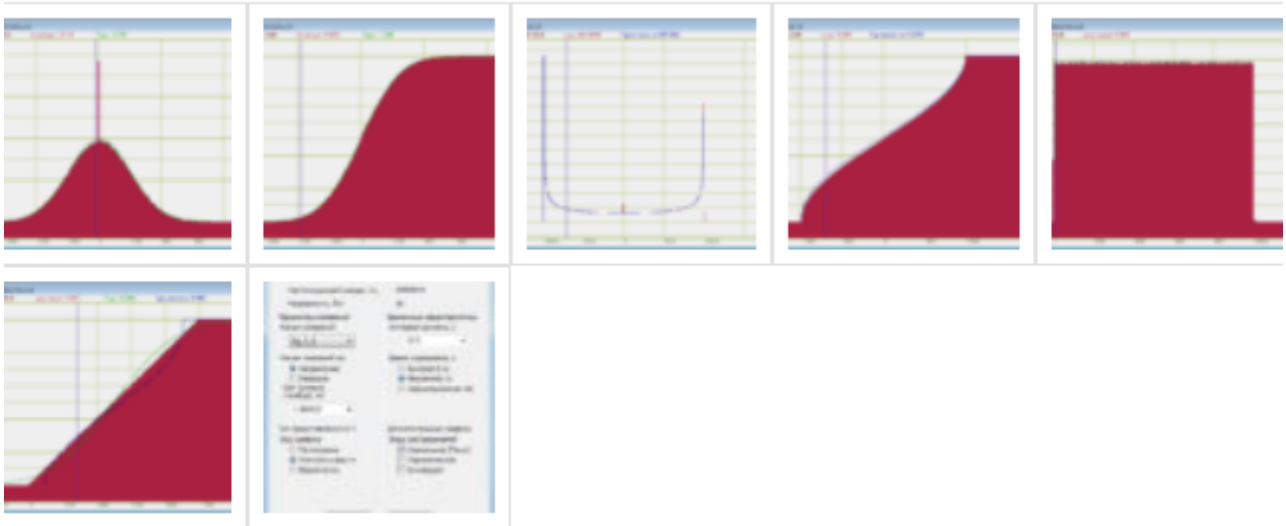
- Гистограмма
- Вероятность
- Плотность вероятности

Входными данными программы **Гистограмма** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB (сигналы, регистрируемые анализатором спектра, тензостанцией, сейсмостанцией).




Генератор сигналов
Выбор сигналов
- Синус2
- АМ
- ЧМ
- Пила
- Вход
- Баркер
- Синус
- Р/имп
+ Шум
- ЛинЧМ
- ЛогЧМ
- Имп
- Файл
Параметры шумового сигнала
Уровень, В
Частота нач, Гц
Частота кон, Гц
Куртозис
1.0000
000001.00
000001.00
03.0
Белый
Номер канала
Добавить
Включить
Индикатор уровня
Генератор 1
Убрать
Включено





Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Гистограмма** входит в состав следующего ПО:

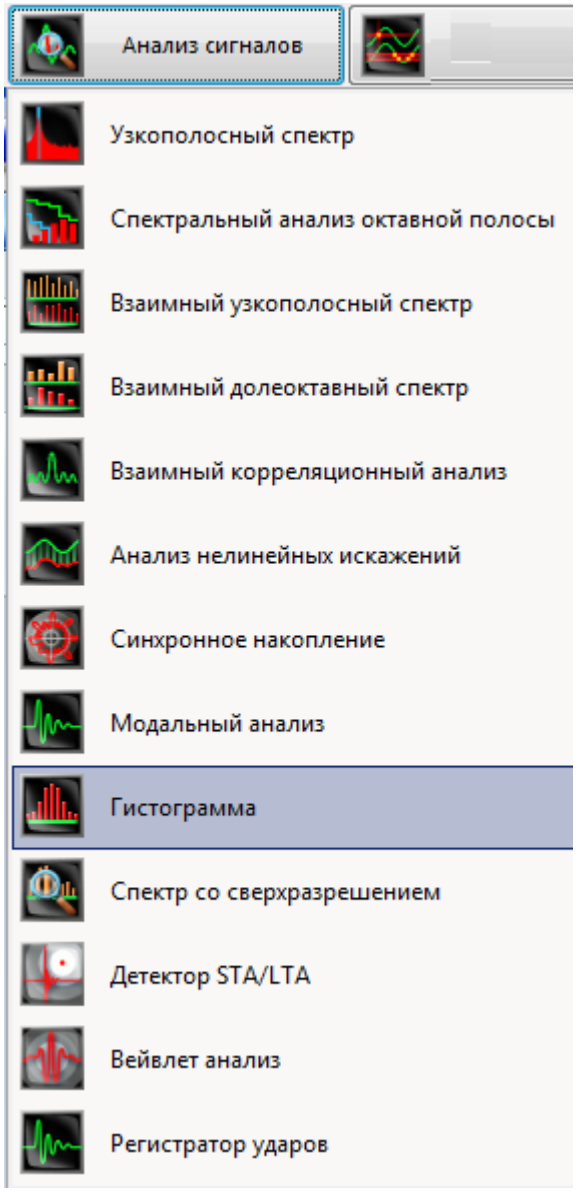
- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO – программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,

- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB SENSOR – программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

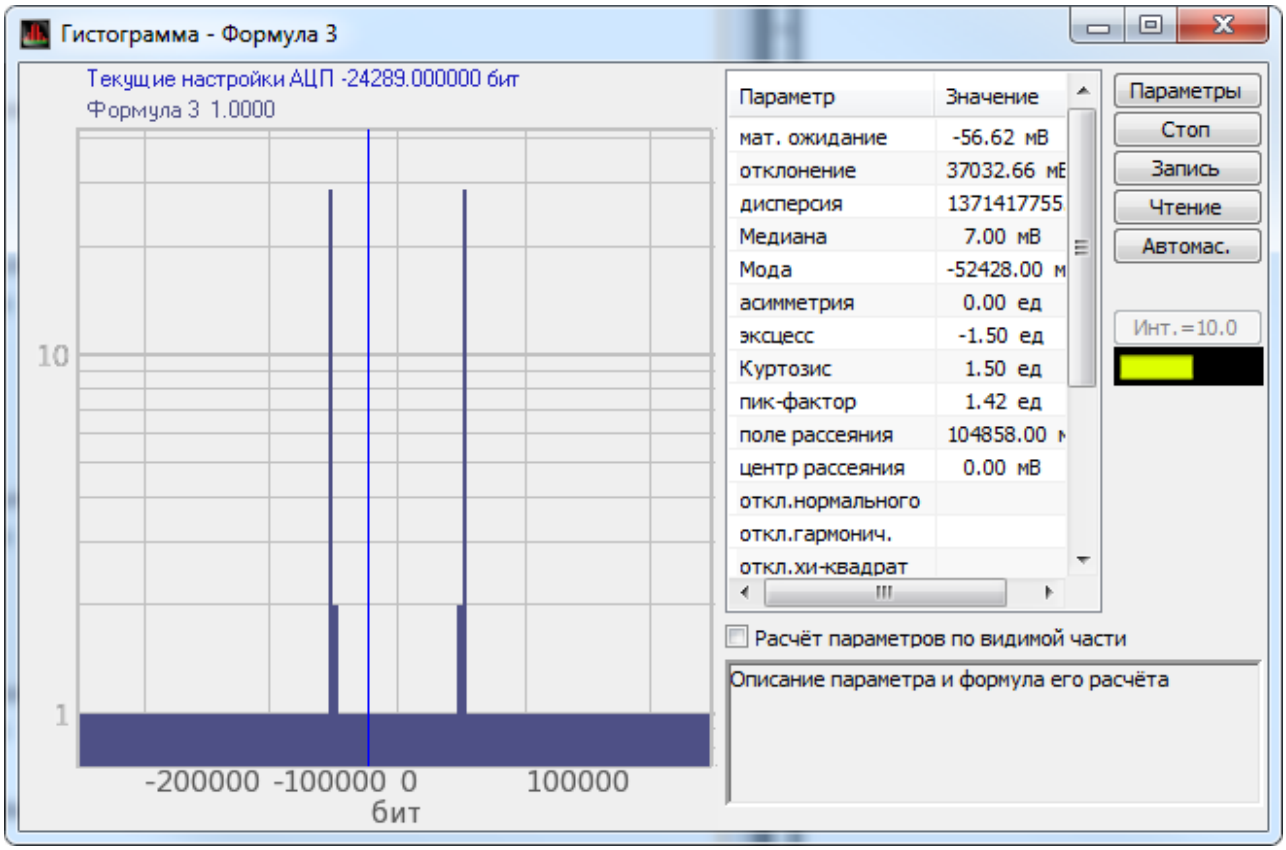
Гистограмма входит в группу программ **Анализ сигналов**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Гистограмма** необходимо из меню **Анализ сигналов** панели **ZETLab** выбрать команду Гистограмма. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Гистограмма**. В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для анализа канала. Над графиком отображаются измеряемые величины (частота, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика. Справа отображаются параметры распределения: мат. ожидание (Mx), дисперсия(D), среднеквадратичное отклонение(St), поле рассеяния(R) и середина поля рассеяния(MR).



Запуск программы "Гистограмма"



Управление программой Гистограмма

Нажатие кнопки **Параметры** открывает окно Настройка параметров Гистограммы.

Нажатие кнопки **Автомас**. приводит к масштабированию обоих графиков по уровню сигнала.

Кнопка **Старт** запускает отображение сигнала. При открытии программы Гистограмма кнопка Старт по умолчанию нажата.

Кнопка **Стоп** останавливает процесс отображения сигнала, данные в окне не обновляются. Процесс ввода данных в сервере при этом продолжается, и все другие программы продолжают работать.

Нажатие на кнопку **Запись** открывает стандартное диалоговое окно записи результатов в файл, где предлагается выбрать имя записываемого файла и указать директорию сохранения (по умолчанию C:\ZETLab\result\). Файл сохраняется с расширением *.dtu. В начале файла идет описание данных, далее - данные в формате с плавающей запятой; в качестве разделителя дробной и целой части числа используется точка.

Индикатор показывает интегральный уровень сигнала и перегрузку. Если уровень сигнала превышает максимально допустимый уровень, индикатор становится полностью красного цвета, без черной правой части. Правый край индикатора остается красным до тех пор, пока пользователь не нажмет на него левой кнопкой «мыши».

Для выхода из программы **Гистограмма** необходимо нажать левой кнопкой «мыши» крестик, расположенный в правом верхнем углу окна программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Настройка параметров программы **Гистограмма** производится нажатием на кнопку "Параметры" в верхнем правом углу окна программы. Внешний вид модального окна параметров показан (*Рис. 2*).

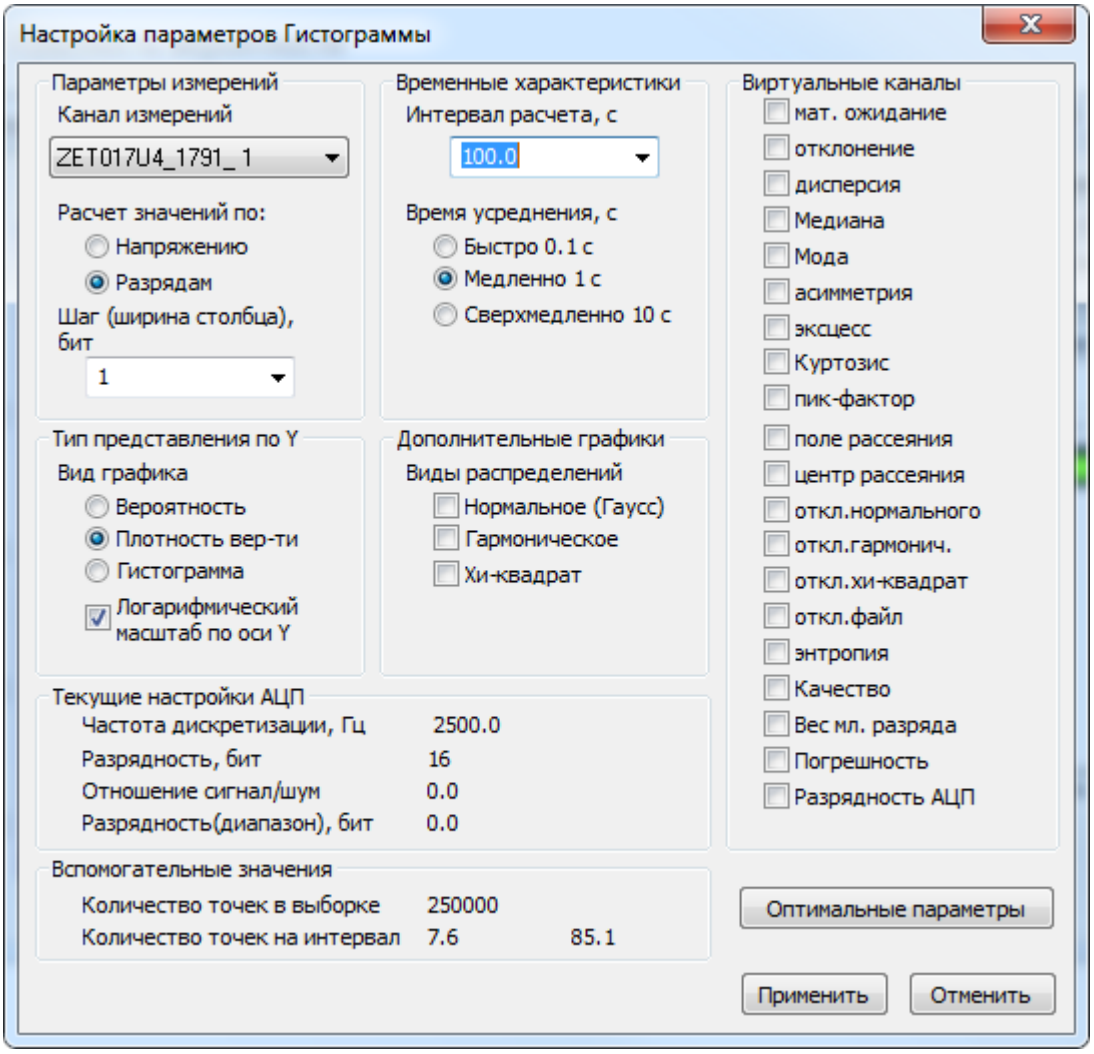


Рис. 2. Окно "Настройка параметров Гистограммы"

В текущих настройках АЦП программы отображается частота дискретизации по выбранному каналу измерения.

В верхней левой группе задаются параметры "Предел измерений" и "Шаг измерений". Переключатель "Расчет по" позволяет устанавливать эти значения в вольтах и в разрядах АЦП. Под пределом измерений понимается максимальное возможное значение по каналу, или максимальное ожидаемое значение. Шаг измерений — это ширины столбца гистограммы. Внимание: если вы выбираете расчет по напряжению, то под шагом измерений понимается (3*log(N)+6)/шаг, где N - количество отсчетов одном цикле гистографа.

В правом верхнем углу устанавливаются значения "Интервала расчета" и "Усреднение". Интервал расчета - длина буфера памяти программы, измеряется в секундах. Усреднение - частота опроса сервера программой.

В левом верхнем углу устанавливаются имя канала, по которому будет проведен расчет и Тип представления. Тип представления по Y представлен Вид графика: который состоит: вероятность, плотность вероятности, Гистограмма, Логарифмический масштаб по Y. Под

вероятностью здесь понимается интеграл от плотности. Флажок нормирование - устанавливает режим нормирования результатов на единицу.

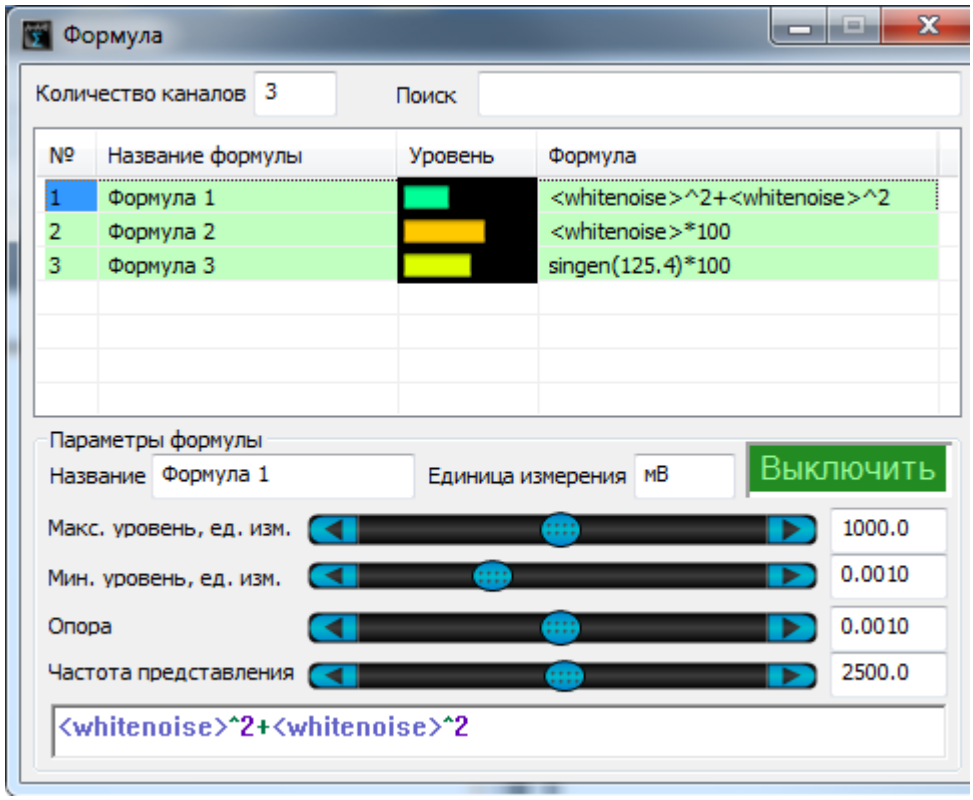
В правом нижнем углу можно задать отображение дополнительных графиков - теоретических распределений с такими же характеристиками.

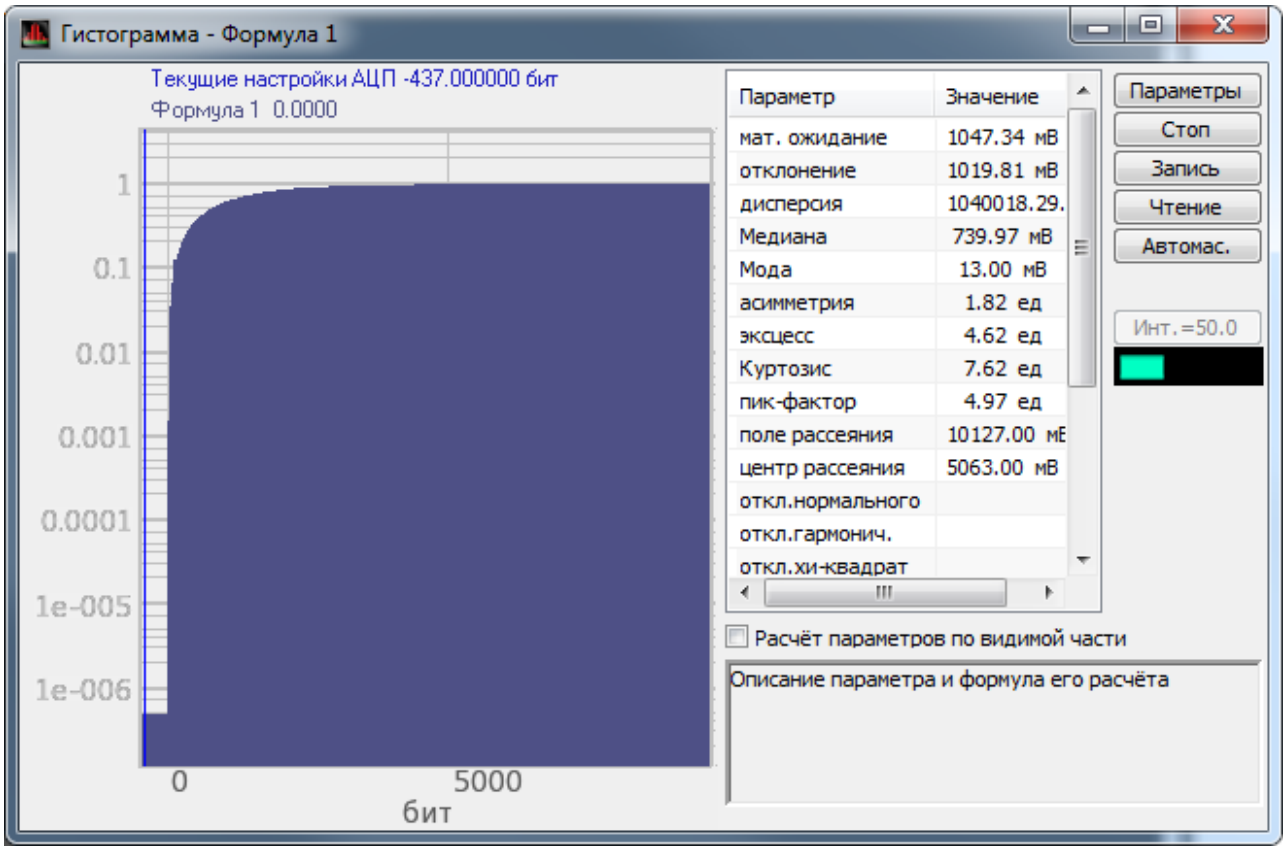
Нормальное(Гауссово) распределение имеет такие же мат. ожидание и дисперсию, что и практическое распределение.

Гармоническое - такое же поле рассеяния и его середину.

Хи-квадрат - такую же степень свободы. Под степенью свободы понимается количество квадратов случайных независимых величин, сумма которых дает распределение хи-квадрат.

На рисунках ниже показаны примеры:



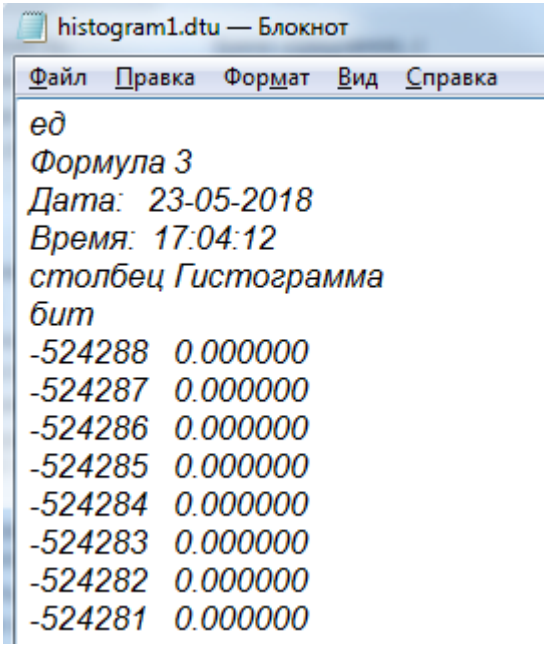


Запись результатов в файл .....

Запись результатов в файл в Гистограмма

В программе **Гистограмма** предусмотрена возможность записи мгновенного значения отображаемого спектра в текстовый файл с расширением **.dtu*. При нажатии на кнопку *Запись* в окне программы **Гистограмма** открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.

Пример файла приведён на рисунке ниже.



Файл результатов, записанный программой "Гистограмма"

Спектр со сверхразрешением .....

Программа **Спектр со сверхразрешением** предназначена для спектрального анализа сигналов с высоким разрешением по частоте. Программа применяется в системах диагностики и мониторинга зданий, для анализа нестационарных сигналов и позволяет решать следующие задачи:

- анализ долговременных зависимостей спектральных параметров узкополосных сигналов;
- спектральное разделение гармонических составляющих сигнала, частоты которых близки друг к другу.

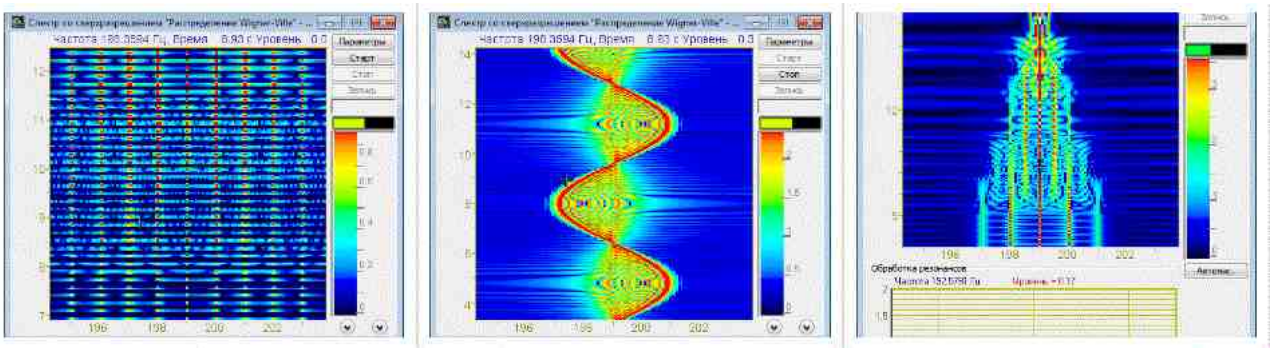


Запуск программы "Спектр со сверхразрешением"

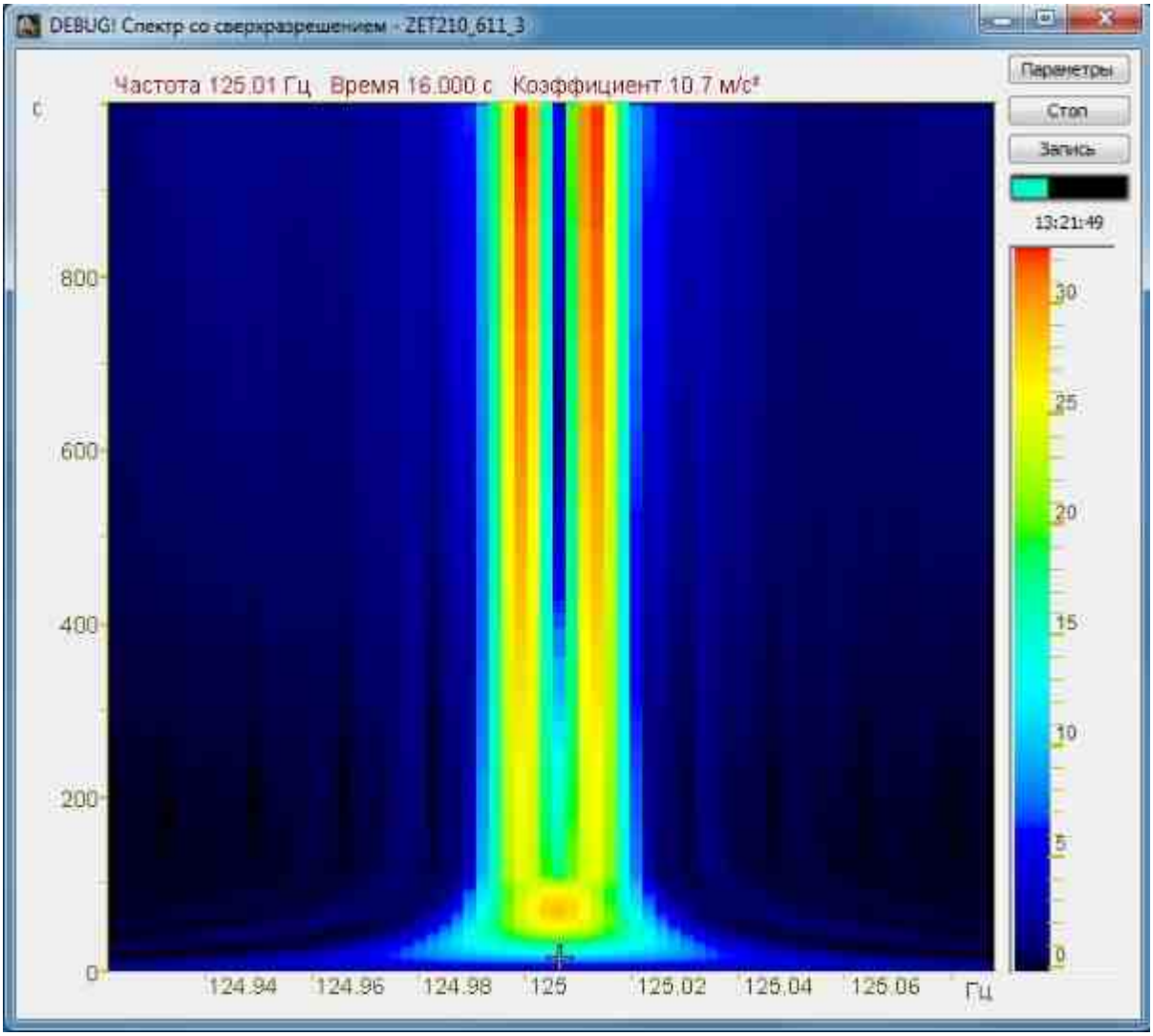
Программа не является альтернативой программе «Узкополосный спектральный анализ», которая при анализе узкополосных сигналов должна использоваться для первоначального определения частотной полосы сигнала.

После этого с помощью программы «Спектр со сверхразрешением» возможно выполнять спектральный анализ с разрешением, которое превышает максимально возможное спектральное разрешение программы «Узкополосный спектральный анализ».

В окне программы во время ее работы строится двумерная сонограмма выбранного сигнала, по горизонтальной оси которой представлена частота в выбранной полосе, по вертикальной оси — время, максимальное значение которого может быть до 83 часов. Цветом на сонограмме представлено значение спектральной плотности мощности. Цветная сонограмма позволяет оператору без труда определить характер изменения максимума, который в зависимости от решаемой задачи является резонансом, собственной частотой или другим параметром исследуемого узкополосного сигнала.



Для иллюстрации возможностей программы ниже представлен Рис. с сонограммой программы за первые 1000 с при работе с сигналом, являющимся суммой двух гармонических составляющих, имеющих частоты 125,00 и 125,01 Гц. Амплитуды обоих гармонических составляющих одинаковы. Частота дискретизации сигнала равна 10 кГц. Программа “Узкополосный спектральный анализ” не позволяет в данном случае определить наличие двух гармоник, частоты которых отличаются на 0,008%. Однако биения амплитуды, наблюдаемые на осциллографе, говорят о сложном характере сигнала, что и подтверждает сонограмма.



Сонограмма программы при работе с сигналом, являющегося суммой двух гармонических сигналов с частотами 125,00 Гц и 125,01 Гц.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Спектр по сверхразрешением** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Спектр по сверхразрешением** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Спектр по сверхразрешением входит в группу программ **Анализ сигналов**

Назначение программы .....

Программа «Спектр со сверхразрешением» (далее по тексту программа) предназначена для решения следующих задач:

- анализ долговременных зависимостей спектральных параметров узкополосных сигналов;
- спектральное разделение гармонических составляющих сигнала, частоты которых близки друг к другу.

Программа может использоваться в таких приложениях, как исследование влияния внешних факторов на собственные частоты и резонансы различных технических сооружений (мосты, здания, башни, и т.д.). Программа рассчитывает и отображает спектр такого сигнала с заданным разрешением. Спектр рассчитывается в заданной частотной полосе.

Программа не является альтернативой программе “Узкополосный спектральный анализ”, которая при анализе узкополосных сигналов должна использоваться для первоначального определения частотной полосы сигнала. После этого с помощью программы “Спектр со сверхразрешением” возможно выполнять спектральный анализ с разрешением, которое превышает максимально возможное спектральное разрешение программы “Узкополосный спектральный анализ”.

В окне программы во время ее работы строится двумерная сонограмма выбранного сигнала, по горизонтальной оси которой представлена частота в выбранной полосе, по вертикальной оси - время, максимальное значение которого может быть до 83 часов. Цветом на сонограмме представлено значение спектральной плотности мощности (СПМ). Цветная сонограмма позволяет оператору без труда определить характер изменения максимума, который в зависимости от решаемой задачи является резонансом, собственной частотой или другим параметром исследуемого узкополосного сигнала.

Для расчета значений СПМ можно использовать один из следующих алгоритмов: быстрое преобразование Фурье (FFT) или псевдопреобразование Вигнера-Вилля (PWV). Отображаемые программой значения СМП нормированы на значения амплитуды. Это значит, что если входным сигналом программы будет гармонический сигнал, то значение СМП, отображаемое программой на частоте этого гармонического сигнала, должно приблизительно совпадать со значением амплитуды в единицах размерности этого сигнала, измеряемого с помощью программы «Вольтметр переменного тока».

Описание программы, представленное ниже, дано для случая, когда входным каналом программы является синусоидальный сигнал частотой 12,5 Гц и амплитудой 100 мВ, оцифрованный с частотой дискретизации 100 Гц.

Программа имеет несколько окон: главное окно, окно настройки параметров программы (далее окно параметров), окно отображения временной зависимости параметров центральной частоты и окно отображения усреднённого спектра сигнала.

Интерфейс программы .....

Главное окно программы

Если на вход канала программы подать синусоидальный сигнал частотой 12,5 Гц и амплитудой 100 мВ, запустить программу и настроить её параметры в соответствии с рисунком 2, то приблизительно через 100 с главное окно программы будет выглядеть как на

рисунке 4. Заголовок окна будет содержать слова «Спектр со сверхразрешением» и через дефис имя выбранного канала.

На графике по оси X отображается частота от 12,45 до 12,55 Гц, т. е. от (F0 – ΔF/2) до (F0 + ΔF/2). По оси Y отображается время от 0 до 100 с, т. е. от 0 до значения интервала отображения. Цветом отображается коэффициент, равный величине рассчитанной спектральной плотности мощности сигнала, приведенной к амплитуде синусоидального сигнала. Размерность этого коэффициента соответствует размерности выбранного канала. Для визуализации соответствия цвета и значения коэффициента справа вертикально расположена цветовая шкала программы.

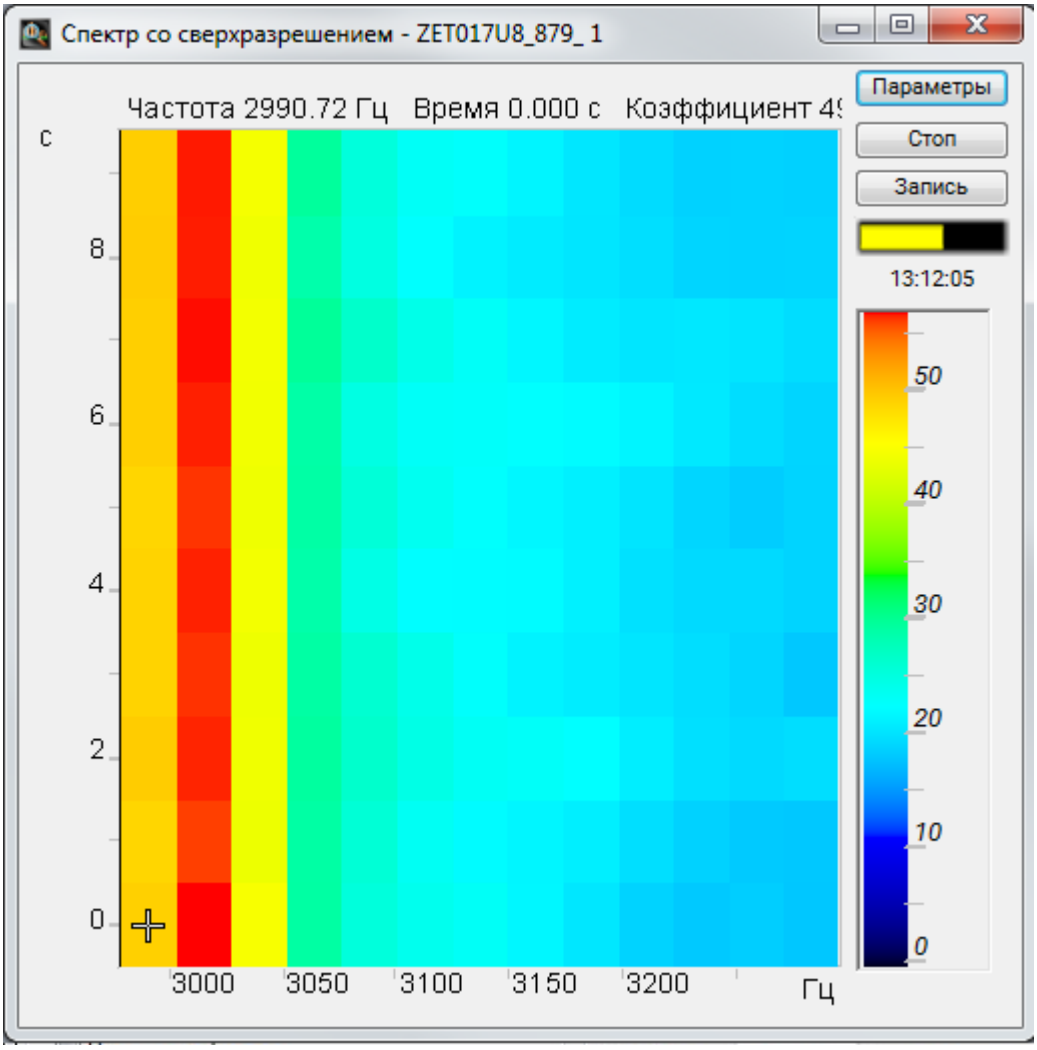


Рис. 4 — Вид главного окна в начале работы программы.

Если на графике кликнуть мышью в некоторой точке, то в заголовке графика появятся значения времени, частоты и коэффициента, соответствующие этой точке. При этом точка будет помечена знаком плюс. Для перемещения выбранной точки по графику можно использовать следующие кнопки клавиатуры: A/Ф — влево, S/Ы — вниз, D/В — вправо, W/Ц — вверх. Регистр этих кнопок не имеет значения. Для перемещения точки вправо/влево также можно использовать колёсико мыши.

Каждая линия на графике — это значения одного рассчитанного спектра. Временной интервал между соседними линиями — это время обновления данных. Временной диапазон по оси Y – это интервал отображения данных.

В правом верхнем углу окна расположены элементы управления программой.

Кнопка «Параметры» предназначена для отображения окна настройки параметров программы. Окно параметров также открывается и закрывается по кнопке клавиатуры «Escape». Окно параметров является модальным, следовательно, при его отображении элементы главного окна становятся не доступными, при этом программа работает.

Кнопка «Стоп» предназначена для остановки работы программы. При этом название кнопки меняется на «Старт». Повторное нажатие кнопки возобновляет работу программы и возвращает первоначальное название кнопки.

Кнопка «Запись» предназначена для сохранения графика в файле типа gru, который можно просматривать с помощью программы «Просмотр результатов». Если программа работает, то в папке для результатов обработки будет создана новая подпапка, и в неё будет записан файл с именем «UltaZoom.gru». После записи файла будет выдан звуковой сигнал. При остановленной программы будет вызван диалог выбора файла, с помощью которого можно будет задать имя и расположение файла gru.

Под кнопками расположен интегральный индикатор загрузки выбранного канала. Еще ниже отображается временной счётчик, который работает в двух режимах. В начале расчётов счетчик в формате «часы минуты секунды» отображает время, оставшееся до завершения переходных процессов программы. После завершения переходных процессов счетчик в формате «HH:MM:SS» отображает время данных, по которым рассчитан последний спектр. При выборе времени обновления 0.1 с счетчик отображает время с десятыми долями секунды.

При работе программы по алгоритму PWV в начале работы на сонограмме возможны нулевые строки в течение времени, не более половины длительности переходных процессов.

График на рисунке 4 получился симметричным благодаря тому, что частота дискретизации кратна частоте сигнала.

Настройка программы .....

Окно настройки параметров

Несмотря на то, что при запуске программы на экране монитора появляется главное окно программы, в данном тексте вначале даётся описание окна настройки параметров, т. к. именно при необходимых настройках программа будет выдавать физически правильные результаты. На (Рис. 1) представлено окно параметров, которое будет отображаться при первом запуске программы на компьютере, к которому подключено устройство с серийным номером849.

По умолчанию задаётся первый канал сервера (в нашем случае канал с именем Sig_1_1 для анализатора ZET017U8. Справа будет отображаться значение частоты дискретизации данных этого канала (в нашем случае 100 Гц). Центральная частота будет задана значением частоты дискретизации, делённой на 100 (в нашем случае 1 Гц). Частотная полоса будет задана значением центральной частоты, деленной на 10 (в нашем случае 0,1 Гц). Тип частотного разрешения будет установлен в значение 0,1 (допустимые значения

типов частотного разрешения: 0,1; 0,05; 0,02; 0,01; 0,005; 0,002; 0,001), о том, что это означает позже.

Справа от значений параметров программы отображаются интервалы допустимых значений, которые определяются следующими неравенствами

$$2\cdot\Delta F \le F_0 - \frac{\Delta F}{2} < F_0 + \frac{\Delta F}{2} \le a\cdot 0.45\cdot F_{adc},$$

$$\frac{F_{adc}/2}{2000} \le \Delta F \le \frac{a\cdot F_{adc}/2}{20}$$

где: F0 – центральная частота, Гц;

ΔF – ширина отображаемой частотной полосы, Гц;

Fadc – частота дискретизации выбранного канала, Гц;

a – коэффициент, равный 1 при алгоритме FFT и 0.5 — при PWV.

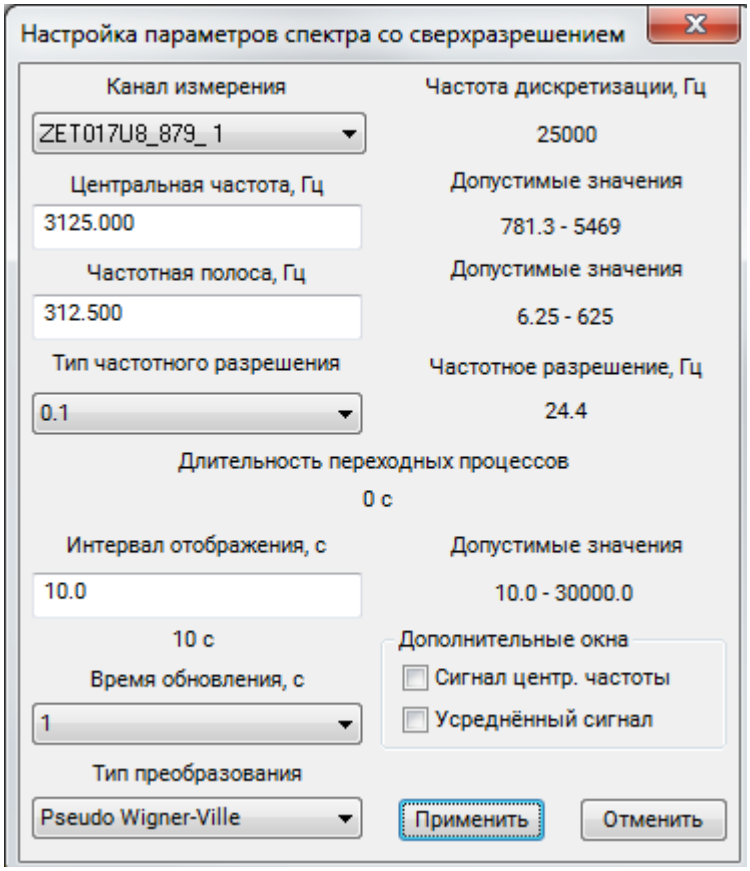


Рис. 1 — Вид окна настройки параметров при первом запуске программы

Вначале следует выбрать канал сервера. Затем необходимо задать значение центральной частоты полосы анализа программы и ширину частотной полосы анализа. При задании величины, которая не удовлетворяет вышеуказанным неравенствам, параметры программы не изменяются.

Тип частотного разрешения — это некоторое число, которое определяет максимально возможное значение разрешения при расчёте спектра dFmax. Если тип частотного разрешения — это число «0.1», то это означает, что dFmax = 0.1 * ΔF. Фактическое частотное разрешение dF будет определено как максимальное из возможных.

$$dF = \frac{F_{adc}}{2^n} \le dF_{max} = \frac{\Delta F}{type\,dF}, n \subset \mathbb{N}$$

При этом справа будет отображено значение dF в Гц.

Общепринятое эмпирическое правило, используемое при спектральном анализе, гласит, что спектральное разрешение в Гц приблизительно равно величине, обратной интервалу времени наблюдаемого сигнала в секундах. Это означает, что при dF = 0,001 Гц минимальное время сигнала, а следовательно, и время переходных процессов программы, приблизительно равно 1000 с, т. е. 16 минут 40 секунд. Рассчитанное по этому правилу длительность переходных процессов программы отображается в окне настройки параметров.

Кроме перечисленных параметров можно задать интервал отображения сигнала на графиках программы в секундах (по умолчанию 10 с) и время обновления данных на графиках (по умолчанию 1 с, допустимые значения: 0.1 с; 1 с; 10 с), которое определяет допустимые значения интервала отображения. При времени обновления, равным 0.1 с, интервал отображения от 1.0 до 3000.0 с (50 мин); при 1 с — от 10.0 до 30000.0 с (8 ч 20 мин); при 10 с - от 100.0 до 300000.0 с (83 ч 20 мин). Интервал допустимых значений этой величины зависит от частоты дискретизации канала и также представлен в окне.

В левом нижнем углу окна параметров можно выбрать тип используемого алгоритма для расчета СПМ — FFT или PWV. При одинаковой длительности анализируемого сигнала алгоритм PWV по с равнением с FFT позволяет получить более высокое частотное разрешение, поэтому по умолчанию в параметрах задается именно этот тип алгоритма. Другим положительным свойством этого алгоритма является то, что при одинаковом разрешении длительность переходных процессов вдвое меньше. Платой за это является уменьшенный частотный диапазон допустимых значений центральной частоты.

В правом нижнем углу окна параметров в разделе «Дополнительные окна» можно установить флаги отображения дополнительных окон.

Для работы с сигналом 12,5 Гц будем использовать параметры, которые представлены на (Рис. 2 или 3), в зависимости от типа выбранного алгоритма.

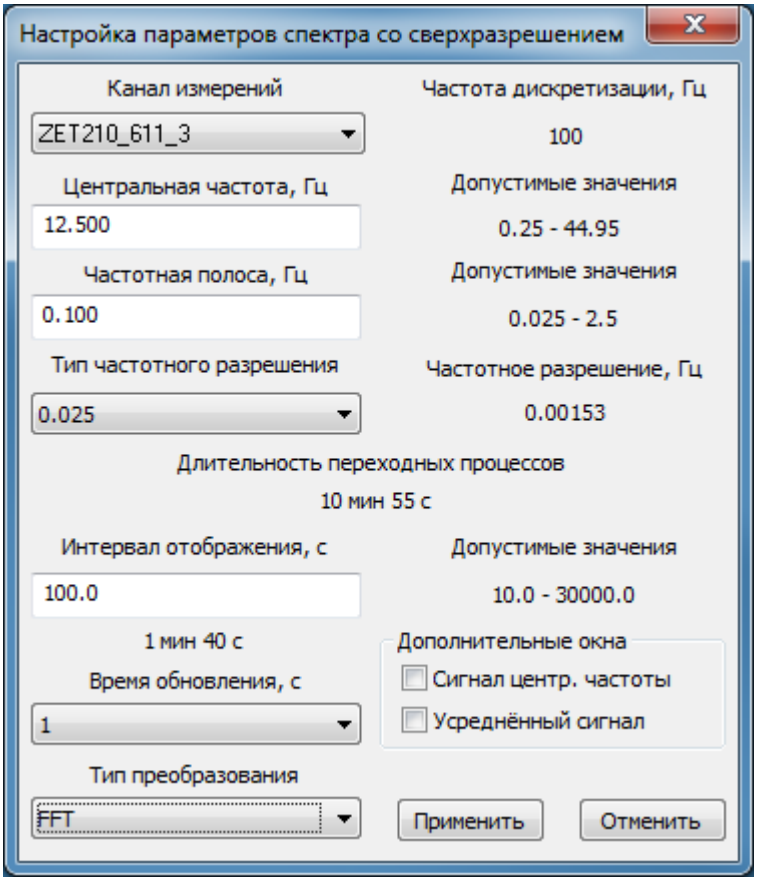


Рис. 2 — Вид окна настройки параметров при работе программы с синусоидальным сигналом частотой 12,5 Гц, используя алгоритм FFT

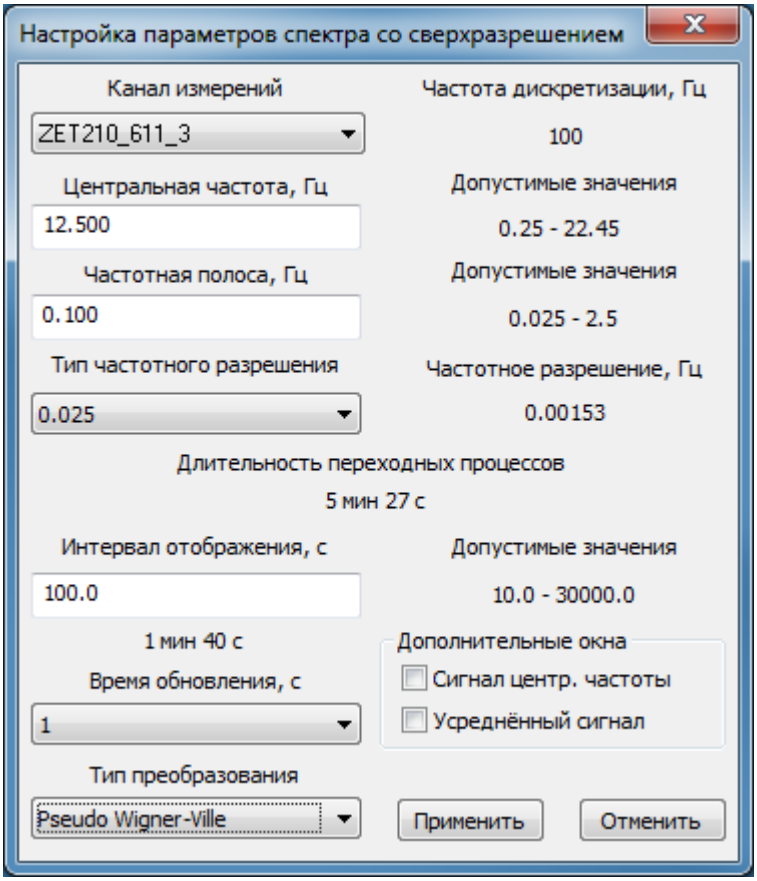


Рис. 3 — Вид окна настройки параметров при работе программы с синусоидальным сигналом частотой 12,5 Гц, используя алгоритм PWV

Детектор STA/LTA .....

Программа "Детектор STA/LTA" (далее по тексту - программа), поставляемая в виде исполняемого файла "STA_LTA.exe", является реализацией детектора различных событий во временных трёхкомпонентных или однокомпонентных сигналах. В основу работы программы положена одна из разновидностей детектора STA/LTA.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.



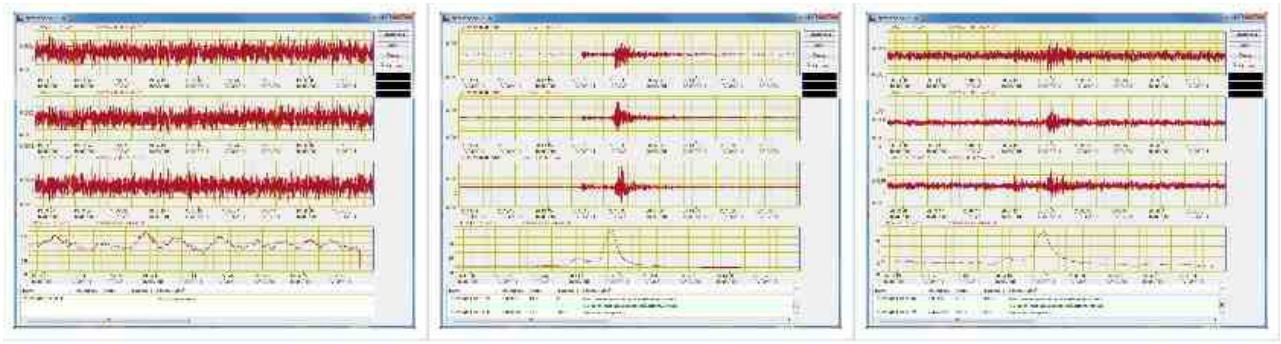
Запуск программы "Детектор STA/LTA"

О программе .....

Программа Детектор STA/LTA является реализацией детектора различных событий во временных трёхкомпонентных или однокомпонентных сигналах. В основу работы программы положена одна из разновидностей детектора STA/LTA.
Программа Детектор STA/LTA может применяться для обнаружения любых событий, сопровождаемых кратковременным увеличением амплитуды входного сигнала, например:

- сейсмических событий;
- взрывов различной природы;
- событий, ожидаемых при осуществлении охранной деятельности;
- дефектов различных конструкций на начальной стадии (при использовании явления акустической эмиссии).

На рисунках ниже представлены результаты работы программы **Детектор STA-LTA** при воспроизведения сигналов землетрясения магнитудой 5.0, которое произошло 16 марта 2011 г. Землетрясение было зарегистрировано датчиком **BC 1313**, располагавшимся приблизительно в 210 км от эпицентра землетрясения.



Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Детектор STA/LTA** является специализированным программным обеспечением — средством обнаружения событий, который поставляется в составе следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Детектор STA/LTA входит в группу программ **Анализ сигналов**

Назначение программы и области применения .....

Программа "Детектор STA/LTA" (далее по тексту - программа), поставляемая в виде исполняемого файла "STA_LTA.exe", является реализацией детектора различных событий во временных трёхкомпонентных или однокомпонентных сигналах. В основу работы программы положена одна из разновидностей детектора STA/LTA.

Программа может применяться для обнаружения любых событий, сопровождаемых кратковременным увеличением амплитуды входного сигнала, например:

- сейсмических событий;
- взрывов различной природы;
- событий, ожидаемых при осуществлении охранной деятельности;
- дефектов различных конструкций на начальной стадии (при использовании явления акустической эмиссии).

Программа предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в ЗТМС.00068-01 34 "Программное обеспечение ZETLab. Руководство оператора". На компьютере должно быть установлено ПО ZETLab. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО ZETLab.

Программа может содержать незначительные изменения, не описанные в данном руководстве.

Входные сигналы .....

Входными сигналами для программы являются цифровые данные с каналов сервера данных ZETLab, которые могут быть трёхкомпонентным или однокомпонентным оцифрованным сигналом.

Для оцифровки аналоговых сигналов можно использовать анализаторы спектра ZET 034, ZET 038, A19-U2, ZET 017-U2, ZET 017-U4, ZET 017-U8, ZET 017-U16 ZET 017-U32, шумомеры-виброметры ZET 110 и сейсмостанции ZET 048.

В качестве источников аналогового сигнала можно использовать широкий перечень датчиков и преобразователей:

- однокомпонентные акселерометры ВС 110, ВС 111, ВС 201, ВС 202;
- однокомпонентные сейсмографы ВС 120, ВС 130, ВС 1311;
- трёхкомпонентные акселерометры ВС 1313;
- вибропреобразователи низкочастотные взрывозащитные ВПН-1, ВПН-2;
- микрофоны ВС-501;
- гидрофоны ВС 312;
- преобразователи акустической эмиссии GT200, GT200B, GT205, GT300, GT301, GT200U, GT250, GT350, GT400.

Частота дискретизации используемых в программе сигналов не должна превышать 1.0 МГц.

Принцип действия .....

Детекторы STA/LTA осуществляют осреднение амплитуды сигнала за два интервала времени: короткий (Short Time Average) и длинный (Long Time Average). При этом конец интервала LTA совпадает с началом интервала STA. После вычисления этих двух средних амплитуд вычисляют их отношение - STA/LTA. Для дискретного сигнала вычисления выполняются по формуле:

$$d(t_i) \equiv d_i = \frac{\frac{1}{N_{STA}} \sum_{n=i}^{i+N_{STA}} Ampl_n}{\frac{1}{N_{LTA}} \sum_{n=i-N_{LTA}}^{i} Ampl_n},$$

где: d - отношение амплитуд STA/LTA;

t_i - момент времени, которому приписывается рассчитываемое значение;

N_{STA} - количество отсчётов АЦП в коротком интервале времени;

N_{LTA} - количество отсчётов АЦП в длинном интервале времени;

$Ampl_n$ - амплитуда сигнала в момент времени t_n.

Для правильной работы детектора необходимо выполнение следующего условия:

$$N_{LTA} >> N_{STA}.$$

Под амплитудой для однокомпонентных сигналов понимается абсолютная величина мгновенного значения. Наличие постоянных составляющих с величиной сравнимой со значением самого сигнала приводит к тому, что отношение амплитуд STA/LTA всё время будет величиной, незначительно отличающей от 1. Поэтому до начала расчётов необходимо выполнить операцию по удалению из всех компонент сигнала постоянной составляющей. Например, с помощью фильтра высоких частот. Но чаще используют полосовую фильтрацию, что позволяет улучшить отношение сигнал/шум исходного сигнала за счёт удаления из сигнала неинформативных частотных составляющих сигнала. Однако это предполагает, что априорно известен частотный диапазон ожидаемого сигнала.

Как известно, цифровые фильтры с частотами среза менее 0,0001 от частоты дискретизации АЦП (f_{adc}) могут работать неустойчиво. Поэтому при детектировании дальних землетрясений, сигналы которых содержат частоты до 0,02 Гц лучше использовать не ФВЧ, а цифровое вычитание из отсчётов сигнала заранее определяемую величину постоянной составляющей сигнала.

В программе используется полосовая фильтрация сигналов или ФНЧ с удалением постоянных составляющих компонент сигнала. Возможно также только удаление постоянных составляющих без какой-либо фильтрации.

Анализ временного ряда d_i позволяет делать выводы не только о наличии событий, но также давать оценки времён начала и конца этих событий. Решение о начале события принимается на основе амплитудного детектора отношения амплитуд STA/LTA. Порог

детектирования выбирают в зависимости от мощности ожидаемого события. Временем окончания события можно считать время, когда величина детектора после прохождения максимума становится меньше 1.

Физическая сущность детектора STA/LTA, а также возможности цифровых фильтров, накладывают на величины параметров программы следующие ограничения:

- нижняя частота пропускания фильтра (f_{min}) при использовании ФВЧ не может быть менее 0,0001 от f_{adc};
- при требовании удаления, постоянных составляющих компонент сигнала нижняя частота пропускания устанавливается в 0, т.е. ФВЧ не используется;
- верхняя частота пропускания фильтра (f_{max}) при использовании ФНЧ не может быть больше половины f_{adc};
- отношение длительностей STA/STA не может быть менее 10;
- порог детектирования - от 3.0 до 60.0.

Описание программы .....

Программа имеет два окна: основное окно и окно параметров. После загрузки на экране монитора компьютера появляется основное окно, содержащее осциллограммы компонент сигнала (одну или три) и сигнала самого детектора. При этом программа сразу начинает свою работу с параметрами, сохраненными в предыдущей сессии работы программы. Программа может записывать отсчёты компонент сигналов во время наблюдения события в текстовый файл в формате dtu, используемого в ZETLab. Программа может создавать виртуальный канал, содержащий рассчитанные значения временного ряда d_i, которые передаются в сервер данных ZETLab для доступа к ним другими программами ZETLab, например, программой многоканального осциллографа.

Если программа запускается на данном компьютере первый раз, то параметрами программы становятся значения по умолчанию:

- размерность сигнала - 3D, если сервер данных имеет более 2 каналов, иначе 1D;
- номера каналов для сигнала 3D: компонента X - канал 0, компонента Y - канал 1, компонента Z - канал 2;
- номера каналов для сигнала 1D: компонента Z - канал 0;
- используется фильтрация сигналов с помощью ФНЧ;
- используется удаление постоянных составляющих;
- f_{min} фильтра - 0;
- f_{max} фильтра - 0,2 от f_{adc};
- временной интервал отображения осциллограмм на главном окне - 200.0 с, но не более 500000/f_{adc};
- частота обновления осциллограмм - 0.1 с, но не менее 10/f_{adc} и не более 50000/f_{adc};
- время STA - 20 периодов частоты 0.5 f_{max};
- время LTA - увеличенное в 20 раз время STA;
- порог детектирования - 3,0;

- требуется создание виртуального канала;
- требуется запись события в dtu-файл.

По окончании своей работы по команде оператора программа сохраняет свои текущие параметры в файле конфигурации STA_LTAxx.cfg, (xx - номер запущенной копии программы) который хранится в папке, путь к которой прописан в реестре операционной системы.

Если по каким-либо причинам сервер данных прекратит свою работу, то программа автоматически также завершит свою работу (без перезаписи файла конфигурации).

Программа может быть загружена в составе некоторого проекта панели управления ZETLab. В этом случае программа будет работать параллельно с другими, заранее выбранными программами из состава ПО ZETLab. Параметры этих, выбранных программ будут считываться и сохраняться из файла конфигурации данного проекта.

Качество работы программы (например, вероятность пропуска события), во многом зависит от выбора значений параметров программы. В первую очередь — это длительности STA и LTA, а также граничные частоты используемого фильтра f_{min} и f_{max}

Во многих случаях для правильного определения начала события оптимальным будет длительность STA в интервале от половины длительности предполагаемого события до целой его длительности. Полезным также является фильтрация, по максимуму удаляющая неинформативные частотные составляющие входного сигнала.

Главное окно программы .....

После загрузки программы начинает отображаться главное окно, представленное на (Рис. 1 для случая использования полосовой фильтрации сигналов.

Для случая трёхкомпонентного сигнала главное окно в левой части имеет 4 осциллограммы: компоненты X, Y, Z (сверху вниз) сигнала и сигнал детектора. Имя отображаемой осциллограммы любой компоненты сигнала отображается в формате: "Фn - Имя_канала", где "Ф" - информация о том, что используется фильтр; "n" - номер запущенной копии программы; "Имя_канала" - имя канала, которое использует сервер данных. По оси X всех осциллограмм отображается абсолютное время, одинаковое для всех графиков. Время (в левом верхнем углу каждой осциллограммы) — это время курсора графика (синяя вертикальная линия на осциллограммах), которое засинхронизировано для всех осциллограмм. В начале работы программы курсор установлен в крайнее правое положение, т.е. его время совпадает со временем компьютера.

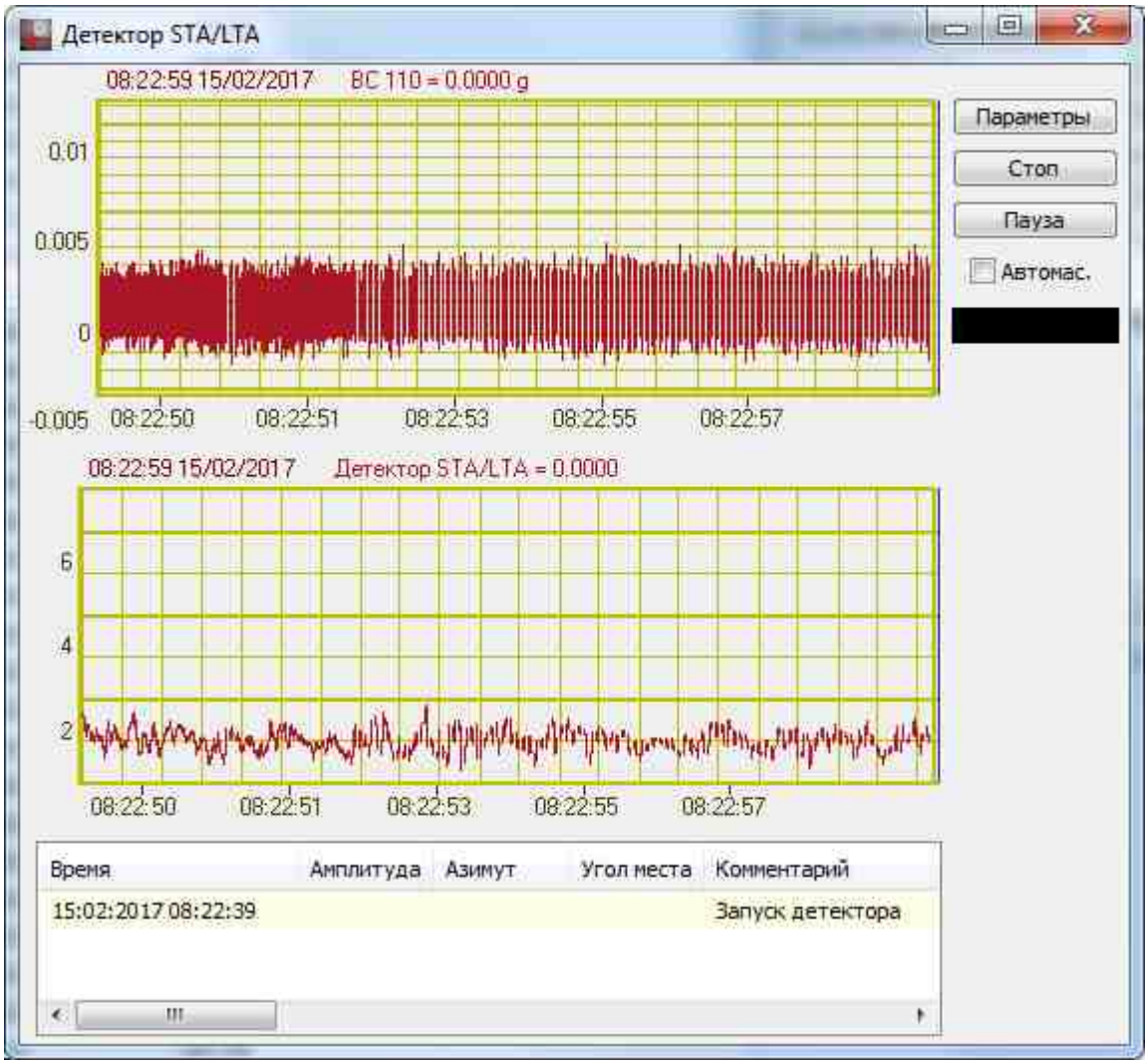


Рис. 1 Главное окно программы сразу после запуска программы

На осциллограммах сигнала Рис. 1 хорошо видны переходные процессы, происходящие в аналоговых цепях используемого АЦП. Длительность этих процессов обратно пропорциональна fmin фильтра. Осциллограмма сигнала детектора отображает сигнал, величиной равной 1. Так будет продолжаться до завершения инициализации детектора, длительность которой определяется суммой времён STA и LTA. Кроме этого, следует учитывать, что сигнал детектора является задержанным сигналом относительно исходного сигнала. Величина задержки — это длительность STA, в это время величина сигнала детектора устанавливается, равной нулю.
Справа от осциллограмм расположены элементы управления программы. Перечислим их сверху вниз.
Кнопка "Параметры" отображает окно параметров.
Кнопка "Стоп" позволяет остановить или перезапустить работу программы.
Кнопка "Пауза" приостанавливает обновление осциллограмм. При этом заголовок окна меняется на "Детектор STA/LTA - пауза". Выйти из паузы можно вторичным нажатием этой кнопки. Начало события также автоматически вызывает выход из режима паузы. Данный режим удобен для анализа осциллограмм.
Переключатель "Автомас." позволяет включать/выключать автомасштабирование всех осциллограмм.

Кнопка "Выход" завершает работу программы.
Ниже представлен индикатор, показывающий обратный отсчёт времени в секундах до завершения инициализации детектора. По достижению счетчиком нуля индикатор прекращает отображаться.
И последний элемент — это счётчик наблюдавшихся событий с надписью "Количество событий". Счет событий каждый раз после старта/перезапуска программы начинается с 0.
Окно имеет изменяемые размеры, его также можно "распахнуть" на весь экран монитора. При этом элементы управления программы не изменят своего положения относительно правого верхнего угла окна, а размеры осциллограмм изменятся пропорционально изменившимся размерам самого окна.

На (Рис. 2 представлено окно программы с зарегистрированным событием. В качестве события использовался радиоимпульс, поданный на канал 1, т.е. на канал Z сигнала. Сигнал заполнения радиоимпульса имел амплитуду около 3 мВ при шумах - около 0.5 мВ. При этом сигнал детектора в максимуме имел приблизительное значение 8,5. В данном случае порог детектора был установлен, равным 3, поэтому данное событие было опознано детектором, и счётчик событий был увеличен с 0 до 1.

На (Рис. 3 представлен вид главного окна программы при работе с однокомпонентным сигналом. Отображаются только две осциллограммы: канала Z исходного сигнала и сигнал детектора. На (Рис. 3 представлен сигнал радиоимпульса с теми же параметрами, что и радиоимпульс, представленный на (Рис. 2.



Рис. 2 Главное окно программы с зарегистрированным событием

При работе с низкочастотными сигналами фильтрация с помощью ФВЧ не используется. В этом случае применяется удаление постоянных составляющих всех компонент сигнала. Постоянные составляющие определяются во время инициализации детектора, т.е. в начале работы программы в течение времени продолжительностью, равной сумме длительностей STA и LTA. По истечении времени инициализации массивы данных, хранящиеся в программе, пересчитываются и в дальнейшем отображаются на осциллограммах в виде центрированных временных рядов.

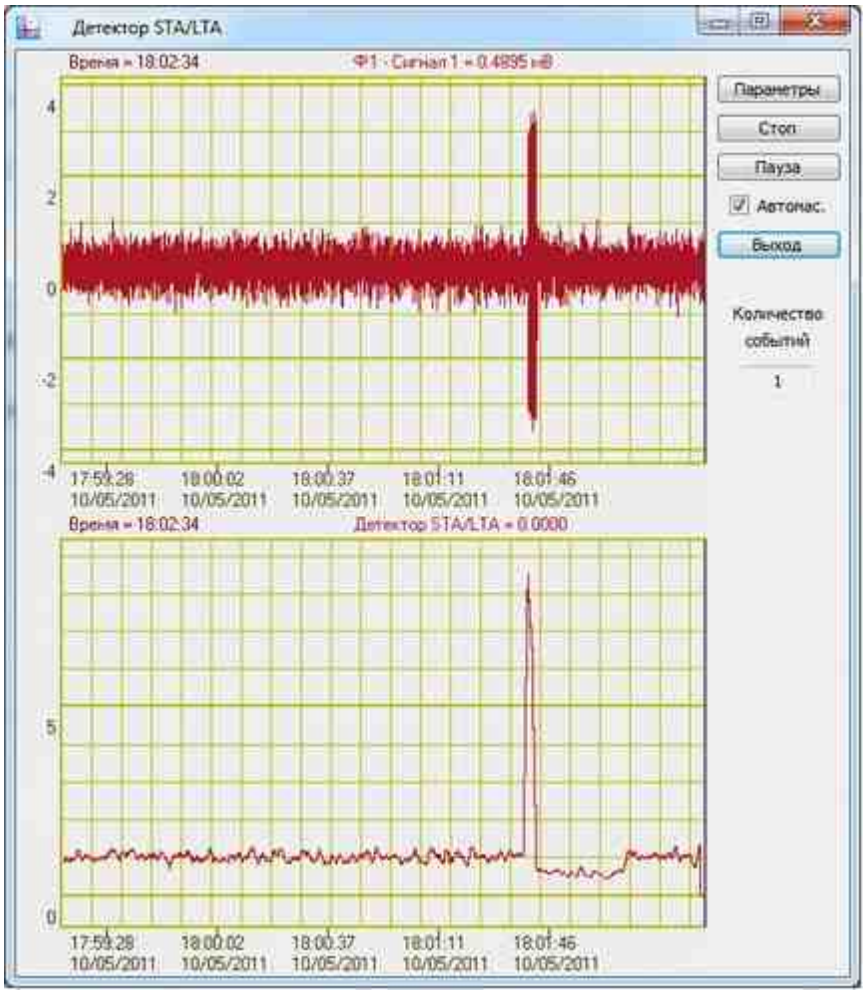


Рис. 3 Главное окно программы при однокомпонентном сигнале

Окно параметров .....

После нажатия кнопки "Параметры" главного окна на мониторе открывается окно параметров, изображённое на (Рис. 4. Окно параметров имеет заголовок "Настройка параметров" и содержит 4 именованных панели, а также две кнопки "Применить" и "Отменить". Окно параметров предназначено для внесения изменений в работу программы, а также для отображения текущих значений параметров программы. При отображении окна параметров элементы главного окна становятся недоступными.

Панель "Исходный сигнал" содержит переключатель типа исходного сигнала: скалярный (однокомпонентный) или векторный 3D (трёхкомпонентный), а также элементы выбора каналов сервера данных для компонент сигнала X, Y и Z. Компоненты X и Y отображаются только при работе с векторным сигналом. Элементы выбора каналов располагаются непосредственно под статическими текстами "Компонента…". Также на данной панели отображаются величины частоты дискретизации АЦП, которую программа не может изменять, и значение интервала времени, отображаемого осциллограммами главного окна.

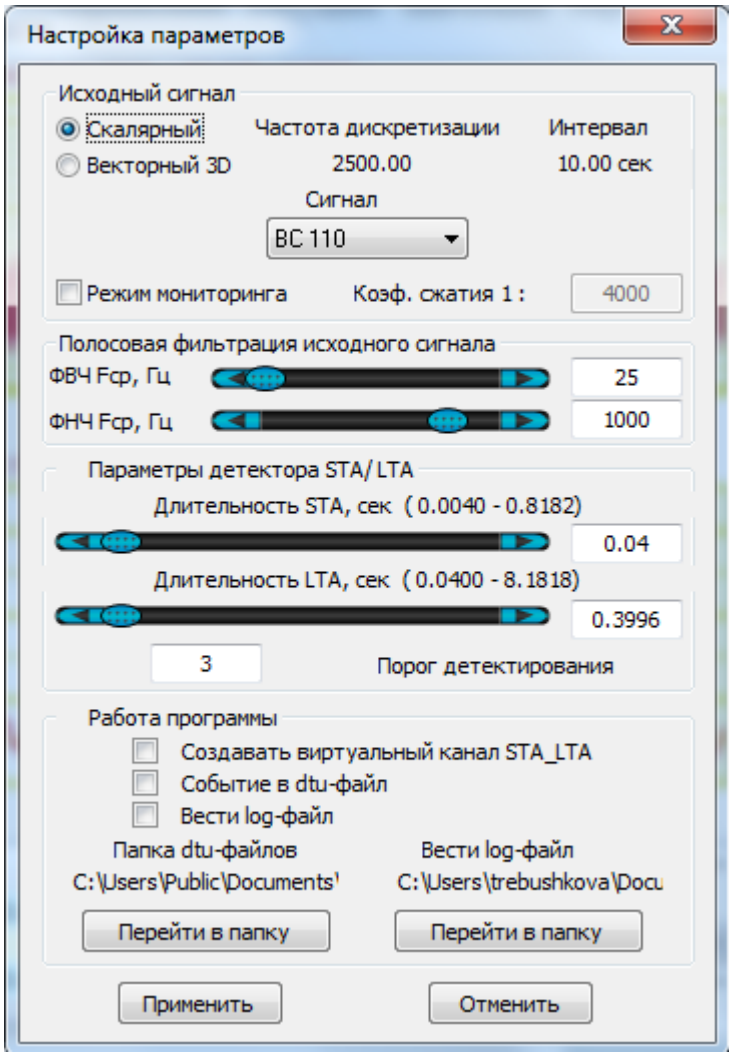


Рис. 4 Окно параметров программы

Панель "Фильтрация исходного сигнала" содержит два переключателя: "Требуется" (имеется ввиду, что требуется фильтрация сигнала) и "Удал. пост. сост." (включает/выключает режим удаления, постоянных составляющих компонент сигнала), а также два поля для ввода значений f_{min} и f_{max} Если установлен первый переключатель, то оба поля ввода доступны для введения новых значений. Если первый переключатель сброшен, то оба поля ввода становятся не доступными. При установке второго переключателя значение f_{min} устанавливается равным 0, и его поле ввода делается недоступным. При сбросе второго переключателя поле ввода для значений f_{min} делается доступным и в нём появляется значение 0,0001 f_{adc}. При вводе новых значений f_{min} и f_{max} автоматически учитываются ограничения, перечисленные в разделе "Принцип действия".

Панель "Параметры детектора STA/LTA" содержит три поля ввода для значений длительностей STA и LTA, а также для величины порода детектирования. При вводе новых значений автоматически учитываются ограничения, перечисленные в разделе "Принцип действия".

Панель "Работа программы" содержит два переключателя и текст с именем папки, в которую будут записываться dtu-файлы с временной реализацией сигнала во время события. Переключатель "Создавать виртуальный канал STA_LTA" разрешает/запрещает программе передавать данные в созданный ею виртуальный канал. Переключатель "Событие в dtu-файл" разрешает/запрещает программе создавать текстовые файлы с временной реализацией сигнала во время события. Имена текстовых файлов имеют формат

STA_LTAxx_yy.dtu,

где xx - номер запущенной копии программы;

yy - номер файла в данной папке.

Новые параметры вступят в силу только в случае закрытия окна параметров с помощью кнопки "Применить". При этом программа автоматически перезапустится с новыми параметрами. Если же будет нажата кнопка "Отменить", то окно параметров будет закрыто, но параметры работы программы не будут изменены. Также параметры программы не будут изменены, если окно параметров будет закрыто с помощью системной кнопки "Закрыть" (красная кнопка с изображением повернутого на 45^0 креста в правом верхнем углу окна).

При отображении окна параметров работа программы не будет прервана.

Выбор сигнала в компонентах X, Y, Z должен быть с частотой дискретизации не менее 100 Гц.

Примечание:

Как представить измеренные данные не только в удобном для пользователя виде, но и добавив к ним большое количество сопутствующей информации, превратив обыденные графики в живой объект? Специально для более подробного анализа данных и просмотра событий была разработана программа “Просмотр исторических событий”. Данная программа входит в состав базового программного обеспечения ZETLAB и позволяет осуществлять просмотр и анализ исторических событий, записанных при помощи программного обеспечения ZETLAB за долгосрочный период времени.

Посмотреть более подробную информацию о программе Просмотр исторических событий меню "Регистрация".
Посмотреть более подробную информацию о программе на сайте ZETLAB

https://zetlab.com/shop/programmnoe-obespechenie/funktsii-zetlab/registratsiya/prosmotr-istoricheskih-sobyitiy/

Сообщения программы .....

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу "Журнал ошибок ZETLab" из вкладки "Сервисные" панели управления ZETLab.

Формат сообщений, записываемых программами ПО ZETLab в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где имя программы в данном случае - "Детектор STA/LTA";

xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице приведены сообщения программы. Возможные также и другие сообщения.

При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ ZETLab дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Таблица

Текст сообщения	Категория
Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка
Файл конфигурации в папке DirConfig не доступен	ошибка
Файл справки отсутствует	ошибка
Ошибка при вызове справки программы	ошибка
Папка DirHelp не доступна	ошибка
Папка DirSignal не доступна	ошибка
Папка DirResult не доступна	ошибка
Папка InstallLocation не доступна	сообщение
Программа начала работать	сообщение
Частота дискретизации АЦП = xxx.xx Гц	сообщение
Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
Ошибка при запуске программы фильтрации сигналов	ошибка
Ошибка при задании параметров виртуального канала	ошибка
Переход на сигнал 1D	сообщение
Переход на сигнал 3D	сообщение
Сервер имеет менее 3 каналов, поэтому работа с сигналом 3D невозможна	сообщение
Начинаем использовать фильтрацию сигналов	сообщение

Заканчиваем использовать фильтрацию сигналов	сообщение
Новое значение Fmin = xxx.xx Гц	сообщение
Новое значение Fmax = xxx.xx Гц	сообщение
Новый канал для X - Сигнал x	сообщение
Новый канал для Y - Сигнал x	сообщение
Новый канал для Z - Сигнал x	сообщение
Новое значение STA = xxx c	сообщение
Новое значение LTA = xxx c	сообщение
Новое значение порога детектирования = xxx	сообщение
Поток сервера не отвечает на запросы. Программа будет закрыта	ошибка
Поток записи dtu-файлов не отвечает на запросы. Программа будет закрыта	ошибка
Записан файл с событием "имя_файла.dtu"	сообщение
Ошибка при создании dtu-файла	ошибка
Программа завершила свою работу	сообщение

Примеры применения .....

На Рис. 5 приведён пример работы программы с реальным сигналом. Данный сигнал является отголоском катастрофического землетрясения на восточном побережье о. Хонсю в Японии 11 марта 2011 г. Сигнал зарегистрирован в Восточной Сибири на расстоянии более 2000 км от эпицентра землетрясения. В качестве исходного сигнала для программы использовались выходные сигналы 3-х компонентного акселерометра. Время московское. При регистрации данного сигнала в программе был установлен режим удаления, постоянных составляющих и ФНЧ с частотой среза f_{max} = 10.0 Гц.

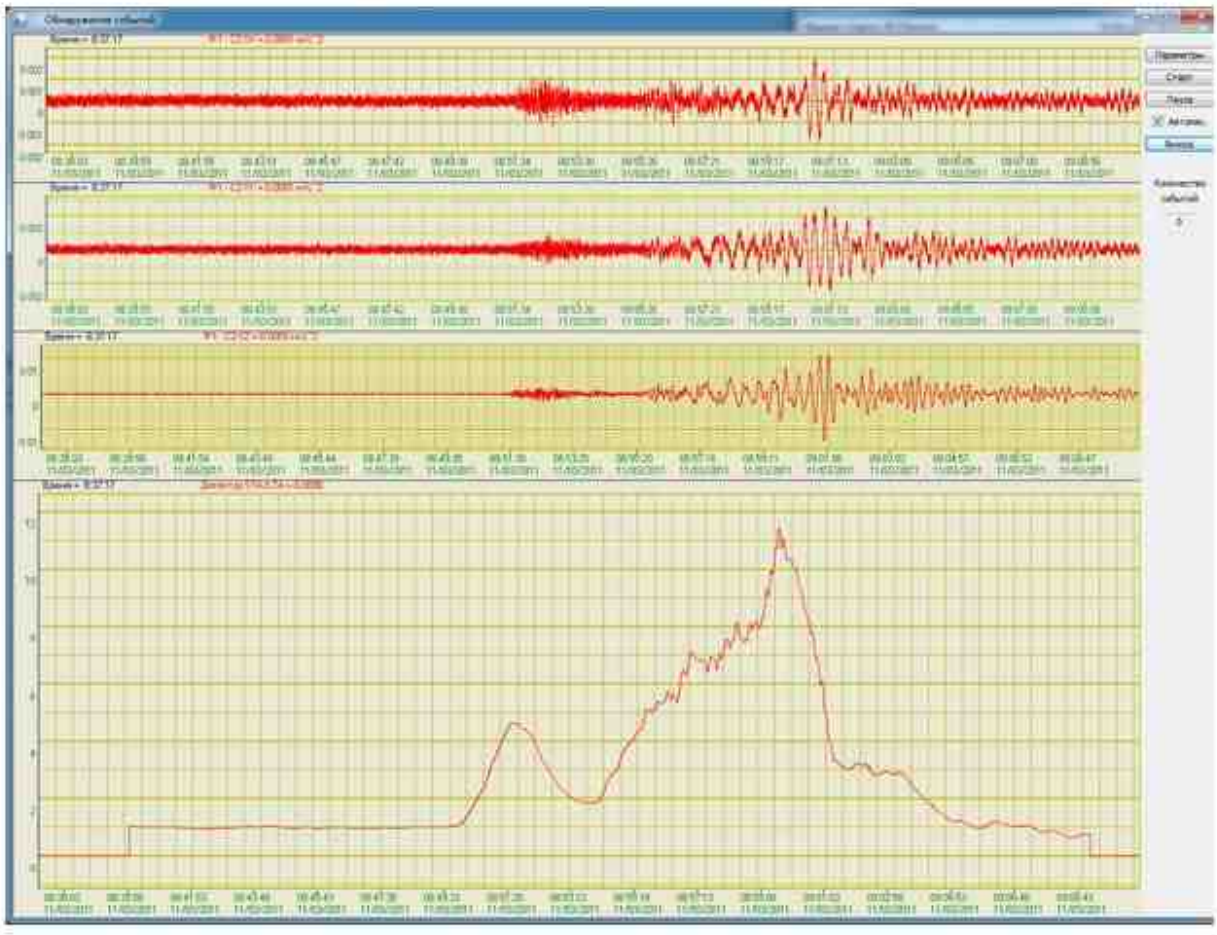


Рис. 5 Приведён пример работы программы с реальным сигналом.

Из осциллограммы сигнала детектора STA/LTA видно, что уровень сигнала детектора, равный 3 (т.е. начало события при пороге 3), соответствует времени 08:50:30. Уровень сигнала детектора после прохождения максимумов снизился до значения, равного 1, приблизительно в 09:06:50. Именно в этом временном интервале и наблюдались вступления P и S-фаз землетрясения, а также максимальные значения амплитуд ускорений вовремя наблюдения этих фаз. При этом максимальное значение сигнала детектора вовремя P-фазы составило величину около 5, а во время S-фазы - 11,5. Во время наблюдения максимума S-фазы амплитуда ускорений грунта по оси Z превысила 0,01 м/с^2, или 0,1g, что говорит о высоком уровне сигнала.

Данный пример показывает, что для уверенного детектирования землетрясений в телесейсмической зоне следует применять режим удаления, постоянных составляющих сигнала.

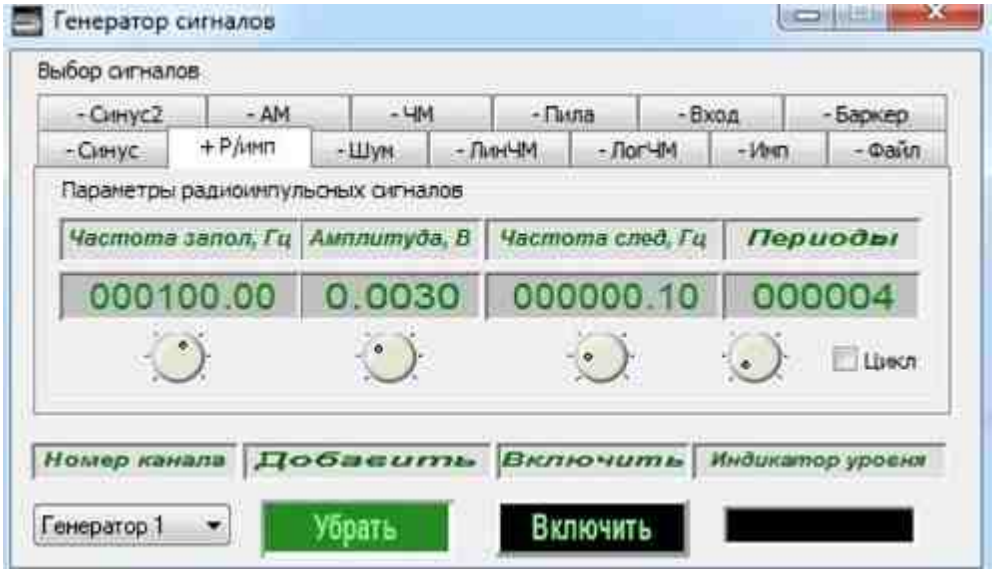
Методика проверки программы "Детектор STA/LTA" .....

1. Подготовительные операции

1.1. В папке файлов конфигурации удалить файл "STA_LTA01.cfg".

1.2. Устройство № 1, подключенное к компьютеру, т.е. устройство с каналом № 0, должно иметь не менее 3-х каналов.

1.3. Установить для этого устройства частоту дискретизации, равную 2,5 кГц.
1.4. Запустить программу "Генератор". В ней установить:
сигнал радиоимпульсов;
частота заполнения - 100 Гц:
амплитуда - любая, превышающая шумы канала №0 не менее, чем вдвое;
частота следования - любая;
периоды - 4;
флаг "Цикл" сбросить;
сигнал добавить, но не включать.
1.5. На любой канал устройства № 1 подать сигнал с генератора. Для определённости пусть это будет канал Sig_1_3.
1.6. Запустить программу "Время ZETServer". Убедиться, что время по каналам устройства № 1 идёт.
1.7. Запустить программу "Многоканальный осциллограф".



2. Проверка работоспособности программы

2.1. В окне параметров задать канала № 3. Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".
2.2. На генераторе включить сигнал, дождаться, когда генератор выдаст радиоимпульс, и выключить сигнал.
2.3. На осциллограммах программы должна наблюдаться картинка, подобная приведённой на (Рис. 2.
2.4. В журнале программы (компонент ListCtrl в нижней части окна программы) должны появиться сообщения о начале и завершении события.
2.5. В окне параметров задать векторный сигнал, задать каналы, включая канал № 3. Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".
2.6. Повторить п.п. 2.2. и 2.3.
2.7. Проверка считается завершённой положительно, если в обоих случаях наблюдалась правильная картинка.

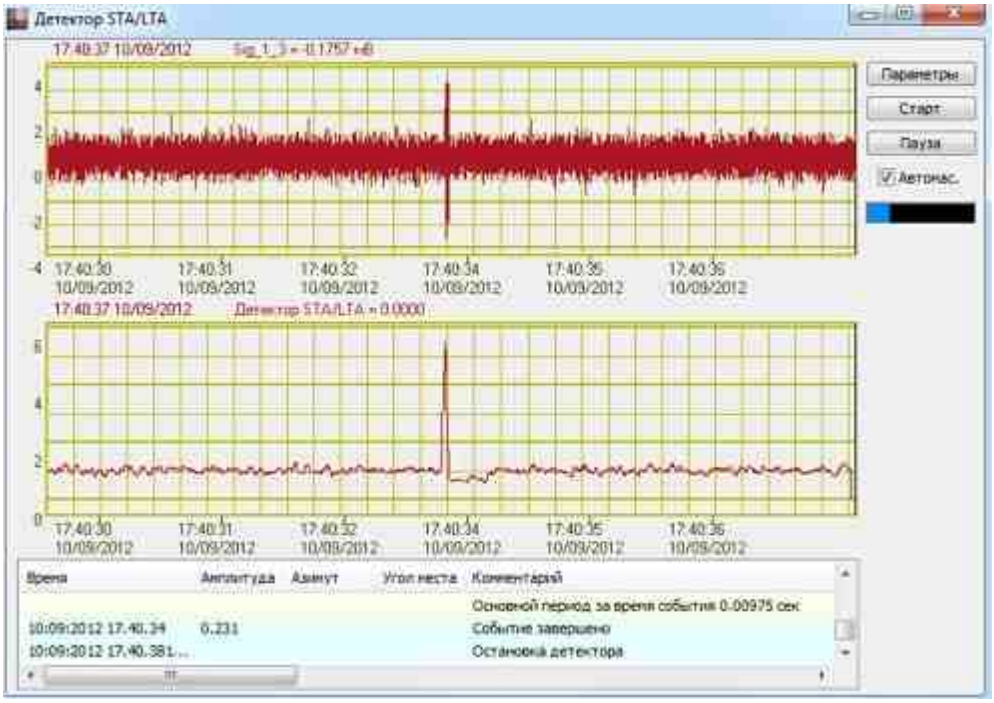


Рис. 5 Диапазон нумерации

3. Проверка виртуального канала

3.1. В окне параметров взвести флаг "Создавать виртуальный канал". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

3.2. Проверить, что в окне программы "Время ZETServer" появился новый виртуальный канал с именем "STA_LTA 1".

3.3. В программе "Многоканальный осциллограф" задать этот виртуальный канал. Осциллограмма виртуального канала программы "Многоканальный осциллограф" должна соответствовать нижней осциллограмме окна программы.

3.4. В окне параметров сбросить флаг "Создавать виртуальный канал". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

3.5. Проверить, что в окне программы "Время ZETServer" исчез виртуальный канал с именем "STA_LTA 1".

3.6. Проверка считается завершённой положительно, если п.п. 3.2, 3.3 и 3.5 завершились положительно.

4. Проверка dtu-файлов

4.1. В окне параметров взвести флаг "Событие в dtu-файл". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

4.2. Выполнить п. 2.2. Через некоторое время в журнале программы появится сообщение о записи файла. В папке "DirResult" появится новый файл с именем "sta_lta_N.dtu", где N либо 1, если в этой папке это первый файл, созданный программой, либо следующий по счёту номер. Перейти в папку "DirResult" можно кликнув в окне параметров левую кнопку "Перейти в папку".

4.3. Открыть созданный в папке "DirResult" файл с помощью программы "Просмотр результатов". Осциллограмма сигнала из файла должна соответствовать верхней

осциллограмме рисунка 2. Зарегистрированное событие должно располагаться приблизительно посередине осциллограммы.

4.4. Проверка считается завершённой положительно, если п.п. 4.2, 4.3 завершились положительно.

4.5. В окне параметров сбросить флаг "Событие в dtu-файл". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

5. Проверка log-файла

5.1. В окне параметров взвести флаг "Вести log-файл". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

5.2. Выполнить п. 2.2. После завершения работы программы в папке "Config" открыть файл "STA_LTA01.log" и проверить соответствующие записи о сгенерированном событии. Перейти в папку "DirResult" можно кликнув в окне параметров правую кнопку "Перейти в папку".

5.3. В окне параметров сбросить флаг "Вести log-файл". Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

5.4. Проверка считается завершённой положительно, если п. 5.2 завершён положительно.

6. Проверка сохранения параметров

6**.1.** В окне параметров установить и запомнить произвольную конфигурацию параметров. Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить".

6**.2.** Сбросить флаг "Автомас.". Установить и запомнить произвольные параметры отображения окон по оси Y.

6**.3.** Закрыть программу.

6**.4.** Запустить программу.

6**.5.** Проверить параметры отображения окон.

6**.6.** Открыть окно параметров и проверить установленные параметры.

6**.7.** Проверка считается завершённой положительно, если п.п. 6.5 и 6.6 завершились положительно.

7. Проверка сохранения параметров при работе в составе проекта Zet-панели

7.1. Создать проект Zet-панели с программой "Детектор STA/LTA".

7.2. Выполнить п.п. 6.1 и 6.2.

7.3. Закрыть проект.

7.4. Открыть проект.

7.5. Выполнить п.п. 6.5 и 6.6.

7**.6.** Проверка считается завершённой положительно, если предыдущий пункт завершён положительно.

8. Проверка на живучесть

8.1. Запустить программу.

8.2. В окне установить произвольную конфигурацию параметров. Выйти из окна параметров с помощью кнопки "Применить". С целью не засорять компьютер лишними файлами целесообразно сбросить флаги "Событие в dtu-файл" и "Вести log-файл".

8.3. Оставить работающую программу в течение необходимого интервала времени.
8.4. Закрыть программу.
8.5. Установить частоту дискретизации АЦП 25 кГц. Повторить п.п. 8.1 - 8.4.
8.6. Если в обоих случаях по истечению заданного интервала времени программа продолжает работать, то считать, что проверка пройдена.
8.7. Возможные длительности интервала времени: полчаса, час, несколько часов, сутки, несколько суток, неделя, несколько недель, месяц, несколько месяцев.

9. Проверка при запуске с помощью интерфейса UNIT

9.1. Запустить программу с помощью программы "TestUNIT".
9.2. В панели "Тестирование случайными параметрами" задать интервал параметров от 0 до 18.
9.3. Задать интервал времени тестирования один из перечисленных в п. 8.7.
9.4. Запустить тестирование.
9.5. Если по завершению времени тестирования программа продолжает работать, то считать, что проверка пройдена.
9.6. Закрыть программу "TestUNIT".

10. Проверка программы совместно с компонентом ZETSTA_LTA

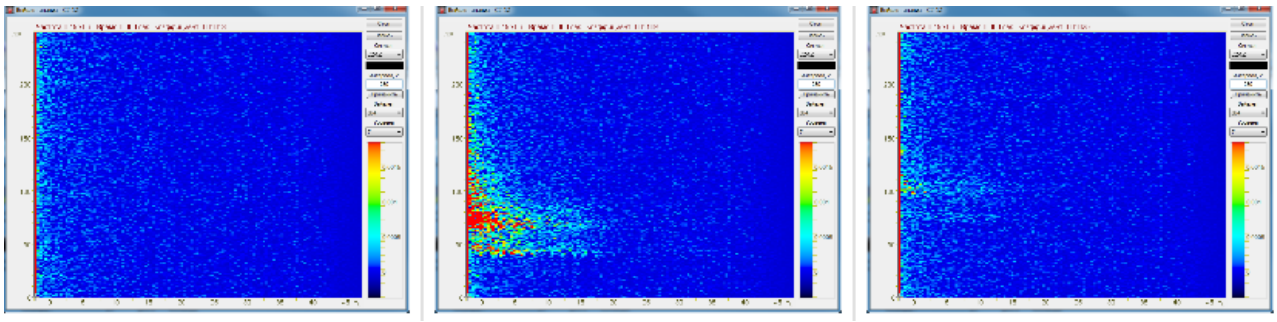
10.1. Запустить SCADA.
10.2. Из вкладки компонентов "Анализ сигналов" взять компонент "Обнаружитель событий" и поместить его на форму.
10.3. Задать некоторым параметрам компонента новые произвольные значения. Убедиться, что компонент соответствующим образом отреагировал на новые значения (установил новые значения или установил свои значения, если заданные величины были не корректными).
10.4. Удалить компонент с формы.
10.5. Запустить проект "Test_3_STA_LTA.zvx" (или другой с компонентами "Обнаружитель событий").
10.6. Выждать время, интервал которого перечислен в п. 8.7.
10.7. Проверка считается завершённой положительно, если п.п. 10.2 - 10.6 завершились положительно.

Вейвлет анализ .....

Вейвлет-анализ идеален для представления нестационарных сигналов, чьи свойства меняются во времени или пространстве, а также является мощным средством анализа динамики систем.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

На рисунках ниже представлены результаты работы программы **Вейвлет-анализ** при воспроизведения сигналов землетрясения магнитудой 5.0, которое произошло 16 марта 2011 г. Землетрясение было зарегистрировано датчиком **ВС 1313**, располагавшимся приблизительно в 210 км от эпицентра землетрясения.



Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Вейвлет-анализ** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Вейвлет-анализ** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Вейвлет-анализ входит в группу программ **Анализ сигналов**

Назначение программы .....

В настоящее время вейвлет-преобразование широко используется при цифровой обработке сигналов в различных областях науки и техники. Т.к. вейвлет-преобразование является двухпараметрическим преобразованием, одним из параметров которого является время, то основная область применения этого преобразования – это анализ нестационарных сигналов. Программа "Вейвлет-анализ" предназначена для расчёта и отображения

коэффициентов дискретного вейвлет-преобразования временного ряда. Расчёты выполняются в реальном масштабе времени в соответствии с алгоритмом пакетного разложения. Второй параметр вейвлет-преобразования – масштаб, который обратно пропорционален частоте, поэтому величина коэффициента прямо пропорциональна суммарной энергии сигнала в момент времени и в частотной полосе, которые соответствуют данному коэффициенту.
Компания-разработчик данной программы постоянно стремится улучшать свои программы. Из-за обновления программного обеспечения данный текст может немного не соответствовать Вашей программе. Поэтому разработчик сохраняет за собой право вносить изменения в данный текст в любое время без предварительного уведомления.

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Вейвлет анализ** необходимо из меню ***Анализ сигналов*** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Вейвлет анализ**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Вейвлет анализ** (*Рис. 2*). В заголовке окна будет отображаться название самой программы. Над графиком спектра отображаются измеряемые величины (частота, уровень сигнала), соответствующие положению курсора графика.
Примечание: программу **Вейвлет анализ** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: FDWT.exe

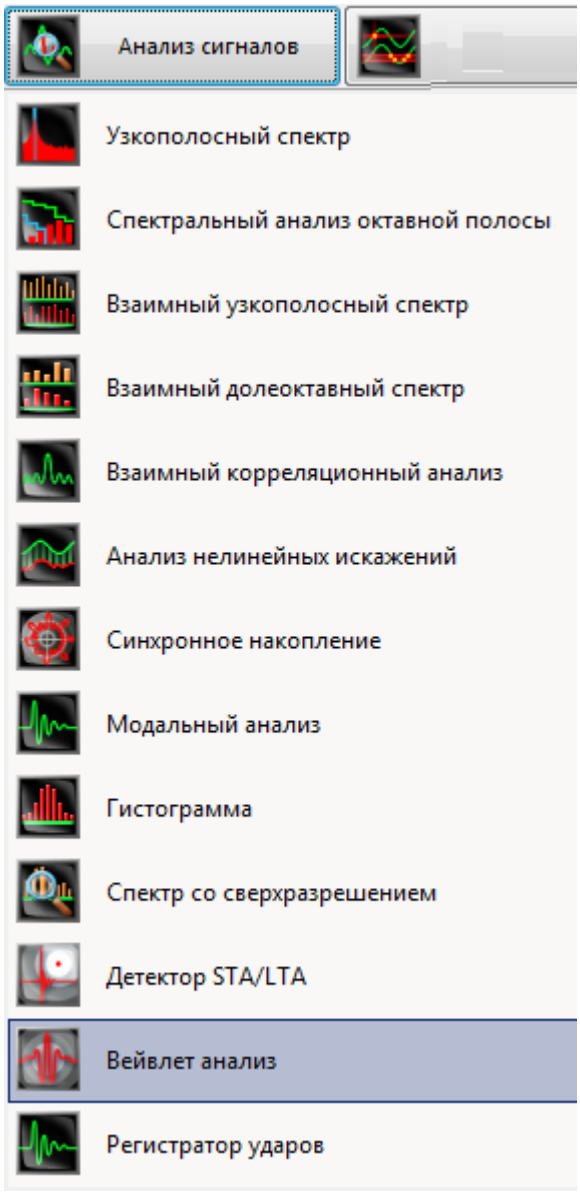


Рис. 1 Запуск программы "Вейвлет анализ"

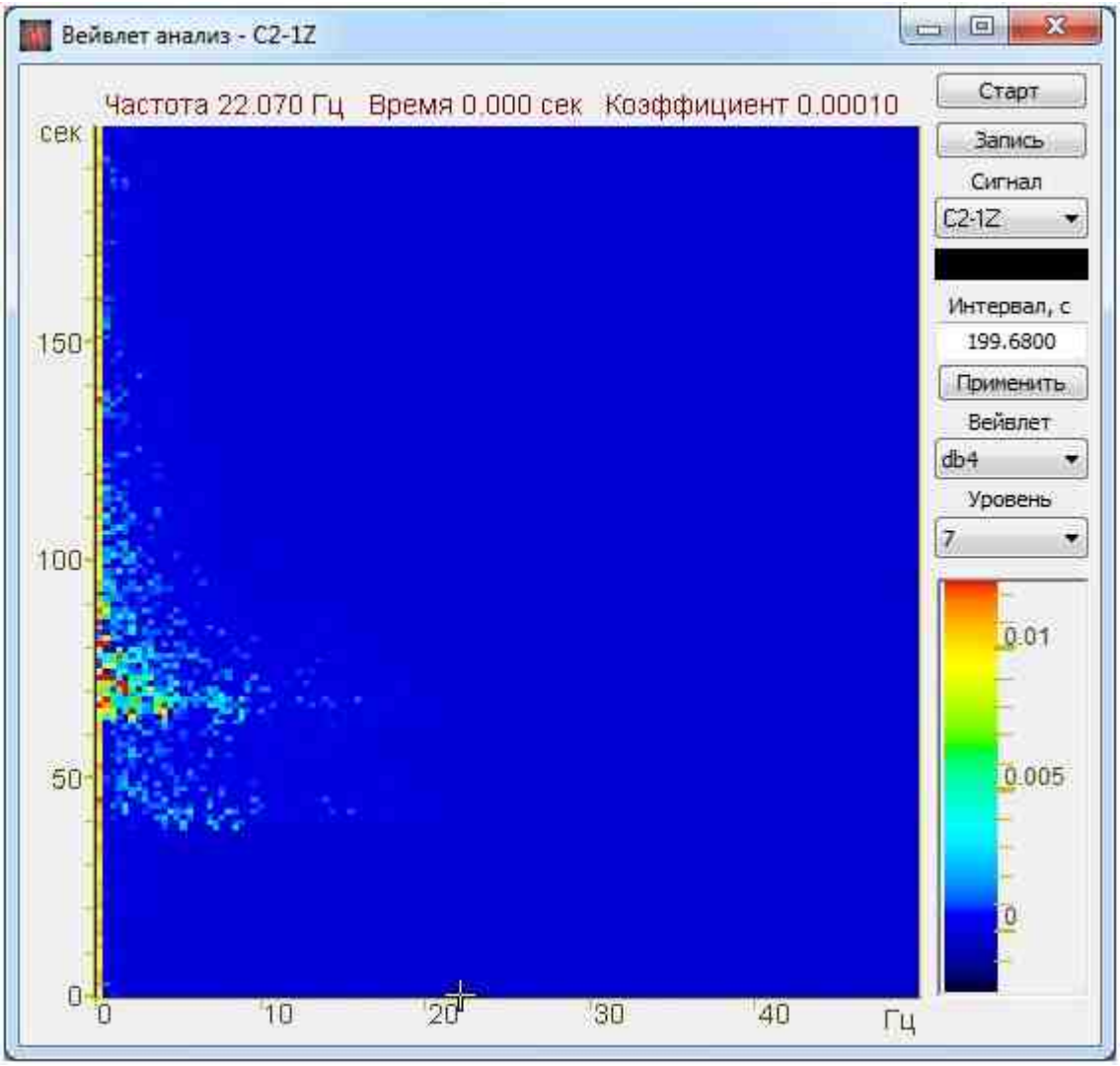


Рис. 2 Вид главного окна в начале работы программы.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений

Описание программы .....

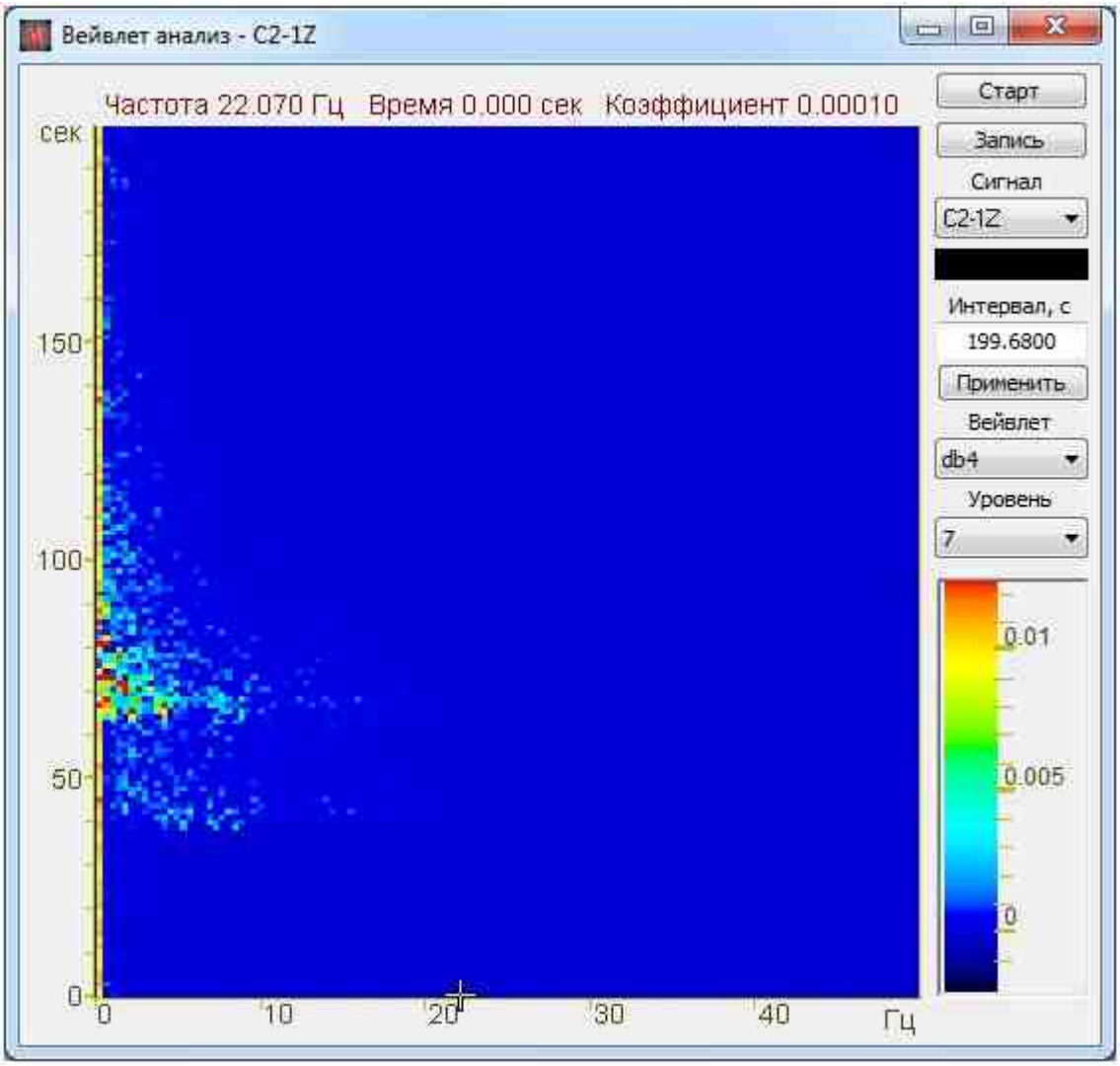
Окно программы "Вейвлет-анализ" содержит график и управляющие элементы, см. рисунок. График отображает рассчитанные коэффициенты. По горизонтальной оси графика отложена частота в Гц, по вертикальной оси – время в секундах. Яркостью показана величина коэффициента. Комментарий в верхней строке графика отображает время, частоту и значение сигнала в момент, соответствующий курсору графика. Рассчитанные коэффициенты для нового значения времени отображаются в верхнюю цветовую строку графика. Поэтому

после заполнения графика создаётся впечатление движения графика сверху вниз, хотя направление временной оси снизу вверх.

Управляющие элементы программы:
- кнопка "Старт/Стоп" для запуска и остановки вычислений;
- кнопка "Запись" для записи в файл текущего сигнала;
- элемент выбора сигнала для выполнения вейвлет-преобразования;
- элемент для ввода длительности отображаемого сигнала;
- кнопка "Применить" для перерисовки графика с новым значением длительности отображаемого сигнала;
- элемент выбора типа материнского вейвлета при выполнении вейвлет-преобразования;
- элемент выбора уровня разложения при выполнении вейвлет-преобразования;
- элемент задания цветовой шкалы отображения значений рассчитанных коэффициентов.

Для записи в файл текущего сигнала необходимо "кликнуть" по кнопке "Запись", при этом будет выдан звуковой сигнал, в папке для записи результатов будет создана папка, в котором закодированы дата и время создания папки, а в этой папке будет файл "fdwt.gru". Данный файл содержит текущие коэффициенты вейвлет-преобразования, выполненного с текущими параметрами. Файл можно просматривать с помощью программы "Просмотр результатов".

На рисунке представлено окно программы "Вейвлет-анализ" при преобразовании сигнала вертикального акселерометра в момент наблюдения землетрясении, которое произошло в Восточной Сибири 16 марта 2011 г. На графике рассчитанных коэффициентов хорошо видны P- и S-фазы землетрясения. При этом S-фаза, по сравнению с P-фазой, содержит более мощные и более низкочастотные составляющие, что является типичным для землетрясений.


Вейвлет анализ - C2-1Z
Частота 22.070 Гц Время 0.000 сек Коэффициент 0.00010
сек
150
100
50
0
0
10
20
30
40
Гц
Старт
Запись
Сигнал
C2-1Z
Интервал, с
199.6800
Применить
Вейвлет
db4
Уровень
7
0.01
0.005
0

Регистратор ударов .....

1.1. Назначение программного обеспечения

Программа «Регистратор ударов» входит в состав программного обеспечения ZETLAB и представляет собой набор программных средств, предназначенных для отображения, анализа и регистрации параметров сигнала ускорения, измеренного акселерометром, подключённым анализатору спектра.

Программа «Регистратор ударов» может применяется:

- при проведении испытаний на удар,
- в области вибрации, связанной с резонансом конструкций;
- для контроля изготовления и сборки ответственного оборудования;
- в системах мониторинга технического состояния зданий и сооружений;
- в научных целях при проведении экспериментальных исследований.

1.2. Состав необходимого оборудования

Для работы программного обеспечения «Регистратор ударов» необходимо следующее оборудование:

№	Наименование	Примечание
1	Ударный стенд	
2	Контроллер сбора данных	ZET 024, ZET 028 ZET 034, ZET 038
3	Акселерометр	модели BC111, либо аналог (возможно применение несколько акселерометров)
4	Компьютер с установленным программным обеспечением ZETLAB	лицензия ZETLAB ANALIZ

1.3. Технические требования

Программное обеспечение ZETLAB предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной), либо корректно русифицированной версии операционных систем:

- Microsoft® Windows® 7 32 разрядная с пакетом обновления SP1.
- Microsoft® Windows® 7 64 разрядная с пакетом обновления SP1.
- Microsoft® Windows® 8 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8 64 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8.1 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 8.1 64 разрядная.
- Microsoft® Windows® 10 32 разрядная.
- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная.

Рекомендуемые параметры конфигурация компьютера для установки и запуска программного обеспечения *ZETLAB* и драйверов устройств:

- Двухъядерный процессор или более;
- Тактовая частота процессора – не менее 1,6 ГГц;
- Оперативная память – не менее 8 Гб;
- Свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- Видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 1 Гб памяти;
- Разрешение экрана не менее 1600Ч900;
- Наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства;
- Наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет);
- Интерфейс USB 2.0 для установки программного обеспечения.

2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1.1. Установка программного обеспечения ZETLAB

Для установки программного обеспечения *ZETLAB* необходимо на компьютере запустить файл-установщик ZETLAB.msi (поставляется на USB флеш-накопителе) и следуя инструкциям установить *ПО ZETLAB* в директорию C:\ZETLab.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Регистратор ударов** входит в состав следующего ПО как дополнительная опция:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Регистратор ударов входит в группу программ **Анализ сигналов**.

Интерфейс программы .....

2.2. Запуск панели управления ZETLAB

Для запуска панели управления *ZETLAB* необходимо активировать «ярлык» *ZETLAB* (*Рис. 2.1*), расположенный на рабочем столе ОС Windows.



Рис. 2.1 Внешний вид «иконки» ZETLAB

В верхней части экрана откроется панель управления *ZETLAB* (*Рис. 2.2*).



Рис. 2.2 Панель управления ZETLAB

Панель управления *ZETLAB* разбита на разделы, что позволяет оперативно выбирать требуемые программы. Для выбора программы следует активировать название соответствующего раздела панели управления *ZETLAB* и из развернувшегося списка выбрать необходимую программу.

В списке рядом с названиями программ находятся графические пиктограммы, упрощающие поиск требуемой программы.

Для работы с программами, входящими в состав ПО ZETLAB, необходимо вставить в любой незадействованный USB-порт компьютера аппаратный ключ ZETKey с соответствующей программной лицензией.

2.3. Получение справочной информации

В любой момент работы с программным обеспечением *ZETLAB* можно воспользоваться справочной информацией по работе с ним. Доступ к справочной информации организован по типу древовидной структуры (*Рис. 2.3*).

Для доступа к справочной информации (находясь в окне той из программ, по которой необходимо получить справочную информацию) следует активировать на клавиатуре клавишу <F1>.

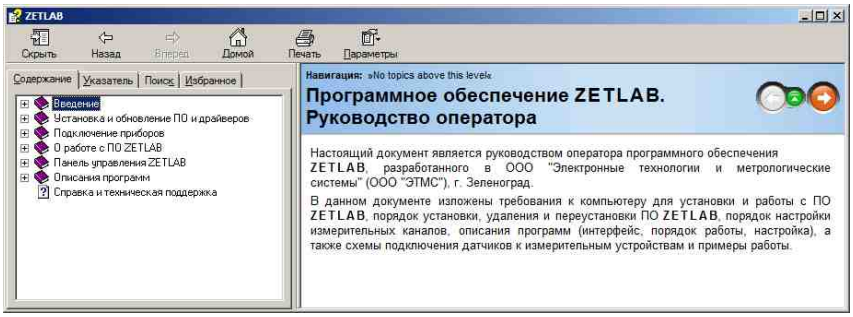


Рис. 2.3 Окно справочной информации

2.4. Настройка пользовательских директорий

Программному обеспечению *ZETLAB* требуется для работы несколько директорий на диске компьютера, при этом часть из директорий определяются программным обеспечением и не могут быть изменены пользователем, а часть из директорий доступны для изменения.

Для изменения доступны директории, в которых будут располагаться сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки и файлы конфигурации.

Для определения пользовательских директорий на диске компьютера следует создать (в случае отсутствия необходимых) пользовательские директории, после чего в программном обеспечении настроить пути конфигурации к ним.

Для настройки путей конфигурации, в «Панели управления *ZETLAB*» *(Рис. 2.2)* необходимо активировать раздел с логотипом «*ZETLAB» (на панели слева)* и в открывшемся окне «Главное меню панели управления» (*Рис. 2.4*) активировать панель «Пути конфигурации пользователя».

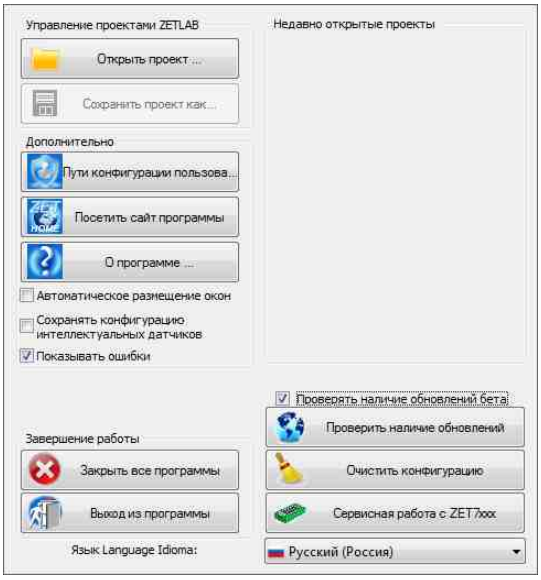


Рис. 2.4 Главное меню панели управления ZETLAB

В открывшемся окне «Настройка путей конфигурации» (*Рис. 2.5*) для каждой определяемой пользователем директории последовательно активировать панель «...», соответствующую виду сохраняемых данных (сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки, файлы конфигурации) и в открывшемся окне «Выбор директории» назначить требуемый путь конфигурации, после чего активировать «Применить».

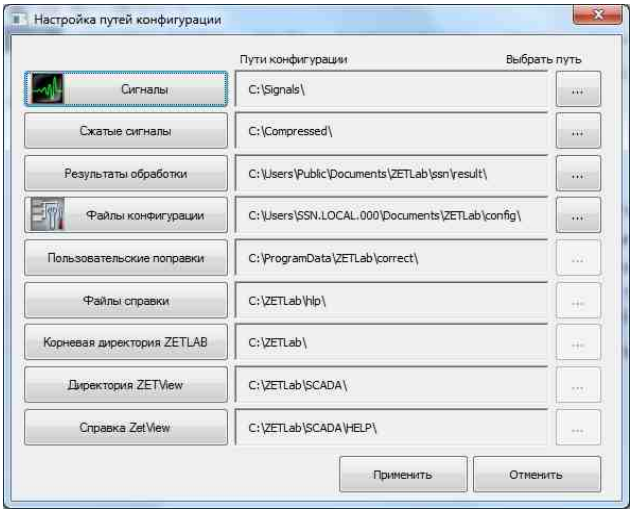


Рис. 2.5 Окно «Настройка путей конфигурации»

2.5. Запуск программного обеспечения «Регистратор ударов»

Запуск программного обеспечения «Регистратор ударов» осуществляется из меню «Анализ сигналов» панели ZETLAB (*Рис. 2.*).

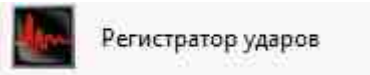


Рис. 2.6 Запуск программы «Регистратор ударов»

3 РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

3.1. Описание интерфейса программы

Программное обеспечение «Регистратор ударов» состоит из нескольких рабочих областей: графическая область, таблица параметров сигналов, самописец и панель управления (*Рис. 3.1*.)

1) Графическая область;
2) Таблица параметров сигнала;
3) Самописец;
4) Панель управления.



Рис. 3. Окно программы «Регистратор ударов»

В графической области отображается форма текущего зафиксированного ударного импульса, зарегистрированного измерительным каналом контролера сбора данных.

В таблице параметров сигнала отображаются рассчитанные значения параметров текущего зафиксированного ударного импульса.

Самописец предназначен для графического отображения исторических данных по всем зафиксированным ударным импульсам. Самописец может быть настроен на отображение трех параметров: амплитуда, длительность или скорость удара.

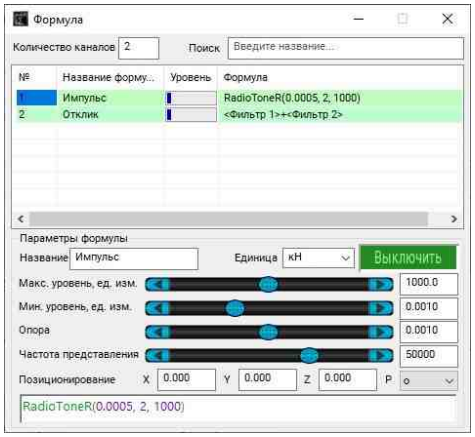
Панель управления предназначена для управления испытаниями, а также для открытия меню настройки параметров программы «Регистратор ударов».

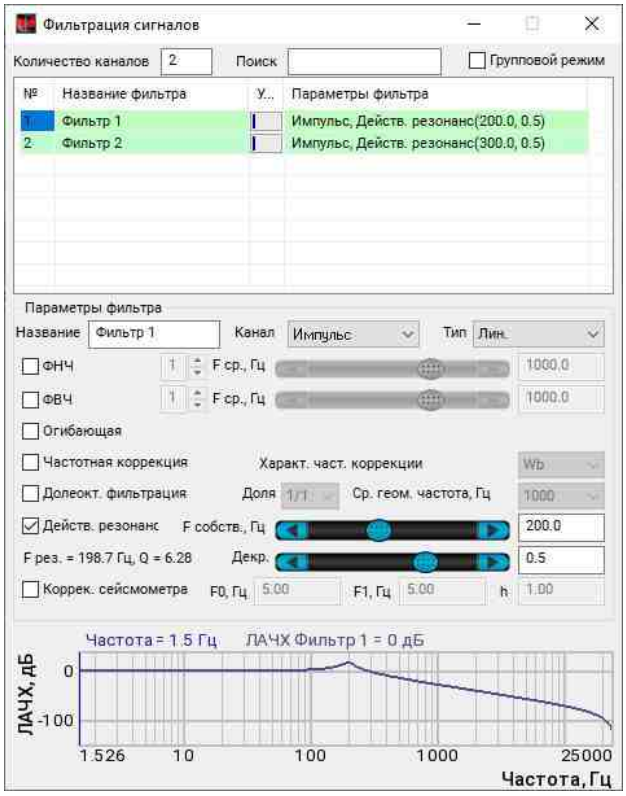
См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

Создаем каналы с которыми сможет работать программа, например, настроем Фильтр сигналов и Формула.





3.2. Настройка параметров программы

Для настройки параметров программы «Регистратор сигналов» нажать кнопку «Параметры» (*Рис. 3.2*), расположенной на Панели управления.

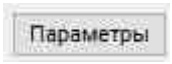


Рис. 3.2 Окно программы «Регистратор ударов»

Открывшееся окно «Настройка параметров» состоит из 6 вкладок: «Каналы», «Удары», «Расчеты», «Результаты», «Доп. окна», «Самописцы».

3.2.1 Вкладка «Каналы»

Вкладка «Каналы» предназначена для выбора измерительного канала, по которому будет фиксироваться ударное воздействие, а также наложения фильтра на сигнал измерительного канала.

На *Рис. 3.3* представлена вкладка «Каналы» окна «Настройка параметров».

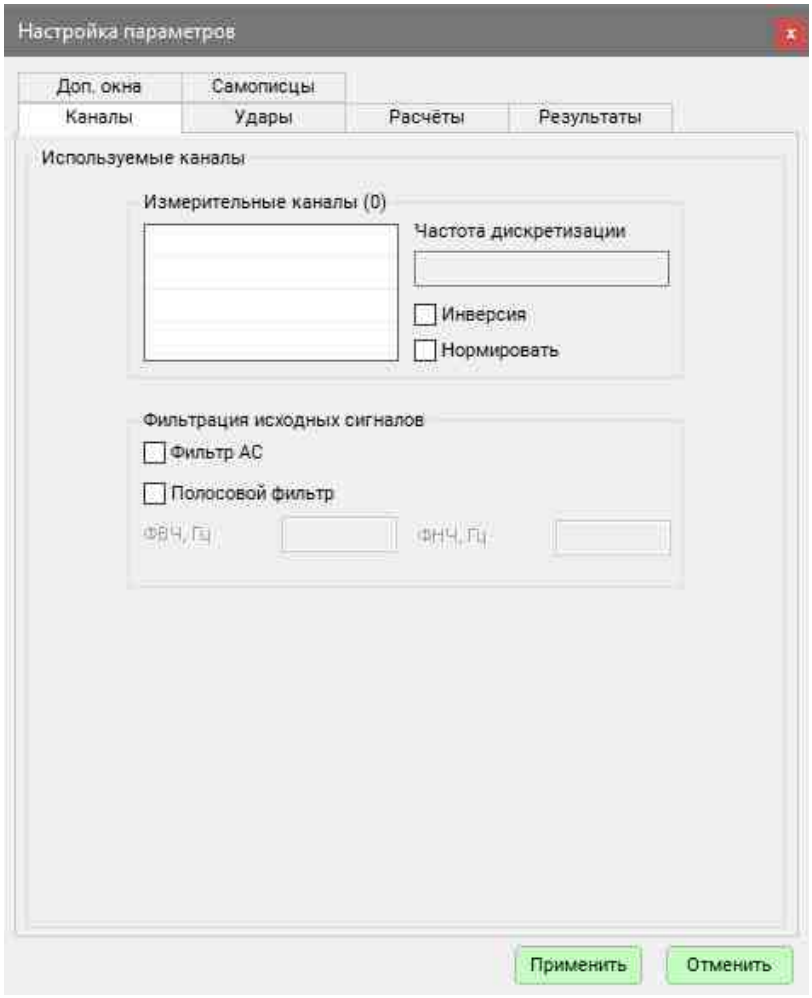


Рис. 3.3 Вкладка «Каналы»

Для выбора измерительного канала нажать клавишей мыши в произвольной области поля «Измерительные каналы». В открывшемся окне «Выбор каналов» выбрать измерительный канал контроллера, к которому подключён акселерометр, и нажать кнопку «Применить» (*Рис. 3.4*).

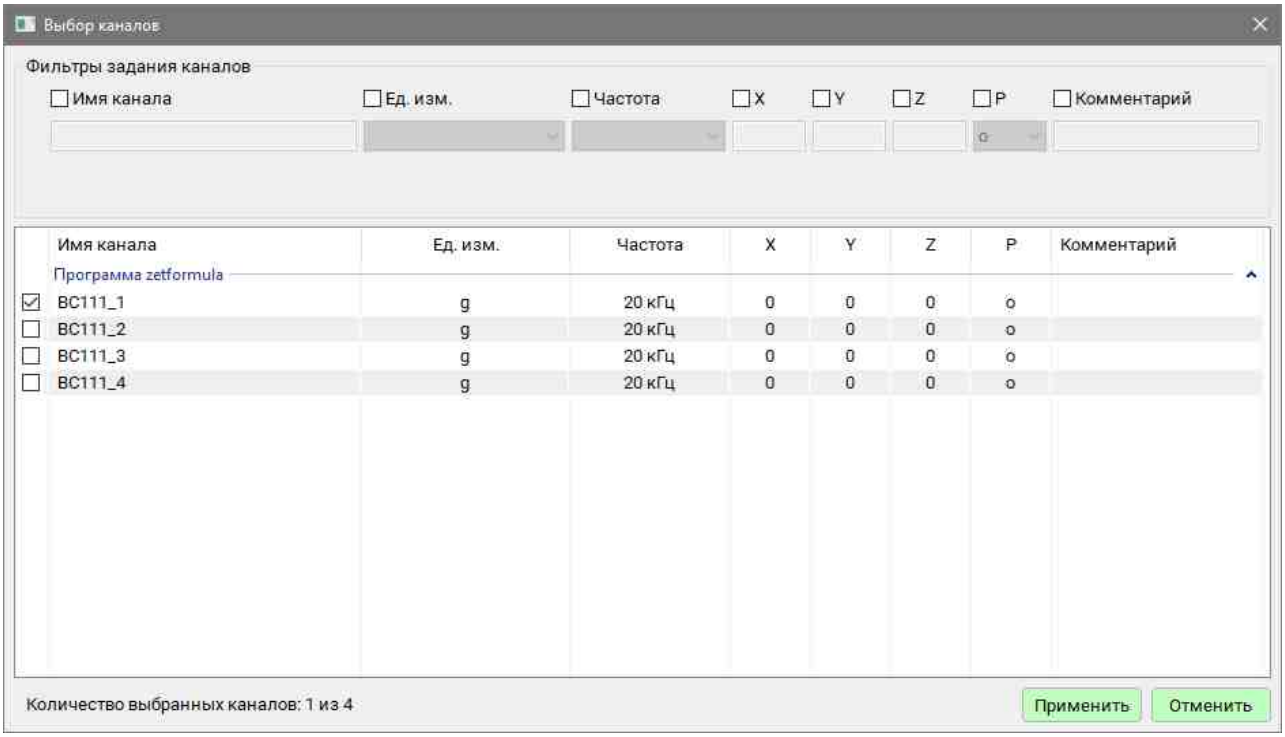


Рис. 3.4 Окно «Выбор каналов»

В поле «Измерительный каналы» отобразятся выбранные измерительные каналы, частота дискретизации соответствует частоте дискретизации АЦП контролера сбора данных (*Рис. 3.5*).

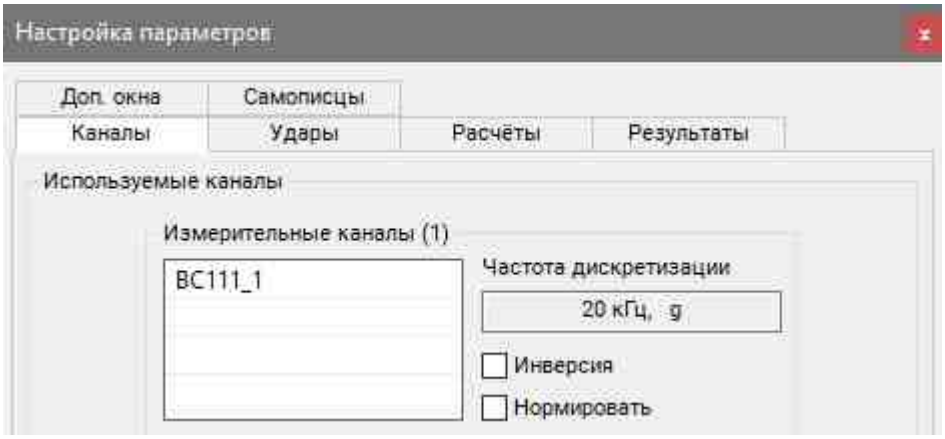


Рис. 3.5 Выбранные измерительные каналы

Если параметр «Инверсия» активирован, то будет выполняться переворот отображаемого графика относительно горизонтальной оси.

Параметр «Фильтрация исходных сигналов» накладывает на сигнал зафиксированного ударного импульса фильтр АС или полосовой фильтр. Границы полосового фильтра устанавливаются в полях «ФВЧ» и «ФНЧ».

3.2.2. Вкладка «Удары»

Вкладка «Удары» предназначена для установки параметров детектирования ударных импульсов. На *Рис. 3.6* представлена вкладка «Удары» окна «Настройка параметров».

В поле «Временные интервалы» устанавливается интервал отображения графической области программы «Регистратор ударов».

Параметр «Направление ударов» устанавливает направление детектирования триггером ударного импульса.

В поле «Автозапуск» следует выбрать один из двух режимов работы программы: «Периодические удары» или «Однократные удары».

При выборе режима работы «Периодические удары» активируется функция автоматического запуска триггера ударного импульса через заданное количество времени (в ед. изм. «секунда»). Для параметра «Автозапуск через» устанавливается период автоматического перезапуска триггера., а в поле «Макс. кол-во ударов» задается планируемое максимальное количество ударных воздействий.

При выборе режима работы «Однократные удары» на каждую активацию кнопки «Старт» в окне программы «Регистратор ударов» будет зарегистрирован только первый из ударов.

В поле «Пороги срабатывания» устанавливается уровень уставки (в ед. изм. «g») для детектирования ударного импульса.

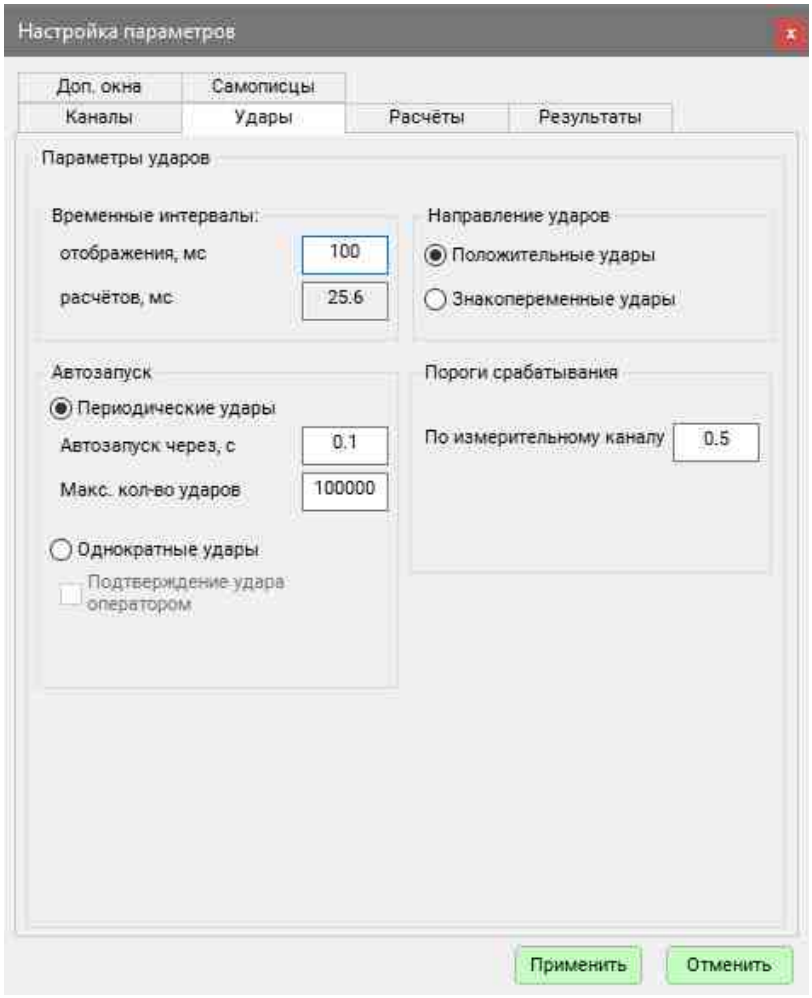


Рис. 3.6 Вкладка «Удары»

3.2.3. Вкладка «Расчеты»

Вкладка «Расчеты» предназначена для выбора расчётных параметров зафиксированного ударного импульса, которые будут отображаться в таблице параметров сигнала. Для активации параметра необходимо левой клавишей мыши активировать галочку в соответствующем ему поле.

На *Рис. 3.7* представлена вкладка «Расчеты» окна «Настройка параметров».

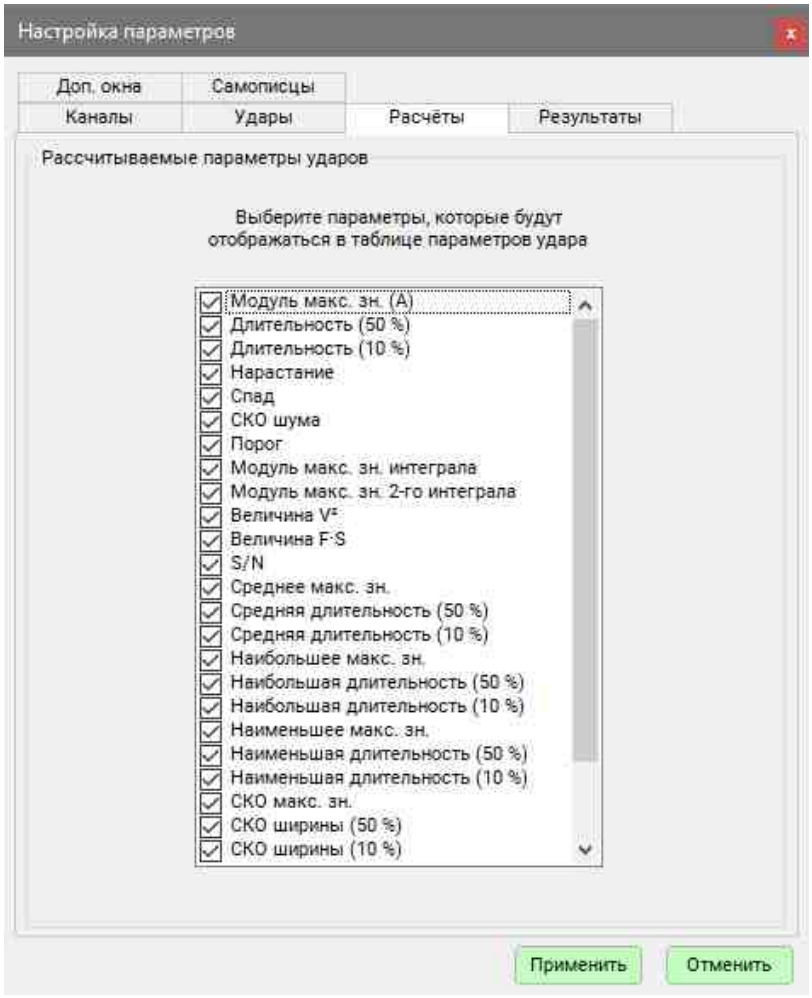


Рис. 3.7 Вкладка «Расчеты»

3.2.4. Вкладка «Результаты»

Вкладка «Результаты» предназначена для настройки параметров сохранения результатов испытаний. Для включения функции сохранения результатов испытаний необходимо левой клавишей мыши активировать галочку в поле «Сохранять параметры ударов».

В поле «Файл отчёта» указывается имя файла отчета.

Для сохранения графиков в файлы текстового (*.dtx) и графического (*.png) формата в процессе проведения испытаний активировать соответствующие поля «Сохранять графики в текстовые файлы» и «Сохранять графики в графические файлы».

Параметр «Сохранять все удары» определяет шаг при сохранении ударов: «1» - сохраняется каждый удар, «2» - каждый второй удар, «3» - каждый третий удар и т.д.

Доступно внесение текстовой информации о массе испытываемого изделия, о массе расширительного стола, и т.д. для формирования протокола испытаний.

На *Рис. 3.8* представлена вкладка «Результаты» окна «Настройка параметров».

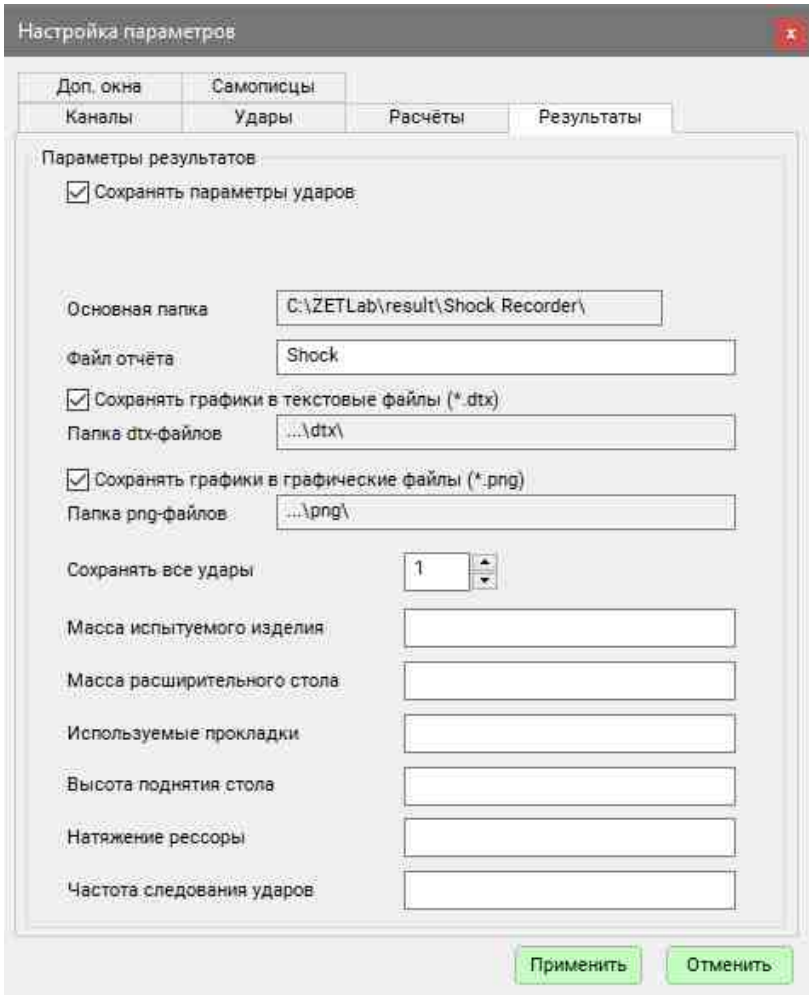


Рис. 3.8 Вкладка «Результаты»

3.2.5. Вкладка «Доп. окна»

Вкладка «Доп. окна» предназначена для активации дополнительного окна «Все удары». В дополнительном окне «Все удары» отображается статистическая информация по всем ударам, зафиксированным с момента начала испытаний. Для включения дополнительного окна необходимо левой клавишей мыши активировать галочку в поле «Все удары».

На *Рис. 3.9* представлена вкладка «Доп. окна» окна «Настройка параметров».



Рис. 3.9 Вкладка «Доп. окна»

На *Рис. 3.10* представлен пример дополнительного окна «Все удары».



Рис. 3.10 Дополнительное окно «Все удары»

3.2.6. Вкладка «Самописцы»

Вкладка «Самописцы» предназначена для активации самописцев, где отображается исторические данные по всем зафиксированным ударным импульсам. Самописец может быть настроен на отображение трех параметров: амплитуда, длительность или скорость удара.

Для активации самописца необходимо левой клавишей мыши активировать галочку в соответствующей ячейке. После активации самописца он отобразится в области «Самописец» программы «Регистратор ударов».

На *Рис. 3.11* представлена вкладка «Самописцы» окна «Настройка параметров».

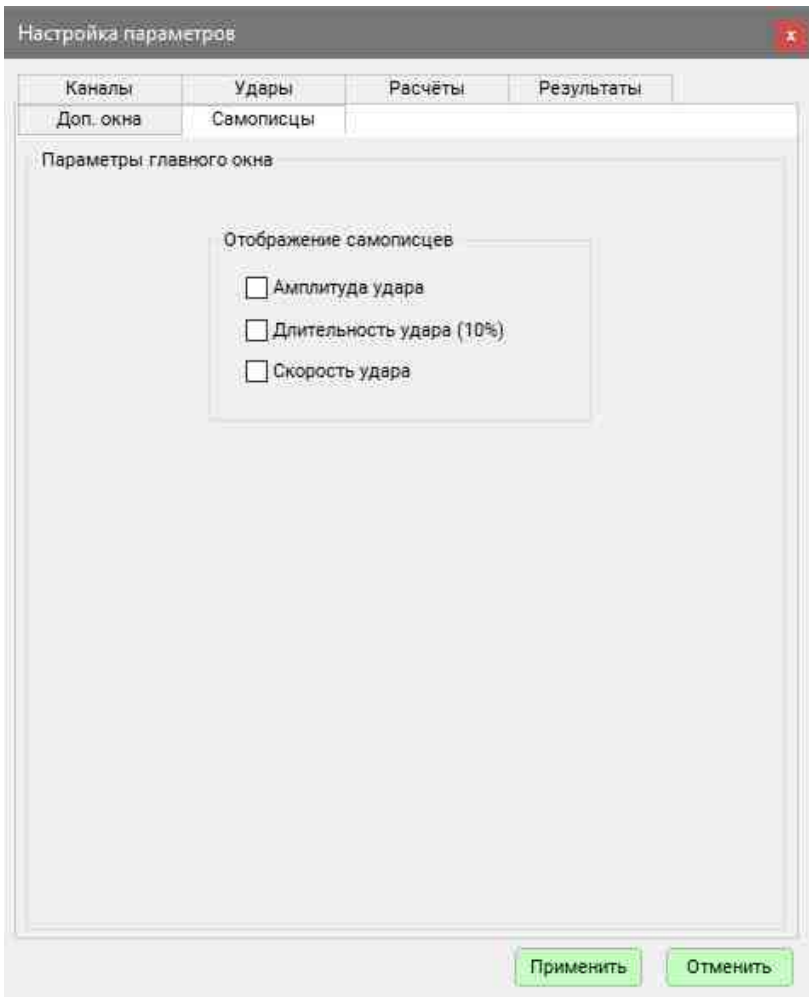


Рис. 3.11 Вкладка «Самописцы»

Проведение испытаний .....

Убедиться в том, что измерительное оборудование (контроллер, акселерометр и т.д.) подключено, а также настроены и активированы измерительные каналы необходимые для регистрации ударов.

Запустить программное обеспечение «Регистратор ударов» и выполнить настройку параметров в соответствии с разделом 3.2.

Активировать кнопку «Старт» на панели управления программы «Регистратор ударов» (*Рис. 4.1*), после чего программа перейдет в режим регистрации ударов.



Рис. 4.1 Кнопка «Старт»

Запустить ударный стенд, начав процесс испытаний.

В случае если настройка программы «Регистратор ударов» была выполнена правильно в графической области программы отобразится зафиксированное ударное воздействие, а в таблице параметров сигнала будут рассчитаны значения зафиксированного ударного воздействия (*Рис. 4.2*).

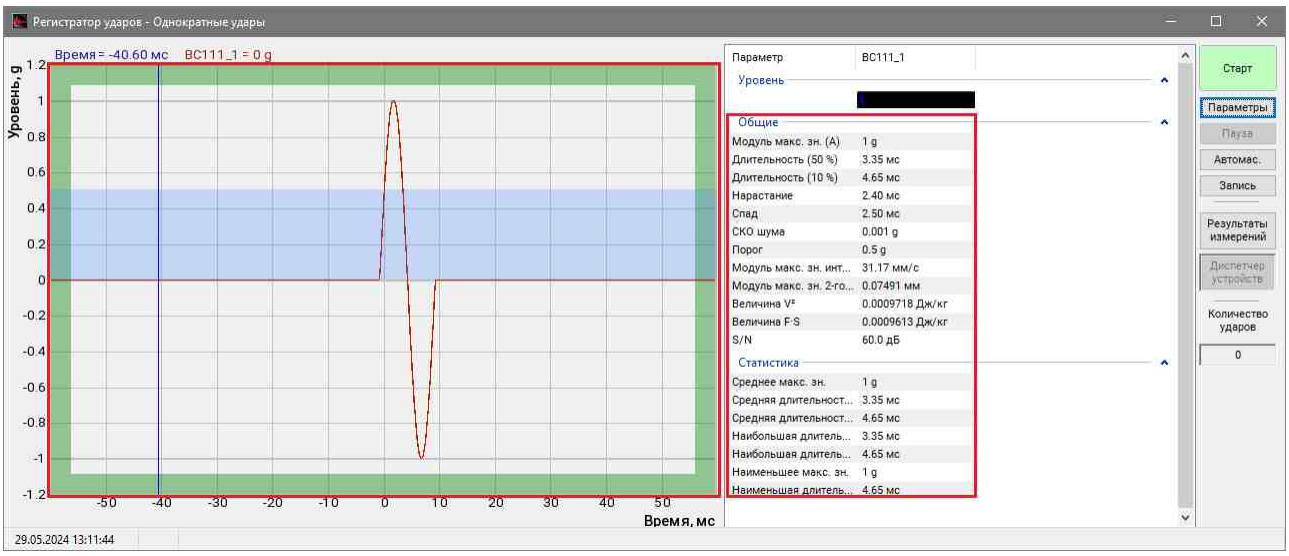


Рис. 4.2 Окно программы «Регистратор ударов» - проведение испытаний

Примечание: в случае если ударный импульс не был автоматически зафиксирован программой, то это может означать, что настройки программы «Регистратор ударов» были выполнены некорректно. Перед повторным проведением испытаний необходимо вернуться к настройкам параметров программы и установить корректные значения в соответствии с параметрами ударного воздействия.

При проведении испытания серией ударов в настройках параметров программы «Регистратор ударов» рекомендуется активировать окна самописцев амплитуды, длительности или скорости удара (*Рис. 4.3*), а также дополнительное окно «Все удары» (*Рис. 4.4*).

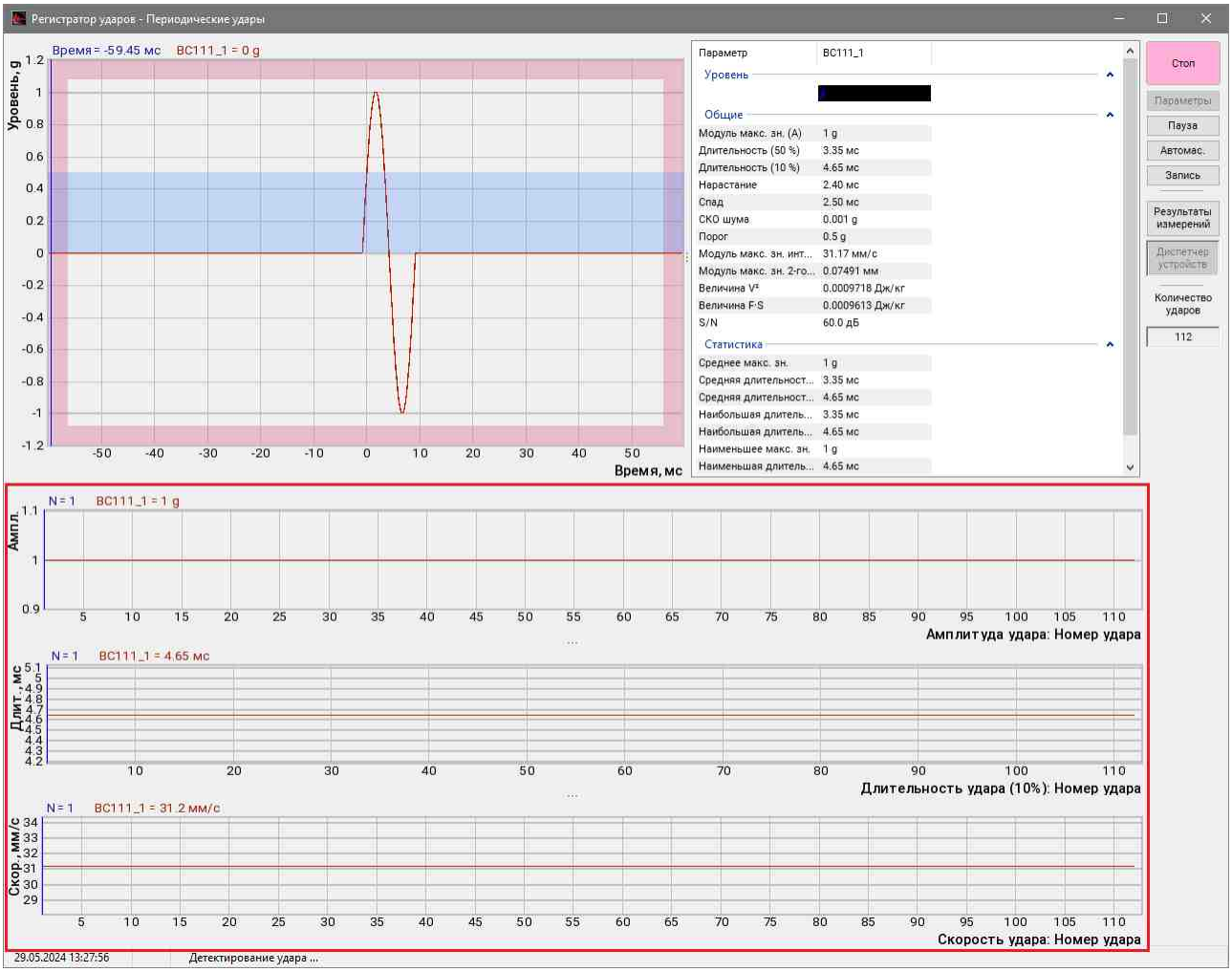


Рис. 4.3 Самописец «Амплитуда удара» в окне программы «Регистратор ударов»



Рис. 4.4 Дополнительное окно «Все удары»

На панели управления программы «Регистратор ударов» в поле «Количество ударов» отображается текущее количество зафиксированных ударных импульсов (*Рис. 4.5*).



Рис. 4.5 Поле «Количество ударов»

Остановка испытаний выполняется автоматически при достижении заданного в настройках программы количества зафиксированных ударов, либо при нажатии кнопки «Стоп» на панели управления программы «Регистратор ударов» (*Рис. 4.6*).



Рис. 4.6 Кнопка «Стоп»

Для просмотра результатов испытаний нажать кнопку «Результаты измерений». В открывшейся папке после завершения проверки автоматически сохраняются протоколы испытаний в файл с расширением *html*. Для просмотра протокола следует воспользоваться произвольным веб-обозревателем (веб-браузером). На *Рис. 4.7* приведен пример протокола испытаний.

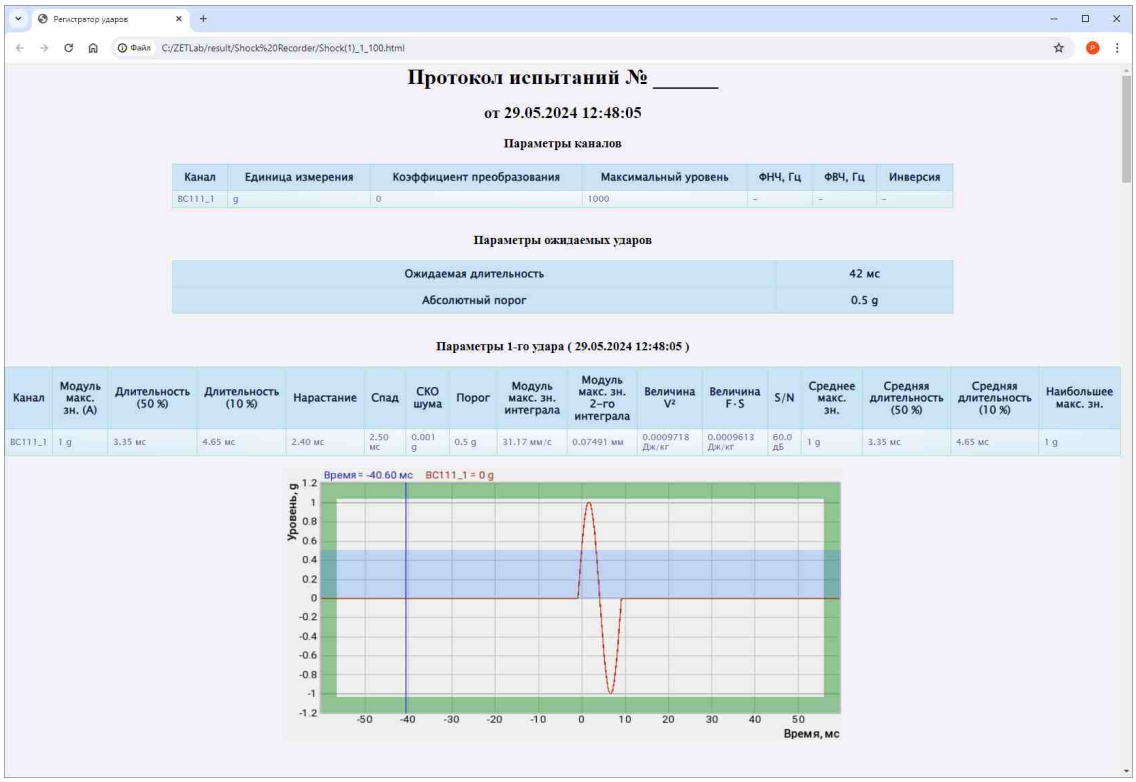


Рис. 4.7 Пример протокола испытаний

Анализ ударов .....

Назначение программы

Программа «Анализ ударов» предназначена для обработки, визуализации вибросигнала, спектра вибросигнала, автоматического определения собственных частот, фаз, отношения пиковых амплитуд двух сигналов и декремента затухания различных механизмов, деталей, конструкций и прочих объектов методом измерения частот свободных колебаний, в режиме ударного возбуждения.

Данная программа может применяется при проведении испытаний на удар; в области вибрации, связанной с резонансом конструкций; для контроля изготовления и сборки ответственного оборудования; в системах мониторинга технического состояния зданий и сооружений; а также в научных целях при проведении экспериментальных исследований.

Состав необходимого оборудования

Для проведения испытаний потребуется:

- Ударный стенд;
- Контроллер серии ZET02x либо ZET03x;
- Акселерометр модели BC111 (либо аналог);
- Компьютер (ноутбук).

Подготовка к проведению испытаний

Закрепить образец на ударном стенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

Подключить ко входу контроллера акселерометр.

Установить (если не установлено) программное согласно разделу 2.1 и активировать панель управления ZETLAB (раздел 2.2).

Руководствуясь разделом 3.1 выполнить подключение контроллера к компьютеру.

На экране монитора отобразится окно программы «Анализ ударов» (Рис.1.1) которое включает в себя пять областей: график «Опорный», график «Измерительный», таблица зарегистрированных значений, панель управления и журнал событий.

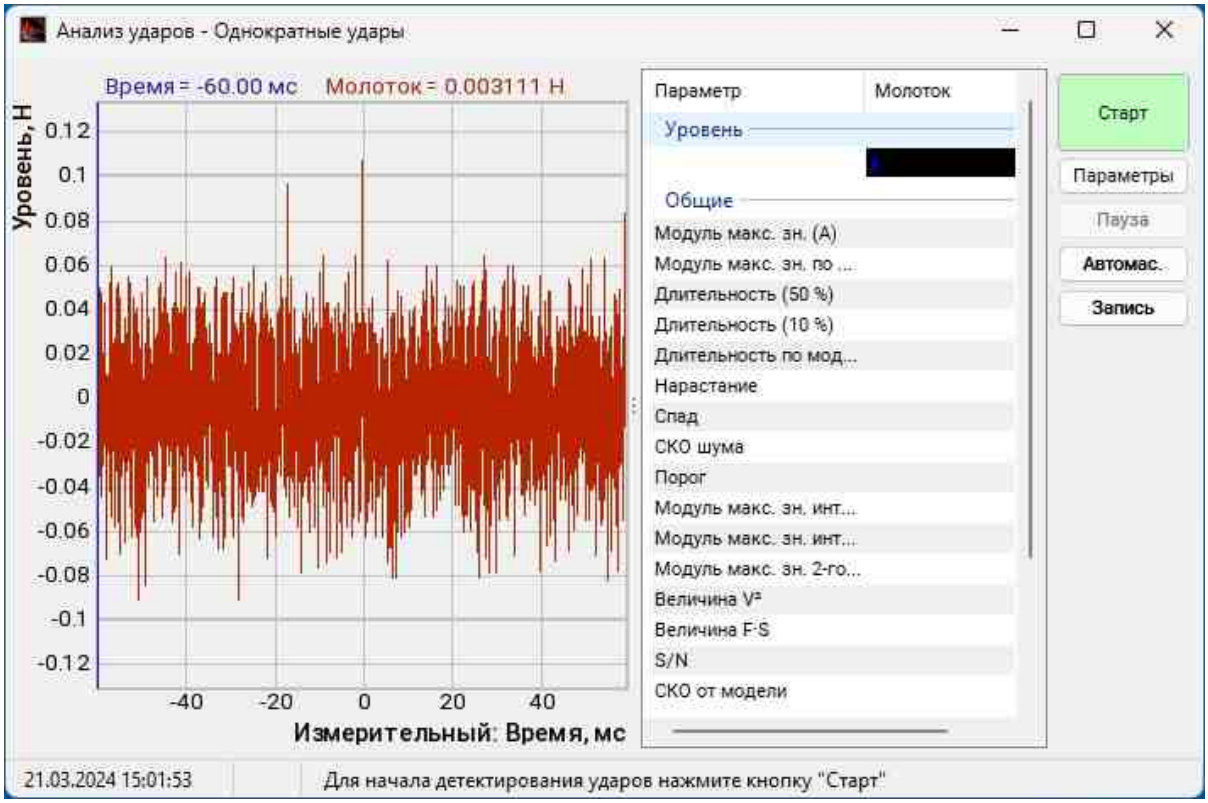


Рис. 1.1 Программы «Анализ ударов»

В областях графиков «Опорный» и «Измерительный» отображаются формы зарегистрированных ударных импульсов по измерительным каналам с соответствующими статусами.

В таблице зарегистрированных значений отображаются параметры, рассчитанные по последнему из зарегистрированных ударов.

Поле управления включает в себя следующие кнопки:

- «Старт» - выполняет запуск режима регистрации удара (меняет название на «Стоп» после активации);
- «Параметры» – вызывает переход к окну настройки параметров;
- «Пауза» - служит для приостановки регистрации ударов для последующего продолжения;
- «Автомасштаб» - предназначена для приведения графика зарегистрированного импульса к масштабу окна по вертикали;
- «Запись» - вызывает окно для сохранения в файл графиков зарегистрированного удара;

В области журнала событий (внизу окна «Анализ ударов») выводятся в виде списка *зарегистрированные удары по мере регистрации.*

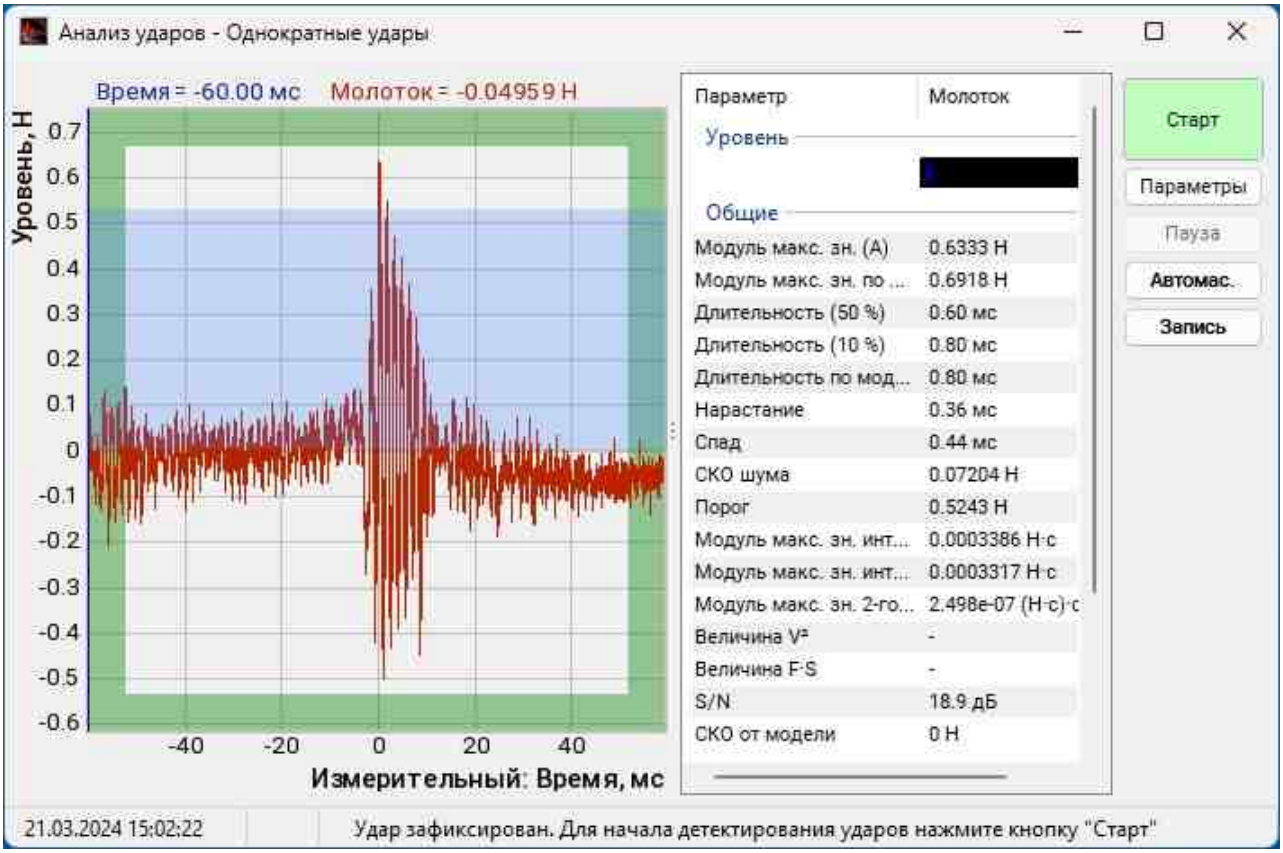


Рис. 1.2 Выводятся зарегистрированные удары по мере регистрации.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Анализ ударов** входит в состав следующего ПО как дополнительная опция:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Анализ ударов входит в группу программ **Анализ сигналов**.

Интерфейс программы .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Панель управления ZETLAB

Для запуска программы **Анализ ударов** в меню Анализ сигналов панели ZETLab выберите команду **Анализ ударов** (*Рис. 3*). На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 4*). Сверху, в заголовке окна отображается название программы и название канала, по которому проводится анализ. Примечание: программу **Анализ ударов** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ShockAnalysis.exe



Рис. 3 Меню «Анализ сигналов»

На экране монитора отобразится окно программы «Анализ ударов» (*Рис. 4*) которое включает в себя пять областей: график «Опорный», график «Измерительный», таблица зарегистрированных значений, панель управления и журнал событий.

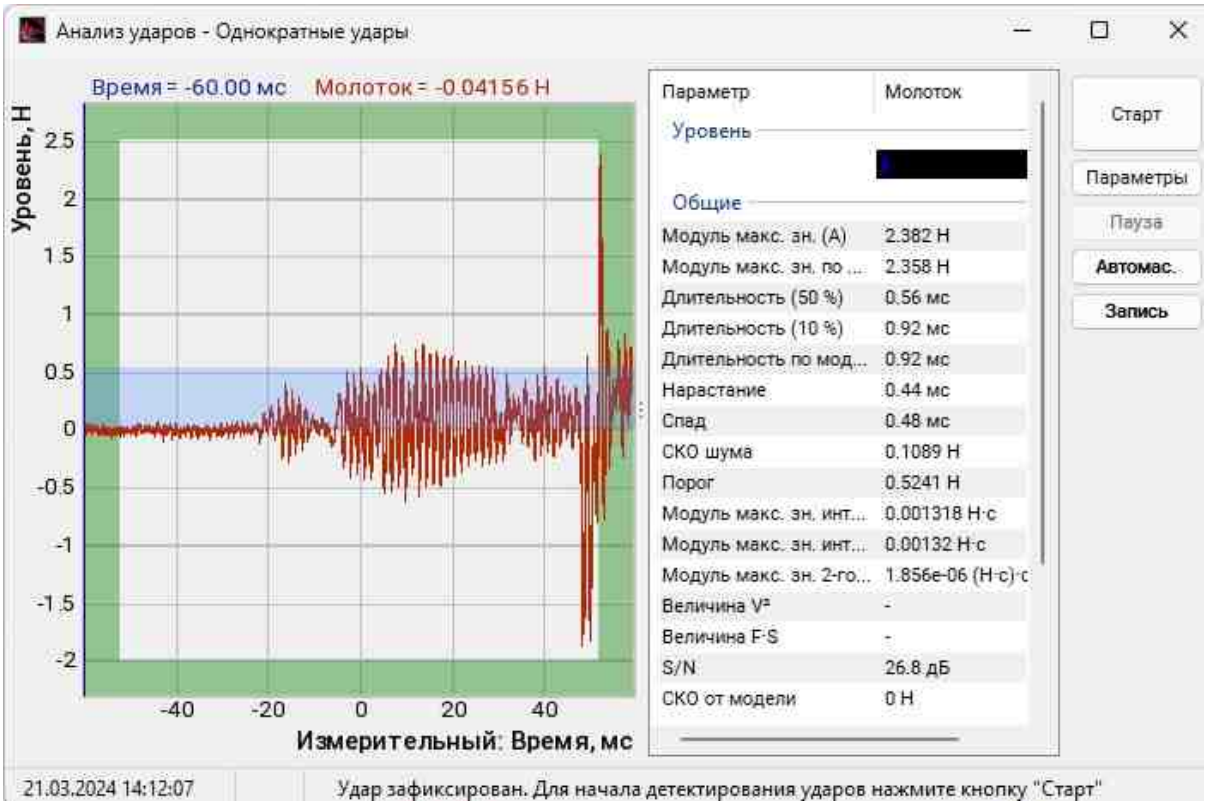


Рис. 4 Программа «Анализ ударов»

В областях графиков «Опорный» и «Измерительный» отображаются формы зарегистрированных ударных импульсов по измерительным каналам с соответствующими статусами.

В таблице зарегистрированных значений отображаются параметры, рассчитанные по последнему из зарегистрированных ударов.

Поле управления включает в себя следующие кнопки:

- «Старт» - выполняет запуск режима регистрации удара (меняет название на «Стоп» после активации);
- «Параметры» – вызывает переход к окну настройки параметров;
- «Пауза» - служит для приостановки регистрации ударов для последующего продолжения;

- «Автомасштаб» - предназначена для приведения графика зарегистрированного импульса к масштабу окна по вертикали;
- «Запись» - вызывает окно для сохранения в файл графиков зарегистрированного удара;

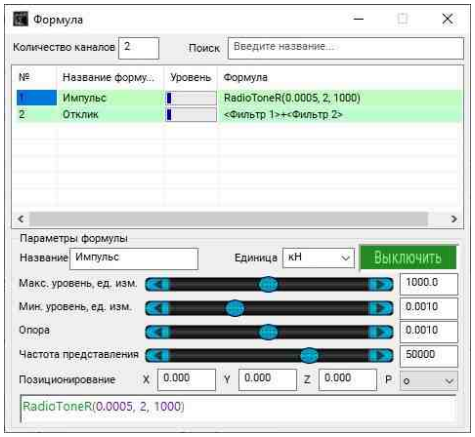
В области журнала событий (внизу окна «Анализ ударов») выводятся в виде списка зарегистрированные удары по мере регистрации.

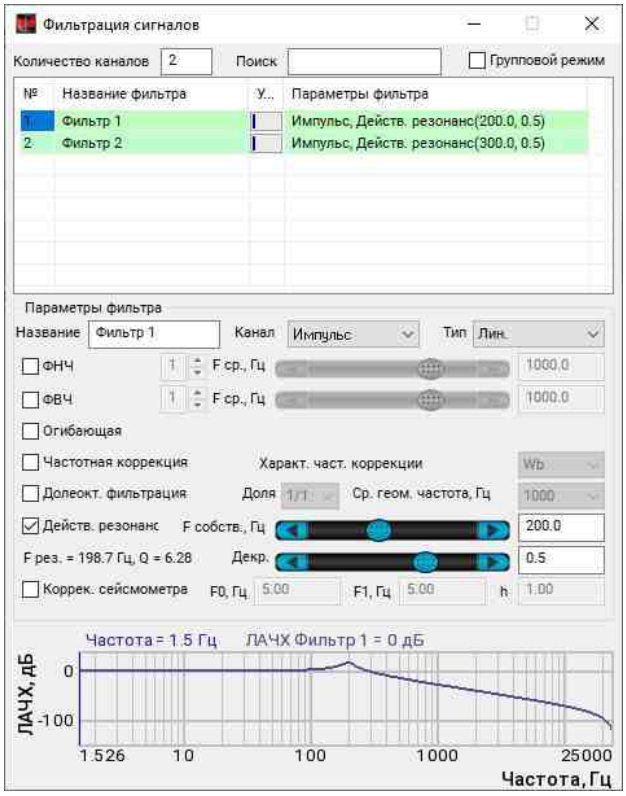
См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Окно "Настройка параметров" .....

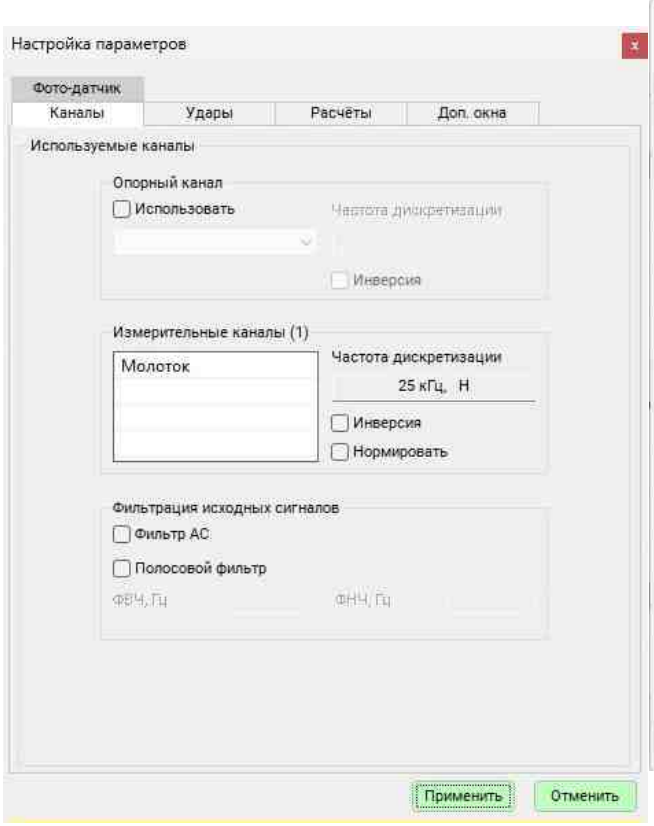
Создаем каналы с которыми сможет работать программа, например, настроем Фильтр сигналов и Формула.



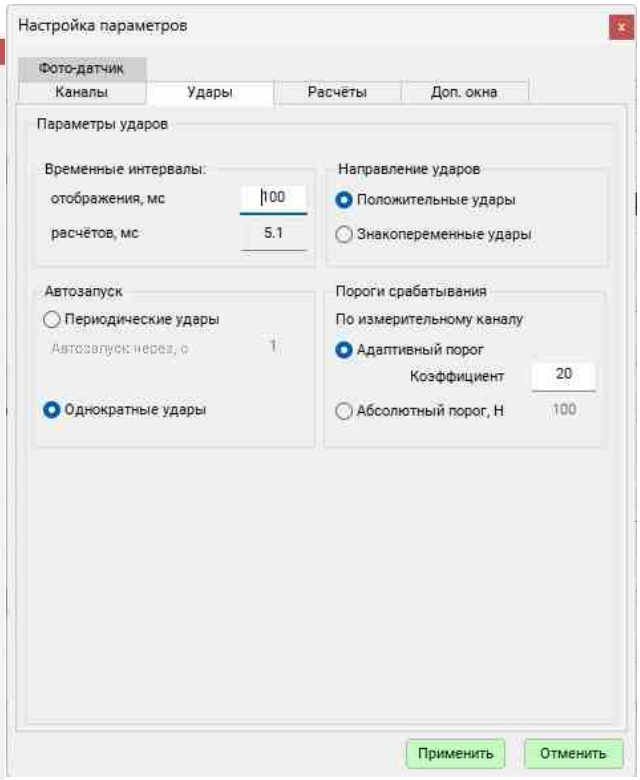


Настройка режима работы программы выполняется в окне программы «Настройка параметров» (*Рис. 5*), для перехода к которому в окне программы «Анализ ударов» (*Рис. 4*) следует активировать кнопку «Параметры».

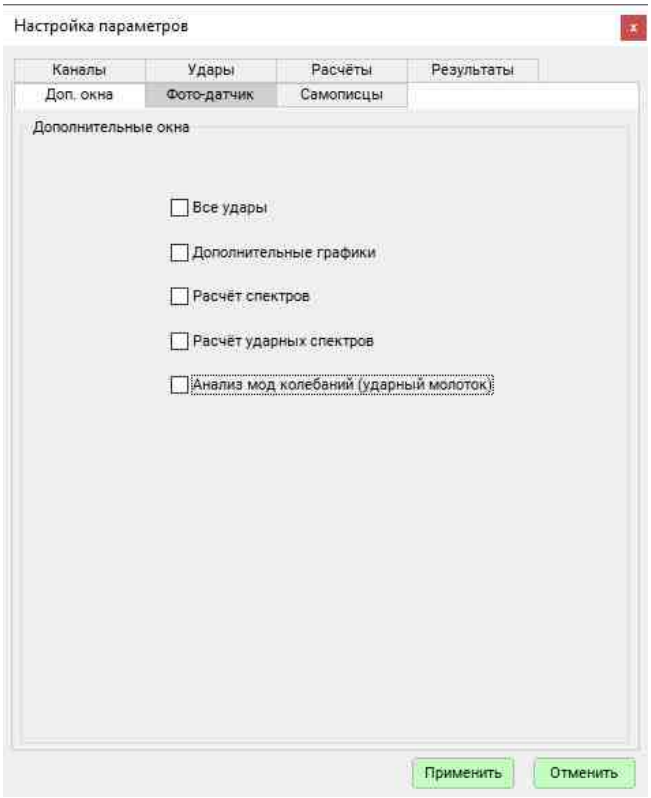
Окно «Настройки параметров» состоит из 5 вкладок, которые необходимо настроить.



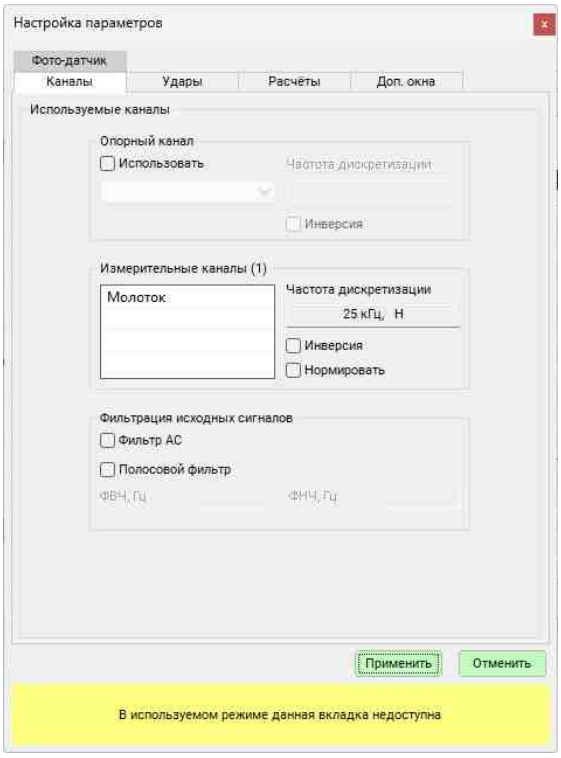
Окно «Каналы»



Окно «Удары»



Окно «Дополнительные окна»



Окно «Фото-датчик»

Рис. 5 Окно «Настройка параметров»

Параметр «Опорный канал» позволяет указать измерительный канал, который будет использоваться программой в качестве опорного. В этом случае детектирование факта удара будет производиться только по нему, при этом расчет параметров удара будет произведен для всех выбранных каналов в том числе и указанных в качестве измерительных. В окне программы «Анализ ударов» опорный канал будет отображаться в поле графика опорного канала.

Активация окна «Измерительные каналы» откроет окно «Выбор каналов» (*Рис. 6*) в котором можно добавить или исключить (при необходимости) из работы программы те или иные измерительные каналы. В окне программы «Анализ ударов» измерительные каналы будут отображаться в поле графиков измерительных каналов.

В случае, когда чекбокс для параметра «Инверсия» активирован то в соответствующем этому чекбоксу окне будет выполнятся инвертирование (переворот относительно горизонтальной оси) отображаемого графика.

Параметр «Канал фотодатчика» позволяет задействовать измерительный канал фотодатчика в качестве опорного. В таком случае относительно канала фотодатчика будет происходить расчет параметров ударов по измерительным каналам.

В соответствующих полях «Частота дискретизации» отображаются значения частоты дискретизации опорного и измерительных каналов.

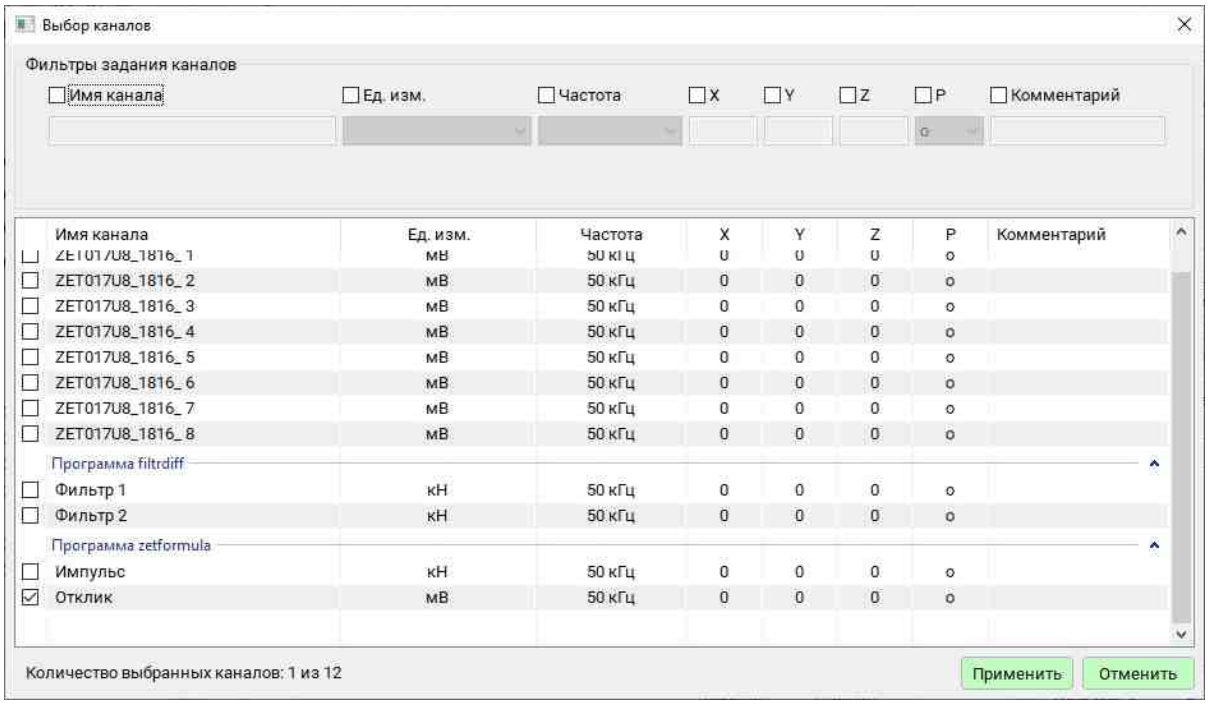


Рис. 6 Окно «Выбор каналов»

Параметр «Временной интервал» устанавливает временной интервал отображения графика по оси X в главном окне программы (значение времени самой правой точки оси X минус значение времени самой левой точки оси X).

Параметр «Направление ударов» устанавливает направление фиксации ударов:

- Положительные удары;
- Знакопеременные удары.

Параметр «Автозапуск» активирует функцию автоматического запуска триггера ударного импульса через заданное количество времени (в секундах) для параметра «Автозапуск через».

Если параметр «Автозапуск через» - деактивирован, то на каждую активацию кнопки «Старт» в окне программы «Анализ ударов» будет зарегистрирован только первый из ударов.

Параметр «Пороги срабатывания» (по опорному каналу) устанавливает порог для срабатывания триггера удара. Порог может быть адаптивным или абсолютным.

- Адаптивный порог устанавливает триггер на уровне равном произведению шума по опорному каналу на коэффициент, заданный в настройках.
- Абсолютный порог устанавливает триггер на заданном уровне в абсолютных значениях. Для абсолютного порога можно также указать чтобы триггер срабатывал только по положительному фронту ударного импульса.

Параметр «Фильтрация» накладывает на сигнал зафиксированного ударного импульса полосовой фильтр. Границы полосового фильтра устанавливаются в полях «ФВЧ» и «ФНЧ».

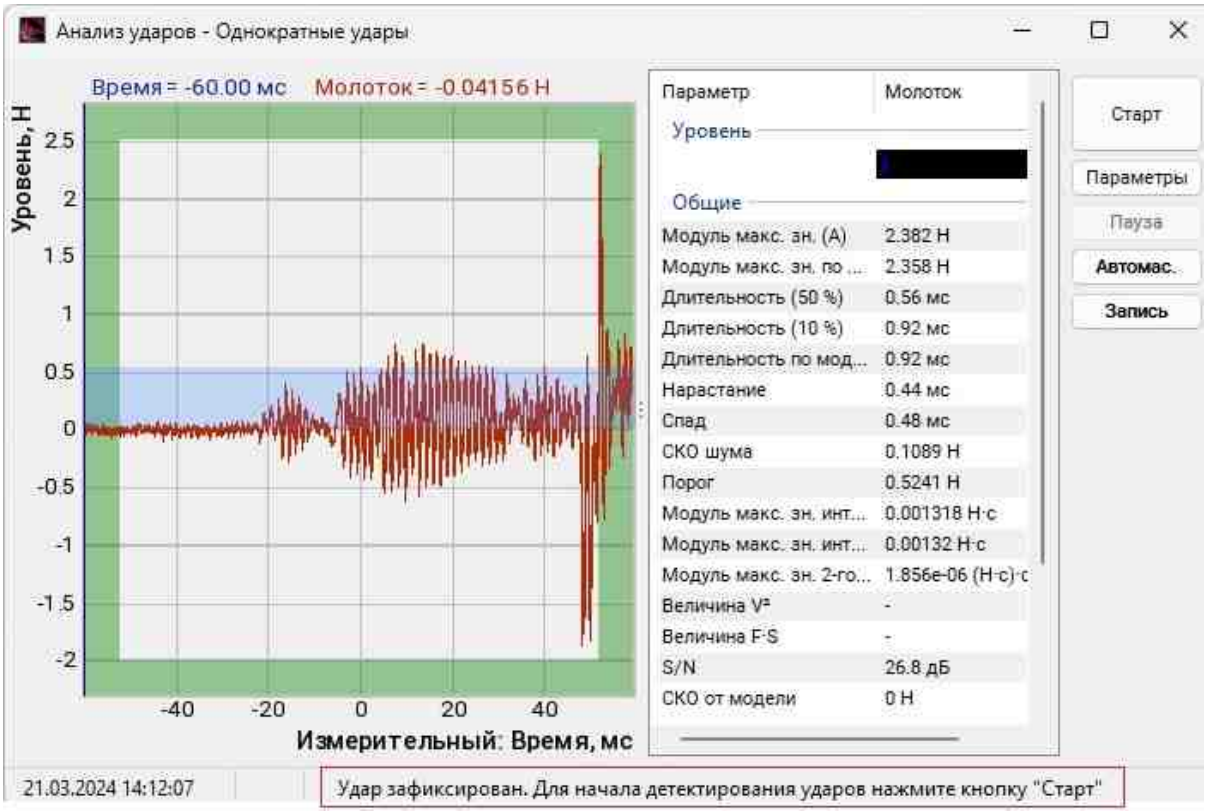


Рис. 7 Поле «Журнал событий» в окне «Анализ ударов»

Параметр «Сохранить параметры ударов» в области «Анализ ударов» служит для активации сохранения информации по регистрируемым ударам в директорию, указанную в окне «Результаты» (*Рис. 8*).

Параметр «Сохранять удары с заданным интервалом» в окне «Результаты» определяет шаг при сохранении ударов: «1» - сохраняется каждый удар, «2» - каждый второй удар, «3» - каждый третий удар и т.д..

Активация кнопки «Выберите параметры, которые будут отображаться в таблице параметров ударов» в окне «Настройка параметров» (*Рис. 5*) вызывает соответствующее окно (*Рис. 9*) в котором можно определить те параметры, которые необходимо отображать в окне «Анализ ударов».

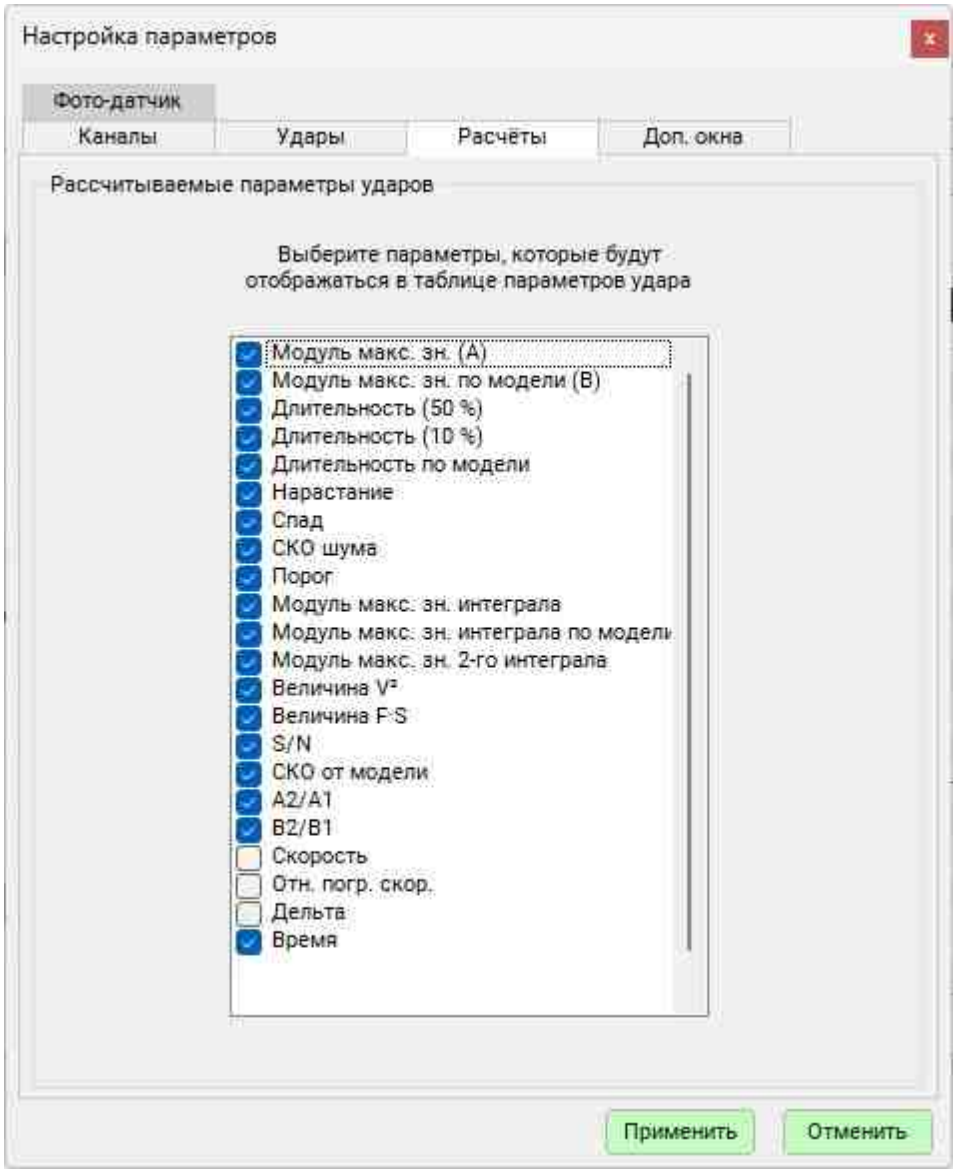


Рис. 9 Окно «Выбор отображаемых параметров»

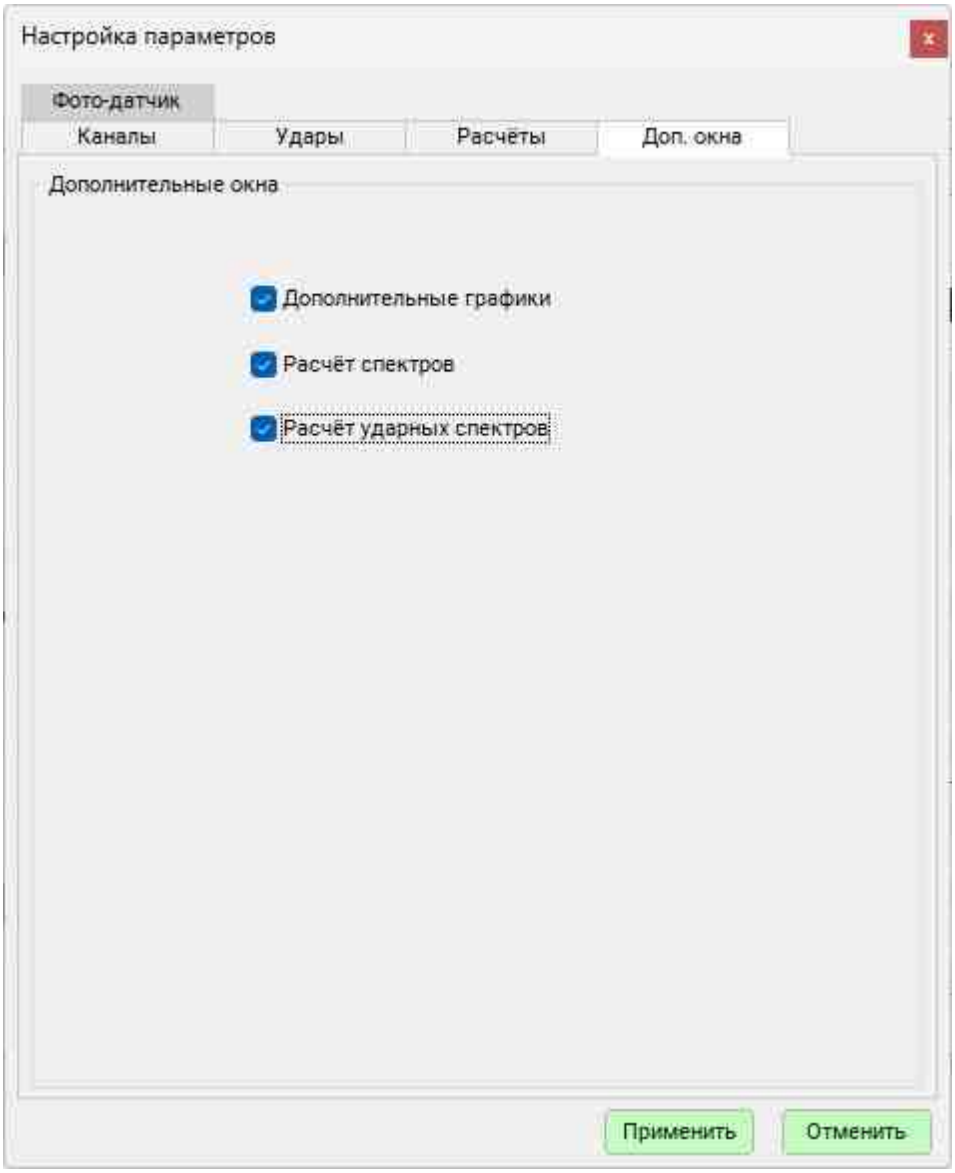


Рис. 10 Окно «Дополнительные окна» Выбираем



Рис. 11 Окно «Дополнительные графики - Молоток.

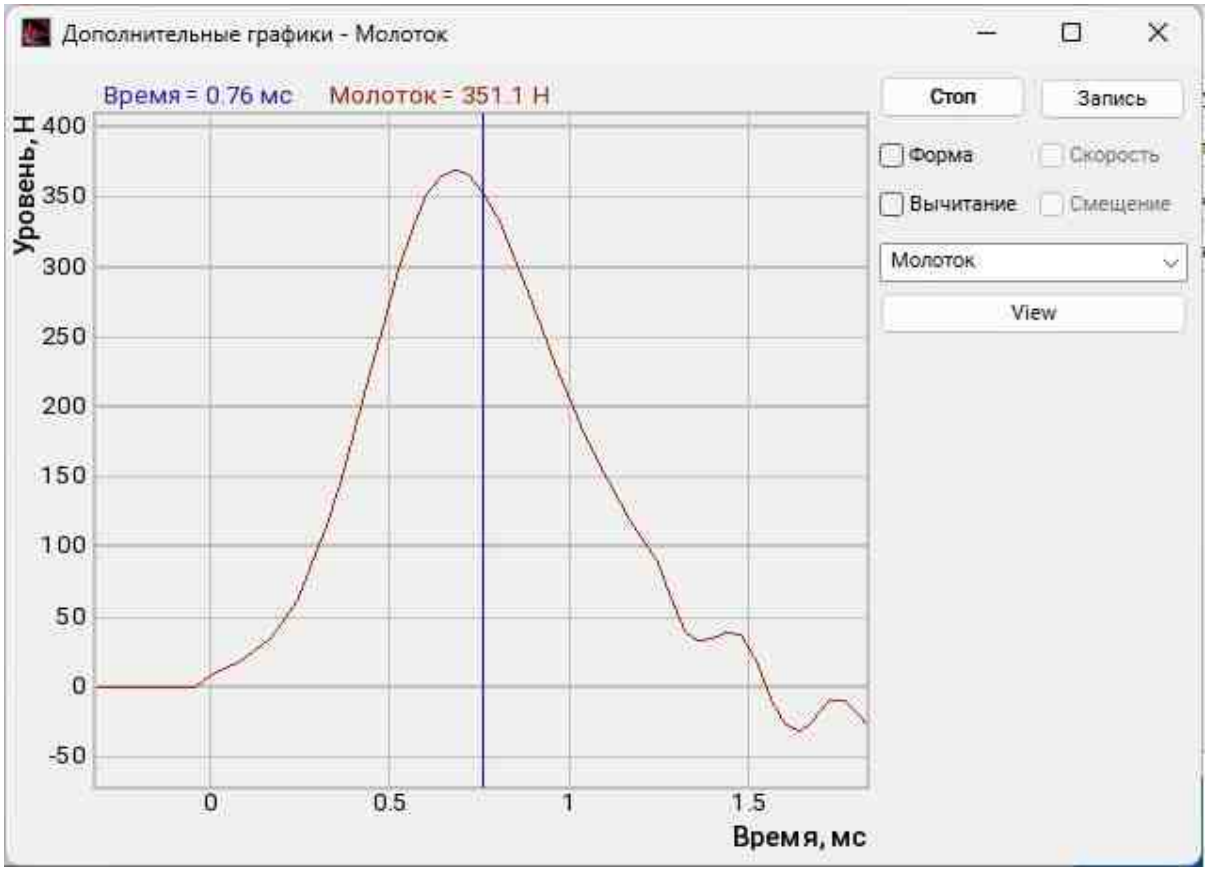


Рис. 12 Окно «Дополнительные графики - Молоток.. View (Просмотр)

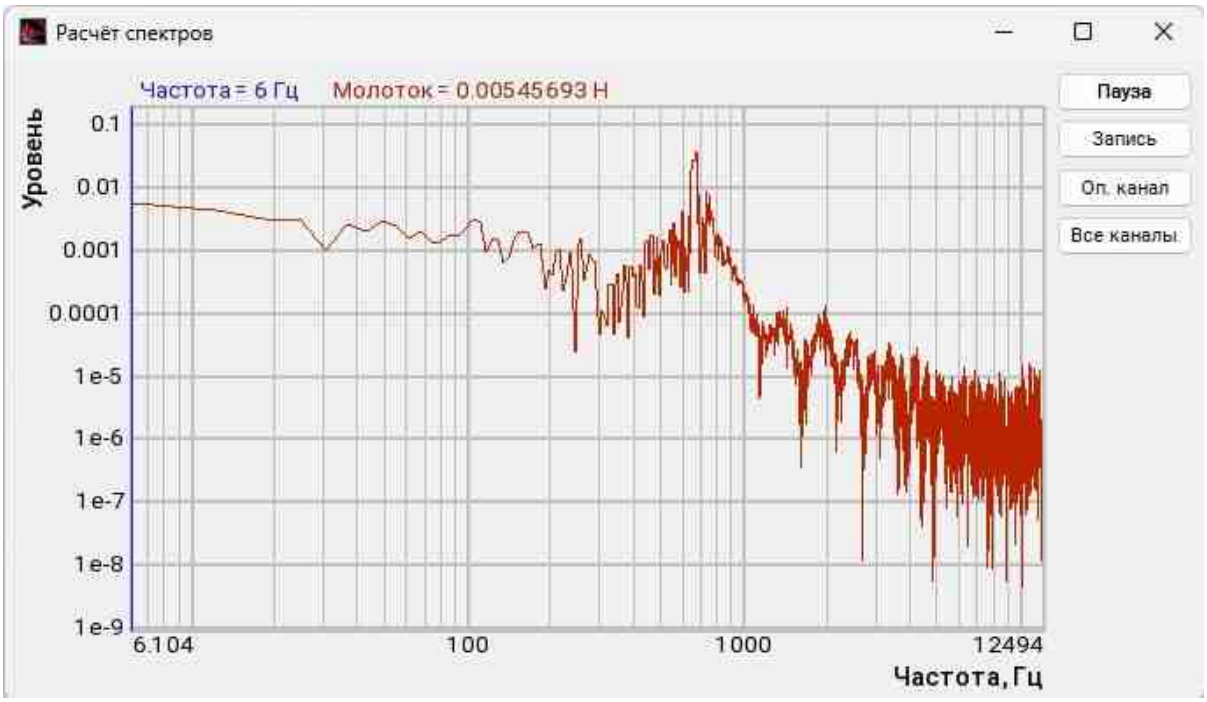


Рис. 13 Окно «Дополнительные графики - Молоток.. Расчёт спектров



Рис. 14 Окно «Дополнительные графики - Молоток.. Расчёт ударных спектров

Порядок работы .....

Убедиться в том, что измерительное оборудование (анализатор, контроллер СУВ и т.п.) подключено, а также настроены и активированы измерительные каналы необходимые для регистрации ударов.

Руководствуясь разделом *Рис. 7* выполнить настройку параметров программы «Анализ ударов».

После чего активировать кнопку «Старт» в окне программы «Анализ ударов» после чего программа перейдет в режим регистрации ударов.

После детектирования удара, амплитуда которого превысит пороговый уровень, будет произведена его регистрация.

В случае если выбран режим регистрации по опорному каналу (активирован параметр «Опорный канал»), окно программы «Анализ ударов» включает два графика (*Рис. 25*), верхний для отображения опорного канала, а нижний для остальных активных измерительных каналов.

В случае если режим по опорному каналу деактивирован, то все активные измерительные каналы отображаются в окне программы «Анализ ударов» на одном графике (*Рис. 26*).

При необходимости сохранить в отчет результаты, зафиксированные на экране следует активировать кнопку «Запись».

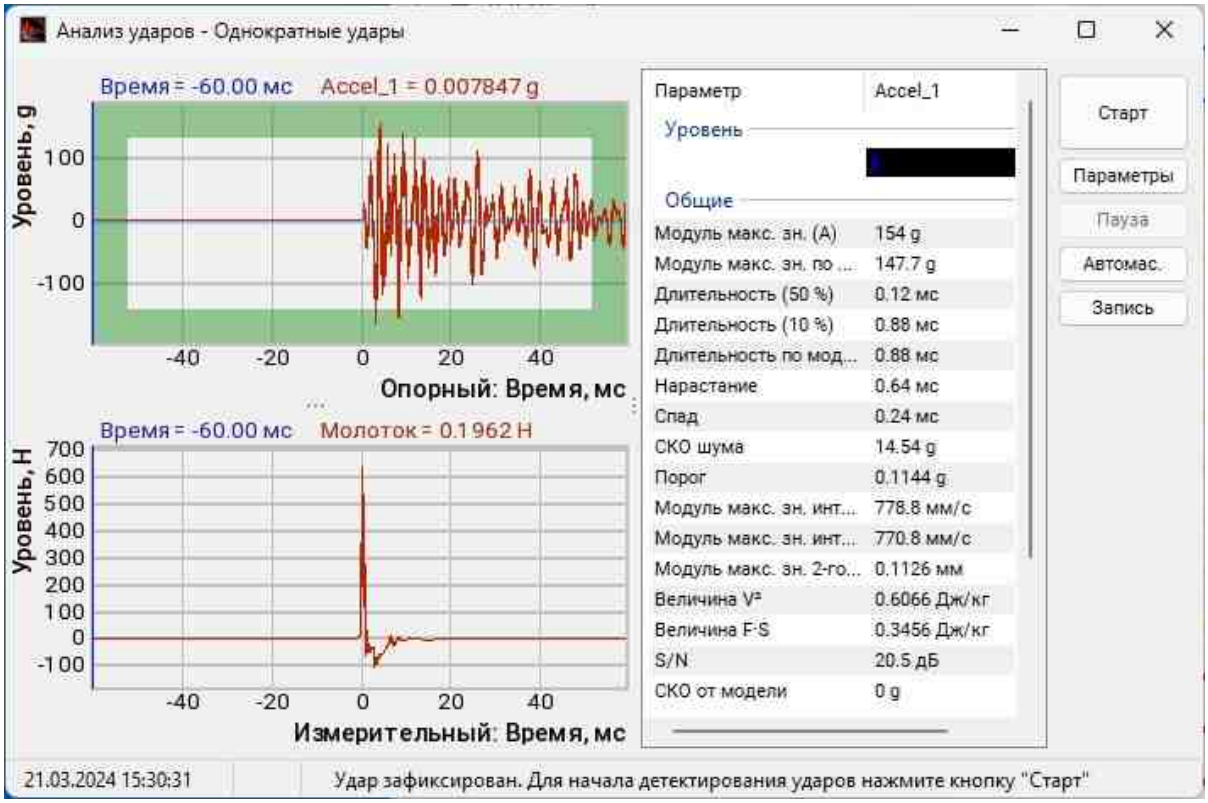


Рис. 25 Окно «Анализ ударов» при регистрации с опорным каналом

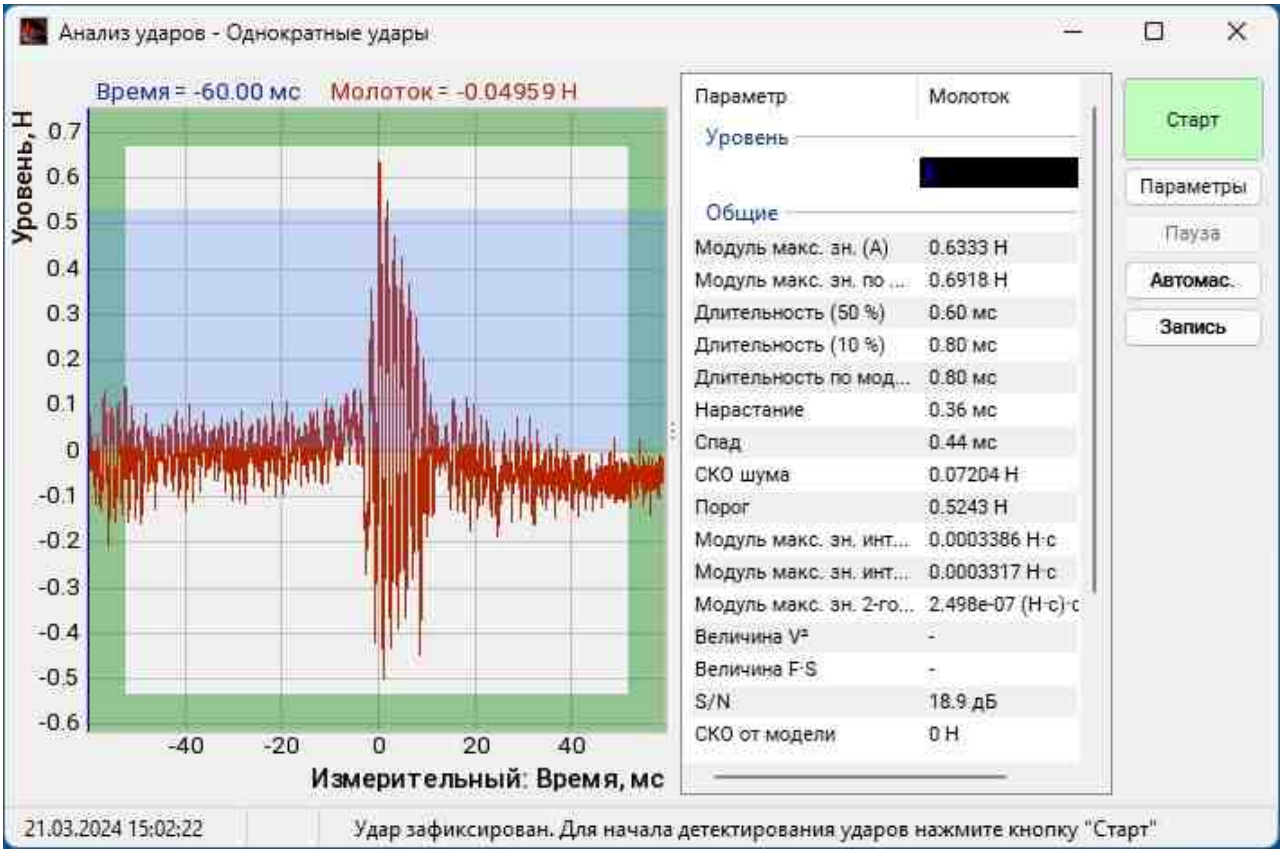


Рис. 26 Окно «Анализ ударов» при регистрации без опорного канала

Измерение

Программы раздела "Измерение" предназначены для измерения различных параметров сигналов.

Вольтметры являются универсальными измерительными приборами и рассчитывают постоянные и переменные уровни сигналов (СКЗ, СКО, амплитудные, пиковые и др.). При подключении вибродатчиков вольтметр переменного тока покажет уровень вибрации (ускорение), при подключении датчиков тока - перейдет в режим амперметра и т.д.

Такие программы как "Тензометр", "Виброметр", "Термометр" являются специализированными и предназначены для измерения параметров при подключении датчиков определенного типа с использованием соответствующего оборудования (тензостанции, анализатора спектра).

Программы "Энкодер", "Торсиограф", "Тахометр" предназначены для измерений параметров, связанных с вращением: угла поворота, скорости вращения, неравномерности вращения и т.п.

Все программы раздела "Измерение" отображают результат измерения на цифровом табло. Специализированные программы (т.е. все, кроме вольтметров) создают виртуальные каналы с результатами обработки, которые доступны другим программам **ZETLAB**. Это позволяет, например, вести запись температуры Многоканальным самописцем, построить взаимную зависимость напряженности от приложенной силы на XYZ-осциллографе, получить спектр виброперемещения и т.д.

Вольтметр переменного тока .....

Программа **Вольтметр переменного тока**, поставляемая в виде исполняемого файла "VoltMeter.exe", предназначена для измерения параметров переменных сигналов. Измеряемые параметры - амплитуда, пиковое значение и среднеквадратическое значение (СКЗ) переменной составляющей сигнала.

Программа **Вольтметр переменного тока** может применяться в различных областях науки и техники.

Программа **Вольтметр переменного тока** предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе "Требования к ПК" настоящего руководства. На компьютере должно быть установлено ПО **ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО **ZETLAB**.

Программа **Вольтметр переменного тока** может содержать незначительные изменения, не описанные в данном руководстве.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Вольтметр переменного тока** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным переменным сигналом. Под переменным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого зависят от времени. В первую очередь программа **Вольтметр переменного тока** ориентирована на работу с гармоническими сигналами, имеющими не нулевую постоянную составляющую.

Для оцифровки аналоговых сигналов можно использовать:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Вольтметр переменного тока мощности входит в группу программ **Измерение**

Принцип работы .....

При вычислении измеряемых параметров входных сигналов выполняются следующие операции:

- с сервера данных **ZETLAB** считывается некоторое количество отсчётов с выбранного канала;
- из полученных отсчётов выделяется выборка, содержащая целое число периодов;
- в выборке отсчётов определяется среднее значение;
- отсчёты в выборке центрируются;
- по центрированным отсчётам в выборке определяется, СКЗ и амплитуда переменной составляющей сигнала, которая определяется как половина размаха сигнала.

С сервера данных **ZETLAB** считывается отсчёты количеством N

$$N = time * Freq_{ADC}$$

где: *time* - время усреднения, $Freq_{ADC}$ - частота дискретизации АЦП. Время усреднения может принимать следующие значения: 0.1 с; 1 с; 10 с.

По полученным отсчётам определяется некоторое среднее значение как среднее между максимальным и минимальным значениями. Затем определяется отсчёт первого перехода значения сигнала через полученное среднее значение. Обозначим номер этого отсчёта как n_1. Далее определяется отсчет последнего перехода того же направления через это среднее значение. Обозначим номер этого отсчёта как n_2. Тогда

$$\bar{x} = \frac{1}{n_2 - n_1} \sum_{n=n_1}^{n_2-1} x_n ,$$

$$СКЗ = \sqrt{\frac{1}{n_2 - n_1} \sum_{n=n_1}^{n_2-1} (x_n - \bar{x})^2} ,$$

$$A_{пик} = \max(\max(\sum_{n=n_1}^{n_2-1} (x_n - \bar{x})), -\min(\sum_{n=n_1}^{n_2-1} (x_n - \bar{x}))) ,$$

$$A = [\max(\sum_{n=n_1}^{n_2-1} (x_n - \bar{x})) - \min(\sum_{n=n_1}^{n_2-1} (x_n - \bar{x}))] * 0.5 .$$

где: $\bar{x}$ - рассчитанное значение величины сигнала, x_n - n-ный отсчёт входного сигнала. $A_{пик}$ - пиковое значение переменной составляющей сигнала, A - амплитуда переменной составляющей сигнала.

Для оптимизации ресурсов, используемых программой, при чтении данных с АЦП всегда используется время, равное 0.1 с, и далее с помощью определённых действий с данными выполняются вычисления в соответствии с представленными выше формулами. Поэтому следует избегать использования частот дискретизации АЦП, для которых произведение

$$0,1 * Freq_{ADC}$$

не является целым числом.

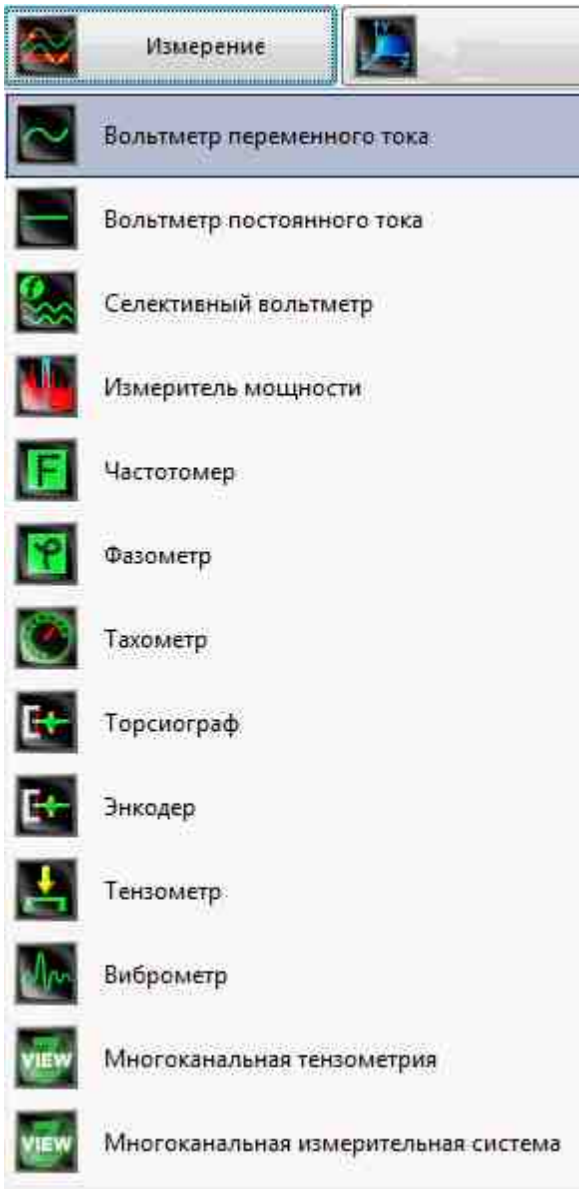
Для времён усреднений 0,1 и 1 с выборки сигналов, используемые для вычислений, являются не перекрывающимися, идущими друг за другом без потери данных. При этом рассчитанные данные в окне программы обновляются соответственно через 0,1 или 1 с.

Для времени усреднения 10 с для обоих измеряемых параметров реализовано скользящее среднее с перекрытием данных 90%. Обновление данных в окне программы в этом случае осуществляется с интервалом в 1 с.

Сразу после загрузки программа начинает свою работу.

Интерфейс программы .....

Программа **Вольтметр переменного тока** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск вольтметра переменного тока

*Примечание: программу **Вольтметр переменного тока** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: VoltMeter.exe.*

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для измерений канала.



Вольтметр переменного тока

Название программы изменяется в зависимости от размерности выбранного канала для изменений, подключенного к измерительному каналу.

При подключении датчика тока с соответствующей настройкой измерительного канала в **Диспетчере устройств ZET** название программы изменяется на **Амперметр переменного тока,** и программа будет отображать значение тока:



Амперметр переменного тока

При подключении, например, датчика вибрации с соответствующей настройкой измерительного канала в **Диспетчере устройств ZET** название программы изменяется на **Измеритель переменного значения,** и программа будет отображать значение виброускорения:



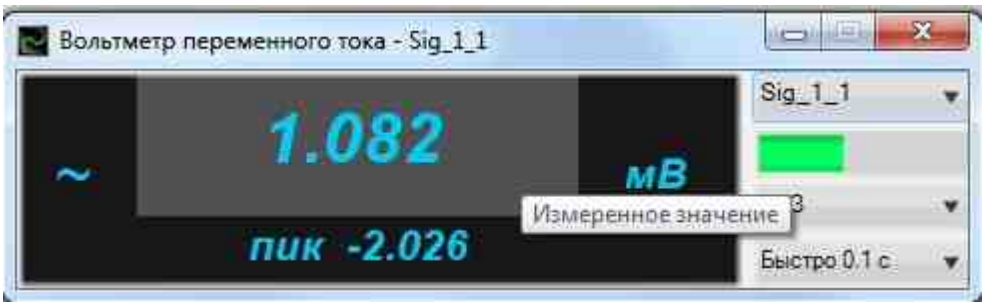
Измеритель переменного значения

В таблице ниже представлены все возможные варианты заголовков программы.

Заголовок	Размерность канала
Вольтметр переменного тока	В, мВ или мкВ
Амперметр переменного тока	А, мА или мкА
Температура	град или С
Измеритель переменного значения	остальные случаи

В левой части окна расположены 4 индикатора, которые на черном фоне синем шрифтом отображают символьную информацию. Левый индикатор всегда отображает знак "тильда" - принятое обозначение переменного тока. Правый отображает размерность выбранного канала, которая может меняться при изменении канала. Верхний индикатор отображает измеренное программой значение амплитуды или СКЗ переменной составляющей выбранного канала. Точность отображения определяется минимальным значением данного канала, которое является одним из параметров канала, и которое можно узнать или отредактировать с помощью программы **Диспетчер устройств ZET** вкладки **Сервисные** панели **ZETLAB**. Нижний индикатор отображает слово "пик" и через пробел - пиковое значение переменной составляющей сигнала.

При наведении курсора "мыши" на верхний или нижний индикатор вид курсора меняется на изображение правой руки с вытянутым указательным пальцем. Сам индикатор меняет цвет своего фона с черного на серый (см. Рис. ниже). Индикатор становится выбранным, клик левой кнопкой "мыши" по нему осуществляет копирование представленного на индикаторе числа в буфер обмена. Копирование осуществляется в текстовом режиме, что позволяет использовать скопированное число в других программах, например, в текстовом редакторе "Word" или электронной таблице "Excel". Одновременное нажатие клавиш клавиатуры "Ctrl" и "C" выполняет копирование в буфер обмена значения, представленного в верхнем индикаторе.



Копирование результатов измерений в буфер обмена

В правой части окна программы расположены четыре элемента: первый (сверху) для выбора измеряемого канала, второй, отображающий интегральный уровень загрузки канала, третий для выбора отображаемой в верхнем индикаторе величины и четвертый для выбора времени усреднения.

При наведении курсора манипулятора "мыши" на индикатор, в котором отображается измеренное значение, вид курсора меняется на изображение правой руки с вытянутым указательным пальцем. Сам индикатор меняет цвет своего фона с черного на серый (см. Рис. Копирование результатов измерений в буфер обмена). Индикатор становится выбранным, клик левой кнопкой "мыши" по нему осуществляет копирование представленного на индикаторе числа в буфер обмена. Копирование осуществляется в текстовом режиме, что позволяет использовать скопированное число в других программах, например, в текстовом редакторе "Word" или электронной таблице "Excel". Одновременное нажатие клавиш клавиатуры "Ctrl" и "C" также выполняет копирование строки из индикатора в буфер обмена.

При копировании текста из индикатора в буфер обмена символ "точка", разделяющий в индикаторе целую часть числа от дробной, меняется на символ, определённый для данной цели в профиле пользователя, под которым запущена программа (см. в панели управления раздел "Язык и региональные стандарты->Дополнительные параметры", параметр "Разделитель целой и дробной части"). В настойках русскоязычной ОС по умолчанию этот

символ задаётся запятой. Такая замена позволяет электронным таблицам типа "Excel" автоматически определять копируемый текст как число.

При клике левой кнопкой "мыши" по первому верхнему элементу появляется выпадающий перечень доступных каналов сервера **ZETLAB**, пример которого представлен на рисунке ниже. Выбор канала осуществляется путём клика левой кнопки "мыши" на требуемом канале. После этого перечень каналов исчезает, в заголовке окна появляется название выбранного канала, правый индикатор отображает размерность нового канала, а также возможна замена заголовка программы в соответствии с таблицей, приведенной выше.

После изменения измеряемого канала, а также в самом начале работы программы ни верхний, ни нижний индикаторы не отображают никаких чисел, т.к. параметры сигнала ещё не измерены. Первые значения будет определены только через время, равное времени усреднения.



Выбор измерительного канала

Примечание:

При работе программы вольтметра с каким-либо виртуальным каналом (канал генератора, канал программ "Формула", "Фильтрация каналов" и др.) возможна ситуация, когда оператор закрывает программу, создавшую данный виртуальный канал. При этом виртуальный канал пропадает, а программа переходит в режим замещения канала. В этом режиме программа начинает работать с другим каналом, чаще с каналом, имеющим номер 0. При появлении виртуального канала программа автоматически переходит на работу с ним. Если программу, работающую в режиме замещения канала, закрыть, то программа запомнит, с каким виртуальным каналом она работала. При следующем старте программа сделает попытку восстановить работу с этим виртуальным каналом. Выход из режима замещения канала происходит после выбора оператором другого канала для работы с программой.

При работе проектов ZETView режим замещения каналов при работе программы не выполняется. В этом случае при пропадании канала программа остановится, и будет ждать либо появления пропавшего канала, либо задания другого канала.

Второй элемент показывает интегральный уровень сигнала. Отображение осуществляется с помощью изменения цвета индикатора и ширины цветного поля индикатора, который может занимать до двух третей всего поля. При изменении уровня канала от минимального до максимального допустимого уровня цвет меняется от синего до красного. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется

красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не кликнет по индикатору левой кнопкой "мыши".

Третий элемент позволяет выбрать параметр для отображения в верхнем индикаторе. При клике левой кнопкой "мыши" по этому элементу появляется выпадающий перечень доступных вариантов, который представлен на рисунке ниже. Галочкой отмечена строка, соответствующая текущему варианту отображения. Для его изменения необходимо кликнуть левой кнопкой "мыши" по строке с требуемым вариантом.



Выбор режима измерений

Имеется возможность вывода параметров в дБ. При этом величина опорного значения, относительно которой рассчитывается десятичный логарифм, является параметром выбранного канала, который можно узнать или отредактировать с помощью программы **Диспетчер устройств ZET** вкладки **Сервисные** панели **ZETLAB**. Для каналов, измеряющих напряжение, эта величина равняется 1 мкВ. При выборе вариантов отображения в дБ пиковое значение, отображаемое в нижнем индикаторе, также пересчитывается в дБ.

Нижний элемент предназначен для выбора времени усреднения. При клике левой кнопкой "мыши" по элементу появляется выпадающий перечень, представленный на рисунке ниже. Галочкой отмечена строка, соответствующая текущему времени усреднения. Для его изменения необходимо кликнуть левой кнопкой "мыши" по строке с требуемым значением времени усреднения.



Выбор времени усреднения

Сообщения программы .....

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки **Сервисные** панели управления **ZETLAB**.

Формат сообщений, записываемых программами ПО **ZETLAB** в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где имя программы в данном случае - "Вольтметр постоянного тока"; xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице ниже приведены сообщения программы.

Текст сообщения	Категория
Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка
Файл конфигурации в папке DirConfig не доступен	ошибка
Ошибка при вызове справки программы	ошибка
Папка DirSignal не доступна	ошибка
Папка DirResult не доступна	ошибка
Программа начала работать	сообщение
Частота дискретизации АЦП = xxx.xx Гц	сообщение
Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта	ошибка
Переходим на канал - Сигнал x	сообщение
Переходим на усреднение с кодом x	сообщение
Поток сервера не отвечает на запросы. Программа будет закрыта	ошибка
Программа завершила свою работу	сообщение

При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ **ZETLAB** дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Получение сообщения "Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта" говорит о том, что в данный момент времени загружено слишком много программ, работающих с сервером данных **ZETLAB**, либо о том, что используемый компьютер имеет недостаточный объём ОЗУ. В первом случае следует закрыть неиспользуемые программы и перезапустить программу. Во втором случае необходимо либо заменить компьютер, либо в используемом увеличить объём ОЗУ.

Вольтметр постоянного тока .....

Программа **Вольтметр постоянного тока**, поставляемая в виде исполняемого файла "VoltMeterDC.exe", предназначена для измерения параметров постоянных сигналов. Измеряемые параметры - величина сигнала и её среднеквадратическое отклонение (СКО).

Программа может применяться в различных областях науки и техники.

Программа предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе Требования к ПК. На компьютере должно быть установлено ПО **ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО **ZETLAB**.

Программа может содержать незначительные изменения, не описанные в данном руководстве.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Вольтметр постоянного тока** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным постоянным сигналом. Под постоянным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого в статистическом смысле либо не зависят от времени, либо изменениями которых за время измерения можно пренебречь.

Примеры допустимых параметров, измеряемых программой: сила тока и напряжение постоянного тока, температура медленно меняющихся процессов.

Пример недопустимого параметра, измеряемого программой: постоянная составляющая переменного тока с ненулевой амплитудой. В данном случае мгновенное значение напряжения и силы тока будут изменяться в соответствии с некоторой временной функцией. Для периодического сигнала эта функция будет периодической, например, для гармонического сигнала временная функция будет иметь "синусоидальный" вид.

Для оцифровки аналоговых сигналов можно использовать:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Вольтметр постоянного тока мощности входит в группу программ **Измерение**

Принцип работы .....

Значение постоянного входного сигнала программа рассчитывает по формуле

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} x_n ,$$

$$N = time * Freq_{ADC},$$

где: $\bar{x}$ - рассчитанное значение величины сигнала, N - количество отсчётов, x_n - n-ный отсчёт входного сигнала. *time* - время усреднения, $Freq_{ADC}$ - частота дискретизации АЦП.

Время усреднения может принимать следующие значения: 0.1 с; 1 с; 10 с. Для оптимизации ресурсов, используемых программой, при чтении данных с АЦП всегда используется время, равное 0.1 с, и далее с помощью очевидных действий с данными выполняются вычисления в соответствии с представленной выше формулой. Поэтому следует избегать использования частот дискретизации АЦП, для которых произведение

$$0{,}1 * Freq_{ADC}$$

не является целым числом.

При выборе переменного сигнала рассчитанное значение будет являться смещённым относительно истинного значения. Так для гармонического сигнала только в случае равенства времени усреднения целому числу периодов сигнала рассчитанное программой значение будет равняться постоянной составляющей гармонического сигнала. Иначе появляется смещение, величина которого будет определяться соотношением частот сигнала и дискретизации АЦП. Следует отметить, что с увеличением частоты входного сигнала смешение рассчитанного значения уменьшается.

СКО значения постоянного входного сигнала s программа рассчитывает по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{n=0}^{N-1}(x_n - \bar{x})^2} .$$

При использовании переменного сигнала в качестве входного сигнала рассчитанное СКО будет равняться (при N>>1) среднеквадратическому значению центрированного сигнала.

Несмотря на то, что при выборе любого времени усреднения сигнал оцифровывается порциями по 0.1 с, отображаемое значение СКО соответствуют вышеприведённой для неё формуле.

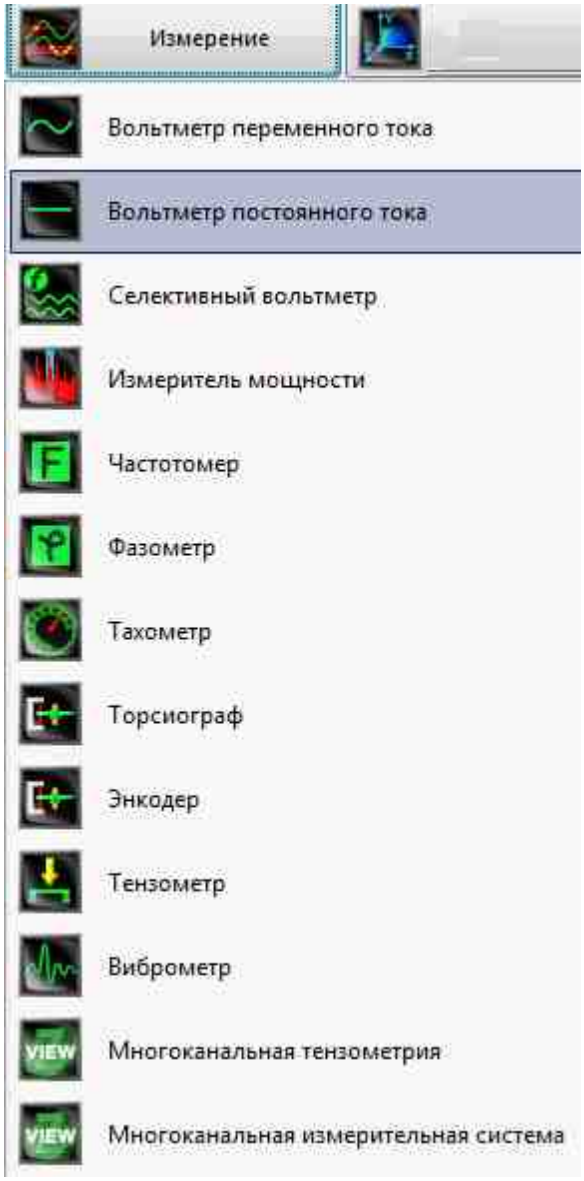
Для времён усреднений 0,1 и 1 с выборки сигналов, используемые для вычислений, являются не перекрывающимися, идущими друг за другом без потери данных. При этом рассчитанные данные в окне программы обновляются соответственно через 0,1 или 1 сек.

Для времени усреднения 10 с для обоих измеряемых параметров реализовано скользящее среднее с перекрытием данных 90%. Обновление данных в окне программы в этом случае осуществляется с интервалом в 1 сек.

Сразу после загрузки программа начинает свою работу.

Интерфейс программы .....

Программа **Вольтметр постоянного тока** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск программы "Вольтметр постоянного тока"

Окно программы представлено на рисунке ниже. Окно имеет сверху строку заголовка с функциональными кнопками, слева индикаторы для отображения информации, справа элементы контроля режима работы программы.



Вольтметр постоянного тока

Строка заголовка программы содержит сам заголовок и имя измеряемого канала. Заголовок изменяется в зависимости от размерности выбранного канала для изменений. В таблице ниже представлены все возможные варианты заголовков программы.

Заголовок	Размерность канала
Вольтметр постоянного тока	В, мВ или мкВ
Амперметр постоянного тока	А, мА или мкА
Температура	град или С
Измеритель постоянного значения	остальные случаи

В левой части окна расположены 2 индикатора, которые на черном фоне синем шрифтом отображают символьную информацию. Правый отображает размерность выбранного канала, которая может меняться при изменении канала. Верхний индикатор отображает измеренное программой значение выбранного канала. Точность отображения определяется минимальным значением данного канала, которое является одним из параметров канала, и которое можно узнать или отредактировать с помощью программы **Диспетчер устройств ZET** вкладки **Сервисные** панели **ZETLAB**.

При наведении курсора манипулятора "мыши" на индикатор, в котором отображается измеренное значение, вид курсора меняется на изображение правой руки с вытянутым указательным пальцем. Сам индикатор меняет цвет своего фона с черного на серый (см. Рис. Копирование результатов измерений в буфер обмена). Индикатор становится выбранным, клик левой кнопкой "мыши" по нему осуществляет копирование представленного на индикаторе числа в буфер обмена. Копирование осуществляется в текстовом режиме, что позволяет использовать скопированное число в других программах, например, в текстовом редакторе "Word" или электронной таблице "Excel". Одновременное нажатие клавиш клавиатуры "Ctrl" и "C" также выполняет копирование строки из индикатора в буфер обмена.

При копировании текста из индикатора в буфер обмена символ "точка", разделяющий в индикаторе целую часть числа от дробной, меняется на символ, определённый для данной цели в профиле пользователя, под которым запущена программа (см. в панели управления раздел "Язык и региональные стандарты->Дополнительные параметры", параметр "Разделитель целой и дробной части"). В настойках русскоязычной ОС по умолчанию этот символ задаётся запятой. Такая замена позволяет электронным таблицам типа "Excel" автоматически определять копируемый текст как число.

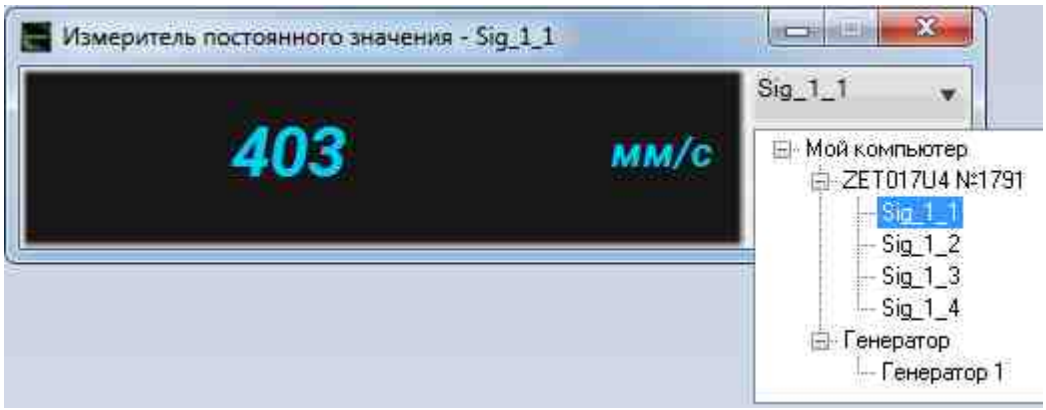


Копирование измеренного значения

В правой части окна программы расположены три элемента: верхний для выбора измеряемого канала, средний, отображающий интегральный уровень загрузки канала, и нижний для выбора времени усреднения.

При наведении курсора манипулятора "мыши" на верхний и нижний элементы вид курсора меняется на изображение правой руки с вытянутым указательным пальцем.

При клике левой кнопкой "мыши" по верхнему элементу появляется выпадающий перечень доступных каналов сервера **ZETLAB**, пример которого представлен на рисунке ниже. Выбор канала осуществляется путём клика левой кнопки "мыши" на требуемом канале. После этого перечень каналов исчезает, в заголовке окна появляется название выбранного канала, правый индикатор отображает размерность нового канала, а также возможна замена заголовка программы в соответствии с таблицей, приведенной выше.



Выбор измерительного канала

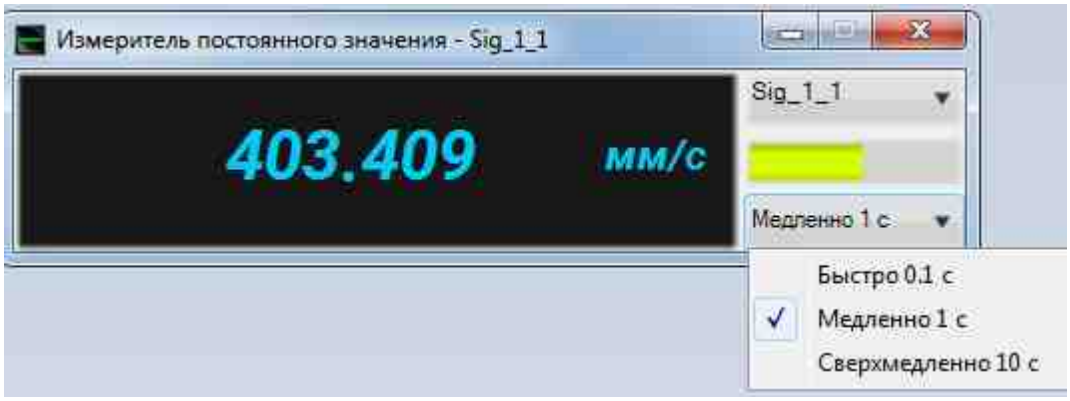
Примечание:

При работе программы вольтметра с каким-либо виртуальным каналом (канал генератора, канал программ "Формула", "Фильтрация каналов" и др.) возможна ситуация, когда оператор закрывает программу, создавшую данный виртуальный канал. При этом виртуальный канал пропадает, а программа переходит в режим замещения канала. В этом режиме программа начинает работать с другим каналом, чаще с каналом, имеющим номер 0. При появлении виртуального канала программа автоматически переходит на работу с ним. Если программу, работающую в режиме замещения канала, закрыть, то программа запомнит, с каким виртуальным каналом она работала. При следующем старте программа сделает попытку восстановить работу с этим виртуальным каналом. Выход из режима замещения канала происходит после выбора оператором другого канала для работы с программой.

При работе проектов ZETView режим замещения каналов при работе программы не выполняется. В этом случае при пропадании канала программа остановится, и будет ждать либо появления пропавшего канала, либо задания другого канала.

Средний элемент показывает интегральный уровень сигнала. Отображение осуществляется с помощью изменения цвета индикатора и ширины цветного поля индикатора, который может занимать до двух третей всего поля. При изменении уровня канала от минимального до максимального допустимого уровня цвет меняется от синего до красного. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не кликнет по индикатору левой кнопкой "мыши".

Нижний элемент предназначен для выбора времени усреднения. При клике левой кнопкой "мыши" по элементу появляется выпадающий перечень, представленный на рисунке ниже.



Выбор времени усреднения

Сообщения программы .....

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки **Сервисные** панели управления **ZETLAB**.

Формат сообщений, записываемых программами ПО **ZETLAB** в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где имя программы в данном случае - "Вольтметр постоянного тока"; xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице ниже приведены сообщения программы.

Текст сообщения	Категория
Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка

Файл конфигурации в папке DirConfig не доступен	ошибка
Ошибка при вызове справки программы	ошибка
Папка DirSignal не доступна	ошибка
Папка DirResult не доступна	ошибка
Программа начала работать	сообщение
Частота дискретизации АЦП = xxx.xx Гц	сообщение
Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта	ошибка
Переходим на канал - Сигнал x	сообщение
Переходим на усреднение с кодом x	сообщение
Поток сервера не отвечает на запросы. Программа будет закрыта	ошибка
Программа завершила свою работу	сообщение

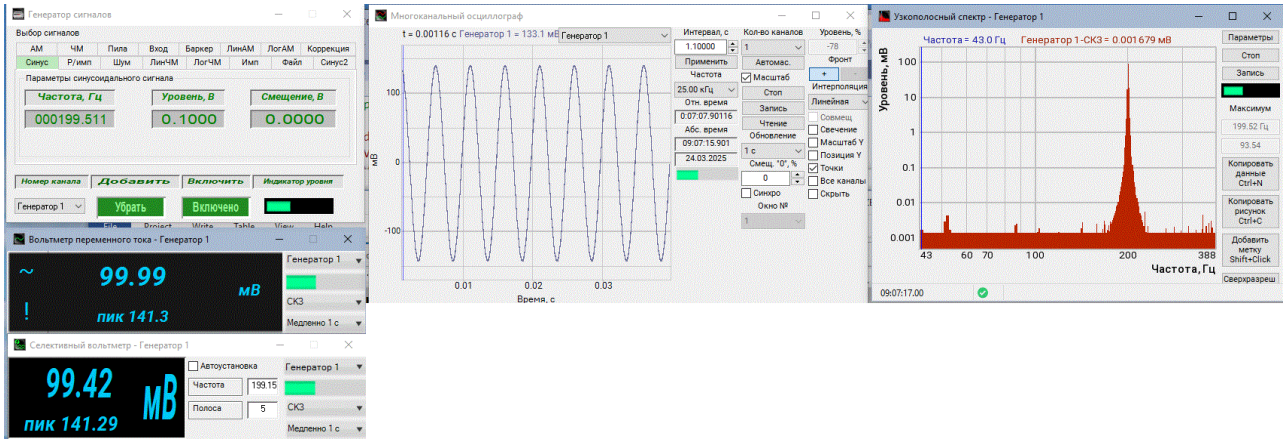
При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ **ZETLAB** дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Получение сообщения "Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта" говорит о том, что в данный момент времени загружено слишком много программ, работающих с сервером данных **ZETLAB**, либо о том, что используемый компьютер имеет недостаточный объём ОЗУ. В первом случае следует закрыть неиспользуемые программы и перезапустить программу. Во втором случае необходимо либо заменить компьютер, либо в используемом увеличить объём ОЗУ.

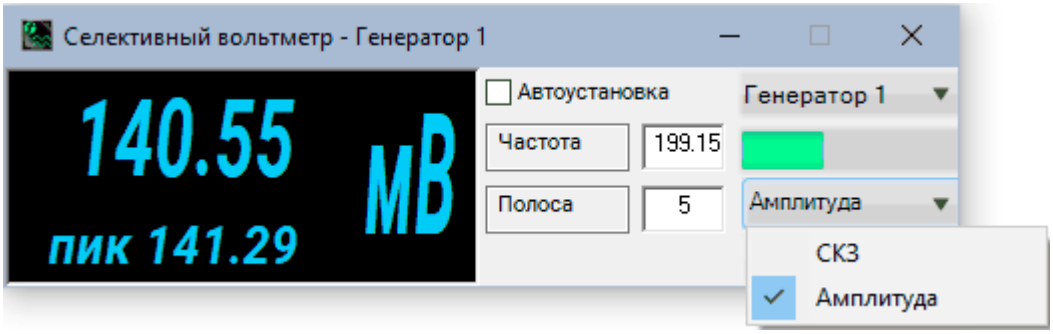
Селективный вольтметр .....

Программа **Селективный вольтметр** предназначена для измерения среднеквадратичного (СКЗ, True RMS) и пикового (пик-пик) значения напряжения переменного тока на основной (несущей) частоте сигнала. Особенностью селективного вольтметра является исключение влияния гармоник на показания.

Ниже приводится пример анализа сигнала различными программами **ZETLAB**: на **осциллографе** отображается форма сигнала, в программе **Узкополосный спектральный анализ** - отклики по набору частотных фильтров, на **вольтметре переменного тока** - СКЗ сигнала во всем измеряемом диапазоне частот, на **селективном вольтметре** - СКЗ сигнала в полосе (1±0,01) Гц.



Сравнение обычного вольтметра и селективного



Амплитудное значение или СКЗ селективного вольтметра

Данный пример наглядно иллюстрирует принцип работы селективного вольтметра - измерение СКЗ сигнала в заданной полосе частот. Это позволяет проводить точные измерения в условиях сильных помех и шумов.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Селективный вольтметр** предназначена для измерения напряжения переменного тока, поступающего на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра. Особенность селективного вольтметра — измерение напряжения на основной несущей частоте сигнала — исключает влияние гармоник на показания.

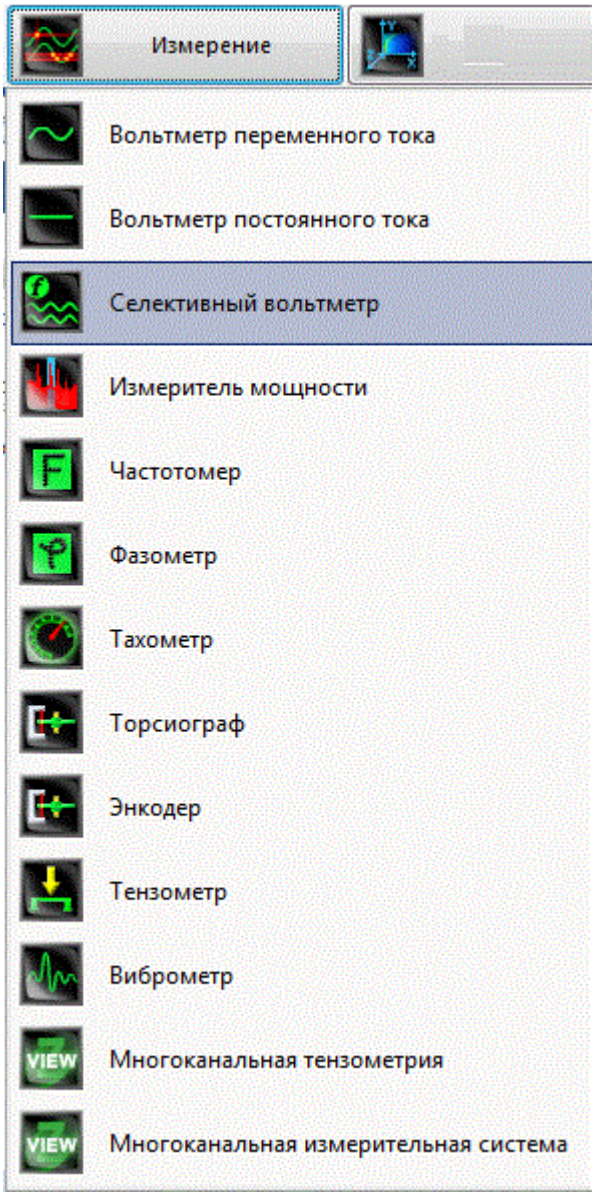
Программа **Селективный вольтметр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Селективный вольтметр входит в группу программ **Измерение**

Интерфейс программы .....

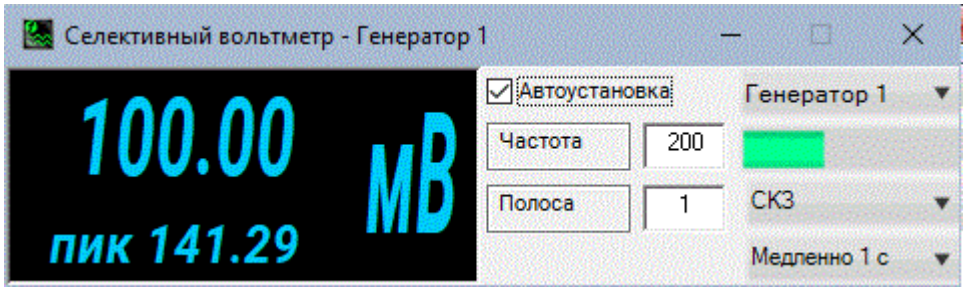
Программа **Селективный вольтметр** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск селективного вольтметра

*Примечание: программу **Селективный вольтметр** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: VoltMeterSel.exe.*

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для измерений канала.



Селективный вольтметр переменного тока

В левой части рабочего окна программы **Селективный вольтметр** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни среднеквадратичного (истинного СКЗ) и пикового значений сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения на несущей частоте с установленной шириной полосы фильтра. Единицы измерения устанавливаются в программе **Диспетчер устройств ZET**.

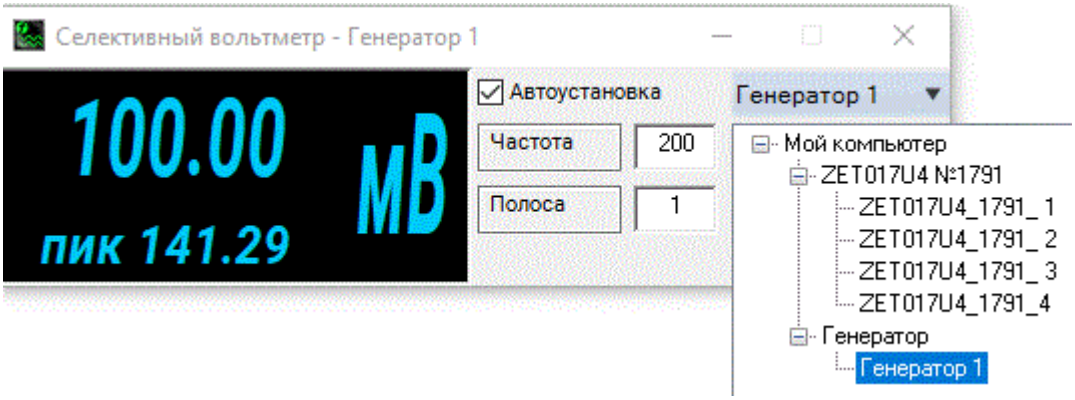
Флаг *Автоустановка* служит для включения/выключения автоматической установки несущей частоты и ширины полосы фильтра. При установленном флажке *Автоустановка* программа сама определяет несущую частоту и ширину полосы. Несущая частота и ширина полосы фильтра устанавливаются в герцах (Гц). При снятом флаге *Автоустановка* несущая частота и ширина полоса фильтра задаются вручную.

Поле ввода несущей частоты, расположенное справа от надписи *Частота*, служит для ввода значения несущей частоты в ручном режиме или для отображения автоматически установленной несущей частоты при установленном флаге *Автоустановка*. В ручном режиме значение несущей частоты вводится с клавиатуры, предварительно нажав левой клавишей «мыши» на это поле. После ввода значения несущей частоты, для расчета СКЗ на этой частоте, нажать кнопку <Enter> клавиатуры.

Поле ввода ширины полосы фильтра, расположенное справа от надписи *Полоса*, служит для ввода значения ширины полосы фильтра в ручном режиме или для отображения автоматически установленной ширины полосы фильтра при установленном флажке Автоустановка. В ручном режиме значение ширины полосы фильтра вводится с клавиатуры, предварительно нажав левой клавишей «мыши» на это поле. После ввода значения ширины полосы фильтра, для расчета СКЗ в этой полосе, нажать кнопку <Enter> клавиатуры.

Для измерения СКЗ и пикового значения, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой), расположенном справа от флага *Автоустановка*, выбрать название этого канала. При этом на графическом индикаторе станет отображаться уровень сигнала в установленных единицах измерения по этому каналу. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

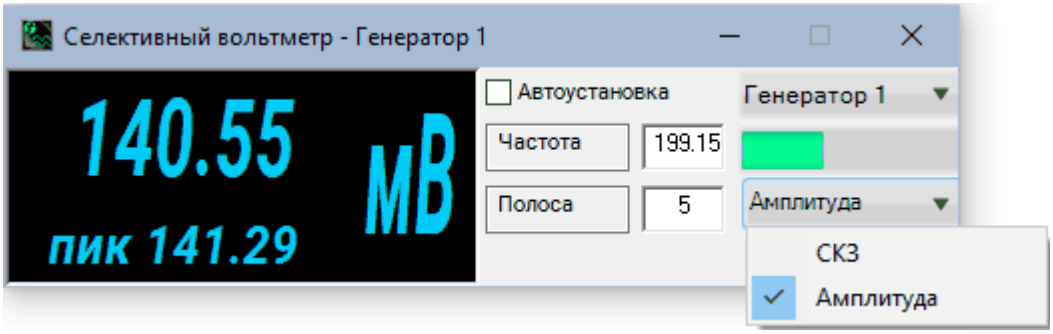
- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками вверх и вниз выбрать канал.



Выбор измерительного канала

В поле списка (со стрелкой), расположенном справа от поля ввода несущей частоты, выбирается время усреднения. Выбор из списка *СКЗ* – устанавливает среднеквадратичное значение, или амплитудное значение .

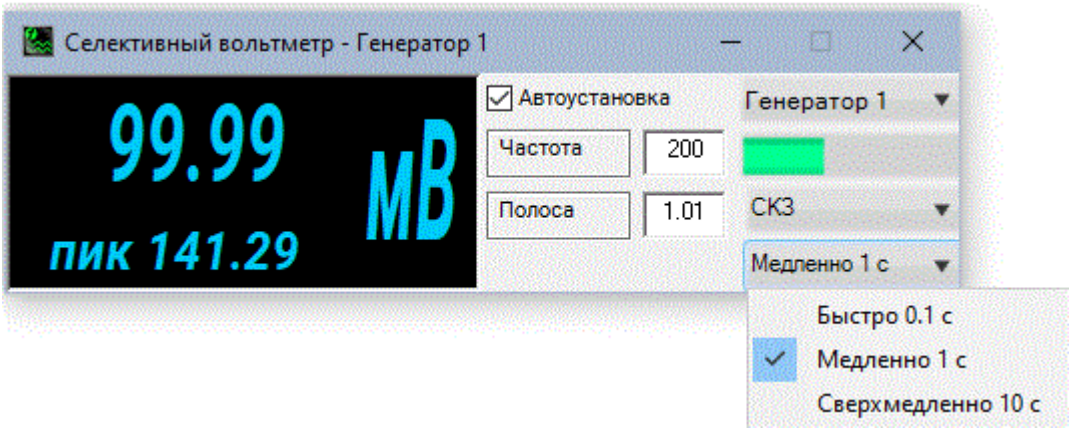
Выбрать необходимое значение можно нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;



Выбор типа отображения

В поле списка (со стрелкой), расположенном справа от поля ввода несущей частоты, выбирается время усреднения. Выбор из списка *Быстрое* – устанавливает время усреднения 0.1 секунды, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Выбор из списка *Медленное* – устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Выбор из списка *Сверхмедленное* – устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом СКЗ правильно измеряется для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц.

Выбрать необходимое время усреднения можно нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка знчение;



Выбор времени усреднения

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Измеритель мощности .....

Программа **Измеритель мощности** предназначена для определения мощности электрического тока, поступающего на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра, или электромагнитного сигнала. На индикаторе отображается активная мощность (P), полная мощность (S) и реактивная мощность (Q), измеряемые по выбранным каналам. Имеется возможность изменения усреднения отображаемого значения (0.1 или 1.0 с), выбора необходимых каналов модуля АЦП и типа отображения значений.



Измеритель мощности

Измеряемые параметры

- **АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ: ВАТТ (W, ВТ)**

  среднее за период T значение мгновенной мощности называется мощностью. В цепях однофазного синусоидального тока: $P=U \cdot I \cdot \cos\varphi$, где U и I — среднеквадратичные значения напряжения и тока, φ — угол сдвига фаз между ними

- **РЕАКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ: ВОЛЬТ-АМПЕР РЕАКТИВНЫЙ (VAR, ВАР)**

  величина, характеризующая нагрузки, создаваемые в электротехнических устройствах колебаниями энергии электромагнитного поля в цепи синусоидального переменного тока, равна произведению среднеквадратичных значений напряжений U и I, умноженному на синус угла сдвига фаз φ между ними: $Q=U \cdot I \cdot \sin\varphi$, где U и I — среднеквадратичные значения напряжения и тока, φ — угол сдвига фаз между ними

- **ПОЛНАЯ МОЩНОСТЬ: ВОЛЬТ-АМПЕР (V·A, В·А)**

  величина, равная произведению действующих значений периодического электрического тока I в цепи и напряжения U на её зажимах: $S=U \cdot I$, где U и I — среднеквадратичные значения напряжения и тока

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы "**Измеритель мощности**" являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным переменным сигналом. Под переменным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого зависят от времени.

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Измеритель мощности входит в группу программ **Измерение**

Интерфейс программы .....

Назначение программы.

Программа **«Измеритель мощности»** предназначена для определения мощности электрического тока или электромагнитного сигнала.

Программа «**Измеритель мощности**» запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.
Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла WattMeter.exe.

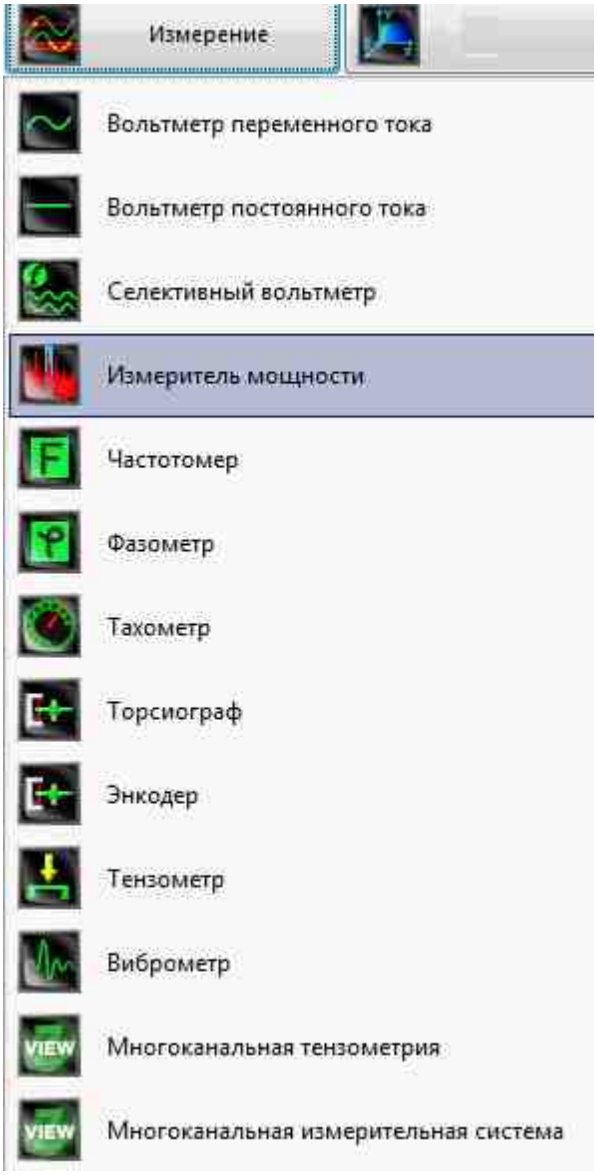


Рис. 1 Запуск измерителя мощности

Описание программы.

Для запуска программы **"Измеритель мощности"** необходимо из меню Измерение (см Рис. 1 Запуск измерителя мощности) панели ZETLab выбрать команду **Измеритель мощности**. На экране монитора появится рабочее окно программы **Измеритель мощно**сти (см. Рис. 2 Измеритель мощности). В заголовке программы будет отображаться название программы и название каналы, по которым измеряется мощность.



Рис. 2 Измеритель мощности

Измеритель мощности.
Программа **«Измеритель мощности»** предназначена для определения мощности электрического тока, поступающего на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра, или электромагнитного сигнала. На индикаторе отображается активная мощность (P), полная мощность (S) и реактивная мощность (Q), измеряемые по выбранным каналам. Имеется возможность изменения усреднения отображаемого значения (0.1 или 1.0 с), выбора необходимых каналов модуля АЦП и типа отображения значений.

Активная мощность: ватт (W, Вт);

Активная мощность - среднее за период T значение мгновенной мощности называется мощностью. В целях однофазного синусоидального тока:

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

, где U и I – среднеквадратичные значения напряжения и тока
φ — угол сдвига фаз между ними.

Реактивная мощность: вольт-ампер реактивный (var, вар);

Реактивная мощность — величина, характеризующая нагрузки, создаваемые в электротехнических устройства колебаниями энергии электромагнитного поля в цепи синусоидального переменного тока, равна произведению среднеквадратичных значений напряжений U и I, умноженному на синус угла сдвига фаз ф между ними:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$$

, где U и I – среднеквадратичные значения напряжения и тока
φ — угол сдвига фаз между ними.

Полная мощность: вольт-ампер (V· A, В· А);

Полная мощность — величина равная произведению действующих значений периодического электрического тока I в цепи и напряжения U на её зажимах:

$$S = U \cdot I$$

, где U и I – среднеквадратичные значения напряжения и тока.

Принцип работы.

В левой части рабочего окна программы **"Измеритель мощности"** расположен графический индикатор, в котором отображаются значения активной (P), полной (S) и реактивной (Q) мощности выбранных каналов установленных единицах измерения.
Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени левой клавишей «мыши» и в выпадающем списке выбрать нужное время усреднения.

Для изменения типа отображения данных левой кнопкой «мыши» нажать на переключатель и в появившемся выпадающем меню выбрать подходящий тип отображения (Вид 1 или Вид 2).

Индикатор «Интегральный уровень» показывает уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимы уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор полностью заполняется красным цветом. Правый край индикатора остается красным до тех, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Для выхода из программы нажать кнопку, расположенную в верхнем правом углу окна.

Частотомер .....

Программа **Частотомер** предназначена для измерения частоты сигнала, поступающего на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра.
На индикаторе отображается измеряемое значение частоты (частоты периодических колебаний) и время периода сигнала, соответствующее измеряемой частоте. Имеется возможность изменения времени усреднения отображаемого значения (0,1; 1 или 10 с) и выбора необходимого канала модуля АЦП, анализатора спектра или виртуального канала.

Важно
Частотомер измеряет в пределах от 0.5 Гц до 50 кГц (зависит от частоты дискретизации прибора)

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Частотомер** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным переменным сигналом. Под переменным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого зависят от времени.

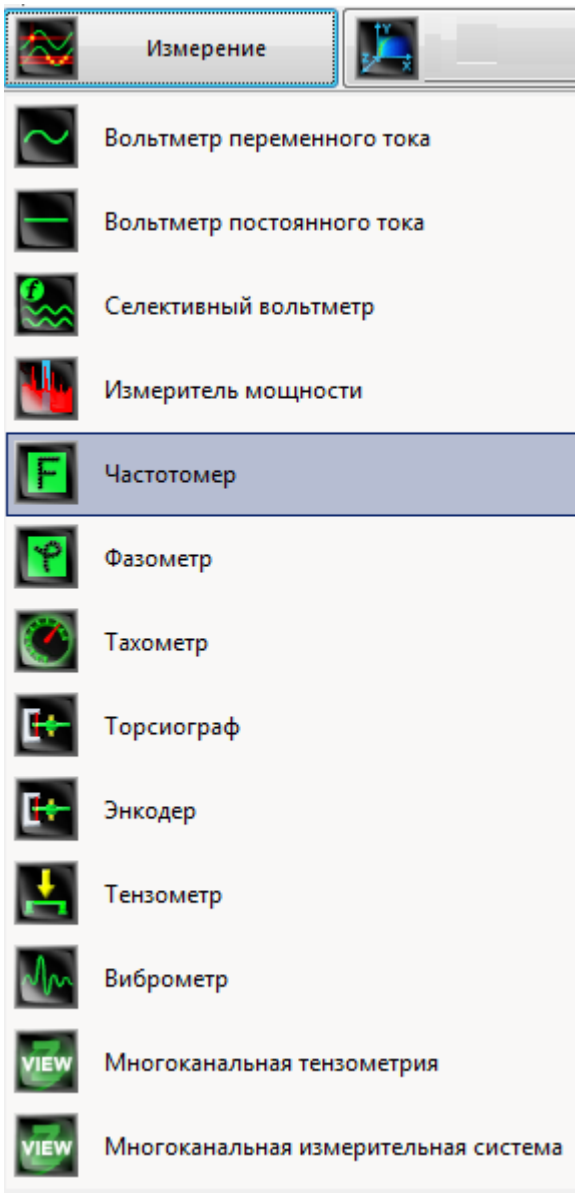
Программа **Частотомер** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Частотомер входит в группу программ **Измерение**

Интерфейс программы .....

Программа **Частотомер** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск частотомера

Примечание: программу ***Частотомер*** *можно запустить непосредственно из рабочей директории* ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: FreqMeter.exe.*

В заголовке окна будет отображаться название самой программы и, через тире, название выбранного для измерений канала.



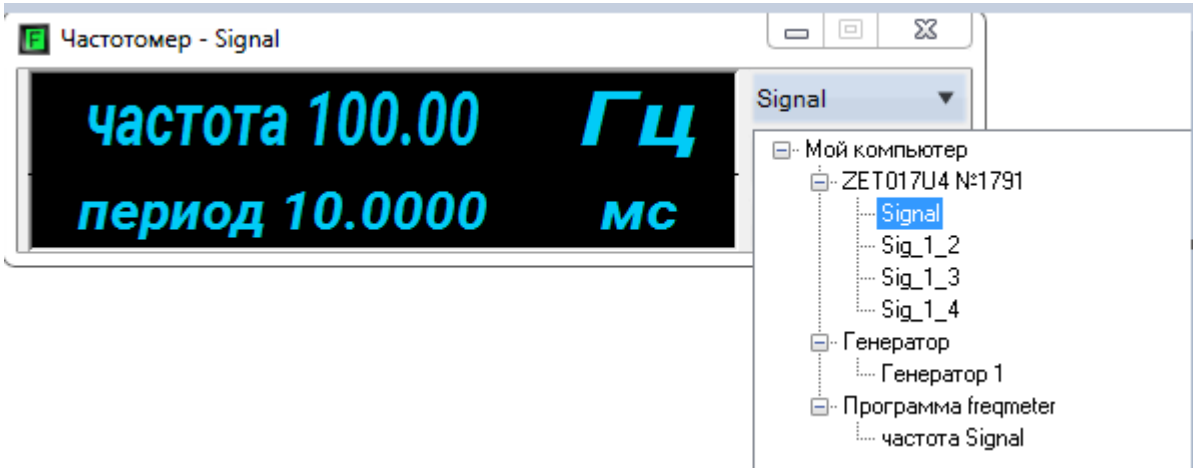
Частотомер

В левой части рабочего окна программы **Частотомер** расположен графический индикатор, в котором отображаются частота и длительность периода сигнала выбранного канала. Частота отображается в герцах (Гц), длительность в миллисекундах (мс).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель "*Быстрое 0.1с*" устанавливает время усреднения 0.1 секунды, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 20 Гц. Переключатель "*Медленное 1с*" устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 2 Гц. Переключатель "*Сверхмедленное*" устанавливает время усреднения 10 секунд, при этом частота и длительность периода правильно измеряются для сигнала с частотой не менее 0,2 Гц.

Для измерения частоты и длительности периода, по интересующему включенному физическому либо виртуальному каналу, необходимо в поле списка (со стрелкой) выбрать название этого канала. Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками вверх и вниз выбрать канал.



Выбор измерительного канала

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При

превышении максимально допустимого уровня, индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Фазометр .....

Программа **Фазометр** предназначена для измерения разности фаз двух сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра. В верхней строке индикатора отображается текущее значение разности фаз в градусах, в нижней — разность фаз в радианах. Имеется возможность изменения усреднения отображаемого значения (0,1 или 1 с) и выбора необходимых каналов анализаторов спектра.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Фазометр** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Фазометр** входит в состав следующего ПО:

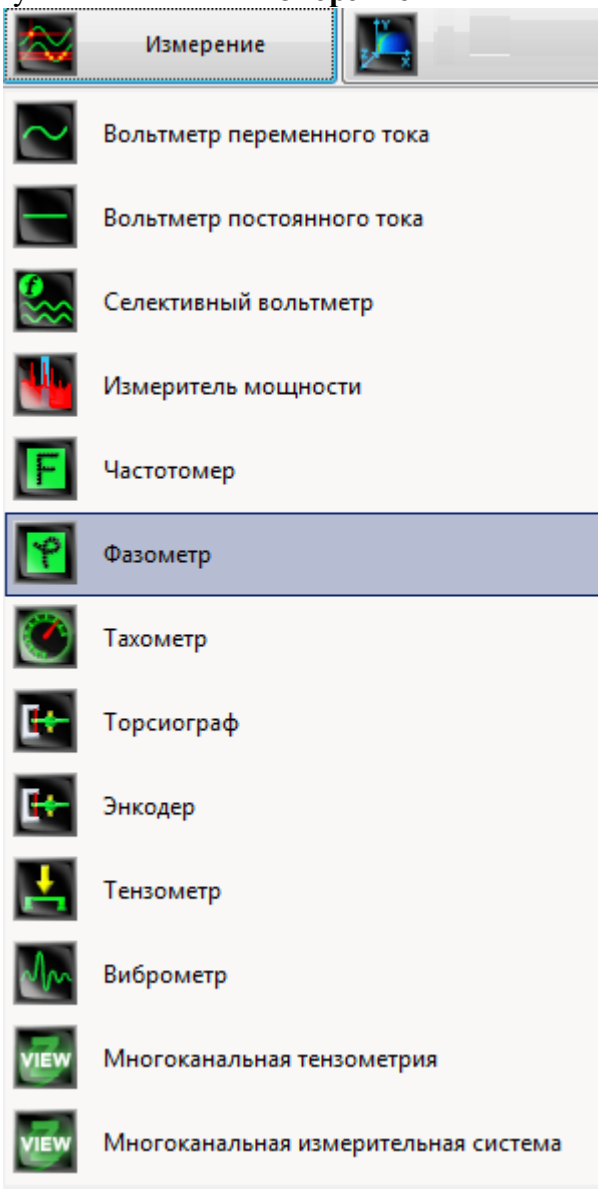
- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Следует учитывать, что

1. В модулях АЦП/ЦАП **ZET 210**, **ZET 220**, **ZET 230** установлен один аналого-цифровой преобразователь (АЦП), который выполняет последовательную оцифровку всех подключенных каналов. Многоканальный мультиплексор коммутирует входные каналы модуля на вход микросхемы АЦП, при этом возникают фазовые задержки между каналами. Для измерения разности фаз с помощью модуля АЦП/ЦАП с компенсацией фазовой задержки между каналами можно использовать программу Фазометр в SCADA **ZETView**.
2. Шумомеры-виброметры **ZET 110** имеют один измерительный канал и для измерения разности фаз не используются.
3. Синхронная работа интеллектуальных датчиков **ZETSENSOR** осуществляется только при построении измерительной сети с интерфейсом CAN.
4. Для измерения разности фаз сигналов, поступающих на входные каналы разных устройств одного типа (например, на удаленные сейсмостанции распределенной сети), необходимо выполнять синхронизацию устройств.

Интерфейс программы .....

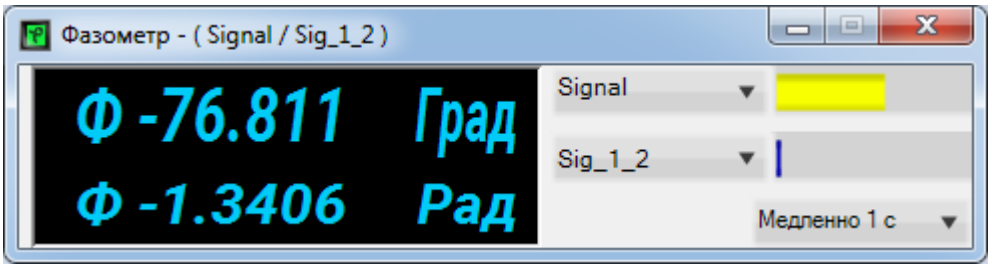
Программа **Фазометр** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск фазометра

*Примечание: программу **Фазометр** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: PhaseMeter.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы и названия двух каналов, между которыми измеряется разность фаз.



Фазометр

В левой части рабочего окна программы **Фазометр** расположен графический индикатор, в котором отображается значение фазы между двумя сигналами выбранных каналов. Фаза отображается в градусах (Град) и радианах (Рад).

Для установки времени усреднения нажать на переключатель времени усреднения левой клавишей «мыши». Переключатель *Быстрое 0.1с* устанавливает время усреднения 0.1 секунды, при этом фаза правильно измеряется для сигналов с частотой не менее 20 Гц. Переключатель *Медленное 1с* устанавливает время усреднения 1 секунду, при этом фаза правильно измеряется для сигналов с частотой не менее 2 Гц.

Для измерения фазы между двумя сигналами, по интересующим включенным физическим либо виртуальным каналам, необходимо в полях списков (со стрелкой) выбрать названия этих каналов. Выбрать необходимый канал в поле списка можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками вверх и вниз выбрать канал.

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. У каждого из выбранных каналов есть свой индикатор, расположенный справа от поля списка каналов. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Тахометр .....

Программа **Тахометр** предназначена для измерения частоты вращения валов машин и механизмов, а также для подсчета количества полных оборотов.

Для сложных узлов, например, коробки передач, устанавливается передаточное число.

Параметры сигнала тахометра являются ценными при диагностике, а также в практических исследованиях характеристик двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и других роторных механизмов (турбины, компрессоры, насосы, вентиляторы и т.д.).

Для исследования, диагностики и балансировки различных вращающихся механизмов используется программа **Синхронное накопление**.

Для исследования и диагностики нестационарных процессов во время вращения используется программа **Индикатор угловых перемещений**.

При использовании программы **Многоканальный самописец** в режиме отображения частоты сигнала можно получить количество оборотов в минуту (частота * 60 = об/мин). По полученным параметрам графика, определяются время разгона и время торможения ДВС. Также по этим параметрам можно определить демпфирование системы с целью дальнейшего анализа.

При работе механизма с постоянной частотой вращения по данному графику можно анализировать:

- поведение регулятора оборотов системы (восстановление заданных оборотов) при подключении или изменении нагрузки потребителя мощности;
- определение степени неравномерности вращения при постоянной нагрузке (особенно для ДВС).

При интегрировании значений мгновенной угловой скорости вращения можно получить значения крутильных колебаний вала в радианах или градусах.

Измерение разности мгновенных скоростей (в двух сечениях вала) позволит определять угол скручивания вала (постоянный или переменный) и вычислять такие параметры, как напряжение в вале и мощность механизма.

Важно
Тахометр осуществляет измерения в диапазоне от 0.5 об/сек до 1500 об/сек или от 30 об/мин до 100000 об/мин (зависит от частоты дискретизации прибора)

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Тахометр** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**. Как правило, при измерениях частоты вращения применяют датчики оборотов оптического или индукционного типа, например, датчик **ВС 401**. Настройки измерительных каналов (параметры датчика) задаются в программе **Диспетчер устройств ZET**.

Программа предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе "Требования к ПК" настоящего руководства. На компьютере должно быть установлено ПО **ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО **ZETLAB**.

Входными данными программы **Тахометр** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB.**

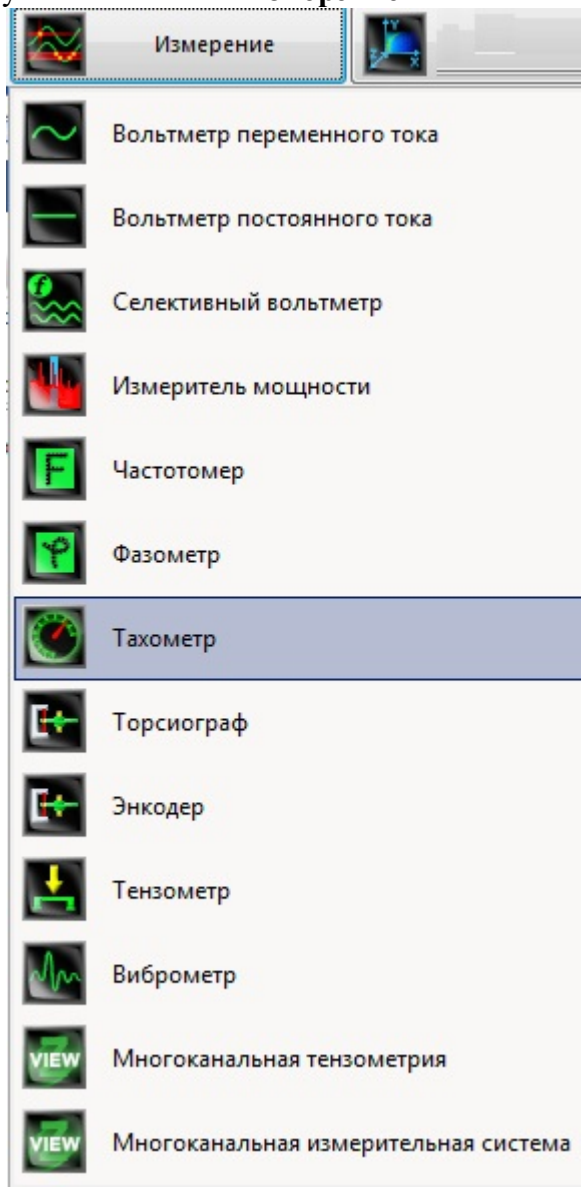
Программа **Тахометр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.

Тахометр входит в группу программ **Измерение**

Интерфейс программы .....

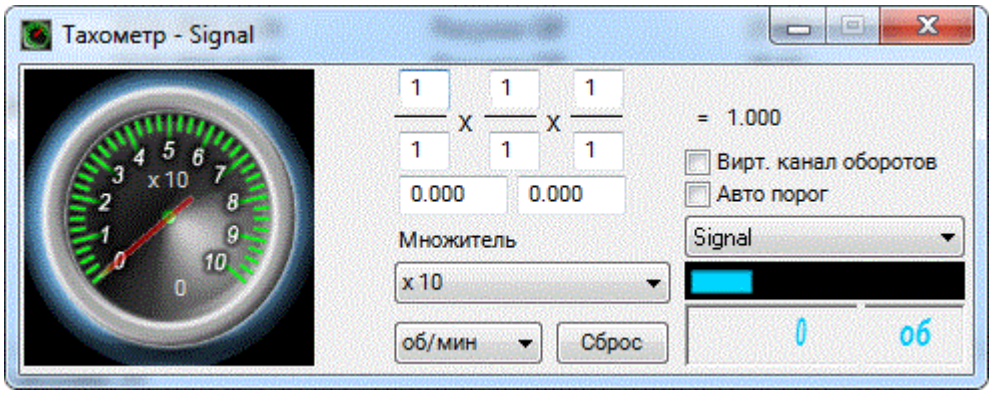
Программа **Тахометр** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск тахометра

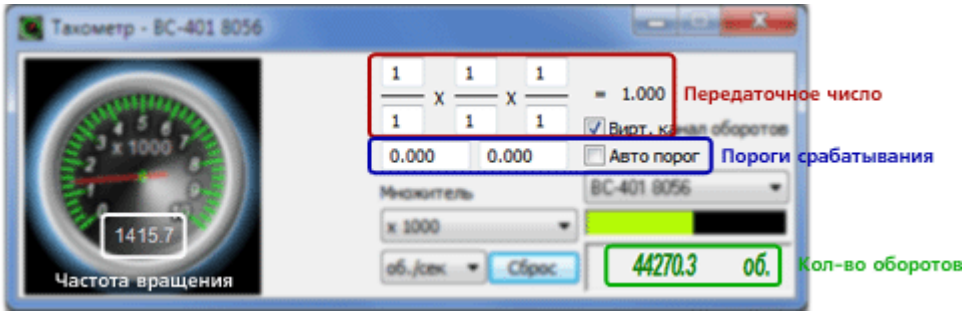
*Примечание: программу **Тахометр** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: TahoMeter.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы и названия двух каналов, между которыми измеряется разность фаз.



Тахометр

В левой части рабочего окна программы **Тахометр** расположен графический индикатор, в котором отображаются частота вращения. Справа располагаются элементы управления: поле расчета передаточного числа, поля задания порогов, список множителей стрелочного индикатора, список единиц измерения, флаг генерирования виртуального сигнала, список измерительных каналов, кнопка сброса количества оборотов, а также индикатор уровня и индикатор общего количества оборотов:



Тахометр

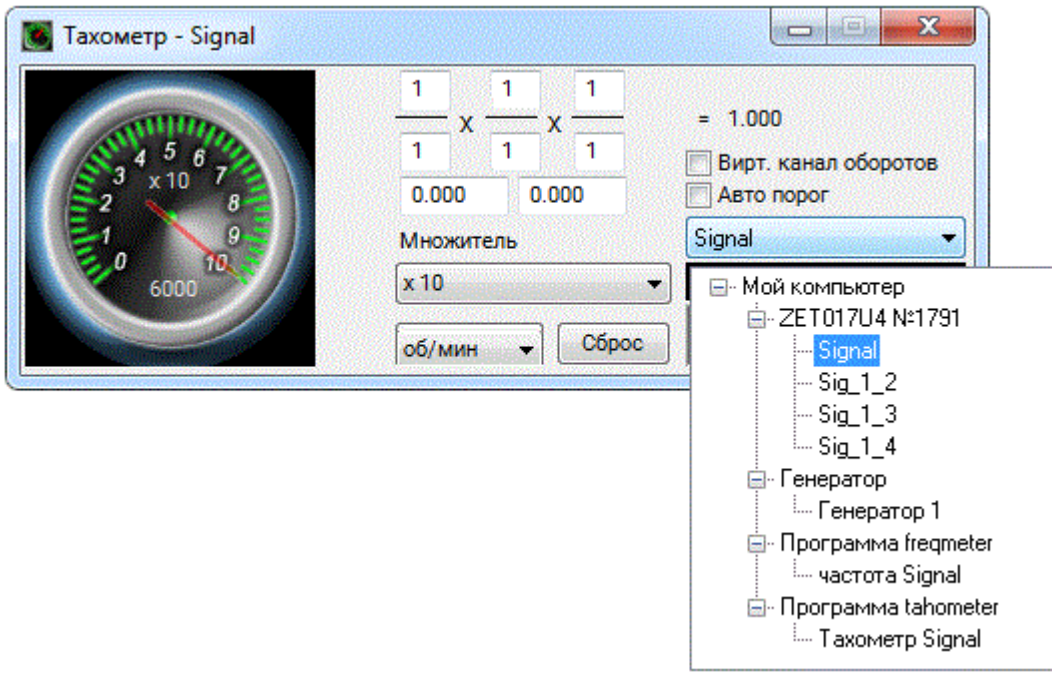
Выбор из списка осуществляется двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка нужный пункт;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками вверх и вниз выбрать нужный пункт.

В поля ввода значения вводятся с клавиатуры.

Измерительный канал

Измерительный канал выбирается из списка:



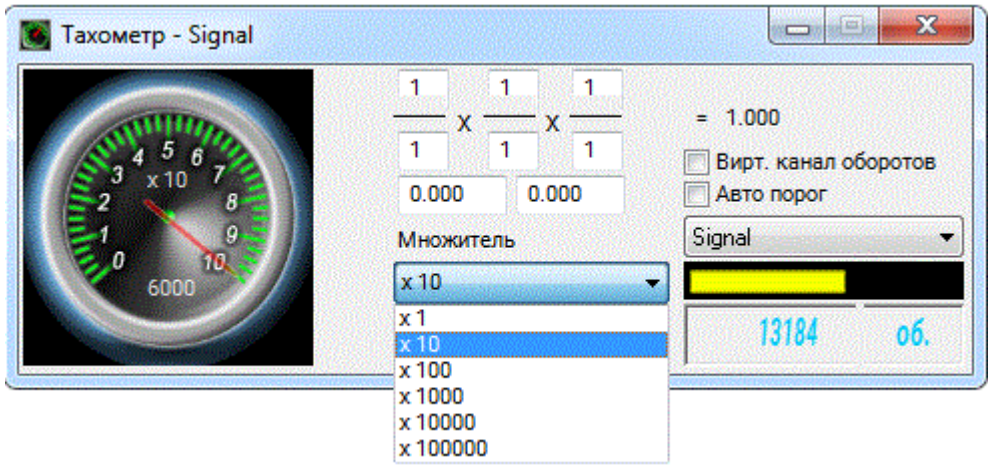
Выбор измерительных каналов

При необходимости, перед проведением измерений программой **Тахометр** можно проводить фильтрацию сигнала или другую предварительную обработку. Такие программы, как Фильтрация сигналов, создают виртуальные каналы

Под списком выбора канала измерения располагает индикатор *Интегральный уровень*, который показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

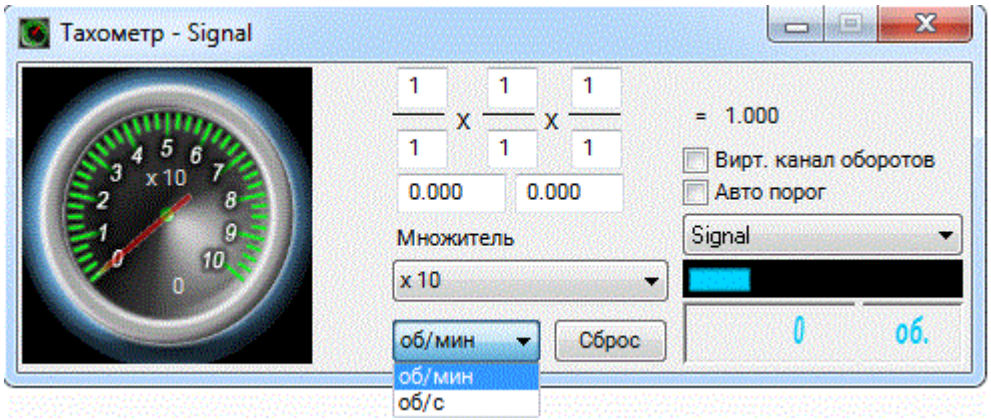
Индикация результатов

Стрелочный индикатор имеет коэффициент, который выбирается из списка, расположенного под надписью *Множитель*. В нижней части индикатора отображается значение частоты вращения без коэффициента.



Выбор множителя стрелочного индикатора

Частота вращения отображается в оборотах в минуту (об/мин) или в оборотах в секунду (об/с) - единицы измерения выбираются из списка:



Выбор единиц измерения

Количество полных оборотов отображается на индикаторе, расположенном в правом нижнем углу программы. Слева от индикатора оборотов расположена кнопка *Сброс*, предназначенная для обнуления количества полных оборотов. При нажатии на кнопку *Сброс* подсчет оборотов будет начат с нуля.

Генерирование результатов

Программа **Тахометр** генерирует сигнал частоты вращения в выбранных единицах измерения (об/сек или об/мин). Виртуальный канал будет иметь название *Тахометр Название Канала*.

Для генерирования сигнала количества оборотов необходимо установить флаг *Вирт. канал оборотов*. Виртуальный канал будет иметь название *Тахометр обороты Название Канала*.

Пороги срабатывания

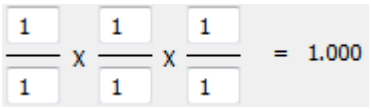
Флаг **Авто порог** служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения скорости вращения. Установленный флажок – программа сама автоматически устанавливает

верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флажок – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные слева от флага **Авто порог**, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флаг **Авто порог** снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу <Enter> клавиатуры. При установленном флаге **Авто порог** поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении частоты вращения. Для правильного измерения частоты вращения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен датчик оборотов, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Передаточное число

На рисунке ниже показан фрагмент программы **Тахометр** с полями ввода (поля ввода образуют матрицу 3x2) количества зубьев зубчатых передач ведущего (за ведущий принимается вращающийся механизм, на который установлен датчик оборотов) и ведомых вращающихся механизмов. Значение количества зубьев в одном поле ввода от 1 до 99. Ввод значений количества зубьев осуществляется с клавиатуры. После ввода значения, для включения в расчет, нажать клавишу <Enter> клавиатуры или нажать левой кнопкой «мыши» на другое поле ввода. Справа от полей ввода количества зубьев располагается поле, в котором рассчитывается общее передаточное число.



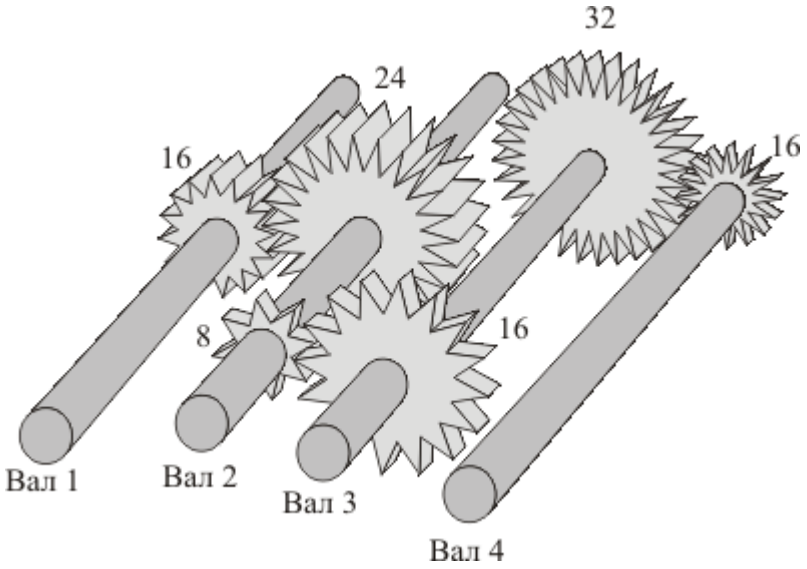
Поле расчета передаточного числа

Если необходимо измерять скорость вращения на вращающемся механизме, к которому есть доступ для установки датчика оборотов, то в полях ввода количества зубьев вводятся все одинаковые (единичные) значения. При этом передаточное число будет равняться единице, а на графическом индикаторе будут отображаться скорость вращения и количество полных оборотов вращающегося механизма, на который непосредственно установлен датчик оборотов.

Если имеется сложная кинематическая схема, в которой доступ для установки датчика оборотов возможен только к одному из вращающихся механизмов, а измерять скорость вращения надо на другом вращающемся механизме в этой схеме, то, зная количества зубьев шестерней и колес до исследуемого вращающегося механизма, необходимо ввести эти значения количества зубьев. При этом передаточное число будет рассчитано в соответствии с указанными количествами зубьев, а на графическом индикаторе будут отображаться скорость вращения и количество полных оборотов исследуемого вращающегося механизма. Ниже приведены примеры, в которых предполагается измерять скорость вращения на вращающемся механизме, на котором нет возможности установить датчик оборотов.

Примеры .....

На рисунке ниже представлена кинематическая схема, на примере которой буду описаны правила заполнения полей ввода количества зубьев. Каждому валу на схеме приписан порядковый номер. Цифра возле каждой шестерни означает количество зубьев у нее.



Кинематическая схема

1. Датчик оборотов установлен на валу 1 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 3. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводится следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 1;
- в знаменателе первого столбца записывается 24 – количество зубьев шестерни ведомого вала 2 (ведомый по отношению к валу 1);
- во втором столбце в числителе записывается 8 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2 (ведущий по отношению к валу 3);
- в знаменателе второго столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 3 (ведомый по отношению к валу 2);
- в числителе и знаменателе третьего столбца вводятся единичные значения.

На рисунке ниже показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.

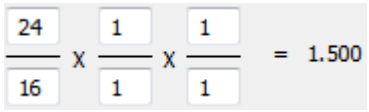
$$\frac{16}{24} \times \frac{8}{16} \times \frac{1}{1} = 0.333$$

После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 3

2. Датчик оборотов установлен на валу 2 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 1. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводится следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 24 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2;
- в знаменателе первого столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 1 (ведомый по отношению к валу 2);
- в числителе и знаменателе второго и третьего столбцов вводятся единичные значения.

На рисунке ниже показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.

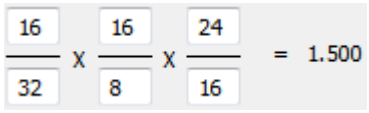


После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 1

3. Датчик оборотов установлен на валу 4 (он становится ведущим, так как на нем установлен датчик). Необходимо измерить скорость вращения на валу 1. Соответственно, в полях ввода количества зубьев вводится следующие значения:

- в первом столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 4;
- в знаменателе первого столбца записывается 32 – количество зубьев шестерни ведомого вала 3 (ведомый по отношению к валу 4);
- во втором столбце в числителе записывается 16 – количество зубьев шестерни ведущего вала 3 (ведущий по отношению к валу 2);
- в знаменателе второго столбца записывается 8 – количество зубьев шестерни ведомого вала 2 (ведомый по отношению к валу 3);
- в третьем столбце в числителе записывается 24 – количество зубьев шестерни ведущего вала 2 (ведущий по отношению к валу 1);
- в знаменателе третьего столбца записывается 16 – количество зубьев шестерни ведомого вала 1 (ведомый по отношению к валу 2).

На рисунке ниже показаны поля ввода количества зубьев и поле передаточного числа с введенными значениями в этом примере.



После ввода необходимых значений на графическом индикаторе будет отображаться расчетное значение скорости вращения и количество полных оборотов вала 1.

Торсиограф .....

Программа Торсиограф предназначена для измерения неравномерности вращений движущихся частей различных механизмов. Программа Торсиограф создаёт виртуальные каналы перемещения и скорости перемещения. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами из состава ZETLAB, например, для отображения на Многоканальный осциллограф.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Торсиограф** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**. Настройки измерительных каналов задаются в программе **Диспетчер устройств ZET**.

Программа предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе "Требования к ПК" настоящего руководства. На компьютере должно быть установлено ПО **ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО **ZETLAB**.

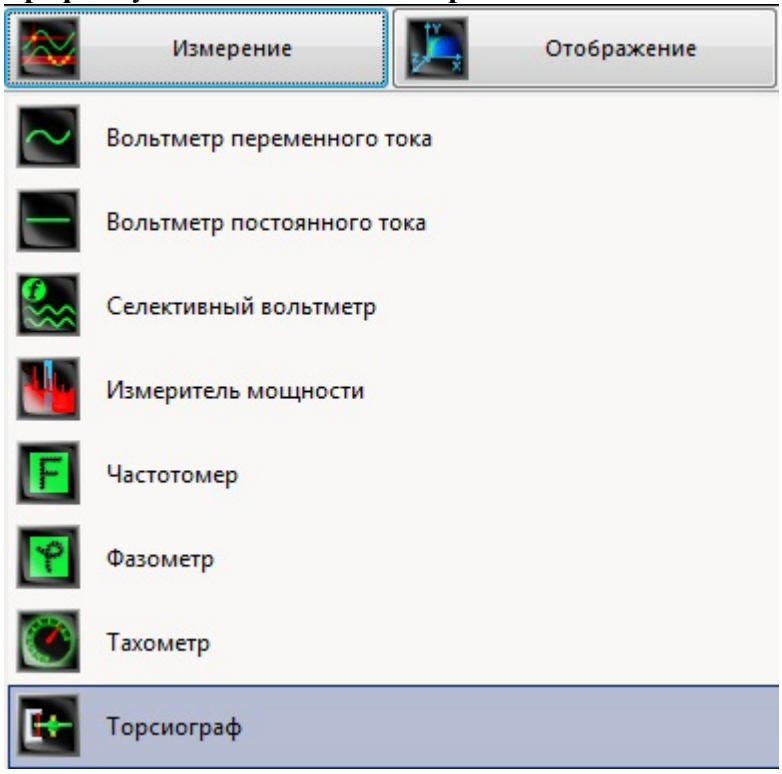
Программа **Торсиограф** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.

Торсиограф входит в группу программ **Измерение**

Интерфейс программы .....

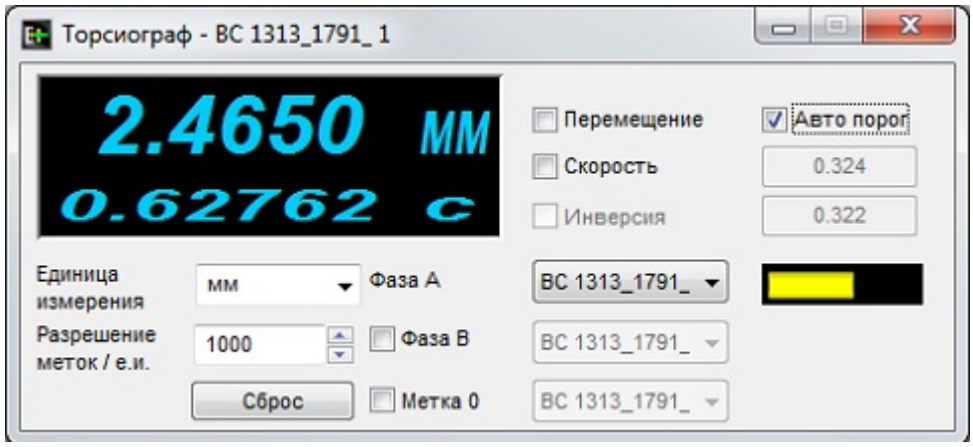
Программа **Торсиограф** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск торсиографа

*Примечание: программу **Торсиограф** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: Torsiograph.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название измерительного канала.

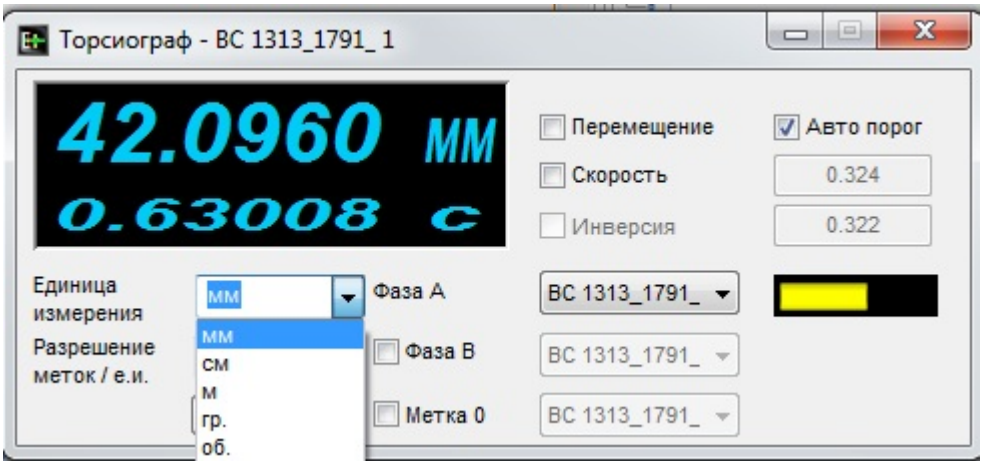


Торсиограф

В левой верхней части рабочего окна программы **Торсиограф** расположен графический индикатор, в котором отображаются измеренные угловое или линейное перемещение (положение) и скорость перемещения, информация о которых поступает с выбранного (выбранных) канала. В зависимости от поставленной задачи перемещение измеряется в

указанных единицах измерения, а скорость перемещения в единицах измерения в секунду. Например, для измерения перемещения в миллиметрах необходимо в списке Единица измерения (список описывается ниже) указать единицу измерения миллиметры (мм), после этого перемещение на графическом индикаторе будет отображаться в мм, а скорость перемещения в мм/с (миллиметров в секунду).

В списке, расположенном справа от надписи *Единица измерения*, выбирается либо вводится с клавиатуры единица измерения, в которой будет отображаться сигнал по выбранному каналу. Для выбора необходимой единицы измерения необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужную единицу измерения. Если в списке нет необходимой единицы измерения, то, нажав правой клавишей «мыши» на поле списка, с клавиатуры ввести требуемую единицу измерения.



Выбор единиц измерений

Разрешение торсиографов определяется количеством импульсов за один оборот (pulses per revolution, ppr). В поле, расположенном справа от надписи *Разрешение меток/е.и.*, выбирается необходимое количество меток в установленную единицу измерения. Например, торсиограф имеет 1080 меток на один оборот, соответственно 3 метки на один градус поворота. Необходимо измерять положение датчика в градусах с точность измерения в один градус. Для этого, в списке *Единица измерения* выбирается единица измерения – градусы (гр.), а в списке *Разрешение меток/е.и.* устанавливается 3 (три метки на один градус поворота датчика). Устанавливается необходимое разрешение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам списка разрешения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Под полем списка *Разрешение меток/е.и.* располагается кнопка *Сброс*, нажатие которой приводит к обнулению значения перемещения (положения).

Флаги *Перемещение* и *Скорость*, расположенные справа от графического индикатора, разрешают включение/выключение виртуальных каналов *Перемещение* и *Скорость*, создаваемых программой **Торсиограф**. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами **ZETLAB**. Установленные флажки – виртуальные каналы включены, снятые – выключены.

Флаг *Инверсия*, который становится доступным для установки или снятия при установленном флаге *Фаза В*, позволяет инвертировать сигнал направления перемещения. Установленный флажок – происходит инверсия, снятый – сигнал не инвертирован.

Выбор измерительного канала осуществляется из списка, расположенного справа от надписи *Фаза А*.

При использовании в измерениях канала В торсиографа необходимо установить флаг, расположенный справа от надписи *Фаза В*, и, в ставшем доступным поле списка выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал В торсиографа. Снятие флага *Фаза В* блокирует поле списка выбора канала В и флаг установки инверсии.

При необходимости вычисления абсолютного положения необходимо установить флаг, расположенный справа от надписи *Метка 0*, и, в ставшем доступным поле списка выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал нулевой метки торсиографа. Каждый раз, при прохождении нулевой метки датчиком происходит обнуление на графическом индикаторе измеренных показаний перемещения. Например, это удобно при измерении линейных перемещений, при которых происходит возвратно-поступательное перемещение. Установив нулевую метку посередине, можно измерять перемещение в ту или другую сторону относительно установленной нулевой метки.

Флаг *Авто порог* служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения перемещения. Установленный флаг – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флаг – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флагом *Авто порог*, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флаг *Авто порог* снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу клавиатуры <Enter>. При установленном флаге *Авто порог* поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Для правильного измерения перемещения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен энкодер, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. При установки/снятии флагов *Фаза В* и *Метка 0* справа от этих каналов отображаются/скрываются соответствующие индикаторы. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

Энкодер .....

Программа **Энкодер** предназначена для измерения относительного положения (перемещения), скорости и направления перемещения при помощи оптических датчиков угловых или линейных перемещений (энкодеров), подключенных к входным каналам АЦП. Программа Энкодер порождает виртуальные каналы перемещения и скорости перемещения. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами из состава **ZETLAB**.

Возможности программы Энкодер

- **Исследование неравномерности и скорости перемещения**

  Программа **Энкодер** может создавать виртуальные каналы — сигналы скорости и перемещения, которые будут доступны в других программах **ZETLAB**. Например, их можно просмотреть на осциллографе. Данные в этих виртуальных каналах идут в темпе обработки каждого импульса без усреднения. Это позволяет исследовать не только перемещение и скорость перемещения, но и их неравномерность. При включении энкодера совместно с другими датчиками, например, давления или температуры, данные с этих датчиков и данные перемещения? и скорости перемещения идут синхронно с точностью до одного импульса энкодера.

- **Вычисление абсолютного положения**

  Программа **Энкодер** позволяет вычислять абсолютное положение, при подключении к измерительному прибору канала нулевой метки энкодера. Каждый раз, при прохождении нулевой метки пары светодиод-фототранзистор происходит обнуление на графическом индикаторе измеренных показаний перемещения. Например, это удобно при измерении линейных перемещений, при которых происходит возвратно-поступательное перемещение. Установив нулевую метку, посередине можно измерять перемещение в ту или другую сторону относительно установленной нулевой метки.

- **Анализ крутильных колебаний**

  При использовании программы **Энкодер** совместно с программами из состава **ZETLAB** и датчиками угловых перемещений, можно проводить анализ крутильных колебаний и использовать эту аппаратуру для замены торсиографов.

Принцип работы программы Энкодер

На индикаторе **Энкодера** отображаются измеренные угловое или линейное перемещение (положение) и скорость перемещения. В зависимости от поставленной задачи перемещение измеряется в указанных единицах измерения, а скорость перемещения в единицах измерения в секунду.
Разрешение инкрементальных энкодеров определяется количеством импульсов за один оборот (pulses per revolution, ppr). В программе выбирается необходимое количество меток в установленную единицу измерения. Например, инкрементальный энкодер углового перемещения имеет 1080 меток на один оборот, соответственно 3 метки на один градус поворота. Необходимо измерять положение энкодера в градусах с точность измерения в один градус.
Для этого в программе выбирается единица измерения – градусы (гр.), а в поле **Разрешение** устанавливается *3* (три метки на один градус поворота энкодера).

В программе **Энкодер** можно задать верхний и нижний уровни сигнала (вручную, либо включив автоматическое определение). Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен энкодер, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф**, выбрав этот канал, и по осциллограмме оценив эти уровни.
Также в программе предусмотрен графический индикатор, который показывает интегральный уровень сигнала и при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку канала энкодера.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Энкодер** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, которые являются выходными сигналами датчиков линейных и угловых перемещений.

Программа **Энкодер** предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе "Требования к ПК" настоящего руководства. На компьютере должно быть установлено ПО **ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый ПО **ZETLAB**.

Программа **Энкодер** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Энкодер входит в группу программ **Измерение**

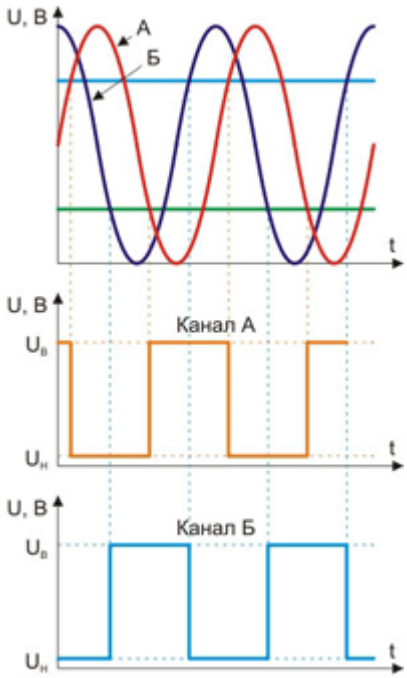
Подключение датчиков .....

Программа **Энкодер** предназначена для работы с каналами, которые являются выходными сигналами датчиков линейных и угловых перемещений.

На базе оптических датчиков создаются датчики линейных и угловых перемещений. Точность таких датчиков может быть от 1 мкм до 1 мм при длине измерительной базы от 8 мм до 3 м. Датчики угловых перемещений могут иметь от 100 до 10000 маркеров на один оборот, т.е. разрешение может быть от нескольких градусов до 5 минут.

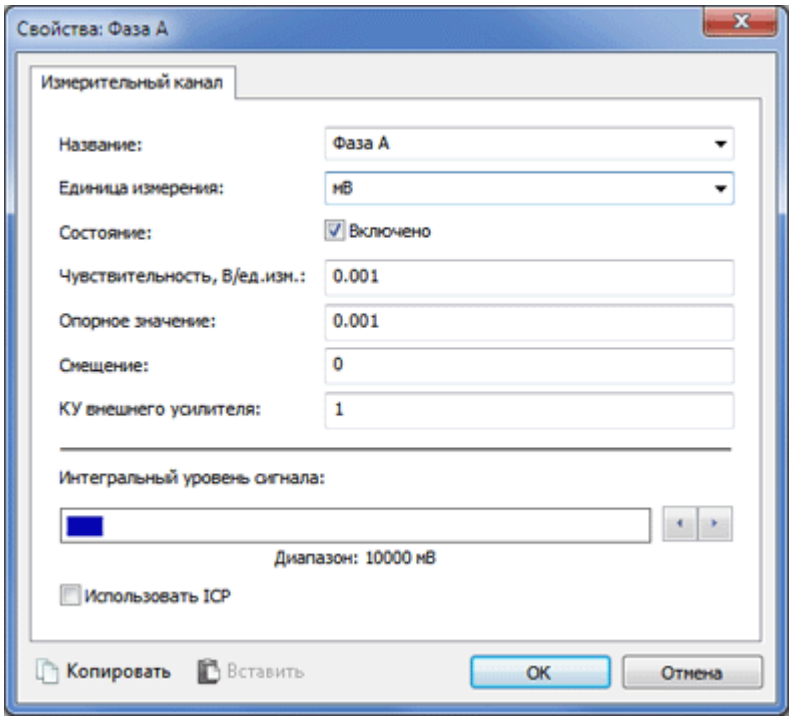
Оптическая технология предложила ряд классических способов для построения энкодера - датчика, представляющего информацию о движении, положении или направлении либо непосредственно в цифровой форме (абсолютные энкодеры), либо генерирующего последовательность импульсов (инкрементальные энкодеры).

Далее в описании программы **Энкодер** речь пойдет только об инкрементальных энкодерах, так как программа **Энкодер** построена для работы только с таким типом этих датчиков. Принцип работы инкрементальных энкодеров проиллюстрирован на рисунке ниже. Оптический энкодер состоит из тонкого оптического диска и стационарного блока - измерительной головки, включающей в себя источник света и фотодетектор. Оптический диск содержит поверхность из прозрачных и непрозрачных участков. Маркерами могут быть, например, отверстия в металлическом листе или метки на стеклянном диске. При вращении диска, в зависимости от его типа, маркеры пропускают или перекрывают луч света, направленный от светового источника к фотоприемнику.



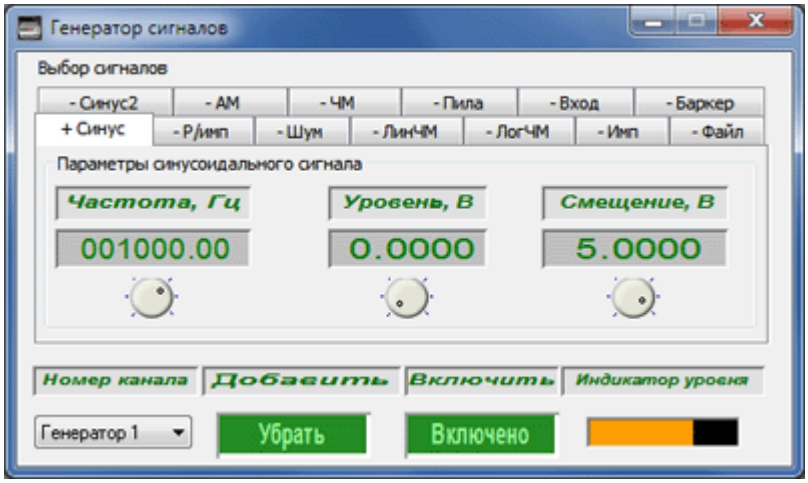
Фотодетектор генерирует сигнал с частотой, равной частоте следования кодовых элементов в цифровой форме или аналоговый импульсный сигнал, который также может быть усилен и оцифрован. При добавлении второй пары светодиод-фототранзистор с угловым смещением относительно первой, соответствующим четверти периода сигнала, может быть получена вторая последовательность импульсов - канал Б с фазовым смещением относительно канала А на 90°. Инкрементальный энкодер, который использует два оптических канала, позволяет одновременно удваивать разрешение при измерении положения и скорости и определять направление. Третий канал используется для привязки к начальной отметке (метка «0»).

Для измерения перемещения (положения) и скорости перемещения необходимо в программе **Диспетчер устройств ZET** настроить параметры каналов, к которым подключен энкодер. Параметры измерительных каналов должны быть настроены относительно измерения напряжения, как показано на рисунке ниже (названия каналов задаются пользователем произвольно):



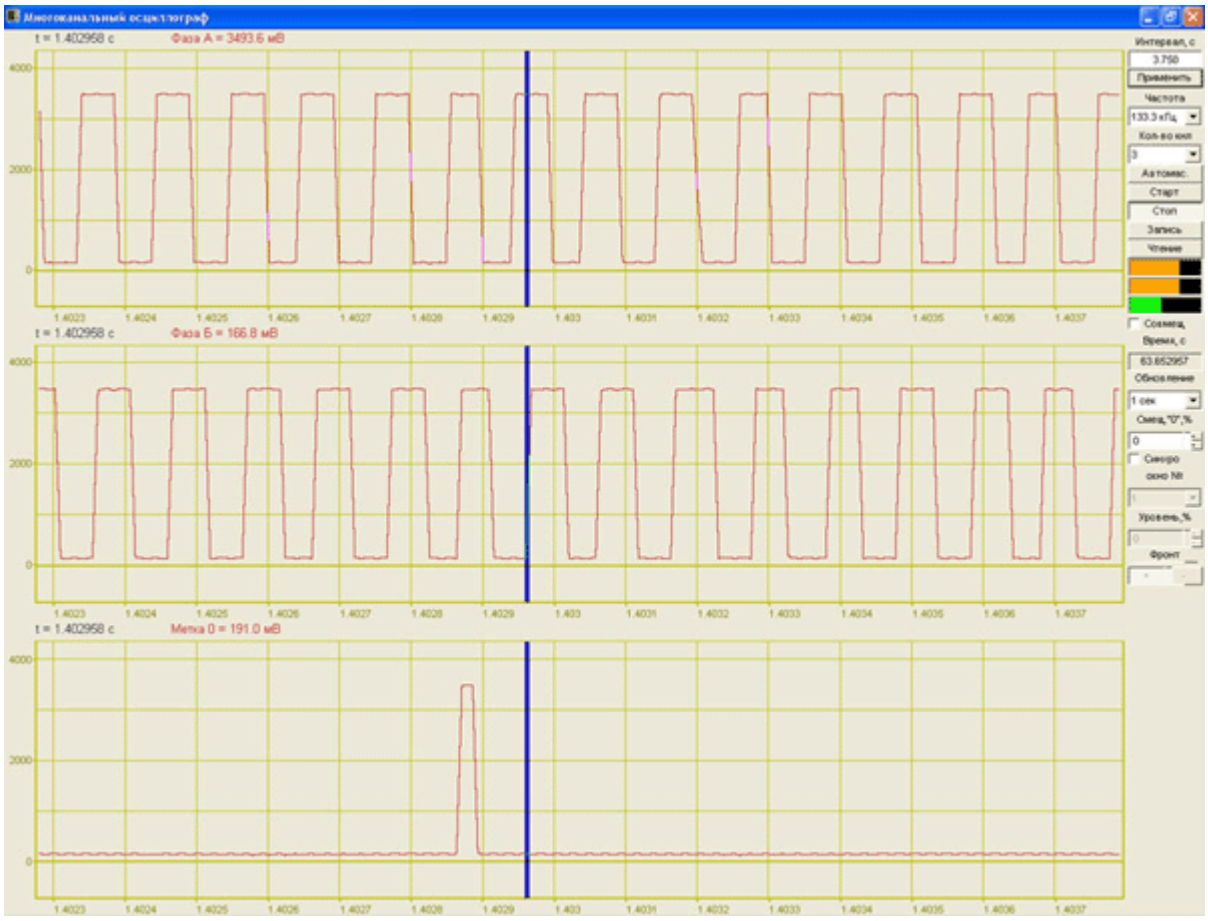
Настройки измерительных каналов

Для питания датчиков можно использовать выход встроенного генератора (при условии комплектации встроенным генератором) в режиме генерирования синусоидального сигнала (см. рисунок) с постоянным смещением нуля 5 В или внешний источник питания 5 В.



Настройки генератора для питания датчиков

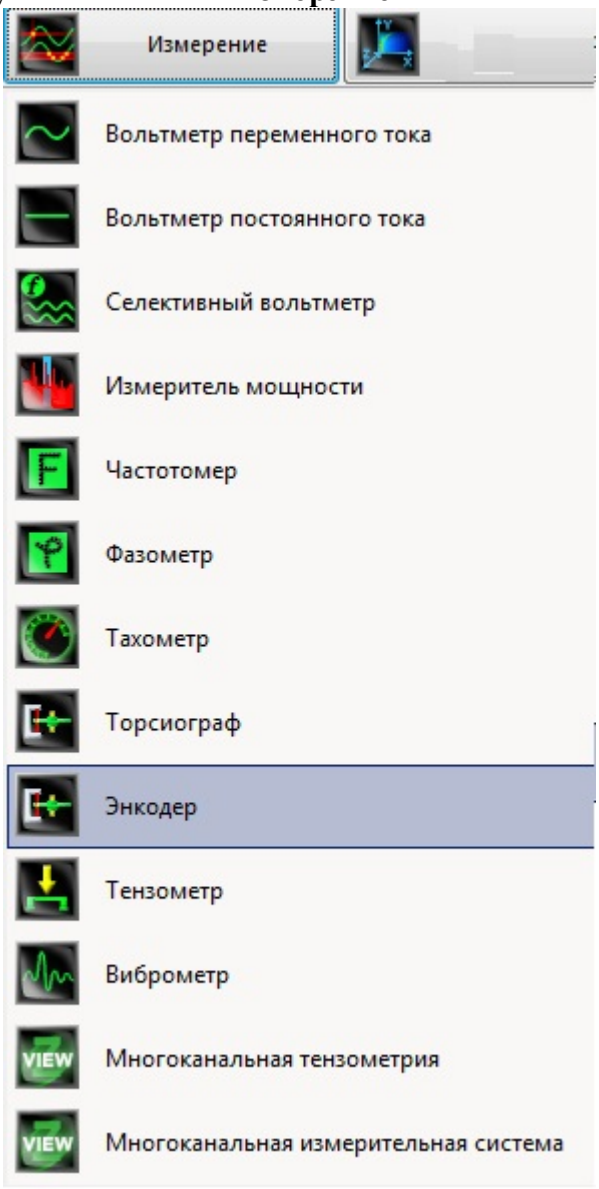
На рисунке ниже показаны осциллограммы сигналов, поступающих от датчика углового перемещения. На верхней осциллограмме показан сигнал канала А энкодера (фаза А), на средней – канал В (фаза Б), на нижней – сигнал нулевой метки (метка 0).



Сигналы энкодера

Интерфейс программы .....

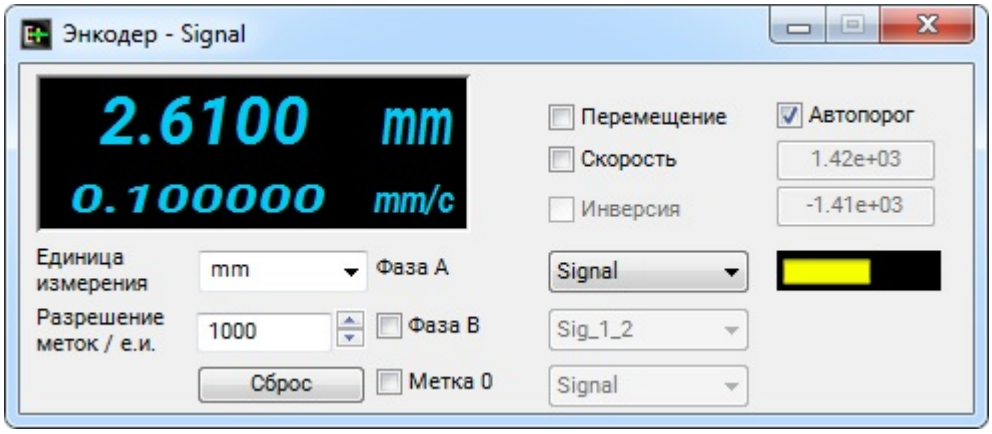
Программа **Энкодер** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.



Запуск энкодера

*Примечание: программу **Энкодер** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: Encoder.exe.*

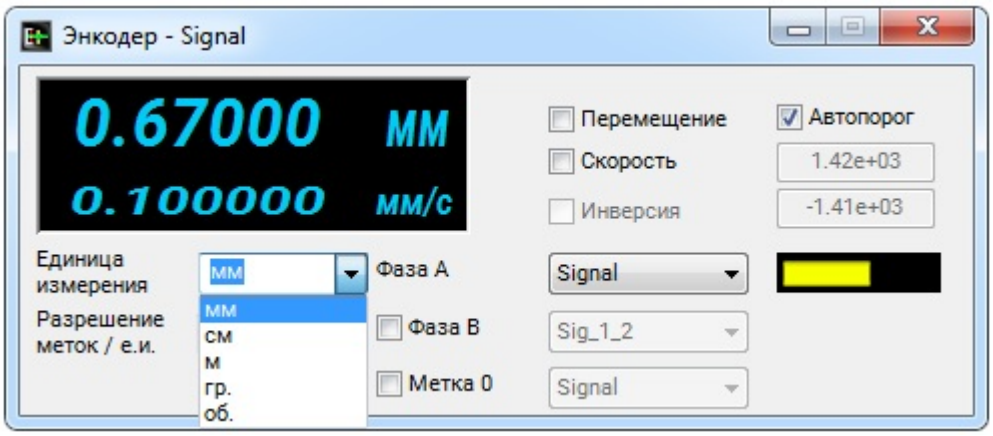
В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название измерительного канала.



Энкодер

В левой верхней части рабочего окна программы **Энкодер** расположен графический индикатор, в котором отображаются измеренные угловое или линейное перемещение (положение) и скорость перемещения, информация о которых поступает с выбранного (выбранных) канала. В зависимости от поставленной задачи перемещение измеряется в указанных единицах измерения, а скорость перемещения в единицах измерения в секунду. Например, для измерения перемещения в миллиметрах необходимо в списке Единица измерения (список описывается ниже) указать единицу измерения миллиметры (мм), после этого перемещение на графическом индикаторе будет отображаться в мм, а скорость перемещения в мм/с (миллиметров в секунду).

В списке, расположенном справа от надписи *Единица измерения*, выбирается либо вводится с клавиатуры единица измерения, в которой будет отображаться сигнал по выбранному каналу. Для выбора необходимой единицы измерения необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужную единицу измерения. Если в списке нет необходимой единицы измерения, то, нажав правой клавишей «мыши» на поле списка, с клавиатуры ввести требуемую единицу измерения.



Выбор единиц измерения

Разрешение инкрементальных энкодеров определяется количеством импульсов за один оборот (pulses per revolution, ppr). В списке, расположенном справа от надписи *Разрешение меток/е.и.*, выбирается необходимое количество меток в установленную единицу измерения. Например, инкрементальный энкодер углового перемещения имеет 1080 меток на один

оборот, соответственно 3 метки на один градус поворота. Необходимо измерять положение энкодера в градусах с точность измерения в один градус. Для этого, в списке *Единица измерения* выбирается единица измерения – градусы (гр.), а в списке *Разрешение меток/е.и.* устанавливается 3 (три метки на один градус поворота энкодера). Устанавливается необходимое разрешение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам списка разрешения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка разрешения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу.

Под полем списка *Разрешение меток/е.и.* располагается кнопка *Сброс*, нажатие которой приводит к обнулению значения перемещения (положения).

Флаги *Перемещение* и *Скорость*, расположенные справа от графического индикатора, разрешают включение/выключение виртуальных каналов Перемещение и Скорость, порождаемых программой **Энкодер**. Эти каналы доступны для последующего анализа другими программами. Установленные флаги – виртуальные каналы включены, снятые – выключены. Данные в этих виртуальных каналах идут в темпе обработки каждого импульса без усреднения. Это позволяет исследовать не только перемещение и скорость перемещения, но и их неравномерность. При включении энкодера совместно с другими датчиками, например, давления или температуры, данные с этих датчиков и данные перемещения? и скорости перемещения идут синхронно с точностью до одного импульса энкодера.

Флаг *Инверсия*, который становится доступным для установки или снятия при установленном флаге *Фаза В*, позволяет инвертировать сигнал направления перемещения. Установленный флаг – происходит инверсия, снятый – сигнал не инвертирован.

Для измерения перемещения и скорости перемещения по физическому каналу, к которому подключен канал А энкодера, необходимо в поле списка (со стрелкой), расположенному справа от надписи *Фаза А*, выбрать название этого канала.

При использовании в измерениях канала В энкодера необходимо установить флаг, расположенный справа от надписи *Фаза В*, и, в ставшем доступным поле списка выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал В энкодера. Снятие флага *Фаза В* блокирует поле списка выбора канала В и флаг установки инверсии.

При необходимости вычисления абсолютного положения необходимо установить флаг, расположенный справа от надписи *Метка 0*, и, в ставшем доступным поле списка выбрать название включенного физического канала, к которому подключен канал нулевой метки энкодера. Каждый раз, при прохождении нулевой метки пары светодиодфототранзистор происходит обнуление на графическом индикаторе измеренных показаний перемещения. Например, это удобно при измерении линейных перемещений, при которых происходит возвратно-поступательное перемещение. Установив нулевую метку, посередине можно измерять перемещение в ту или другую сторону относительно установленной нулевой метки.

Флажок Авто порог служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения перемещения. Установленный флажок – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флажок – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флажком Авто порог, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флажок Авто порог снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуру. После ввода значений нажать клавишу клавиатуры. При установленном флажке Авто порог поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Для правильного измерения перемещения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен энкодер, можно, например, запустив программу Многоканальный осциллограф выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни. Для выхода из программы необходимо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.

Флаг *Авто порог* служит для включения/выключения автоматической/ручной установки верхнего и нижнего порога входного уровня, по которому будут производиться измерения перемещения. Установленный флаг – программа сама автоматически устанавливает верхний и нижний порог уровня сигнала. Снятый флаг – разрешен ручной ввод верхнего и нижнего порога уровня сигнала.

Поля ввода, расположенные под флагом *Авто порог*, служат для установки верхнего и нижнего порога в ручном режиме (флаг *Авто порог* снят). Верхнее поле ввода служит для установки верхнего порога, нижнее – для установки нижнего порога. Ввод значений верхнего и нижнего порога осуществляется с клавиатуры. После ввода значений нажать клавишу клавиатуры <Enter>. При установленном флаге *Авто порог* поля ввода верхнего и нижнего порога не доступны для ввода значений. Верхний и нижний порог устанавливается для исключения ложных срабатываний при измерении перемещения. Для правильного измерения перемещения верхний порог не должен превышать максимального уровня сигнала по этому каналу, нижний порог не должен быть ниже минимального уровня. Определить максимальный и минимальный уровень сигнала по каналу, к которому подключен энкодер, можно, например, запустив программу **Многоканальный осциллограф** выбрать этот канал и по осциллограмме оценить эти уровни.

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку выбранного канала. При установки/снятии флагов *Фаза B* и *Метка 0* справа от этих каналов отображаются/скрываются соответствующие индикаторы. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши».

При использовании программы **Энкодер** совместно с программами из состава **ZETLAB** и датчиками угловых перемещений, пользователь может проводить анализ крутильных колебаний и использовать эту аппаратуру для замены торсиографов.

Тензометр .....

Программа ***Тензометр*** предназначена для проведения всех видов тензоизмерений с помощью тензометрических датчиков (например, датчиков силы, датчиков крутящего момента, мостовых и полумостовых схем на тензорезисторах) и тензостанции ZET 017-T.

В зависимости от настройки программы ***Тензометр***, результатами измерений может быть сила, вес, перемещение, крутящий момент и другие параметры. Для питания датчика может использоваться встроенный генератор тензометрической станции.

Программа ***Тензометр*** создаёт виртуальный канал, содержащий результаты измерений. Он может использоваться во всех программах ZETLAB, а также в приложениях, созданных в SCADA ZETView.

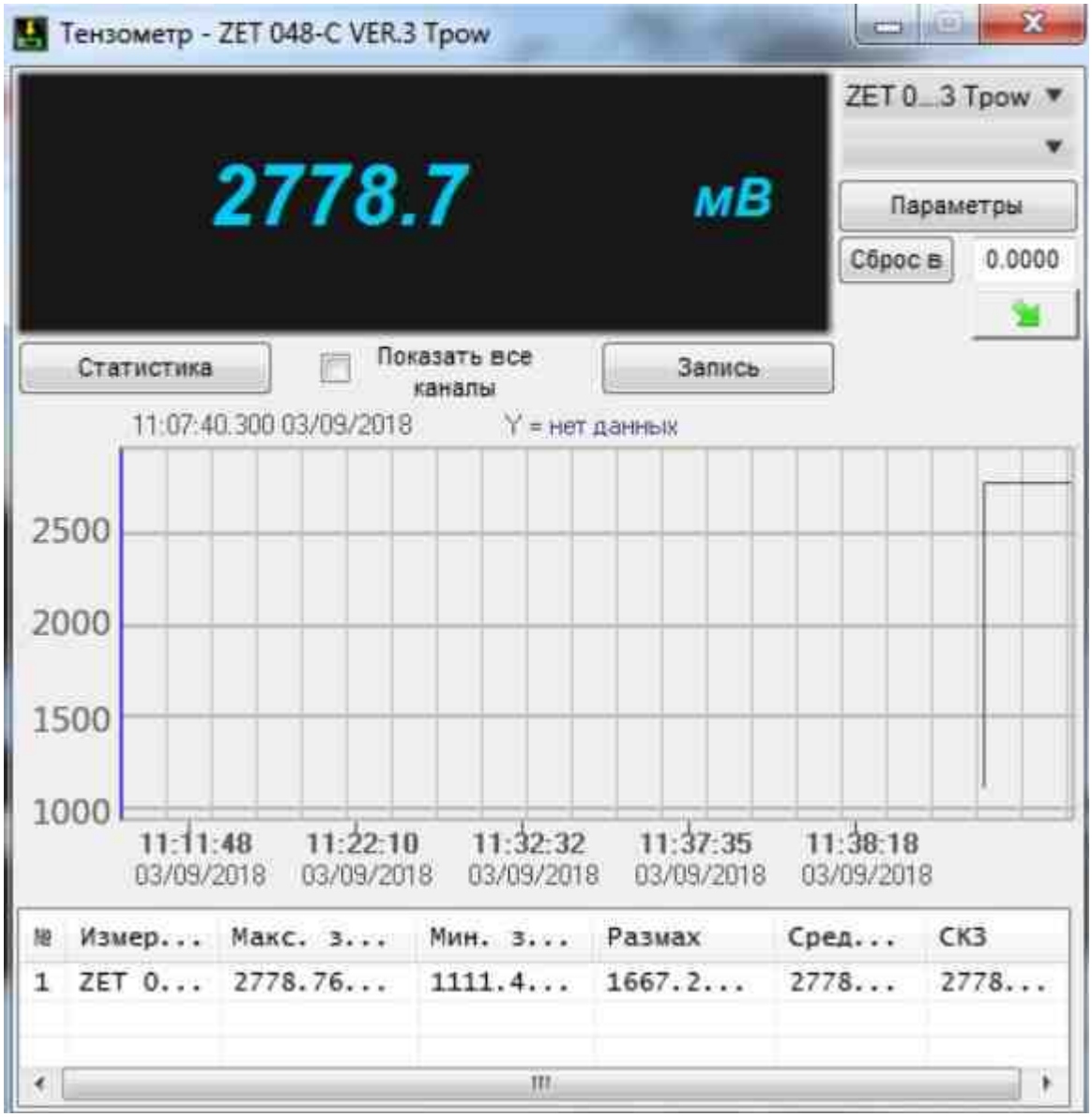




Программа ***Тензометр*** работает исключительно с входными каналами, измеряющими напряжение. По умолчанию единицы измерения — *В,* либо кратные и дольные им. В случае отсутствия подходящих каналов, выпадающий список становится неактивным и появляется соответствующее оповещение:



Программа ***Тензометр*** имеет встроенный самописец сигналов, рассчитанный на часовое отображение зарегистрированных данных. Пользователь в любой момент может записать отображаемые на графике сигналы в файл с расширением *.dtx. В случае использования программы в многоканальном режиме, для отображения всех каналов на графике необходимо установить влаг в поле *Показать все каналы*.
Также для удобства ведется статистика показаний по настроенным каналам в табличном виде, где регистрируются: максимальное значение, минимальное значение, размах, среднее значение и СКЗ.



Настройка тензометра

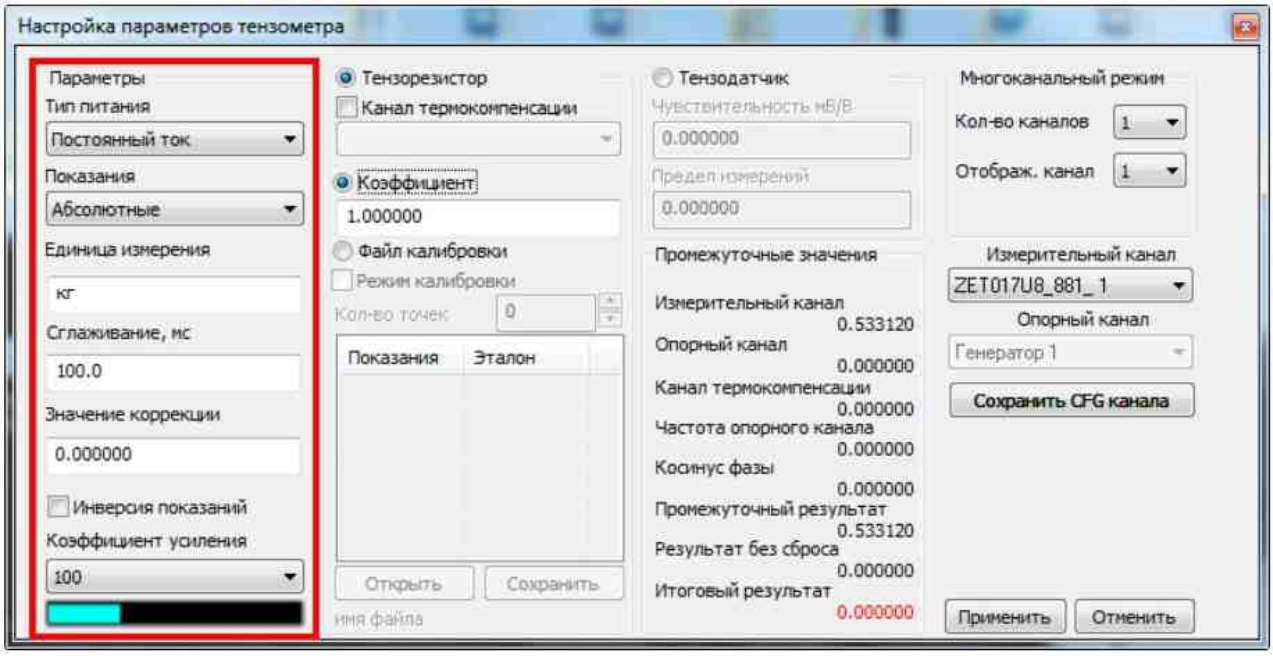
Настройка измерительных каналов осуществляется в диалоговом окне *«Настройка параметров измерителя»*, которое открывается после активации кнопки *«Параметры»* в окне программы *Тензометр*.

Окно «Настройка *параметров измерителя»* визуально разделено на несколько рабочих областей, доступных для
настройки: *«Параметры»*, *«Тензорезистор»*, *«Тензодатчик», «Промежуточные значения», «Многоканальный режим»* и поле для отображения настраиваемого канала.

Параметры

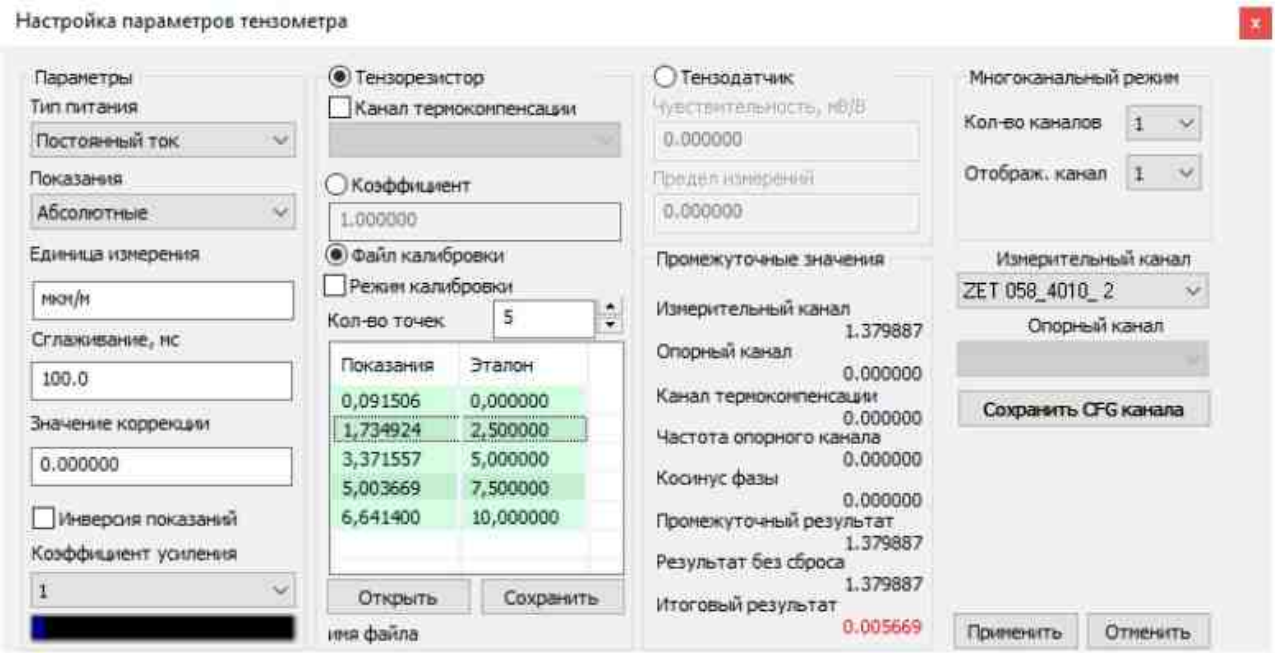
В поле «Параметры» производится выбор нужных характеристик измерительного комплекса в целом:

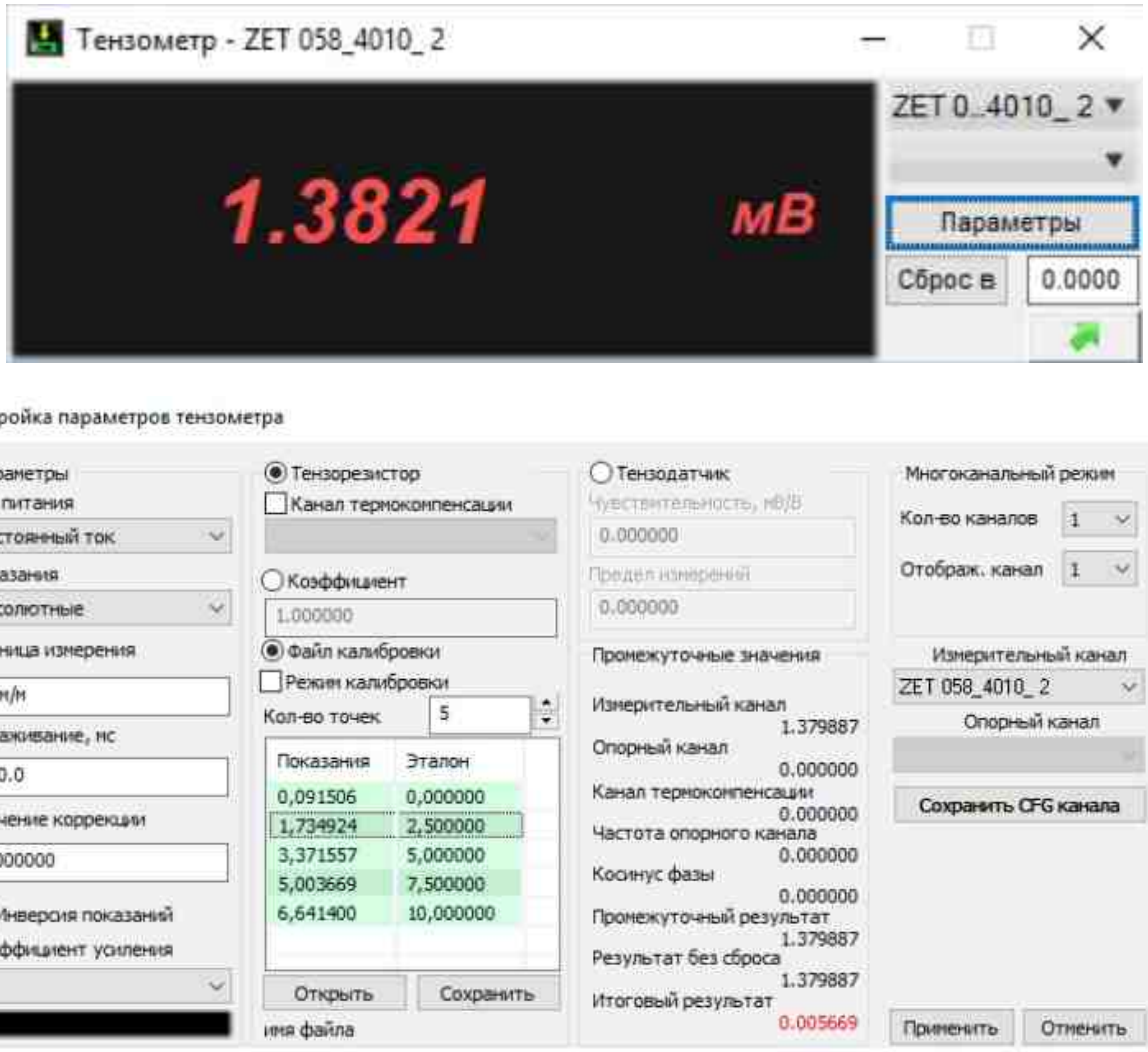
- ***Ток питания*** — вариант питания подключенных датчиков внутренним генератором тензостанции (постоянный или переменный ток);
- ***Показания*** — абсолютные или относительные. При выборе относительных показаний необходимо задать 2 канала: измерительный и опорный, по умолчанию опорным каналом назначается канал генератора. При выборе абсолютных показаний окно *«Опорный канал»* становится неактивным;
- ***Единица измерения*** — единица измерения, которая будет отображаться на индикаторе программы рядом со значением, данный параметр не пересчитывает одни единицы в другие, пользователь задает любое значение в целях удобства отображения;
- ***Сглаживание, мс*** — период в мс, за который происходит усреднение измеренных значений. Интервал одного измерения 100 мс и время сглаживания необходимо задавать кратным 100 мс;
- ***Значение коррекции*** — значение, которое не учитывается при проведении измерений в случае активации кнопки на рабочем окне программы *«Сброс в».* В данном поле отображается разница между величиной, указанной в поле *«Сброс в»* и текущим показанием Измерений (т.е. если мы установим сброс в 0 при текущем измерении 3, то в поле коррекции будет значение -3);
- ***Инверсия показаний*** — при необходимости получить результаты противоположные по значению;
- ***Коэффициент усиления*** — усиление по измерительному каналу в 1, 10, 100 или 1000 раз. При изменении коэффициента усиления индикатор интегрального уровня сигнала будет отображать на сколько входной сигнал заполняет доступный диапазон измерения тензостанции.



Тензорезистор

При использовании в качестве чувствительного элемента тензорезисторов, настройка параметров осуществляется в соответствующем поле *«Тензорезистор»*, при этом поле *«Тензодатчик»* становится неактивно.





Поле ***Показания*** калибровочной таблицы может быть заполнено автоматически: правая кнопка мыши напротив эталонного значения → Взять данные с индикатора.
Имеется возможность сохранить калибровочную таблицу для последующего применения.

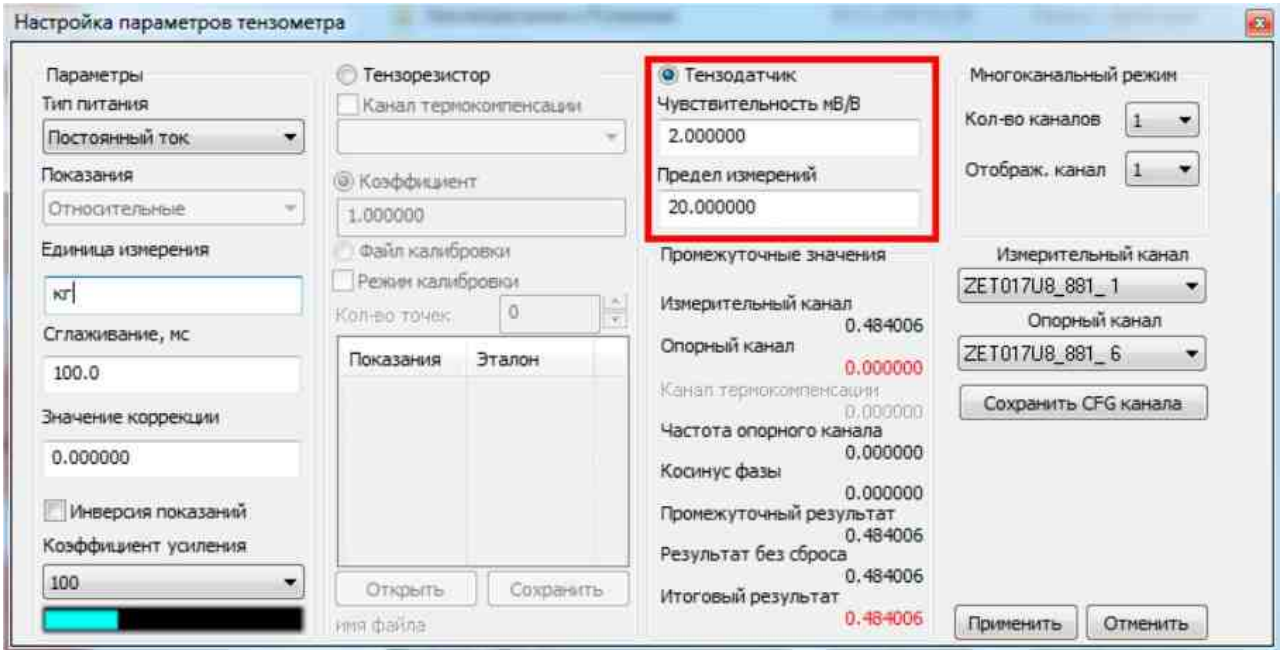
По окончанию тарировки галочку в поле *Режим калибровки* необходимо снять, и сохранить внесённые изменения, нажав кнопку *Применить*.

Тензодатчик

При использовании в качестве чувствительного элемента тензодатчиков, настройка параметров осуществляется в соответствующем поле *«Тензодатчик»*, при этом поле *«Тензорезистор»* становится неактивно.
Для настройки тензодатчиков доступны два параметра:

- *Чувствительность, мВ/В*;
- *Предел измерений* — максимальное значение деформации, которое способен зафиксировать датчик.

При использовании в качестве первичного преобразования тензодатчик, рассчитываются только относительные показания тензометра. Соответственно помимо измерительного канала пользователю необходимо задать опорный.

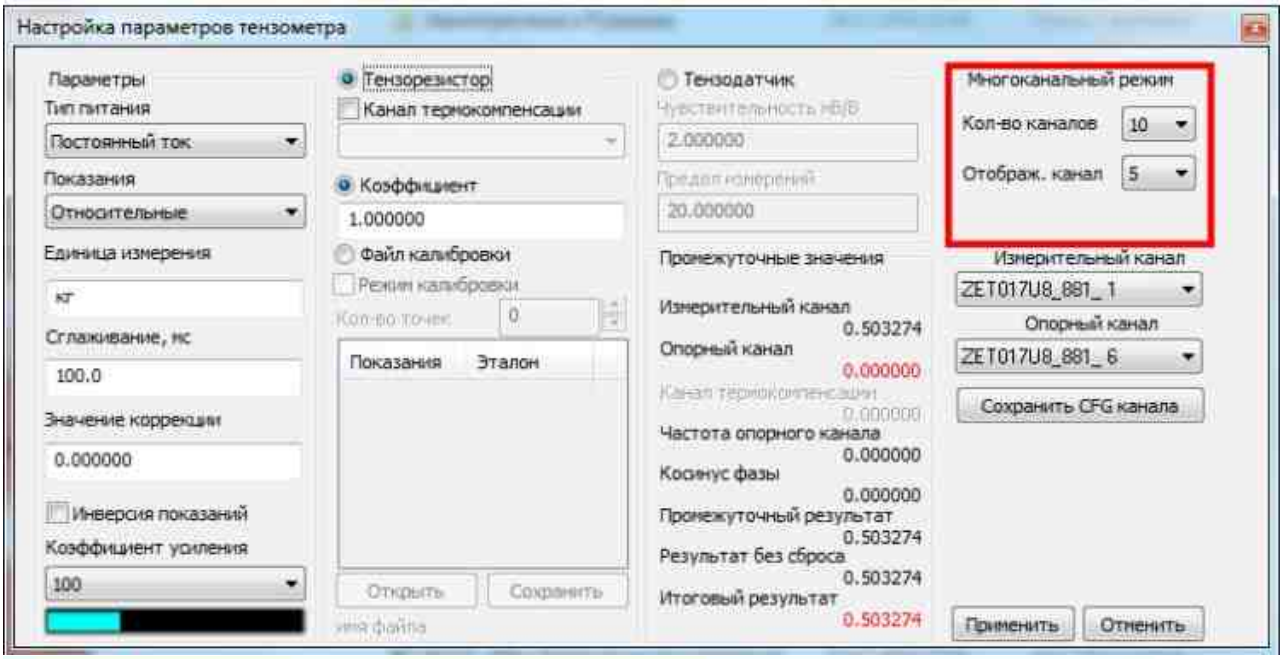


Поле ***Промежуточные значения*** предназначено для диагностики работоспособности чувствительного элемента в любой момент времени. Отображает значения измерительного канала, опорного канала (в случае с тензодатчиком - канал с генератора), канал термокомпенсации (отображается при использовании тензорезисторов), частота опорного канала, косинус фазы, промежуточный результат, результат без сброса (действительные значения), итоговый результат (в случае использования канала термокомпенсации или функции *Сброс в ноль* результат будет отображаться, учитывая данные параметры; в противном случае — равен результату без сброса).

. Многоканальный режим

Новая версия программы «***Тензометр***» поддерживает опцию *Многоканального режима*.

При использовании большого числа первичных преобразователей пользователю необходимо следить за каждым каналом по отдельности. Ранее данная возможность достигалась за счёт запуска большого числа программ «***Тензометр***», что в свою очередь доставляло значительные неудобства. Теперь для отображения большого количества каналов достаточно запустить одну программу и настроить отображение *Многоканального режима*.





В меню настройки программы в поле ***Многоканальный режим*** необходимо указать количество каналов и выбрать один отображаемый канал для настройки его параметров.

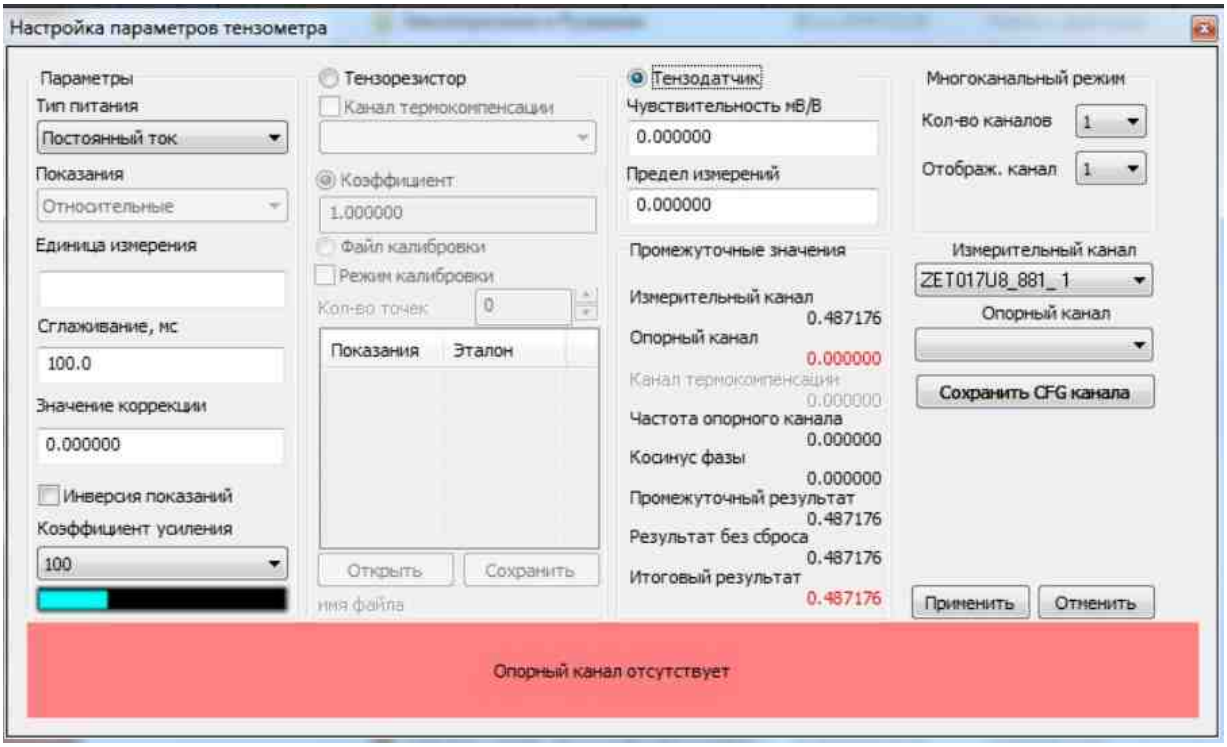
Для сохранения всех изменений в файле конфигураций, после настройки каждого канала необходимо активировать кнопку ***Сохранить CFG канала.***

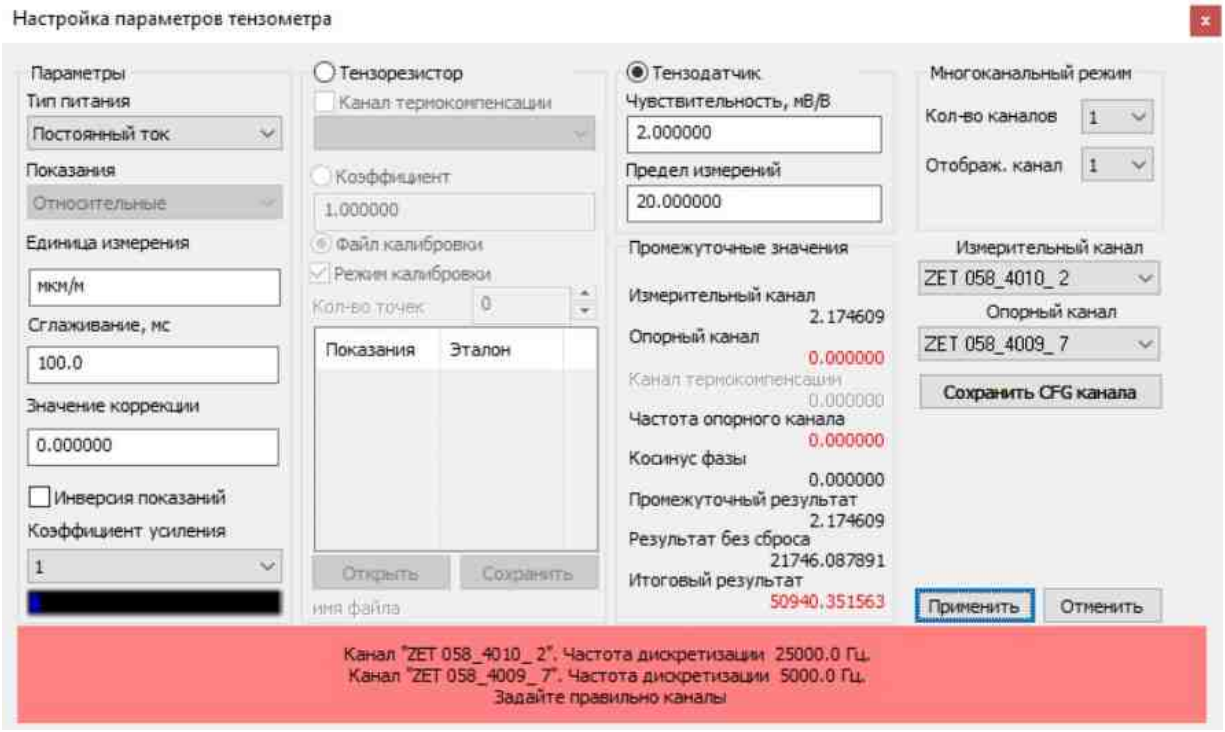
После чего активировать кнопку ***«Применить»*** в правом нижнем углу окна, для продолжения работы с программой ***Тензометр.***

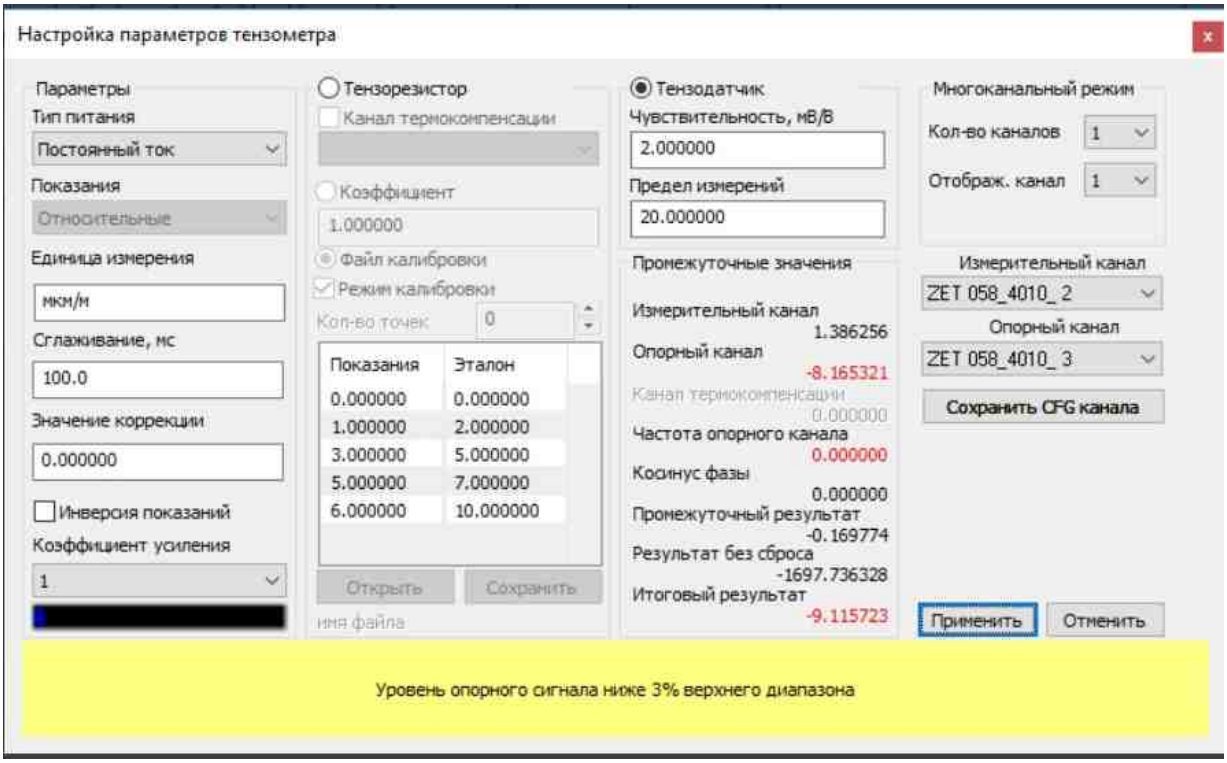
. Подсказки в программе Тензометр

Для корректной работы программы *Тензометр* существует ряд подсказок, указывающих на неправильно заданное значение того или иного параметра. Разработчики программы проанализировали самые распространенные ошибки, возникающие при работе с программой, и вывели следующие оповещения:

- *Опорный канал отсутствует* — подсказка возникает в случае выбора относительных показаний при неустановленном опорном канале;
- *Задайте правильно каналы* — подсказка возникает в случае выбора измерительного и опорного канала с разными частотами дискретизации;
- *Уровень опорного сигнала ниже 3% верхнего диапазона* — подсказка рекомендательного характера, указывающая на не совсем корректный выбор опорного канала.







Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Тензометр** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Тензометр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,

Тензометр входит в группу программ **Измерение**

Тензометрия .....

Общая информация о тензодатчиках, подключение тензодатчиков и формирование мостовых схем, практическое применение.

В данном разделе вы найдёте информацию по работе с тензостанциями и тензодатчиками.

Варианты исполнения и подключения тензостанций, примеры применения и готовые решения на базе тензостанций.

Тензостанции



Варианты исполнения и подключения тензометрических станций
Возможные модификации тензометрических станций для решения задач любой сложности. Способы подключения мостовых схем к тензометрическим станциям.



Практическое применение тензометрических станций

Управление процессами в испытательных камерах, измерение динамического напряженно-деформированного состояния конструкций, а также контроль качества электроэнергии с помощью измерительной системы на базе тензометрической станции.



Справочная информация

Понятие и теория тензометрических измерений. Общие характеристики и схемы подключений тензорезисторов. Тензодатчики.



Подключение и формирование мостовых схем

Разновидности тензомостов и формирование мостовых схем. Проверка работоспособности тензомостов.

Подключение тензодатчиков к тензостанции.



Практическое применение

Особенности применения тензорезисторов, датчики давления на тензорезисторах и применение тензорезисторов для измерения физических величин

Основы тензометрии .....

Тензометрия (от лат. tensus - напряжённый, натянутый и греч. metréō - измеряю) – экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. При механической деформации материала его электрическое сопротивление изменяется. Этот эффект называется тензорезистивным

эффектом. На основе этого эффекта реализованы тензодатчики, реагирующие на механическое напряжение σ:

$$\sigma = \frac{F}{a} = E\frac{dl}{l}$$

где E – модуль Юнга материала, F – приложенная сила, $dl/l=e$ – относительная деформация материала.

Рассмотрим цилиндрический проводник (провод), который растягивается с силой F. Объем провода υ остается постоянным, при этом сечение уменьшается, и длина увеличивается. Сопротивление проводника можно записать в виде:

$$R = \rho\frac{l^2}{\upsilon}$$

где ρ – удельное сопротивление материала.

После дифференцирования получим выражение для определения чувствительности сопротивления к удлинению провода:

$$\frac{dR}{dl} = 2\frac{\rho}{\upsilon}l$$

Чувствительность повышается при увеличении длины провода и его удельного сопротивления и уменьшается при увеличении сечения провода. Относительное изменение сопротивления провода в зависимости от относительной деформации e можно записать в виде:

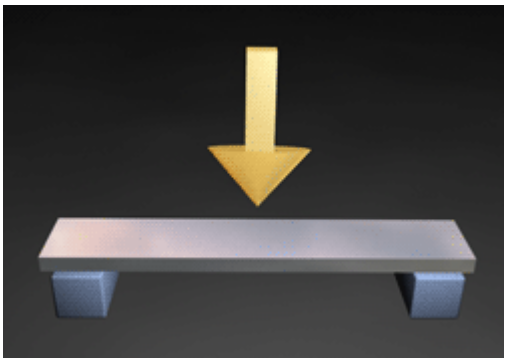
$$\frac{dR}{R} = S_k e$$

где Sk – коэффициент тензочувствительности. Для металлических проводов он лежит в пределах 2-6, а для полупроводников – 20-200.

Например, рассмотрим тензосопротивление со следующими характеристиками, представленными в таблице:

Чувствительность (S_k) :	2.0
Материал подложки	Полиамид
Измерительная решетка	Константановая фольга
База (длина измерительной решетки), мм:	20; 50; 100; 150
Температурный коэффициент чувствительности, 1/К	115*10-6
Поперечная чувствительность, %	0.1
Температурный диапазон эксплуатации, ^oC :	-70...+200 статические измерения -200...+200 динамические измерения
Номинальное сопротивление, Ом	120; 350; 700; 1000

Рассмотрим тензометрические весы, основанные на измерении стрелы прогиба центра балки, лежащей на двух опорах.



Стрела прогиба λ равна:

$$\lambda = Fl^3/(48EI)$$

где F – приложенная сила в середине балки, l – длина балки, I – момент инерции поперечного сечения балки. Если поперечное сечение балки имеет форму прямоугольника с шириной a и высотой b, то

$$I = 1/12ab^3$$

Для кругового поперечного сечения радиуса r:

$$I = 1/4\pi r^4$$

Радиус изгиба балки составит:

$$R = \frac{4EI}{Fl}$$

Если на нижнюю сторону балки прямоугольного сечения наклеить тензорезистор, то относительная деформация резистора будет:

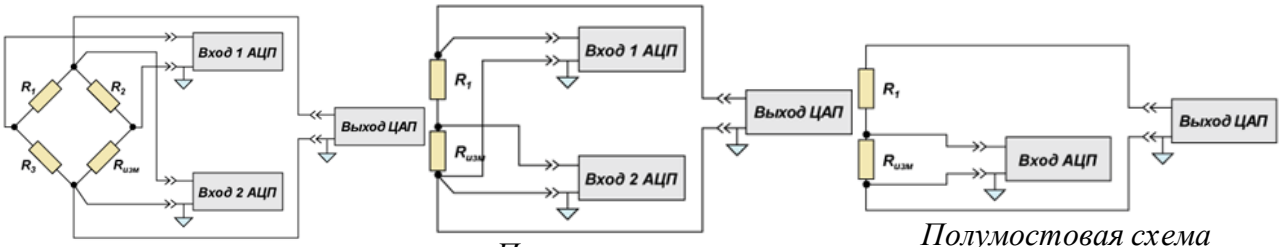
$$e = \frac{3Fl}{2Eab^2}$$

Пусть стальная балка имеет сечение $a = b = 1\ см = 10^{-2}\ м$ и длину $l = 10\ см = 10^{-1}\ м$, тогда стреле прогиба $\lambda = 1\ мм$ будет соответствовать усилие $F = 8000\ Н$, что соответствует весу массы *800 кг*. Относительная деформация тензорезистора наклеенного на нижнюю сторону балки будет составлять *0,006* и относительное изменение сопротивления *0,012*. Для создания весов имеющих разрешающую способность *1 кг*, необходимо регистрировать относительное изменение сопротивления до 10^{-5}.

В таблице ниже приведены модуль Юнга и предел прочности для некоторых материалов.

Материал	Модуль Юнга, 10^9 Н/м2	Предел прочности, 10^7 Н/м2
Сталь	196	127
Железо	186	33
Медь	120	24
Латунь	102	35
Алюминий	68	7,8
Свинец	1,7	1,5

При измерении сопротивления тензорезистора используют мостовую или полумостовую (делитель напряжения) схему подключения. В качестве сопротивлений R_1 - R_3 обычно используется такие же тензорезисторы, как и измерительный, только наклеенные на балку в поперечном направлении, нечувствительном к деформации. Это связано в первую очередь с высоким температурным коэффициентом сопротивления тензорезистора.



Мостовая схема подключения тензорезисторов

Полумостовая схема подключения тензорезисторов

Полумостовая схема подключения тензорезисторов

В данном примере при изменении температуры на 1є относительное сопротивление изменится на 10^{-4}, что соответствует ошибке в измерении веса *10 кг*. При использовании в качестве R_1 – R_3 таких же тензорезисторов, находящихся в тех же условиях, что и измерительный тензорезистор, существенно упрощается термокомпенсация мостовой схемы.

Для этого необходимо использовать 6-проводную схему измерения. Одна пара проводов служит для питания моста, другая пара проводов служит для измерения подаваемого напряжения, третья пара – для измерения разности потенциалов в мостовой схеме.

Рассмотрим мостовую схему с датчиками *120 Ом*. При питании схемы напряжением *1.2 В*, ток проходящий по каждому резистору будет составлять 5 мА. При нулевой нагрузке разность потенциалов в мостовой схеме $V_{изм}$ будет равна нулю, при максимальной нагрузке *800 кг – 3 мВ*. В полумостовой схеме измерения при нулевой нагрузке разность потенциалов будет равна *600 мВ*, при максимальной нагрузке – *603 мВ*. Изменению веса на *1 кг* соответствует изменение напряжения на *10 мкВ*. При проведении измерений разности потенциалов с помощью АЦП в мостовой схеме необходимо использовать 14-16 разрядный АЦП. В полумостовой схеме – 18-20 разрядный АЦП.

На основе тензорезистивного эффекта также изготавливаются датчики давления со встроенной мостовой схемой.

Фоторезистивные датчики – это датчики, сопротивление которых изменяется в зависимости от освещенности датчика. В темноте такой датчик обладает высоким сопротивлением, а при падении света сопротивление уменьшается. Такой датчик обладает нелинейной характеристикой.

Также существует большое количество потенциометрических датчиков – датчиков положения, угла поворота. Принцип измерения сопротивления таких датчиков аналогичен измерению сопротивления терморезистора.

Сходным по функционированию являются емкостные и индукционные датчики. Например, индукционный датчик линейного перемещения построен по полумостовой схеме с входным сопротивлением 350 Ом. Для питания датчика необходима несущая частота 5 кГц. Датчик состоит из двух трансформаторных обмоток. На одну обмотку трансформатора подается

переменное напряжение, с другой обмотки снимается выходной сигнал. Выдвижной щуп выполнен из ферромагнетика. В зависимости от положения щупа меняется коэффициент трансформации между обмотками и соответственно меняется амплитуда выходного сигнала. По амплитуде выходного сигнала определяется перемещение щупа. Линейность такого рода датчиков не превышает 1-2%.

Также производятся акселерометры на основе пьезорезистивного эффекта.

Особенности измерений

Обычно применяются три схемы подключения резистивных датчиков. Первая схема - мостовая, вторая и третья - полумостовые схемы (см. рисунки выше). В первой и второй схеме происходит контроль подаваемого напряжения и измеряется относительное падение напряжения V_1/V_2. В третей схеме проводится измерение напряжения V_1 относительно подаваемого напряжения.

При использовании многоканальных модулей АЦП/ЦАП удобно применять 6-проводную схему подключения датчика. В этом случае исключается погрешность падения напряжения на подводящих проводах и изменения падения напряжения на подводящих проводах из-за температурной зависимости сопротивления.

Другим источником погрешности является наводимая помеха от других цепей. Самой значимой является сетевая помеха 50 Гц. Чем длиннее подводящие провода, тем выше уровень наводимой помехи. Для снижения уровня наводки необходимо использовать витые пары проводов в экране.

При запитывании датчиков постоянным током дополнительным источником погрешностей является ЭДС, создаваемая на месте скрутки проводов и разности температур мест скруток. Это приводит к дрейфу постоянной составляющей сигнала. При реализации алгоритма вольтметра с использованием АЦП, погрешность полученных результатов может быть достаточно высокой. Это связано, в первую очередь, с тем, что алгоритм вольтметра постоянного тока суммирует все сигналы и полезный сигнал от датчика, и сигнал помехи. Для того чтобы разделить эти сигналы можно подавать в качестве питания датчиков переменный сигнал. Если для оценки уровня сигнала использовать селективный вольтметр, регистрирующий уровень заданной частоты, то при этом происходит отстройка от сетевой помехи 50 Гц и от дрейфа постоянной составляющей сигнала. При таком виде обработки сигнала возрастает и эффективное количество бит АЦП. Например, частота преобразования 16-разрядного АЦП составляет 200 кГц. При обработке алгоритмом селективного вольтметра полоса анализа составляет 10 Гц. Таким образом, полоса анализа в 10000 раз меньше всей полосы сигнала. В предположении, что помеха является случайной и равномерно распределена по спектру сигнала, уровень помехи в полосе анализа селективного вольтметра снизится в 100 раз, и эффективное количество разрядов АЦП составит 21 разряд. Такой метод обработки оправдан только для медленно меняющихся процессов.

Дополнительным источником погрешности такого способа является межканальное проникновение высокочастотных сигналов. Эта погрешность является систематической и в основном зависит от длины подводящих проводов от модуля АЦП до датчика и геометрического расположения провода и датчика, но она практически не меняется во времени. При этом необходима калибровка измерительного тракта по месту. Это усложняет процедуру поверки и калибровки измерительных систем.

При измерении по мостовой схеме выходной сигнал равен:

$$V_1/V_2 = \frac{R_{изм}}{R_2 + R_{изм}} - \frac{R_3}{R_1 + R_3}$$

Если сопротивления $R_1 = R_2 = R_3 = R$, то можно записать:

$$V_1/V_2 = \frac{1}{2}\frac{R_{изм} - R}{R + R_{изм}}$$

Для полумостовой схемы:

$$V_1/V_2 = \frac{R_{изм}}{R + R_{изм}}$$

Дополнительными источником помех является нелинейная зависимость падения напряжения от значения измеряемого сопротивления.

В пакете **ZETLAB** предусмотрены программы селективного вольтметра, узкополосного фильтра, программы коррекции амплитуды и многие другие, позволяющие существенно повысить точность при снижении цены на аппаратуру.

Подключение к оборудованию ZETLAB

Резистивные датчики и мостовые схемы можно подключать непосредственно к тензометрической станции **ZET 017-T8** и с помощью программного обеспечения **ZETLAB TENZO** проводить первичную обработку сигналов, калибровку, нормирование уровней, проводить отображение измеряемых физических величин и их регистрацию и реализовать системы контроля и управления.

При подключении тензодатчиков, мостовых, полумостовых и четверть мостовых схем к измерительным модулям **ZETSENSOR** они образуют интеллектуальный тензодатчик. Обработка сигнала датчика осуществляется измерительным модулем и измеренное значение передается в цифровом виде.

Тензометрические измерения .....

В любой задаче в области компьютерной автоматизации измерений, испытаний и управления технологическим производством самым главным моментом является выбор первичного преобразователя. Первичные преобразователи сигналов внешнего воздействия в электрический сигнал основаны на различных физических эффектах и бывают различного типа и вида. Рассмотрим один из распространенных видов преобразователей — резистивных.

Резистивные датчики широко используются в тензометрии. Тензометрия (от лат. tensus — напряжённый, натянутый и греч. metréō — измеряю) — экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. При механической деформации материала его электрическое сопротивление изменяется. Этот эффект называется тензорезистивным эффектом. На основе этого эффекта реализованы тензодатчики, реагирующие на механическое напряжение σ:

$$\sigma = \frac{F}{a} = E\frac{dl}{l}$$

где E — модуль Юнга материала, F — приложенная сила, dl/l = e — относительная деформация материала.
Тензометрические измерения производятся при помощи измерительных модулей ZET 7010 Tensometer-485, ZET 7110 Tensometer-CAN, ZET 7111 Tensometer-CAN; или тензостанции ZET 017-T8 и программы «Тензодатчик». В качестве чувствительных элементов могут быть использованы тензодатчики или тензорезисторы в различных исполнениях.
Тензорезистивный эффект применяется для измерения различных физических величин: веса, давления, механического напряжения и т.п. На рисунке 1, например, показаны формы измерительных решеток тензорезисторов фирмы «Месстехник-HBM». На рисунке 2 представлен внешний вид типичного датчика давления производства ООО «Метроник».

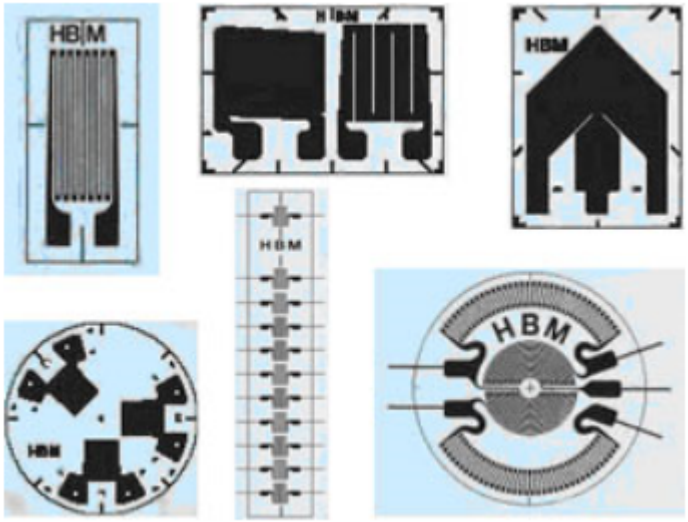


рисунок 1



рисунок 2

При построении многоканальных контрольно-измерительных систем автоматизации технологических процессов используются несколько тензостанций ZET 017-T8: в этом случае количество измерительных каналов может достигать 128. Для подключения такого количества датчиков используются клеммные модули (рисунки 3 и 4). Для интеграции тензоизмерительной системы в уже существующий процесс возможна установка модулей на DIN-рейку. Для построения распределенной системы тензоизмерений используются модули ZET 7010 Tensometer-485, ZET 7110 Tensometer-CAN, ZET 7111 Tensometer-CAN.



рисунок 3



рисунок 4

Для контроля и управления процессами используется цифровой вход/выход тензостанции ZET 017-T8 или управляющий модуль ZET 7060 Digital-485 или ZET 7160 Digital-CAN. Например, при превышении давления в контролируемой точке исследуемого объекта, с цифрового выхода на исполнительный механизм подается сигнал, что приводит к его срабатыванию и, например, к открытию спускового клапана. При нормализации давления сигнал с цифрового выхода выключается и продолжается нормальное функционирование системы. Пороги (уставки) срабатывания цифрового входа/выхода устанавливаются оператором. Контроль измеряемых параметров и алгоритмы срабатывания уставок могут быть различными. Весь процесс измерения параметров, срабатывания уставок и возникновение нештатных ситуаций отображается на экране в реальном времени и протоколируется для дальнейшего анализа и хранения.

См. также

- Теория тензоизмерений, схемы подключения тензорезисторов к ZETSENSOR
- Схемы подключения тензорезисторов к тензостанции ZET 017-T8
- Тензовесы своими руками
- Формирование тензометрических мостовых схем для измерения различных параметров
- Применение тензорезисторов для измерения физических величин
- ZET 7010 Tensometer-485 интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом RS-485 (статические измерения)
- ZET 7110 Tensometer-CAN интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом CAN (статические измерения)

- ZET 7111 Tensometer-CAN интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом CAN для проведения динамических измерений

Общие характеристики тензорезисторов .....

Для оптимального решения поставленной задачи тензоизмерений предлагается широкий выбор тензорезисторов. Каждый тензорезистор имеет прецизионные фольговые резистивные решетки, которые монтируются на подложку из органического материала. При этом каждая серия тензорезисторов уникальна — имеет свой дизайн, конструктивные особенности и определенную комбинацию сплава и материала подложки. На страницах описаний тензорезисторов приводятся габариты, эксплуатационные характеристики и примечания по применению, а также обозначение сплава и материала подложки.

Основные характеристики тензорезисторов

<table>
<tr><td>Серия</td><td>EA</td><td colspan="2">EP</td></tr>
<tr><td>Применение</td><td>Фольговый константан в комбинации с прочной, пластичной, полиимидной подложкой.
Доступен большой выбор опций.
Изначально предназначен для общего статического и динамического анализа деформации.
Не рекомендуется использовать для высокоточных преобразователей</td><td colspan="2">Специальный отожженный константановый сплав с прочной, высокоэластичной полиимидной подложкой.
Применяется главным образом для измерения больших деформаций.
Доступен с опциями E, L и LE (могут ограничивать параметры удлинения)</td></tr>
<tr><td>Диапазон температур, °C</td><td>Рабочий: −75…175
Кратковременный: −195…205</td><td colspan="2">−75…205</td></tr>
<tr><td>Диапазон измерения (диапазон упругой деформации относительно длины решетки), %</td><td>±3% для датчиков с измерительной решеткой длиной до 3,2 мм
±5% для датчиков с измерительной решеткой длиной от 3,2 мм и выше</td><td colspan="2">±10% для датчиков с измерительной решеткой длиной до 3,2 мм
±20% для датчиков с измерительной решеткой длиной от 3,2 мм и выше</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Уровень деформации, мкм/м</td><td>±1800</td><td rowspan="3">±1000</td><td rowspan="5">Датчики серии EP показывают нулевое смещение при высокоцикличных деформациях</td></tr>
<tr><td>±1500</td></tr>
<tr><td>±1200</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Кол-во циклов</td><td>10^5</td><td rowspan="3">10^4</td></tr>
<tr><td>10^6</td></tr>
<tr><td>10^8</td></tr>
</table>

Диапазон деформаций и температур

Допустимый диапазон деформаций определен с указанием рекомендованной рабочей температуры для различных областей применения. Графики циклического уровня

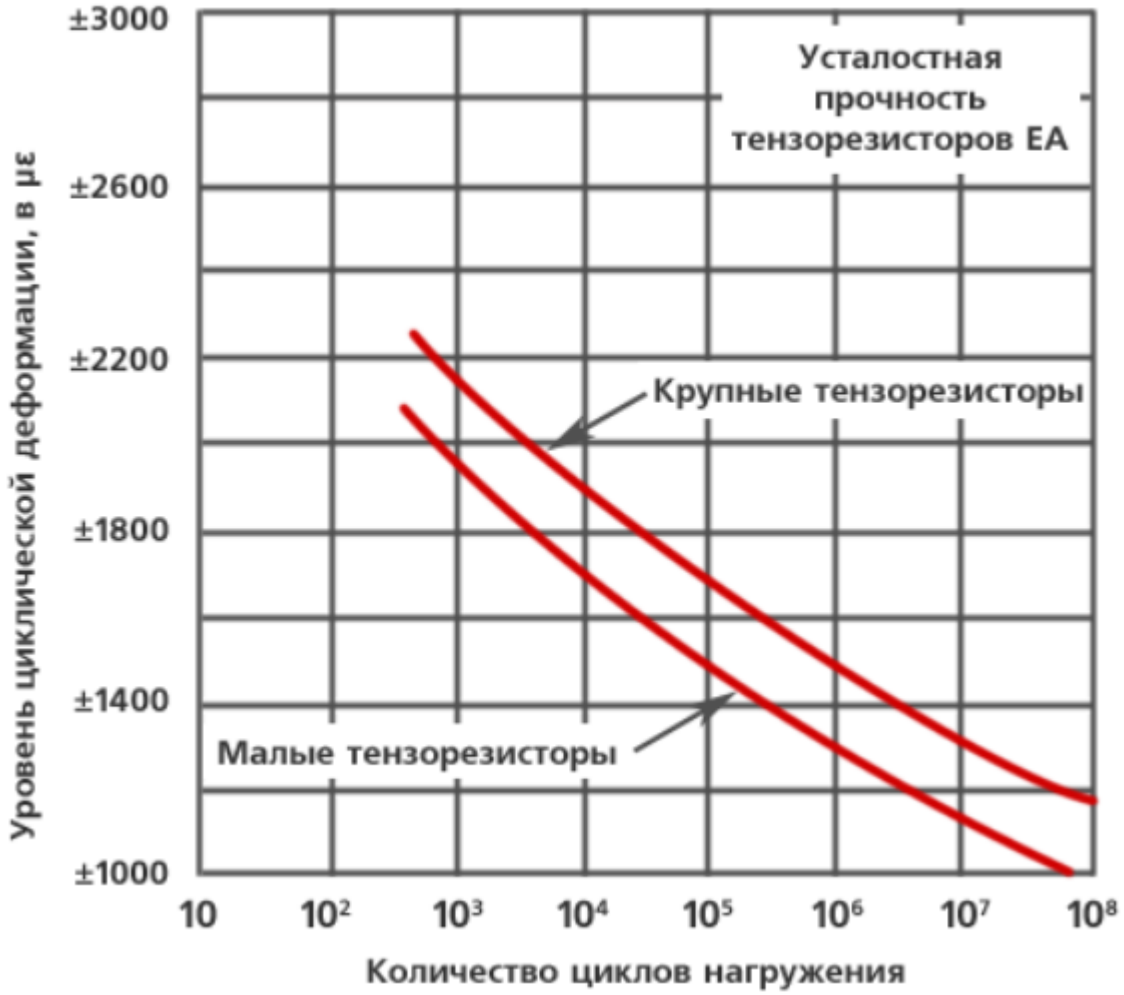
деформации, в зависимости от количества циклов указаны для всех серий, показывают общую норму для номинальных усталостных характеристик. Поскольку усталостные характеристики тензорезисторов зависят от разных условий, то следует ознакомиться с инструкцией по усталостным характеристикам тензорезисторов.
Приведенные ниже кривые усталостной прочности тензорезисторов соответствуют реверсивным уровням деформации. Они также могут применяться для однонаправленной деформации посредством снижения пиковых значений амплитуды на 10 %. В качестве примера полностью реверсивный диапазон деформации ±1500 мкм/м, приблизительно, равен усталостному повреждению тензорезистора с уровнями деформации:

- от 0 до плюс 2700 мкм/м,
- от 0 до минус 2700 мкм/м,
- от минус 200 до плюс 2500 мкм/м.

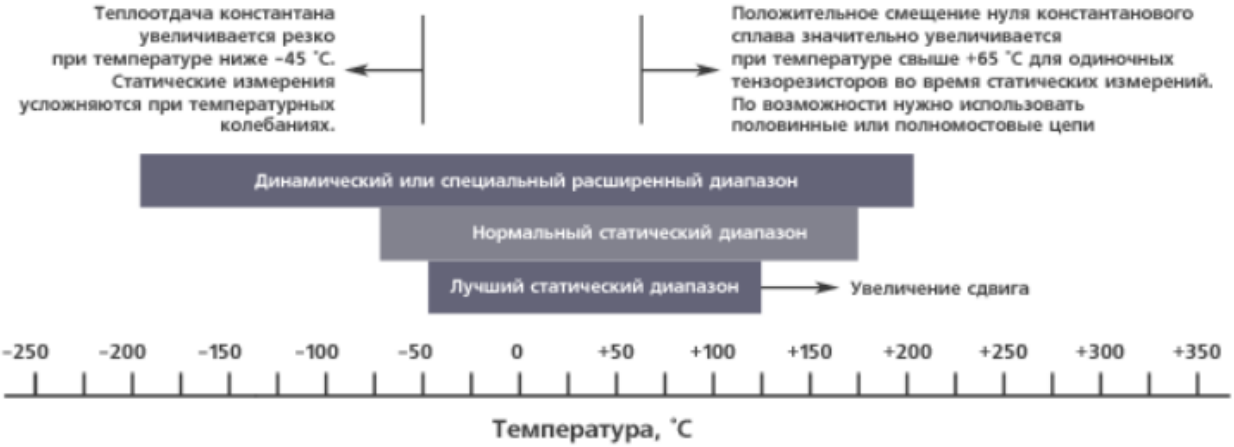
Однако средняя величина деформации, увеличиваемая в направлении растяжения во время цикла, приводит к более раннему выходу из строя. Следует заметить, что все эксплуатационные характеристики тензорезисторов являются номинальными, так как поведение отдельного тензорезистора может быть изменено при монтаже или под влиянием окружающих условий. Кроме того, эти параметры применяются к тензорезисторам без опций активной длиной 3 мм или больше, если не указано иное.

Серия EA

Серия тензорезисторов EA из константана широко применяется для экспериментального анализа напряжений общего назначения. Базовая модель имеет открытую конструкцию с прочным, упругим материалом-подложкой толщиной 0,025 мм из литого полиимида. Данная серия представлена широким рядом моделей и, как правило, является более дешевой. Данная серия обладает большим количеством опциональных возможностей, например, различная форма покрытия присоединений выводов и защитная инкапсуляция. Подложка подготовлена для прочной фиксации всеми стандартными клеями для тензорезисторов. Диапазон упругой деформации относительно длины решетки для тензорезисторов с длиной решетки от 3 мм: ±5%; для датчиков с меньшей длиной решетки: 3%.



Усталостная прочность тензорезисторов серии EA

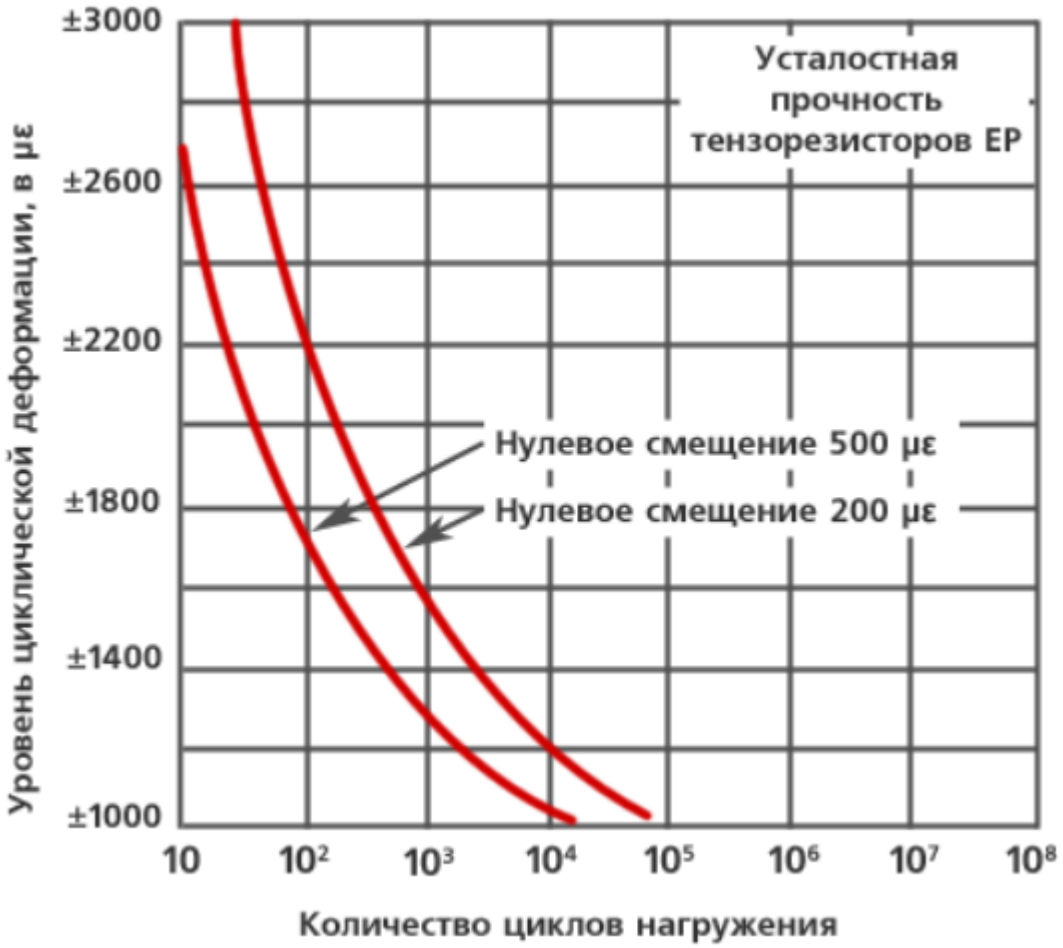


Рабочая температура для тензорезисторов серии EA

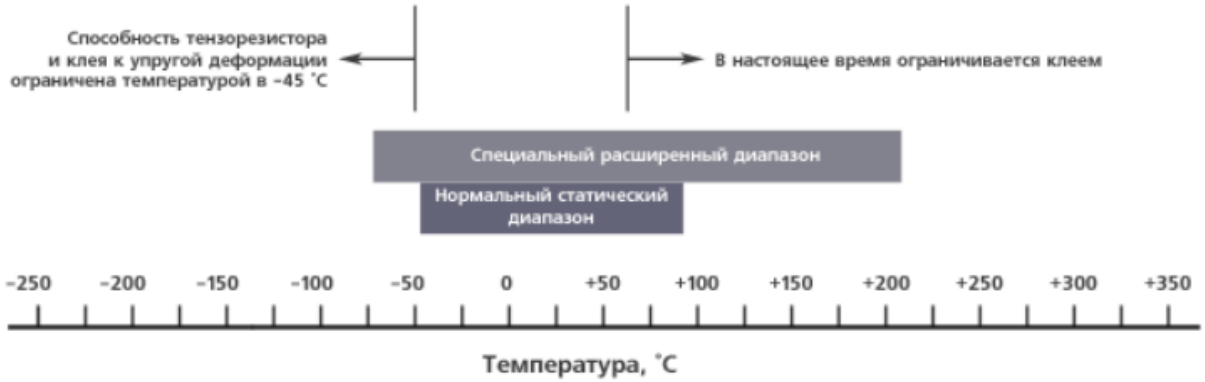
Серия EP

Серия тензорезисторов EP специально предназначены для измерений больших деформаций, >3-5%. Базовая модель имеет открытую конструкцию с прочным, упругим материалом-подложкой толщиной 0,025 мм из литого высокоэластичного полиимида. Измерительная

решетка из специальной марки отожженной константановой фольги для максимальной пластичности. Серия доступна с компенсацией 08 и 40 для применения на металлах и пластике соответственно. Точные значения температурной самокомпенсации, как правило, не важны при работе в пластическом состоянии, так как температурная погрешность очень мала по сравнению с измеряемыми высокими уровнями деформации. Предел деформации для тензорезисторов EP серии с длиной решетки от 3 мм: ±20%; для датчиков с меньшей длиной решетки: 10%. Опциональные исполнения, главным образом, понижают способность удлинения. Тензорезисторы серии EP могут быть приобретены по специальному заказу со всеми опциями, предлагаемыми в серии EA.



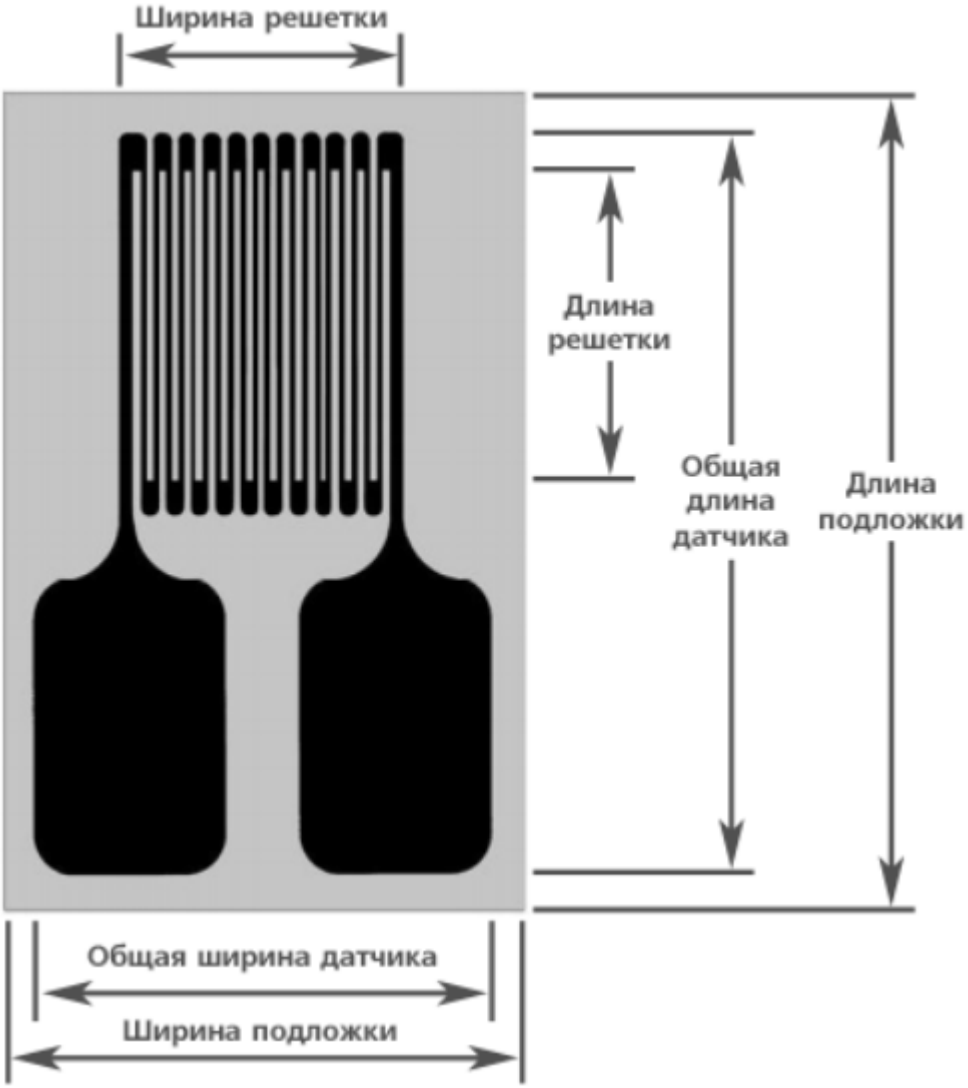
Усталостная прочность тензорезисторов серии EP



Рабочая температура для тензорезисторов серии EP

Габариты тензорезисторов

Длина измерительной решетки — важная величина при выборе тензорезистора, и обычно этот параметр является определяющим при выборе тензорезистора. Размеры, перечисленные для длины и ширины, относятся к активным размерам измерительной решетки. Общая длина и ширина тензорезистора относятся к фактическим размерам по краям решетки, не включая знаков совмещения или подложки. Размеры подложки являются номинальными, с допустимым отклонением до ±0.4 мм. Если датчики инкапсулированы, то подложка может быть уменьшена, но не более чем на 0,25 мм до края рисунка решетки, при этом потери качества работы датчика не будет. Для этих целей большинство моделей также включает метки обрезки для использования в ограниченном пространстве.



Обозначения параметров габаритных размеров

Самотермокомпенсация (S-T-C)

Все тензорезисторы с кодом третьей группы в обозначении тензорезистора «XX» (например, MT-EA-XX-0.38DJ-120) имеют температурную самотермокомпенсацию для применения на конструкциях из материалов с определенным коэффициентом температурного расширения. При выборе тензорезистора нужно заменить группу кода XX на желаемый номер S-T-C, представляющий собой коэффициент температурного расширения конструкционного материала. В таблице маркировки тензорезисторов указаны доступные номера S-T-C для сплавов решетки. Значения 06 и 13, доступные в сплаве A характерны для тензорезисторов общего назначения. Если нет особых требований, то значение 06 является наиболее подходящим.

Номер S-T-C	**Коэффициент линейного расширения материала**	**Материал**
00	1,4	Инвар сплав (FeNi)
	0.5	Кварц, расплавленный
	1,4	Титановый силикат*

03	5,4	Жженый глинозем (алюминий)
	4,9	Молибден*
	4,3	Вольфрам
	5,6	Цирконий
05	9,2	Стекло силикатное
	9,9	Нержавеющая сталь ферритная
	8,6	Титан, чистый
	8,8	Титановый сплав, 6 AL-4V*
06	11,5	Бериллий
	10.8	Серый чугун
	12,6	Инконель, Ni-Ct-Fe сплав
	12,1	Инконель X, Ni-Cr-Fe сплав
	13,5	Монель, Ni-Cu сплав
	11,9	Никель-A, Cu-Zn-Ni сплав
	11,3	Сталь 4340
	12,1	Сталь углеродистая, 1008, 1018*
	10.8	Нержавеющая сталь, закалка-
	10,3	Нержавеющая сталь, закалка-
	9,0	Нержавеющая сталь, закалка-
09	16,7	Бериллий — медь, Cu25,BE25
	18,4	Фосфор-бронза, Cu90,Sn10
	16,6	Медь; 99,9%+
	17,3	Нержавеющая сталь аустенитная
	17,4	Нержавеющая сталь аустенитная
	16,0	Нержавеющая сталь
13	23,2	Алюминиевый сплав 2024-T4*
	20,0	7075 T6; латунь
	22,7	Cu70 Zn30; олово чистое
15	26,1	Магниевый сплав, AZ-318*
18, 30, 40		Пластмассы и композитные

* — материал, используемый для определения термического выходного сигнала

Тензодатчики .....

Тензодатчик (тензорезистор, тензометрический датчик) — это приспособление для измерения напряжённого состояния в металле. Конструктивно представляет проводник особой формы, который подсоединяется к измеряемому изделию. Если известно

сопротивление датчика в недеформированном состоянии, то по изменению сопротивления можно вычислить степень деформации. До появления тензодатчиков для взвешивания в промышленности применялись в большинстве случаев весы, основанные на механических рычагах.

Механические весы могли использовать два метода взвешивания: либо механизм балансировки, либо механизм определения силы, основанный на механических рычагах. Самые первые датчики нагрузки для взвешивания, разработанные ещё до тензометрических датчиков, были гидравлическими или пневматическими. В 1843 году английский физик *Чарльз Уитстон* изобрел мост для измерения электрического сопротивления проводников. Мост Уитстона стал идеальным прибором для измерения изменений сопротивления, происходящих в тензодатчиках.

Несмотря на то, что первый тензодатчик был изобретен в 40-х годах прошлого века, его производство стало экономически и технически возможно только после того, как развитие электроники это позволило. С тех пор тензодатчики зарекомендовали себя как неотъемлемые компоненты механических весов и как независимые датчики нагрузки. Легкость подключения датчиков к тензометрической станции позволяет собирать целые измерительные комплексы. Использование интеллектуальных тензометрических датчиков позволяет получать на выходе непосредственно значение измеряемой величины, избавляя пользователя от необходимости настройки измерительных каналов.

На сегодняшний день, тензометрические датчики нагрузки доминируют в весо-измерительном оборудовании. Исключением являются некоторые лаборатории, где все ещё используются точные балансирующие весы.

Разновидности тензомостов .....

Почему именно мост, а не делитель?
Казалось бы, для того чтобы измерить деформацию с помощью тензорезистора достаточно использовать делитель напряжения, состоящий из тензорезистора и постоянного резистора (Рис. 1). R1 — постоянный резистор R2 — тензорезистор, R1=R2.

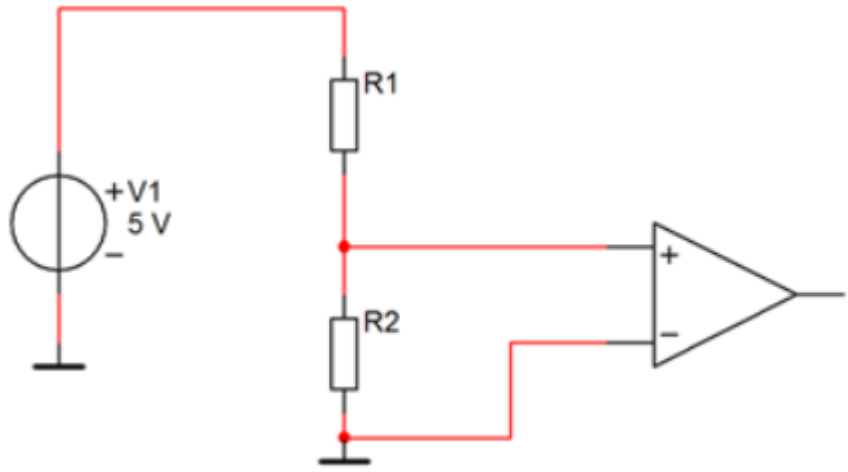


Рис. 1. Делитель с тензорезистором

Все вроде бы просто: вследствие деформации сопротивление, к примеру, увеличивается, и напряжение в средней точке тоже увеличивается. Но если реально собрать

такую схему, возникнет несколько проблем, которые затруднят измерения, а то и вовсе эксперимент не удастся.

Основным недостатком данной схемы является то, что напряжение смещения (покоя) на несколько порядков отличается от изменений напряжений вследствие изменения сопротивления тензорезистора. Другими словами, при использовании данной схемы возникают неоправданно жесткие требования к динамическому диапазону измерительного усилителя. Например, при питании делителя от постоянного напряжения величиной 5.0 В, необходимо на уровне 2.5 В измерять напряжения порядка единиц милливольт с точностью порядка десятков мкВ а это как никак минимум 20 $\log 2.5/10^{-6} \approx 100$ дБ! Это значит, что нужен достаточно дорогой усилитель с широким входным динамическим диапазоном.

Но существует простое решение: если данную схему дополнить еще одним делителем и измерять сигнал между двумя средними точками, то это будет достаточно элегантным решением проблемы. Рассмотрим такую схему на рисунке 2. Резисторы R1 и R2 имеют аналогичное назначение, как и в предыдущей схеме. А резисторы R3 и R4 — постоянные резисторы. R1=R2=R3=R4.

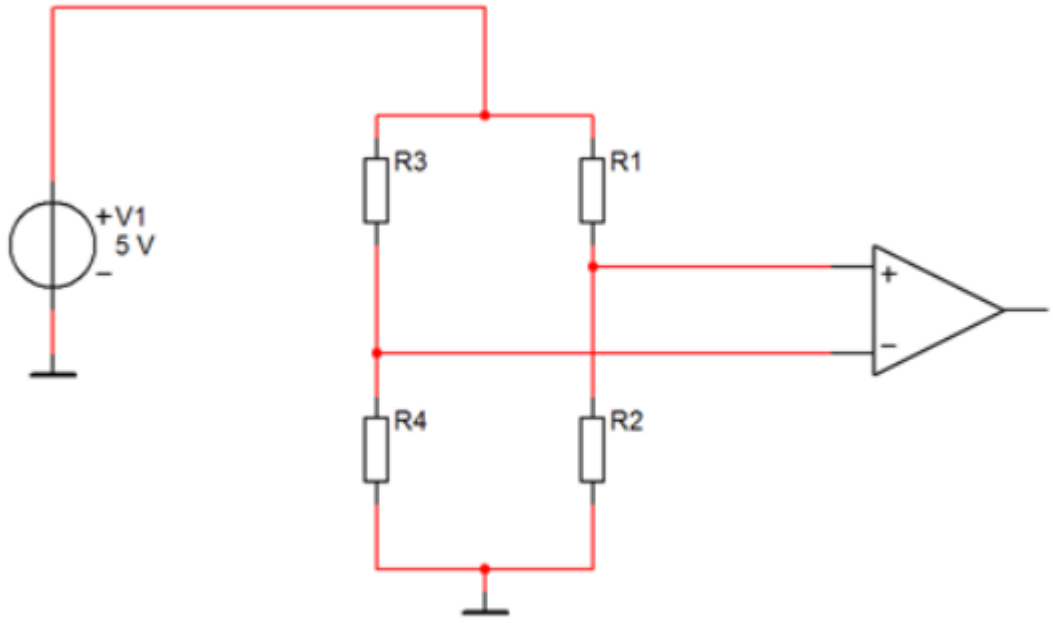


Рис. 2. Тензомост

Получилось, что на обоих входах дифференциального усилителя при «разгруженном» тензорезисторе в идеальном случае должно быть одинаковое напряжение. В реальности на мосту присутствует небольшое напряжение, вызванное несогласованностью сопротивлений, называемое разбалансировкой моста. Это напряжение можно исключить, поставив вместо одного из постоянных резисторов потенциометр или вычитая его из полученного результата.

Теперь мы можем проводить измерения усилителем со сравнительно узким динамическим диапазоном, то есть снизить требования к измерительному усилителю.

Если данную схему классифицировать по количеству проводов, требуемых для подключения, то такая схема будет называться четырехпроводной схемой измерения.

Но и данная схема не совершенна. Напряжение источника питания, под воздействием различных факторов может изменяться, что вносит погрешности в измерения. Также, от измерительного моста до усилителя провода, как правило, имеют значительную длину, и

соответственно определенное сопротивление, на котором падает часть напряжения источника питания. Для более точных измерений необходимо учитывать эти факторы. Для компенсации этих факторов достаточно измерять фактическое напряжение на тензомосту. Для этого в схему добавляют еще один дифференциальный усилитель, измеряющий напряжение питания моста, непосредственно на тензомосту (*Рис. 3*). Данный усилитель имеет более широкий абсолютный диапазон измерений, чем измерительный. Если посчитать количество проводов, идущих от измерительной схемы до тензомоста то будет понятно, почему данную схему называют шестипроводной схемой измерения.

Но и это еще не предел совершенства. Для еще большей точности измерений применяют следующий способ. Во всех предыдущих схемах применялось питание тензомоста постоянным напряжением. Но, как известно, в низкочастотной части спектра присутствуют в значительной мере тепловые и другие виды шумов. Если питать тензомост переменным током, сдвигая рабочий частотный диапазон в частотной области в сторону высоких частот, то можно увеличить соотношение сигнал/шум и, следовательно, повысить точность измерений. Для этого нужно выбрать участок спектра с низким уровнем шума.

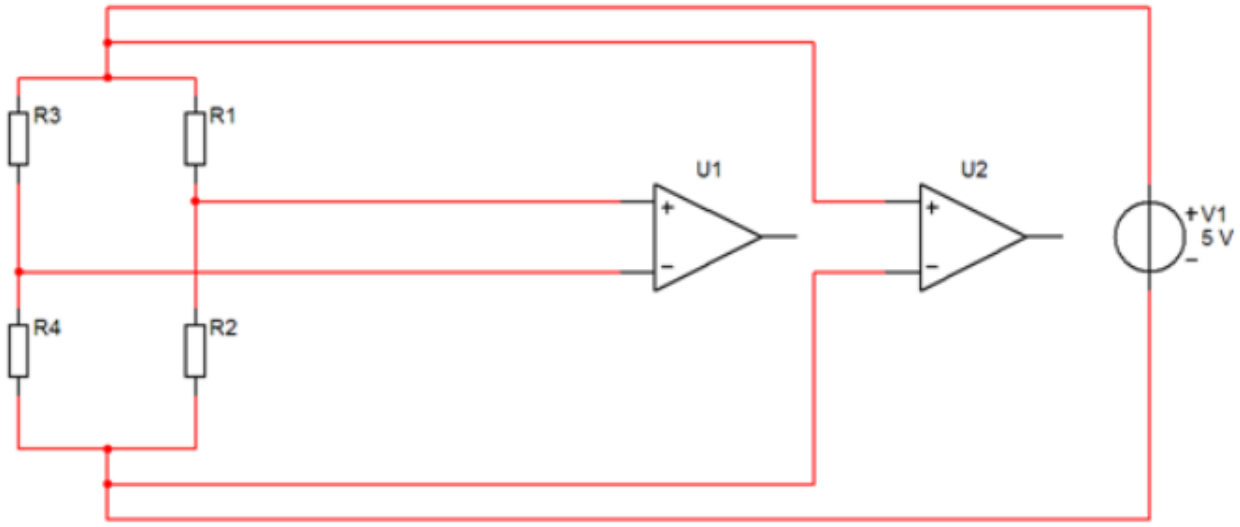


Рис. 3

Данные схемы имеет как преимущества, так и недостатки. В таблице ниже они представлены в наглядном виде. Исключим схему делителя напряжения из рассмотрения вследствие ее недееспособности.

Тип схемы	Тип питания	Точность	Частотный диапазон	Стоимость
Четырехпроводная	DC	—	+	++
	AC	—	—	+
Шестипроводная	DC	+	+	—
	AC	++	—	—

См. также

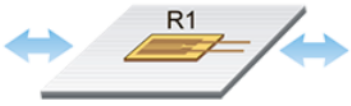
- Тензометрические измерения

- Теория тензоизмерений, схемы подключения тензорезисторов к ZETSENSOR
- Схемы подключения тензорезисторов к тензостанции ZET 017-T8
- Тензовесы своими руками
- Формирование тензометрических мостовых схем для измерения различных параметров
- Применение тензорезисторов для измерения физических величин
- ZET 7010 Tensometer-485 интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом RS-485 (статические измерения)
- ZET 7110 Tensometer-CAN интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом CAN (статические измерения)
- ZET 7111 Tensometer-CAN интеллектуальный тензодатчик с интерфейсом CAN для проведения динамических измерений

Подключение мостовых схем к измерительным модулям ZETSENSOR .....

Тензорезисторы предназначены для измерения напряжений, возникающих на поверхности различных деталей. С помощью тензорезисторов можно измерять степень сжатия и растяжения, скручивания, изгиба, и рассчитать прикладываемые к изделию силы.
Ниже приведены различные схемы подключения тензорезисторов к измерительным модулям ZETSENSOR, а также указания по конфигурированию модуля.

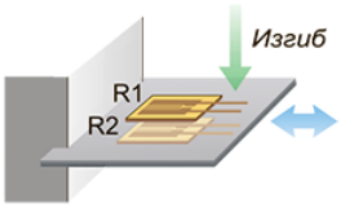
Таблица 1
1. Одноосевая деформация. 1 тензорезистор, 1 сопротивление, R≈R1. Термокомпенсация — нет. Компенсация изгиба — нет.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/K.

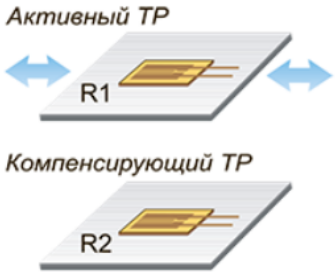
2. Одноосевая деформация. 2 тензорезистора, 1 сопротивление, R≈R1+R2.
Термокомпенсация — нет. Компенсация изгиба — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(2*K).

3. Одноосевая деформация. 2 тензорезистора, R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/K.

4. Одноосевая деформация. 2 тензорезистора, R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.

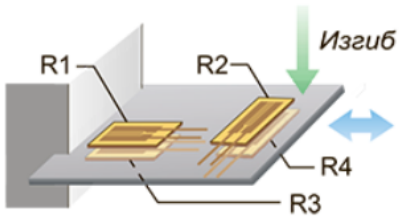




Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.

Тензорез./Чувствит.: S=4/((1+ν)*K).
ν – коэффициент Пуассона

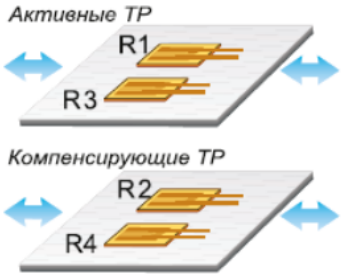
5. Одноосевая деформация. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Мост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/((1+ν)*2*K).

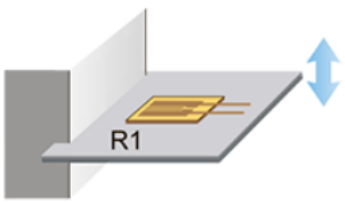
6. Одноосевая деформация. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Мост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(2*K).

7. Деформация изгиба. 1 тензорезистор, 1 сопротивление, R≈R1. Термокомпенсация — есть.

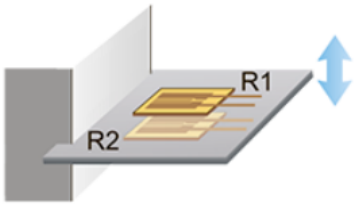




Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.

Настройки/Метод:Коэф. передачи.
Тензорез./Статус:Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/K.

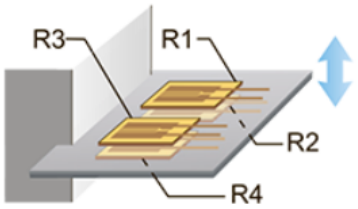
8. Деформация изгиба. 2 тензорезистора, R2≈R1. Термокомпенсация — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод:Коэф. передачи.
Тензорез./Статус:Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(2*K).

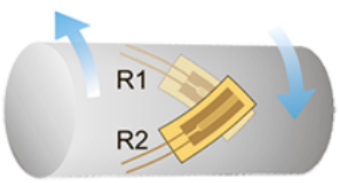
9. Деформация изгиба. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод:Коэф. передачи.
Тензорез./Статус:Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(4*K).

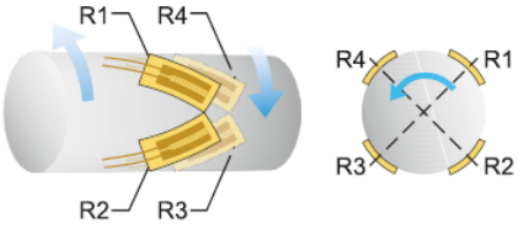
10. Деформация кручения. 2 тензорезистора, R2≈R1. Термокомпенсация — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод:Коэф. передачи.
Тензорез./Статус:Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(2*K).

11. Деформация кручения. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть.





Конфигурирование:
Настройки/Схема: Полумост.
Настройки/Метод: Коэф. передачи.
Тензорез./Статус: Вкл.
Тензорез./Чувствит.: S=4/(4*K).

K – чувствительность тензорезистора (значение из паспорта).

Измерение относительной деформации при помощи ZETSENSOR

Деформация контролируемого образца приводит к относительному изменению выходного напряжения с тензометрических полумостовых (либо мостовых) схем. Относительное изменение выходного напряжения описывается выражением $\Delta U = e_0 / U$ (мВ/В).

где e_0 – изменение выходного напряжения тензометрической схемы

U – напряжения питания тензометрической схемы
Рассчитываемая относительная деформация ε_0 (мм/м) связана с регистрируемым значением относительного изменения выходного напряжения тензометрической схемы по формуле:
$\varepsilon_0 = \Delta U * S$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения)
При регистрации относительной деформации модулями ZETSENSOR в диспетчере устройств для параметра тип измерения следует выбрать **«относительная деформация»**, а также задать скорректированное (в зависимости от требуемых единиц измерения деформации) значение коэффициента чувствительности в соответствии с табл. 2

Таблица 2

Единицы измерения деформации	**Коррекция значения чувствительности, задаваемой для ZETSENSOR**
мм/м	S
мкм/м	S*1000
м/м	S/1000

%	S/10

Измерение напряжения материала при помощи ZETSENSOR

Расчет напряжения, возникающего в материале может производиться в пределах его упругой деформации по деформации контролируемого образца, которая связана с регистрируемым (при помощи ZETSENSOR) относительным изменением выходного напряжения полумостовой либо мостовой схемы по формуле: $\varepsilon_0 = \Delta U * S$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения)
Примечание: при измерении напряжения коэффициент чувствительности необходимо скорректировать по формуле S/1000
Напряжение материала связано с его относительной деформацией по формуле:
$\sigma = \varepsilon_0 * E = \Delta U * S * E$

где **E** – модуль упругости материала контролируемого образца (значения для модуля упругости некоторых материалов приведены в табл. 3)

Таблица 3

Материал	**Значение модуля упругости E (МПа)**
Алюминий	69000
Медь	100000
Сталь	210000
Стекло	60000
Бетон	20000

При регистрации изменения напряжения материала модулями ZETSENSOR в диспетчере устройств для параметра тип измерения следует выбрать **«напряженность»**, задать скорректированное для единиц измерения % (см. табл. 2) значение коэффициента чувствительности, а также значение модуля упругости **E** для материала контролируемого образца.

Измерение крутящего момента при помощи ZETSENSOR

Крутящий момент вызывает деформацию вала, которая регистрируется на его поверхности в виде относительного изменения выходного напряжения с тензометрических полумостовых (мостовых) схем $\Delta U = e_0/U$ (мВ/В). Для измерения крутящего момента **M** (Н*м) используется формула:

$M = \Delta U * S_{км}$

где ***Sкм*** – чувствительность для измерения крутящего момента
Формула расчета чувствительности **Sкм** для сплошных валов:

$S_{км} = S * E * \pi * D^3 / (1000 * 16 * (1+v))$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения)
E – модуль упругости для материала вала
D – диаметр вала
v – коэффициент Пуассона для материала вала (значения коэффициента для некоторых материалов приведены в табл.4)

Формула расчета чувствительности **Sкм** для полых валов:

$$S_{км}=S*E*\pi*D^3*(1-d^4/D^4)/(1000*16*(1+\nu))$$

где **d** – внутренний диаметр полого вала

При регистрации крутящего момента модулями ZETSENSOR в диспетчере устройств для параметра тип измерения следует выбрать в параметрах **«относительная деформация»**, а также указать рассчитанное значение чувствительности **S км.**

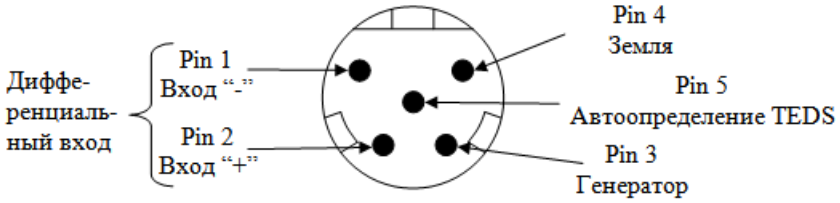
Таблица 4

Материал	**Значение коэффициента Пуассона**
Алюминий	0,34
Медь	0,35
Сталь	0,28

Подключение мостовых схем к тензостанции .....

Тензометрическая станция **ZET017-T8** имеет входные каналы типа miniXLR 92M-502, при этом комплектуется кабелями для подключения тензодатчиков и тензорезисторов для каждого канала.

Разъем входных каналов тензостанции



Тензостанция ZET 017-T8, разъем подключения датчиков

Разъем входного канала тензостанции	**Клеммы кабеля**
Вход -	Sig -
Вход +	Sig +
Генератор	EXC +
Земля	EXC -
Автоопределение TEDS	—

Контакты "Вход -" и "Вход +" образуют дифференциальный вход тензостанции, на который поступает сигнал с датчика (тензомоста).

Контакт "Генератор" предназначен для подачи питания на датчик со встроенного генератора тензометрической станции. Управление генератором осуществляется с помощью программы **Генератор сигналов**, сигнал подается на все каналы тензостанции.

Примечание: генератор также имеет выход BNC на задней панели тензостанции.

Измерения проводятся с помощью программы **Тензометр**. Для каждого канала запускается отдельный экземпляр программы. Можно запустить несколько экземпляров программы для одного измерительного канала и настроить на измерения различных параметров по соответствующим тарировочным таблицам. Все настройки производятся в окне Настройки параметров измерителя. Дополнительно в программе **Диспетчер устройств ZET** для

тензостанции задается частота преобразования сигналов и названия измерительных каналов.

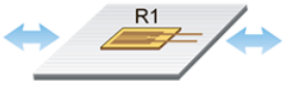
Сигнал на выходе тензодатчика пропорционален поданному питанию и прилагаемой нагрузке, поэтому для получения значений измеряемой величины необходимо проводить *относительные измерения*, т.е. учитывать питание схемы. Для этого может использоваться виртуальный канал генератора, или задействован входной канал тензостанции. Программа **Тензометр** не только отображает текущее значение измеряемой величины, но и создает виртуальный канал, доступный для отображения на многоканальном осциллографе, самописце параметров сигналов и в других программах **ZETLAB TENZO**.

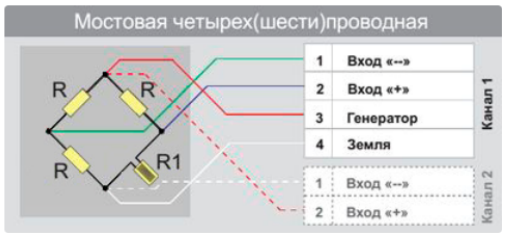
Тензорезисторы предназначены для измерения напряжений, возникающих на поверхности различных деталей. С помощью тензорезисторов можно измерять степень сжатия и растяжения, скручивания, изгиба, и рассчитать прикладываемые к изделию силы. Ниже приведены различные схемы подключения тензорезисторов к тензометрической станции ZET 017-T8, а также указания по конфигурированию программы Тензометр.

Примечание: формула расчета коэффициента чувствительности *S* приведена для единиц измерения мм/м, *KR* – чувствительность тензорезистора (значение из паспорта), *ν* – коэффициент Пуассона.

Таблица 1

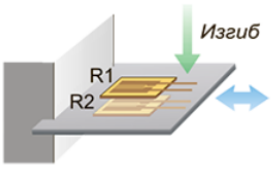
1. Одноосевая деформация. 1 тензорезистор, 3 сопротивления, R≈R1. Термокомпенсация — нет. Компенсация изгиба — нет.

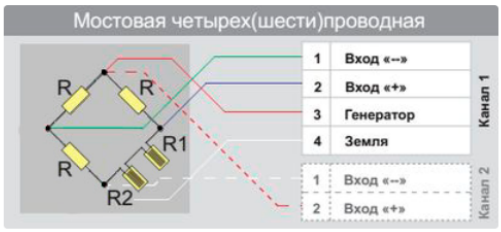




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/KR	

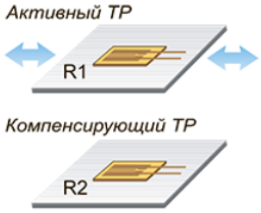
2. Одноосевая 2 тензорезистора, 3 сопротивления, R≈R1+R2. Термокомпенсация — нет. Компенсация изгиба — есть.

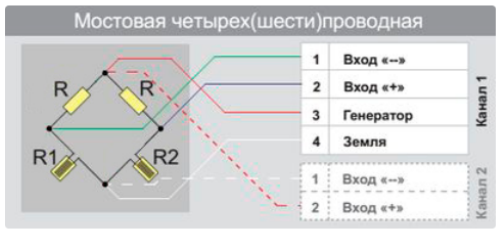




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(2·KR)	

3. Одноосевая деформация. 2 тензорезистора, 2 сопротивления. R≈R1≈R2. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.

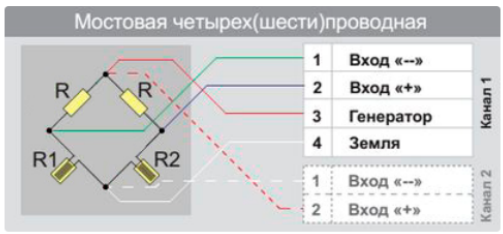




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/KR	

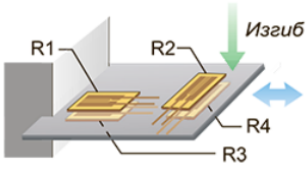
4. Одноосевая деформация. 2 тензорезистора, 2 Сопротивления. R≈R1≈R2. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.

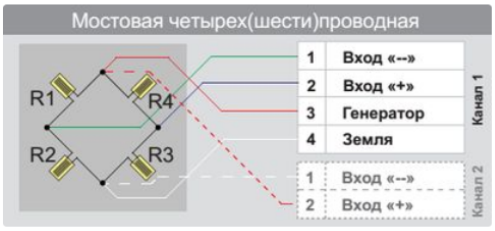




	Четырёхпроводная схема	Шестипроводная схема
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/((1+v)·KR)	

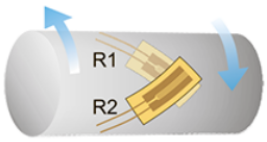
5. Одноосевая деформация. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — есть.

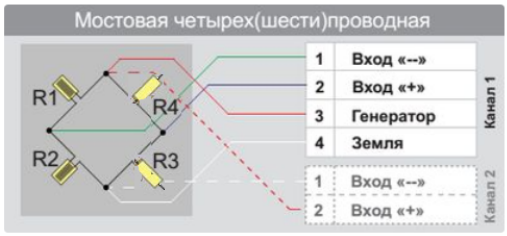




	Четырёхпроводная схема	Шестипроводная схема
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/((1+v)·2·KR)	

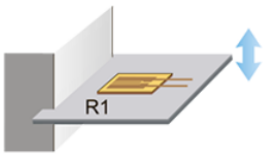
6. Одноосевая деформация. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть. Компенсация изгиба — нет.

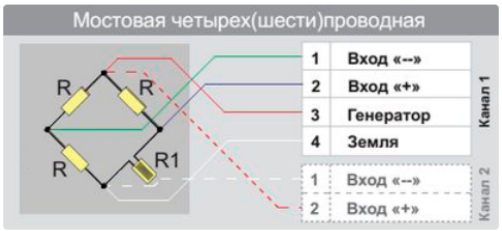




	Четырёхпроводная схема	Шестипроводная схема
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(2·KR)	

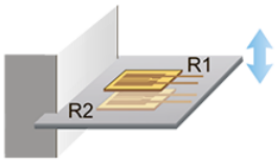
7. Деформация изгиба. 1 тензорезистор, 3 сопротивления, R≈R1. Термокомпенсация — нет.

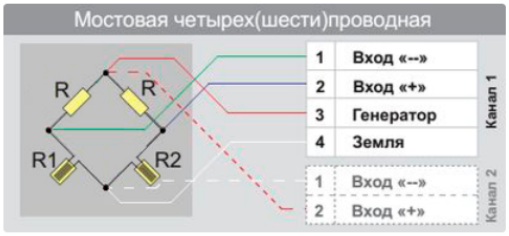




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/KR	

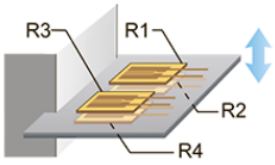
8. Деформация изгиба. 2 тензорезистора, 2 сопротивления, R≈R2≈R1.Термокомпенсация — есть.

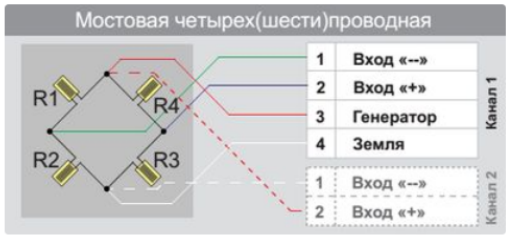




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(2·KR)	

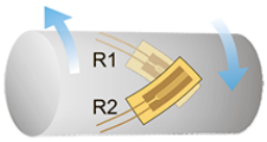
9. Деформация изгиба. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть.

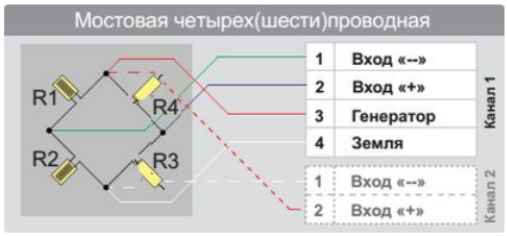




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(4·KR)	

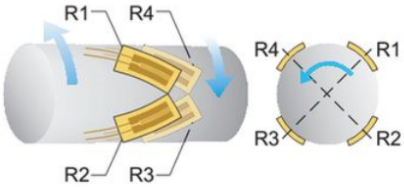
10. Деформация кручения. 2 тензорезистора, 2 сопротивления. R≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть.

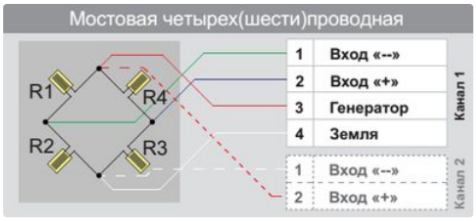




	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(2·KR)	

11. Деформация кручения. 4 тензорезистора, R4≈R3≈R2≈R1. Термокомпенсация — есть.





	Четырёхпроводная схема	**Шестипроводная схема**
Параметры/Измерения	*Относительные*	Относительные или Относительные + Переменный ток
Измерительный канал	Канал 1	
Опорный канал	Генератор 1	Канал 2
Параметры/Коэффициент	S=4/(4·KR)	

K – чувствительность тензорезистора (значение из паспорта).

Измерение относительной деформации

Деформация контролируемого образца приводит к относительному изменению выходного напряжения с тензометрических полумостовых (либо мостовых) схем. Относительное изменение выходного напряжения описывается выражением $\Delta U = e_0 / U$ (мВ/В).

где e_0 – изменение выходного напряжения тензометрической схемы

U – напряжения питания тензометрической схемы

Рассчитываемая относительная деформация ε_0 (мм/м) связана с регистрируемым значением относительного изменения выходного напряжения тензометрической схемы по формуле:
$\varepsilon_0 = \Delta U*S$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения)
При регистрации относительной деформации тензостанцией следует задать скорректированное (в зависимости от требуемых единиц измерения деформации) значение коэффициента чувствительности в соответствии с табл. 2

Таблица 2

Единицы измерения деформации	**Коррекция значения чувствительности, задаваемой для тензостанции**
мм/м	S
мкм/м	S*1000
м/м	S/1000
%	S/10

Измерение напряжения материала

Расчет напряжения, возникающего в материале может производиться в пределах его упругой деформации по деформации контролируемого образца, которая связана с регистрируемым (при помощи тензостанции) относительным изменением выходного напряжения полумостовой либо мостовой схемы по формуле: $\varepsilon_0 = \Delta U*S$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения).

Примечание: при измерении напряжения коэффициент чувствительности необходимо скорректировать по формуле S/10
Напряжение материала связано с его относительной деформацией по формуле:
$\sigma=\varepsilon_0*E= \Delta U*S*E$

где **E** – модуль упругости материала контролируемого образца (значения для модуля упругости некоторых материалов приведены в табл. 3)

Таблица 3

Материал	**Значение модуля упругости E (МПа)**
Алюминий	69000
Медь	100000
Сталь	210000
Стекло	60000
Бетон	20000

При регистрации изменения напряжения материала следует задать скорректированное для единиц измерения % (см. табл. 2) значение коэффициента чувствительности.

Измерение крутящего момента

Крутящий момент вызывает деформацию вала, которая регистрируется на его поверхности в виде относительного изменения выходного напряжения с тензометрических полумостовых (мостовых) схем $\Delta U=e_0/U$ (мВ/В). Для измерения крутящего момента **M**(Н*м) используется формула:

M= ΔU*Sкм

где ***Sкм*** – чувствительность для измерения крутящего момента

Формула расчета чувствительности **Sкм** для сплошных валов:

$$Sкм=S*E*\pi*D^3/(1000*16*(1+v))$$

где **S** – чувствительность используемой тензометрической схемы подключения (формула для расчета приводится в табл. 1 и зависит от выбранной схемы подключения)
E – модуль упругости для материала вала
D – диаметр вала
v – коэффициент Пуассона для материала вала (значения коэффициента для некоторых материалов приведены в табл.4)

Формула расчета чувствительности **Sкм** для полых валов:

$$Sкм=S*E*\pi*D^3*(1-d^4/D^4)/(1000*16*(1+v))$$

где **d** – внутренний диаметр полого вала
При регистрации крутящего момента следует указать рассчитанное значение чувствительности **S км.**

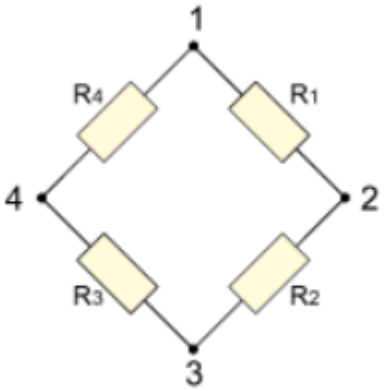
Таблица 4

Материал	**Значение коэффициента Пуассона**
Алюминий	0,34
Медь	0,35
Сталь	0,28

Проверка тензомостов .....

В данном разделе рассмотрен вопрос «Как проверить тензомост?».
Для проверки работоспособности тензомоста необходимо убедиться, что все тензорезисторы исправны, и что схема запитывается.

Проверка без нагружения



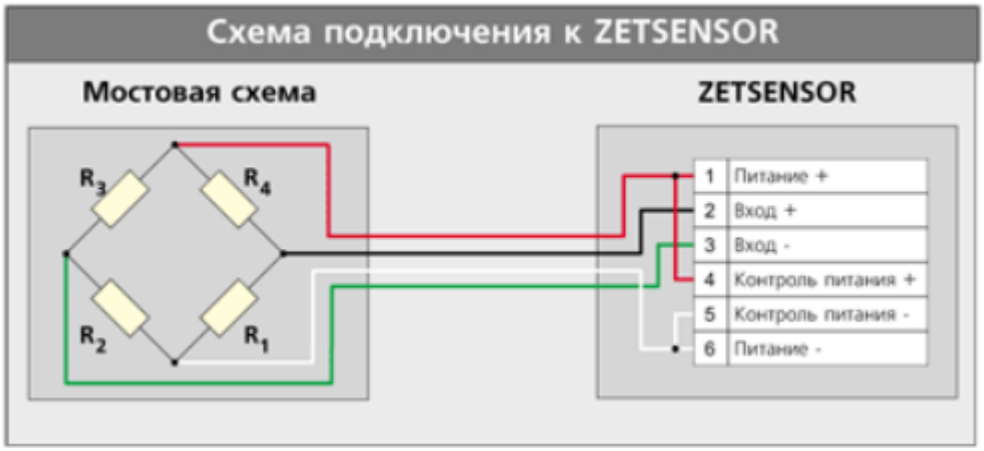
Для проверки исправности всех резисторов тензомоста необходимо измерить сопротивление диагоналей и сторон схемы без ее нагружения.
Рассмотрим на примере: сопротивление резисторов R1, R2, R3 и R4 составляет 200 Ом. В этом случае:

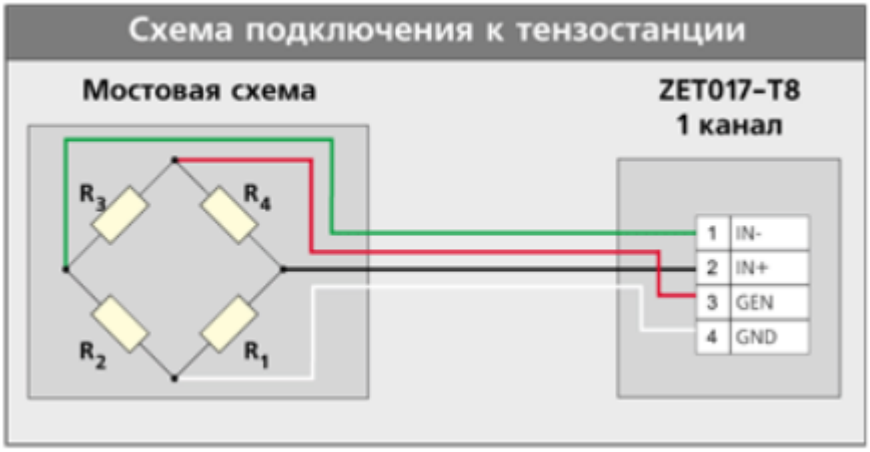
- сопротивление диагоналей (т.е. сопротивление между точками 1 и 3 и между точками 2 и 4) должно составлять 200 Ом,
- сопротивление сторон (т.е. сопротивление между парами точек 1–2, 2–3, 3–4, 4–1) должно составлять 150 Ом (т.е. 3/4 от 200 Ом).

Проверка с нагружением

Далее схему необходимо запитать, например, от тензостанции ZET 017-T8 или модуля ZET 7010 или модуля ZET 7110 постоянным напряжением U В.

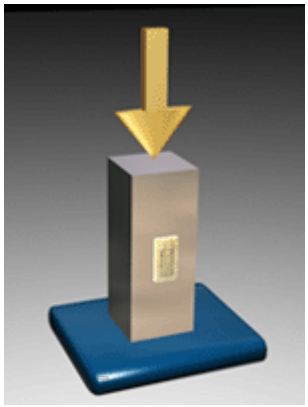
1. Измерить напряжение питания между точками «GND» и «GEN» при подключении к тензостанции и «Питание+» и «Питание−» при подключении к модулю ZETSENSOR. Оно должно составлять U В.
2. Измерить напряжение между точками «GND» и «IN+» при подключении к тензостанции и «Вход+» и «Питание−» при подключении к модулю ZETSENSOR. Оно должно составлять 0.5ЧU В.
3. Измерить напряжение между точками «GND» и «IN-» при подключении к тензостанции и «Вход−» и «Питание−» при подключении к модулю ZETSENSOR. Оно должно составлять 0.5ЧU В.





Применение тензорезисторов для измерения физических величин .....

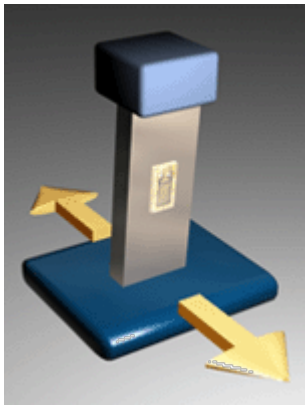
Требуемые физические величины могут быть определены посредством измерения деформаций рабочего тела, вызванных силой, давлением, перемещением и др.



Измерение силы

Измерение силы

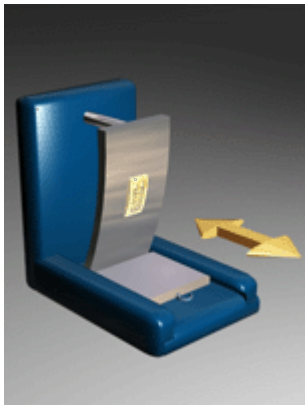
Тензорезистор, наклеенный на рабочее тело датчика, являющегося опорой для груза или прилагаемого усилия, может измерить силу, направленную на эту опору, или вес, лежащего на ней груза.



Измерение вибрации, ускорения

Измерение вибрации/ускорения

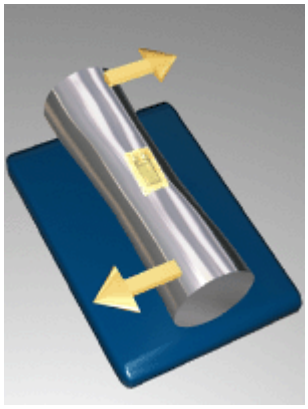
Тензорезистор, наклеенный на тонкую упругую пластину, позволяет измерять частоту, а также амплитуду вибрации и ускорения, воздействующих на эту пластину.



Измерение перемещения

Измерение перемещения

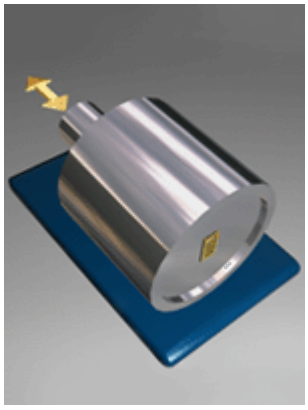
Тензорезистор, наклеенный на упругий элемент, позволяет определить изгибающие усилие на этот упругий элемент, таким образом, давая возможность измерить перемещение, вызвавшее это изгибающие усилие.



Измерение крутящего момента

Измерение крутящего момента

Тензорезистор, наклеенный на карданный вал автомобильного двигателя, или торсионный вал бурильной машины, позволяет измерить силу трансмиссии, иными словами, крутящий момент данного вала.



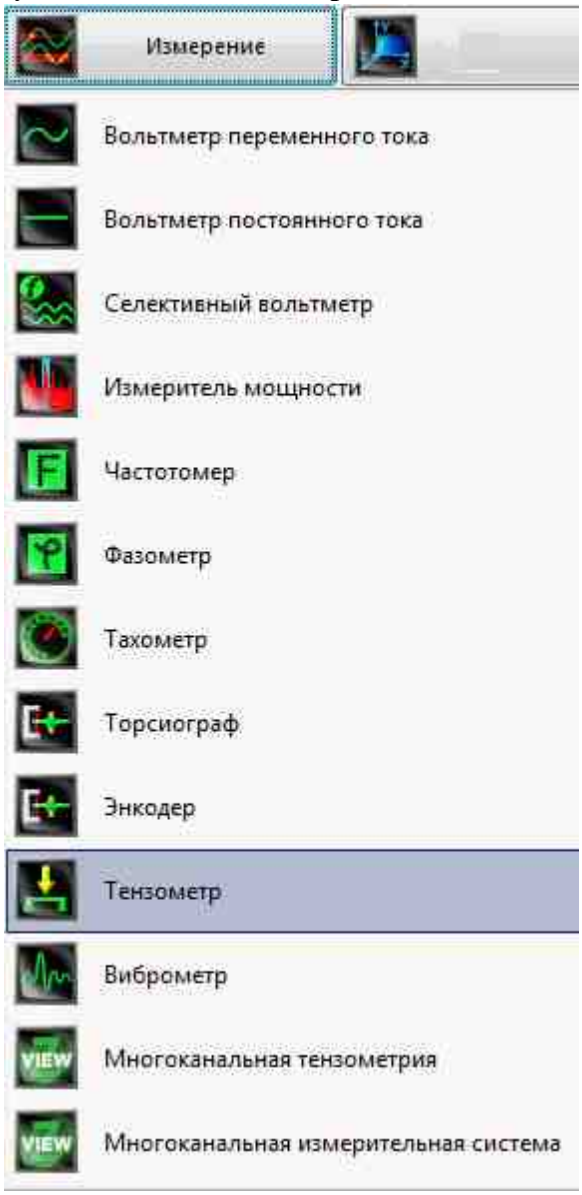
Измерение давления

Измерение давления

Тензорезистор, наклеенный на диафрагму (мембрану), позволяет определить давление воздуха или жидкости на эту диафрагму. Как правило, тензорезистор приклеивают на заднюю поверхность диафрагмы, чтобы избежать его повреждения за счет непосредственного давления воздуха или жидкости.

Интерфейс программы .....

Программа **Тензометр** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**.

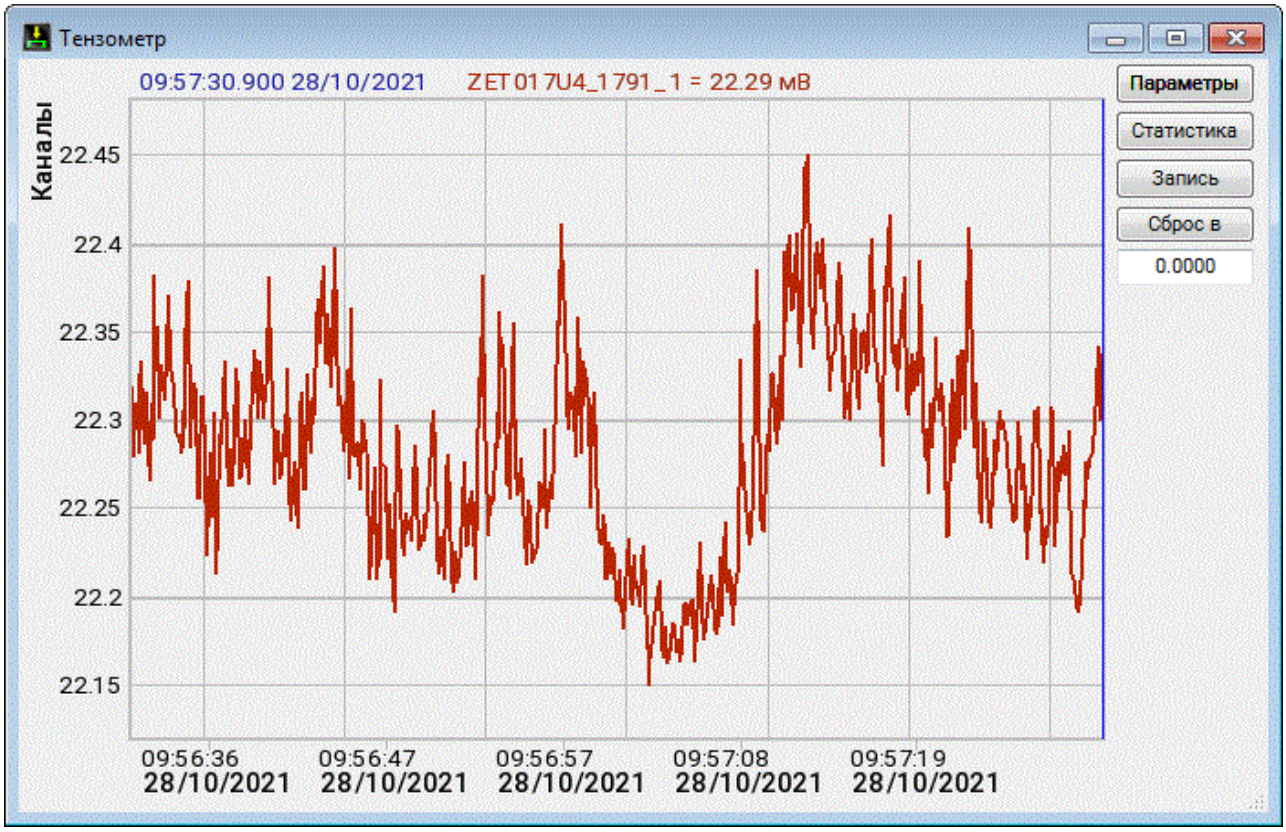


Запуск тензометра

Программа **Тензометра** стала более функциональной. Появилась возможность работать в многоканальном режиме (не нужно запускать одновременно несколько программ). На индикаторе отображаются единицы измерения, соответствующие входным каналам, если поле в окне параметров, отвечающее за единицу измерения пустое. Теперь можно визуально следить за результатами работы тензометра, развернув окно отображения графиков. Кроме того, имеется возможность записать графики файл, нажав на кнопку “Запись”. Также имеется возможность посмотреть статистику по области отображения, благодаря встроенной таблице, в которую включены ряд параметров (максимальное и минимальное значение, СКЗ и т. д.).

Примечание: *программу* ***Тензометр*** *можно запустить непосредственно из рабочей директории* ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: TenzoMeter.exe.*

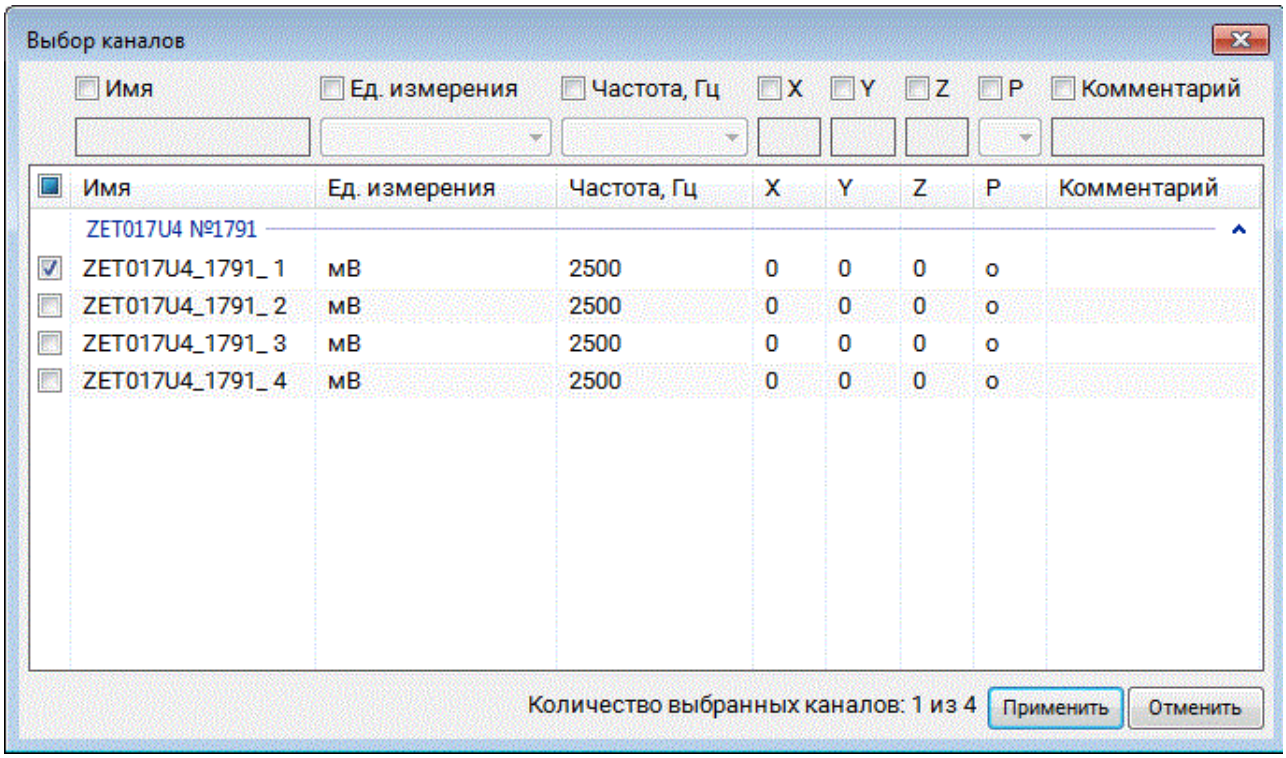
В заголовке окна программы будет отображаться название программы.



Тензометр

В левой части рабочего окна программы **Тензодатчик** расположен графический индикатор, в котором отображается измеренное значение усилия. Усилие измеряется в ньютонах (Н) или килограмм-сила (кгс). Дополнительно могут измеряться различные величины, которые используются при измерениях с применением тензорезистивных датчиков. Единицы измерения устанавливаются в окне настройки тензометра.

Справа от индикатора результатов измерений располагаются поля выбора измерительного и опорного каналов в виде списков:



Выбор измерительного и опорного канала

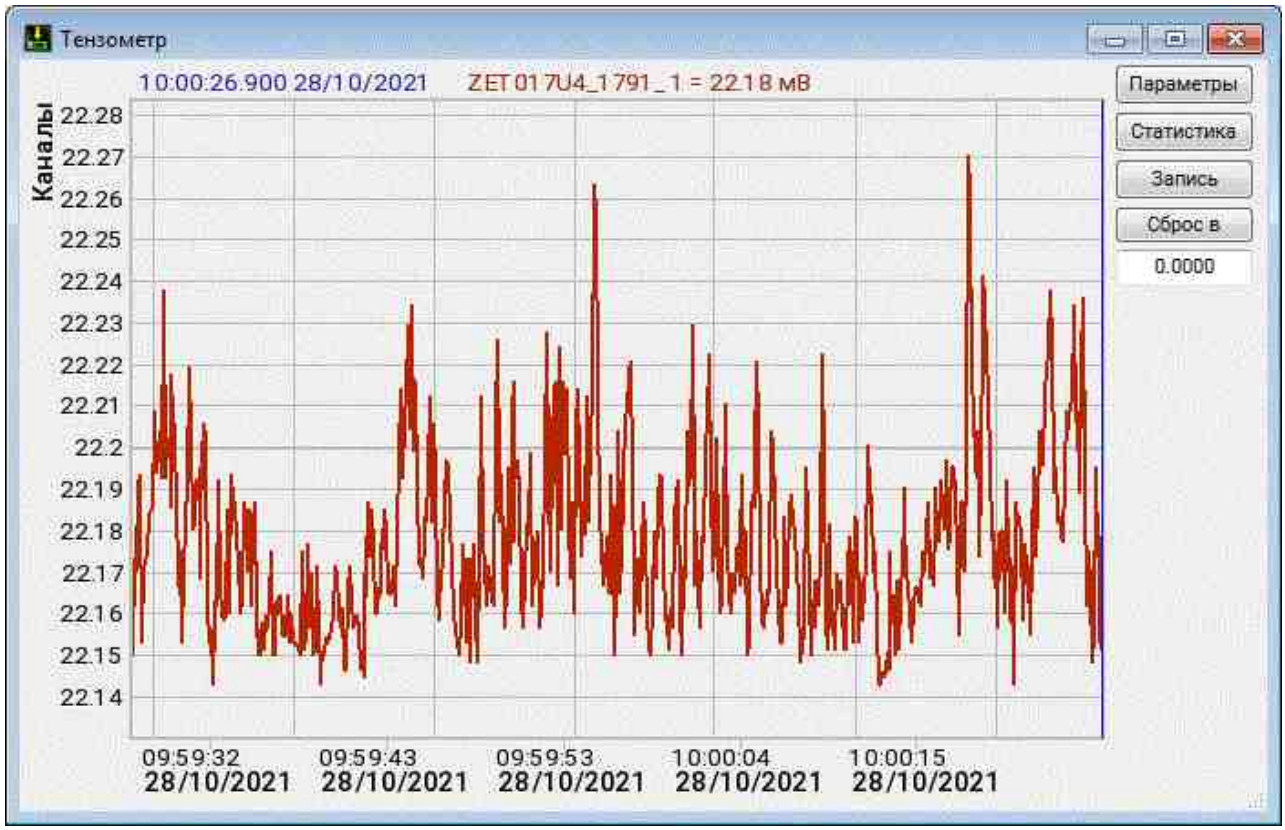
В качестве измерительного канала выбирается название включенного физического канала, к которому подключен тензодатчик. В качестве канала также можно выбрать виртуальный канал, например, после фильтрации сигнала. Опорный канал используется при проведении относительных измерений. Поле списка выбора опорного канала будет доступно для выбора канала только при установленном флаге *относительные* в окне настроек программы **Тензодатчик** (описание см. в разделе Настройка тензометра).

Выбрать необходимый канал можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками вверх и вниз выбрать канал.

В поле справа от кнопки *Сброс в* выставляется значение балансировки в указанных единицах измерения. Если произошла разбалансировка прибора и при отсутствии прикладываемого усилия прибор показывает некоторое значение, то в поле обходимо выставить значение 0 и нажать на кнопку *Сброс в*, при этом дальнейшие измерения будут производиться с учетом балансировки.

Кнопка *Параметры* служит для вызова окна **Настройка параметров измерителя** (настройка параметров программы **Тензодатчик**).



Тензометр

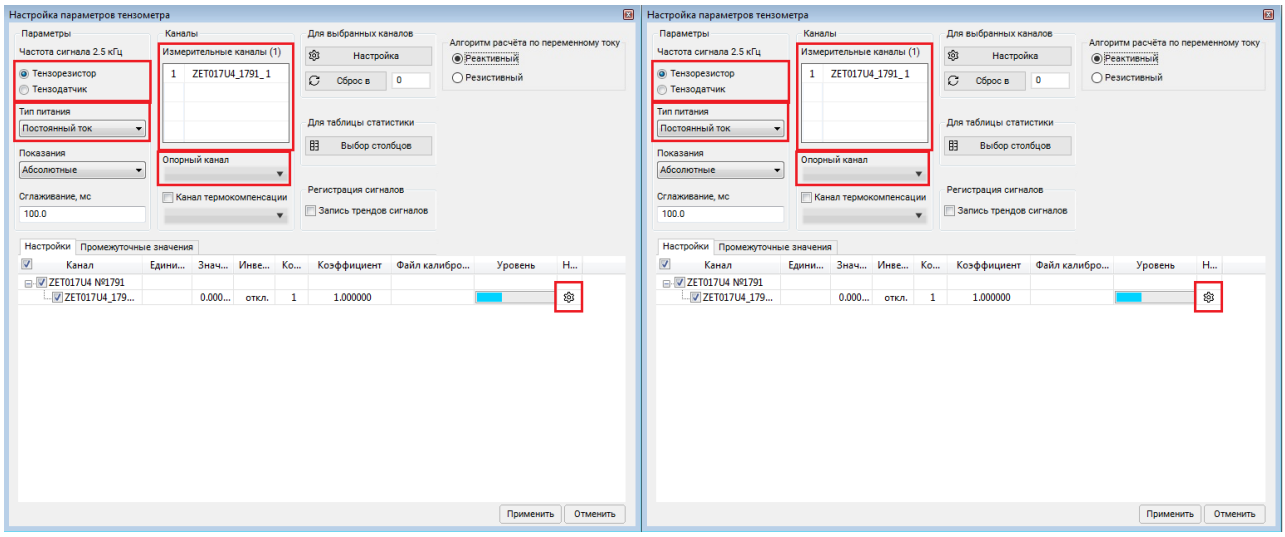
Просмотреть статистику по области отображения можно, благодаря встроенной таблице, в которую включены ряд параметров (максимальное и минимальное значение, СКЗ и т. д.).

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Настройка тензометра .....

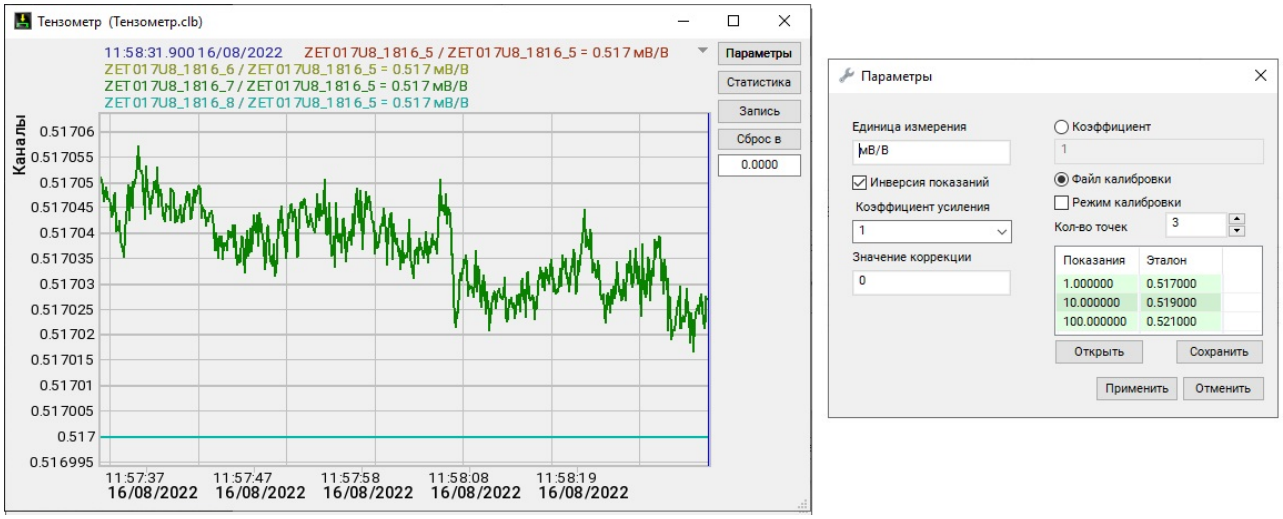
При нажатии левой кнопкой «мыши» на кнопку *Параметры*, расположенной в правой части рабочего окна программы **Тензометр**, открывается окно **Настройка параметров тензометра**.



Настройка тензометра при подключении тензодатчика

Настройка тензометра при подключении тензомоста

Проводить настройку параметров необходимо для того, чтобы программа **Тензометр** правильно отображала измеренные величины относительно калибровочной таблицы или параметров тензодатчика и в тех единицах измерения, которые будут указаны в окне **Настройка параметров измерителя**. В противном случае, при отсутствии калибровочной таблицы или параметров тензодатчика, программа будет показывать отношение уровней сигнала измерительного и опорного каналов.

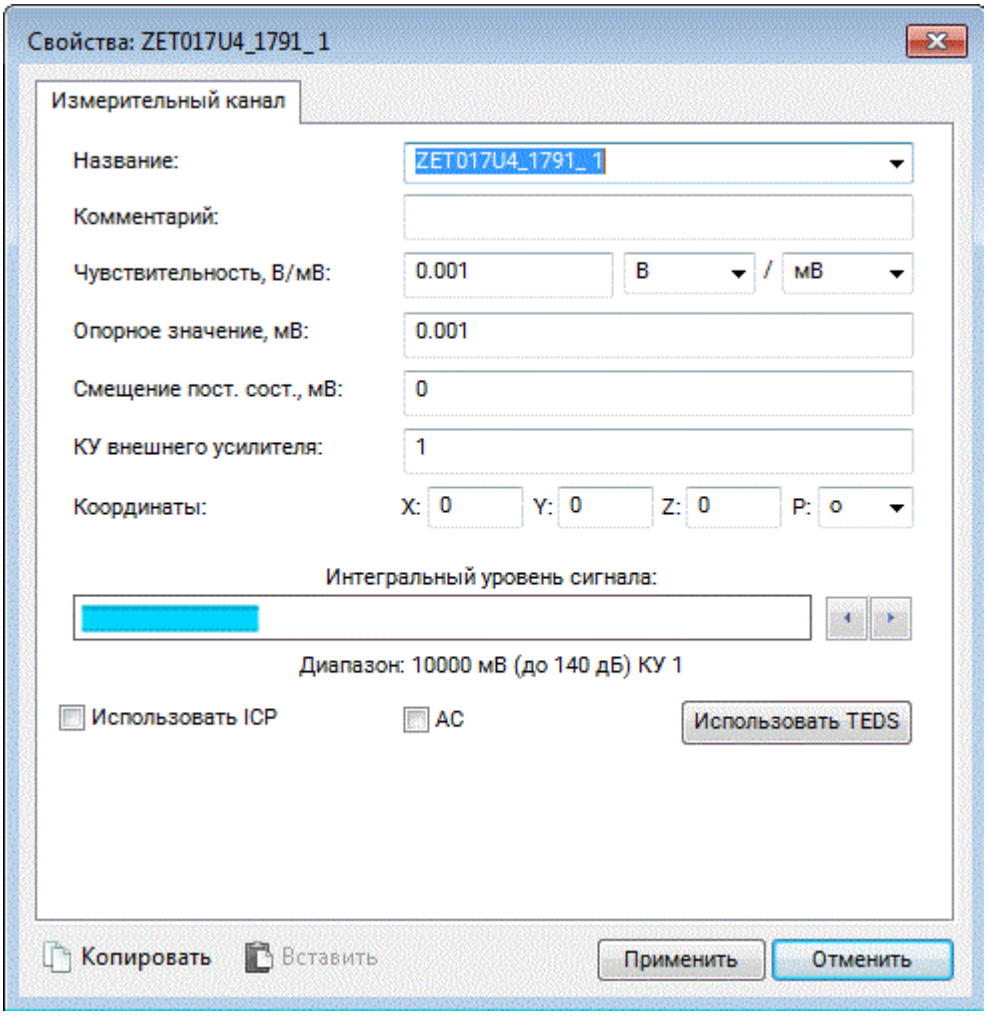


Работа тензометра в режиме "постоянный ток/относительные измерения"

Программа Тензометр позволяет изменять единицы измерения по типу Тензодатчика. На входные каналы подаются мВ, а при отображении на графике можно сделать мВ/В.

Параметры каналов

Примечание: измерительный и опорный каналы должны иметь настройки по умолчанию (задаются в программе Диспетчер устройств ZET):



Настройки измерительного канала

Единицы измерения

В поле ввода рамки *Единица измерения* вводятся единицы измерения (например, Н, кгс, кг, раз и т.д.), относительно которых будут производиться измерения. При подключении датчиков силы и тензорезисторов в поле *Единица измерения* указывают единицы измерения согласно паспорту на датчик.

Тип измерений

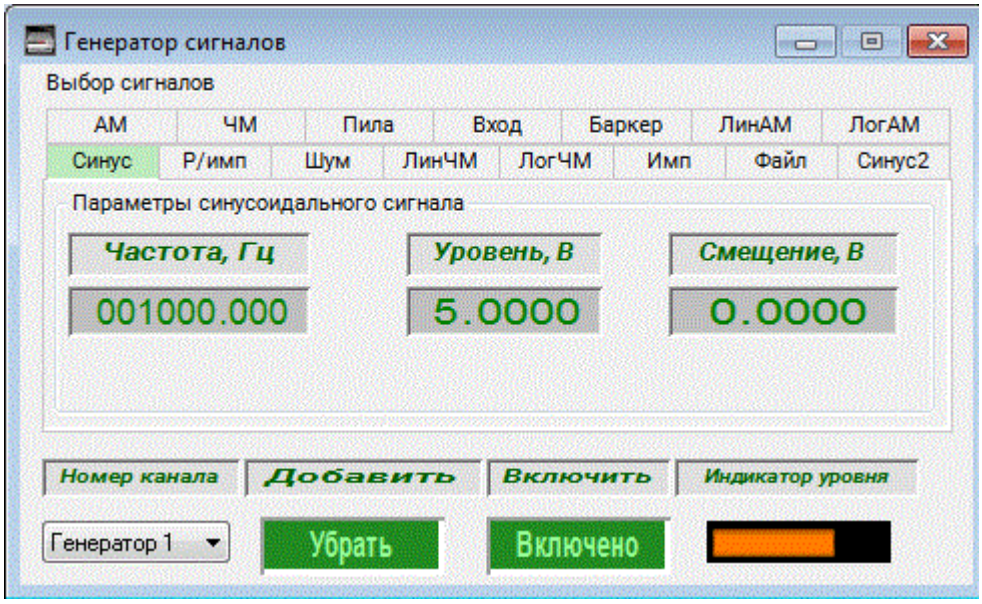
При установленном флаге *Относительные* в рамке *Измерения* будут проводиться относительные измерения (рассчитывается отношение уровня сигнала измерительного канала к уровню сигнала опорного канала).

При снятом флаге *Относительные* будут проводиться абсолютные измерения (выдается значение уровня сигнала измерительного канала), при этом, выбор опорного канала в программе **Тензодатчик** будет не доступен.

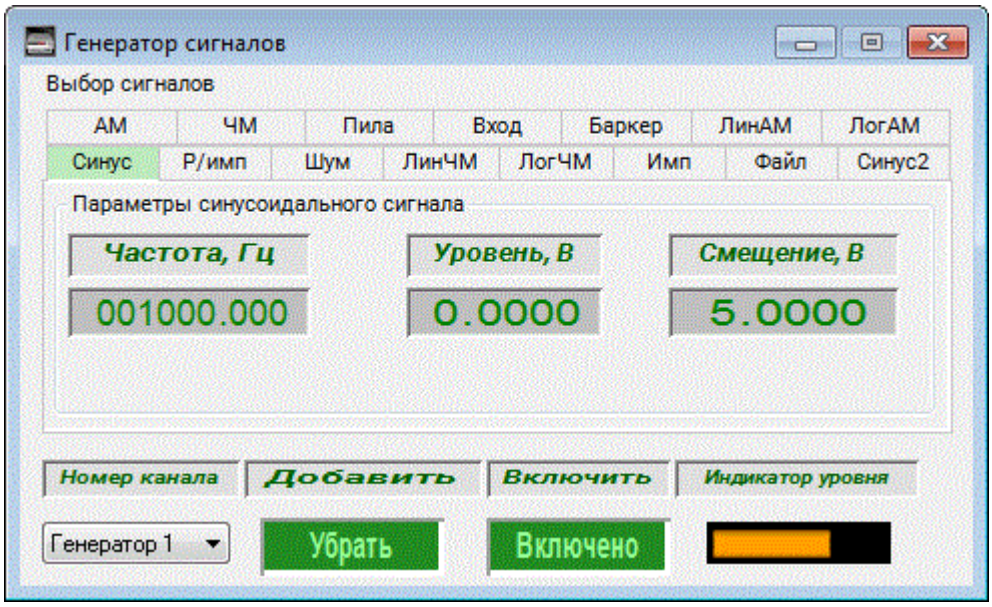
Питание датчиков

При установленном флаге *Переменный ток* в рамке *Измерения* расчет значений будет проводиться по алгоритму селективного вольтметра, и, соответственно, измерительная схема (первичный преобразователь) должна быть запитана переменным током. При снятом флаге *Переменный ток* расчет значений будет проводиться по алгоритму вольтметра постоянного тока, и, соответственно, измерительная схема (первичный преобразователь) должна быть запитана постоянным током.

Примечание: питание датчиков и мостовых схем может осуществляться от встроенного генератора тензометрической станции, параметры питания задаются в программе Генератор сигналов:



Питание датчиков переменным током 5 В



Питание датчиков постоянным током 5 В

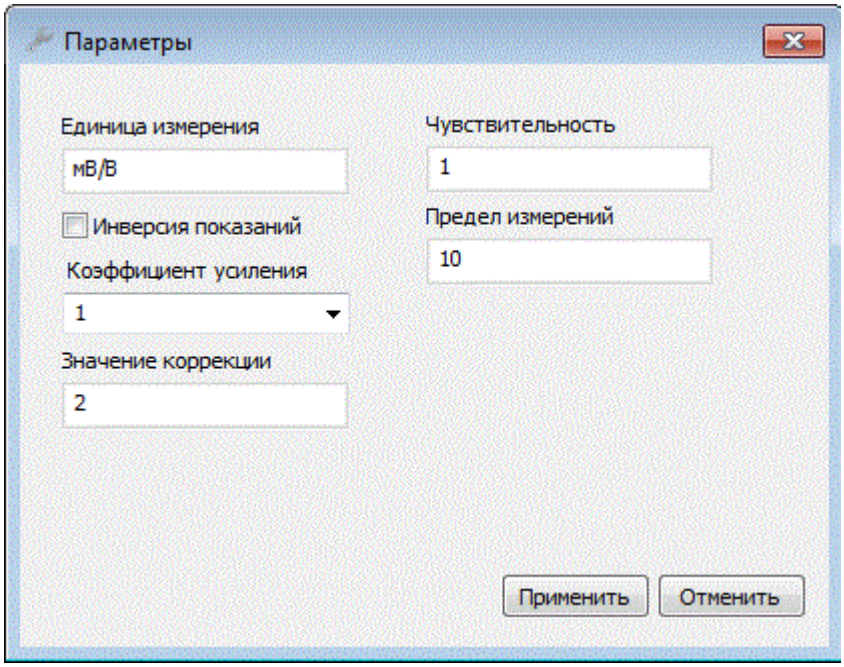
Рекомендуемая частота питания тензодатчиков колеблется в пределах 80 - 1500 Гц (не рекомендуется выбирать частоту 50 Гц). При регистрации медленно протекающих процессов выбирают минимальную частоту сигнала для запитывания тензодатчика. Для измерения параметров быстропротекающих процессов требуется высокая частота питания датчика. Частота дискретизации генератора должна как минимум в несколько раз превышать требуемую частоту дискретизации сигнала с датчика, а частота питания датчика - частотный диапазон сигнала.

Сглаживание

В поле *Сглаживание* задается время усреднения данных в миллисекундах. Для быстропротекающих процессов данный параметр указывают минимальным, для медленно протекающих - более высоким. Чем выше время сглаживания, тем меньше на показания влияют случайные составляющие. Параметр Сглаживание аналогичен параметру Время усреднения.

Настройки тензодатчика (датчика силы)

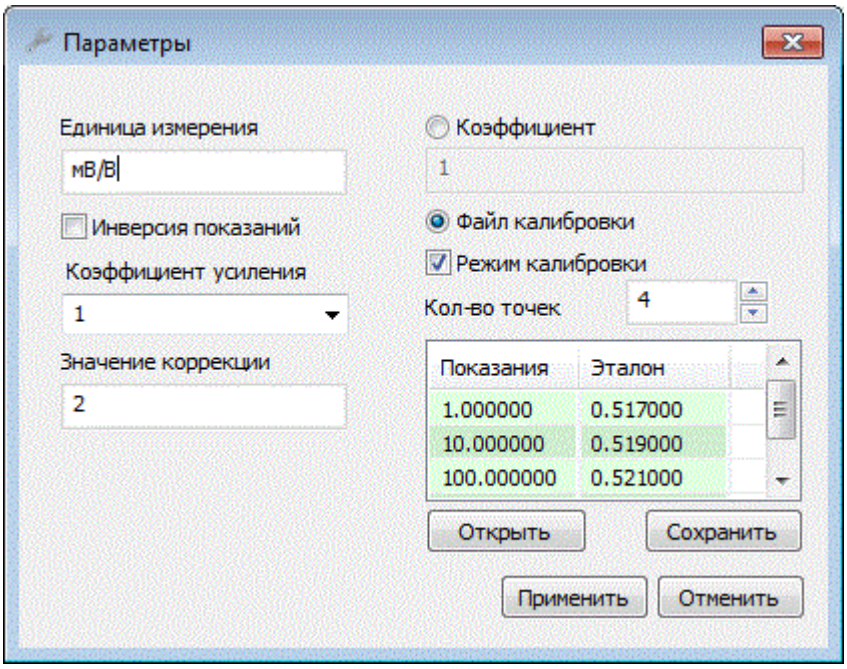
В случае использования датчика силы (тензодатчика) достаточно указать его чувствительность (коэффициент преобразования) и предел измерений, указанные в паспорте датчика.



Настройки датчика силы

Настройки мостовой схемы

При использовании тензорезисторов необходимо заполнить калибровочную таблицу.

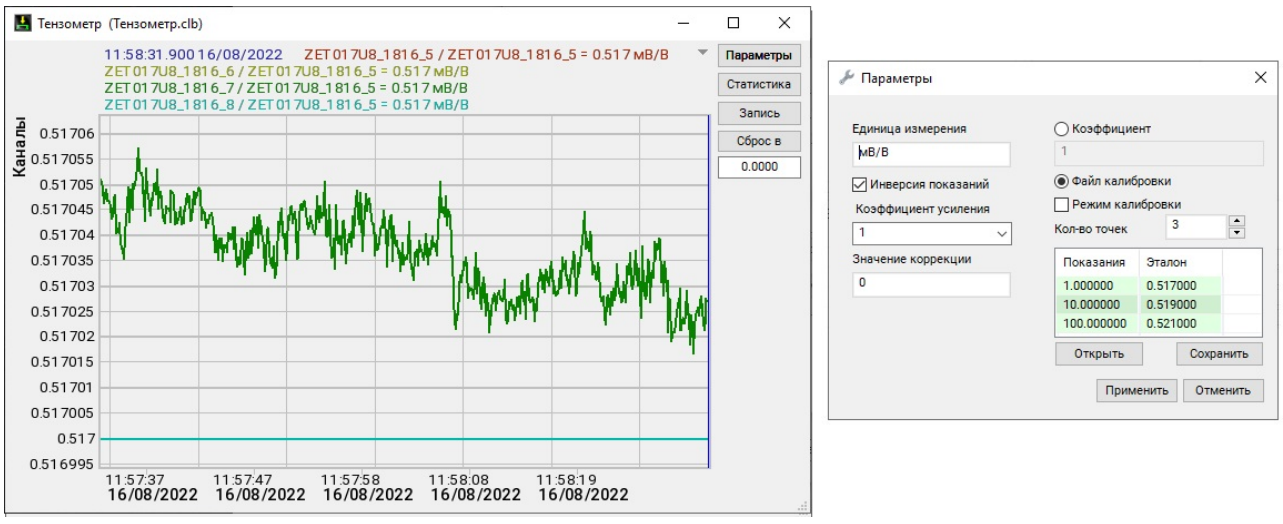


Настройки тензомостовой схемы

В поле *Файл калибровки* вводится путь к файлу с сохраненными ранее настройками и калибровочной таблицы. При нажатии на кнопку, расположенную справа от поля ввода пути, открывается стандартное окно открытия файла. В этом окне указать путь и имя файла калибровки. Директория, где хранятся файлы калибровки, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы калибровки имеют расширение *.clb.

В рамке *Калибровочная таблица* располагаются элементы для создания, редактирования и сохранения калибровок.

Флажок *Калибровка* служит для выбора режима отображения. При установленном флаге программа **Тензодатчик** будет отображать прямое отношение уровней сигнала измерительного и опорного каналов без единиц измерения и без учета калибровочной таблицы (см Рис. ниже). При снятом флаге – в выбранных единицах измерения и в соответствии с калибровочной таблицей.



Тензометр, режим калибровки

В списке, находящемся справа от надписи *Количество точек*, выбирается необходимое количество точек для калибровки первичного преобразователя. Минимальное количество точек – 2, максимальное – 15. Для выбора необходимого количества точек необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество точек.

После выбора количества точек для калибровки в таблице, расположенной под списком количества точек, отобразится столько строк, сколько было выбрано количество точек. В левом столбце таблицы калибровки в ячейках задаются количественные выражения в установленных единицах измерения (прилагаемая нагрузка), в правом указываются численные значения отношения уровней сигнала, соответствующие количественному выражению. Численные значения берутся из показаний программы **Тензодатчик** в режиме калибровки, т.е. с установленным флагом *Калибровка*.

Кнопка *Сохранить файл калибровки* служит для сохранения параметров калибровки в файл. После нажатия кнопки открывается стандартное диалоговое окно для сохранения файла. В этом окне необходимо указать путь и имя файла. Директория, куда предлагается сохранить файл калибровки, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы калибровки имеют расширение *.clb.

Программа **Тензодатчик** не проводит экстраполяции данных, а только интерполяцию. Т.е. интервал отображаемых величин задается в калибровочной таблице в виде максимальных и минимальных значений.

Виброметр .....

Программа "**Виброметр**" работает с каналами ZETServer, имеющими размерность ускорения, скорости или перемещения. При этом размерность может быть представлена символами кириллицы или латиницы (в соответствии с ГОСТ 8.417-2002 Единицы величин). Также возможна работа с каналами, размерность которых представляется как основными единицами, так и их дольных и кратных единиц. Так допустимыми размерностями скорости будут:
- м/с, мм/с (размерности из символов кириллицы);
- m/s, mm/s (размерности из символов латиницы).

Программа "**Виброметр**" рассчитывает и отображает значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения, которые рассчитываются по исходному сигналу с применением одного из нескольких заранее заданных полосовых фильтров. Результат расчётов выдается как среднеквадратическое значение (СКЗ), значение амплитуды или пикового значения. Также эти рассчитанные значения являются исходными данными для виртуальных каналов виброускорения, виброскорости и виброперемещения, создаваемых программой.

Рассчитанные значения являются усреднёнными за выбранный интервал времени (0.1 с, 1 с или 10 с).

Анализаторы спектра
Измерительные комплексы на базе анализаторов спектра ZET 017 включают в себя более 100 реализаций современных алгоритмов обработки вибрационной и звуковой информации, основные из которых: спектральный анализ (узкополосный спектральный анализ, долеоктавный спектральный анализ, вейвлет-преобразование и др.), корелляционный анализ, модальный анализ, определение передаточных характеристик, построение диаграмм Найквиста, и еще более 1000 программных продуктов, охватывающих практически весь спектр исследования виброакустических сигналов.

Подключаемые датчики
В комплекте с первичными преобразователями (акселерометры, гидрофоны, микрофоны, датчики оборотов и пр) анализаторы спектра ZETLAB позволяют проводить вибрационные, акустические и гидроакустические измерения, а также диагностику и балансировку вращающихся механизмов и зубчатых передач.

Для оцифровки аналоговых сигналов можно использовать анализаторы спектра ZET 034, ZET 038, A19-U2, ZET 017-U2, ZET 017-U4, ZET 017-U8, ZET 017-U16 ZET 017-U32, шумомеры-виброметры ZET 110 и сейсмостанции ZET 048.

В качестве источников аналогового сигнала можно использовать следующие акселерометры:

- однокомпонентные акселерометры ВС 110, ВС 111, ВС 201, ВС 202;
- однокомпонентные сейсмографы ВС 120, ВС 130, ВС 1311;
- трёхкомпонентные сейсмоприёмники ВС 1313.

Программа может применяться в различных системах контроля вибрационных параметров, например, - в системах управления виброиспытаниями.

Программа предназначена для работы на компьютере, аппаратные средства которого удовлетворяют требованиям, изложенным в разделе "Требования к ПК" настоящего руководства. На компьютере должно быть установлено **ПО ZETLAB**. К компьютеру должен быть подключен АЦП, поддерживаемый **ПО ZETLAB**.
Программа может содержать незначительные изменения, не описанные в данном руководстве.

При использовании порогового контроля оператор должен задать пороговые значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения, после чего разрешить пороговый контроль. При превышении любого из значений своего порога:

- индикатор значения окрашивается в красный цвет;
- выдаётся сигнал всем используемым генераторам ZETLAB отключить выходной сигнал;
- возможна выдача сигналов типа «сухой контакт»: логического уровня «1» в соответствующий виртуальный канал и/или на выбранный цифровой бит (при их наличии в используемом АЦП).

Время удержания высокого логического уровня после срабатывания порогового контроля может задаваться оператором от 1 до 100 с с шагом 1 с.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Виброметр** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Виброметр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Виброметр входит в группу программ **Измерение**

Принцип работы .....

Программа "Виброметр" работает с каналами ZETServer, имеющими размерность ускорения, скорости или перемещения. При этом размерность может быть представлена символами кириллицы или латиницы (в соответствии с ГОСТ 8.417-2002 Единицы величин). Также возможна работа с каналами, размерность которых представляется как основными единицами, так и их дольных и кратных единиц. Так допустимыми размерностями скорости будут:

- м/с, мм/с (размерности из символов кириллицы);

- m/s, mm/s (размерности из символов латиницы).

Программа "Виброметр" рассчитывает и отображает значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения, которые рассчитываются по исходному сигналу с применением одного из нескольких заранее заданных полосовых фильтров. Результат расчётов выдается как среднеквадратическое значение (СКЗ), значение амплитуды или пикового значения. Также эти рассчитанные значения являются исходными данными для виртуальных каналов виброускорения, виброскорости и виброперемещения, создаваемых программой.

Рассчитанные значения являются усреднёнными за выбранный интервал времени (0.1 с, 1 с или 10 с).

При использовании порогового контроля оператор должен задать пороговые значения виброускорения, виброскорости и виброперемещения, после чего разрешить пороговый контроль. При превышении любого из значений своего порога:

- индикатор значения окрашивается в красный цвет;
- выдаётся сигнал всем используемым генераторам **ZETLAB** отключить выходной сигнал;
- возможна выдача сигналов типа "сухой контакт": логического уровня "1" в соответствующий виртуальный канал и/или на выбранный цифровой бит (при их наличии в используемом АЦП).

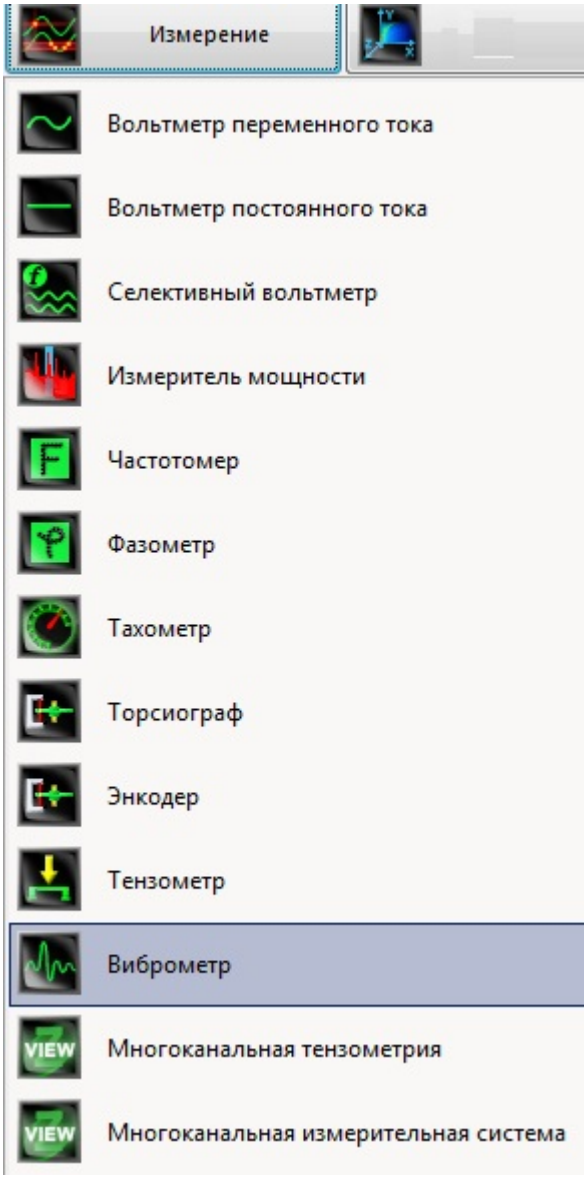
Время удержания высокого логического уровня после срабатывания порогового контроля может задаваться оператором от 1 до 100 секунд с шагом 1 секунда.

Сразу после загрузки программа **Виброметр** начинает свою работу.

Не рекомендуется изменять во время работы программы частоту дискретизации используемого АЦП и коэффициенты усиления измеряемых каналов.

Интерфейс программы .....

Программа **Виброметр** запускается из меню **Измерение** панели **ZETLAB**. В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название измерительного канала.

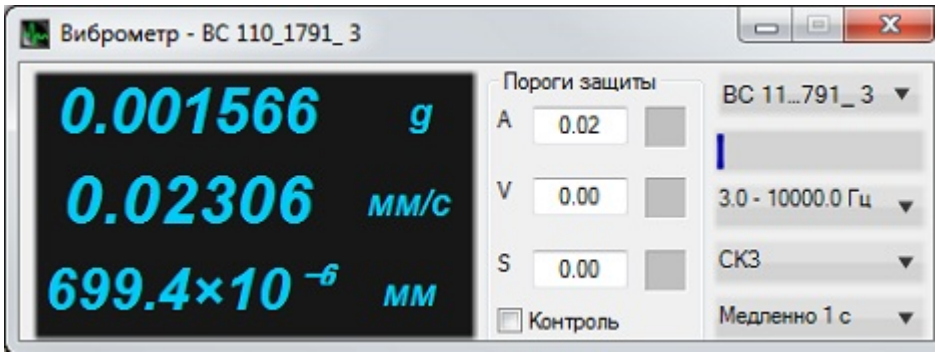


Запуск виброметра

Запуск виброметра

Примечание: программу ***Виброметр*** *можно запустить непосредственно из рабочей директории* ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: VibroMeter.exe.*

Программа **Виброметр** имеет два варианта диалогового окна: с элементами, отображающими работу порогового контроля и без них.



Виброметр (без элементов порогового контроля)

В левой части окна на черном фоне зелёным шрифтом отображаются:

- с пометкой "A" средние значения виброускорения и его размерность ("g" - ускорение свободного падения или "м/с²");
- с пометкой "V" средние значения виброскорости и её размерность "мм/с";
- с пометкой "S" средние значения виброперемещения и его размерность "мм".

В средней части окна на панели *Пороги защиты* расположены элементы для ввода значений порогов для виброускорения, виброскорости и виброперемещения, помеченные символами "A", "V" и "S" соответственно, и цветовые индикаторы, принимающие зелёный или красный цвета. Красный цвет индикатора соответствует превышению среднего значения, зелёный - в противном случае. На данной панели также расположен переключатель *Контроль*, с помощью которого включается и выключается пороговый контроль в программе.

В правом верхнем углу окна программы сверху вниз расположены следующие элементы:

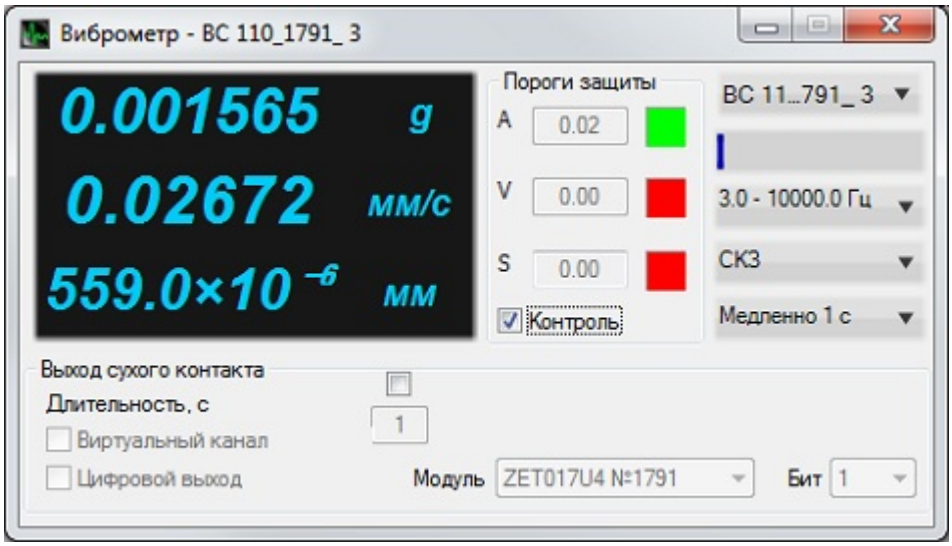
- лист выбора каналов сервера данных **ZETLAB** для использования в качестве исходных данных. В данном элементе будут отображаться только каналы, размерность данных которых соответствует ускорению: "g" или "м/с²";
- горизонтальный индикатор уровня выбранного сигнала;
- лист выбора полосового фильтра для фильтрации сигналов;
- лист выбора типов значений, отображаемых в левой части окна;
- лист выбора времени усреднения сигнала.

В программе используются фильтры для пропускания следующих частотных полос (значения границ полосы являются частотами среза фильтра):

- от 1.0 до 200.0 Гц;
- от 10.0 до 1000.0 Гц;
- от 3.0 до 10000.0 Гц;
- от 1.0 до 10.0 Гц.

Приведённые значения частот среза фильтров соответствуют частоте дискретизации используемого АЦП 25 кГц. Для другой частоты дискретизации АЦП эти значения будут скорректированы программой в соответствии с требованиями цифровой обработки сигналов (частота среза не должна быть произвольно малой и не должна быть произвольно близкой к половине частоты дискретизации АЦП).

Для использования порогового контроля оператор должен задать требуемые уровни порогов по всем трём сигналам и установить переключатель *Контроль*, после чего высота окна увеличится и станет отображаться панель *Выход сухого контакта*.



Виброметр с элементами порогового контроля

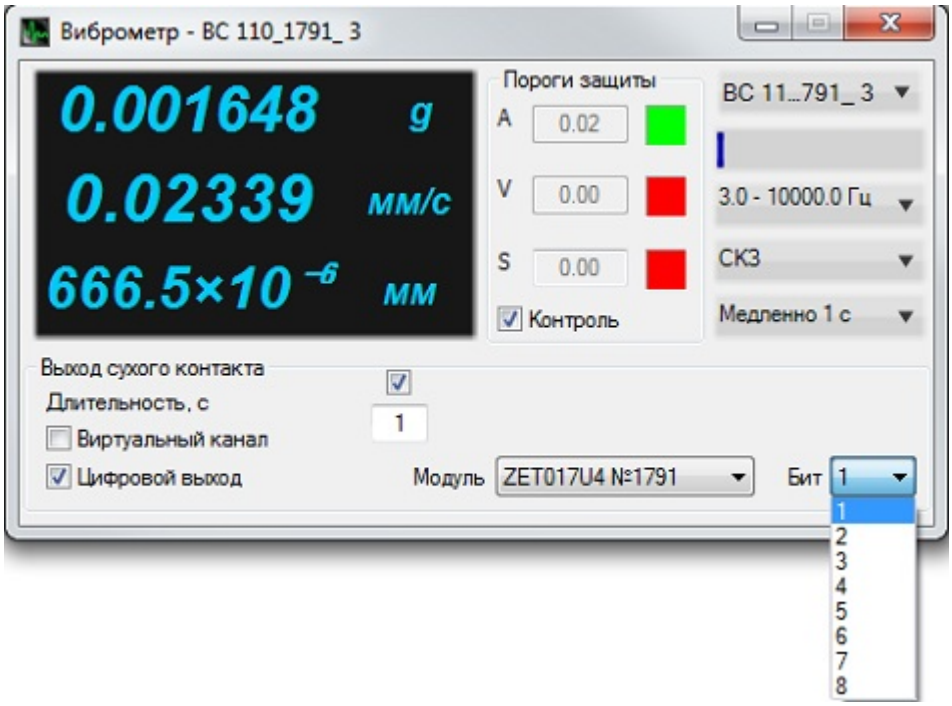
После установки переключателя *Контроль* становятся недоступными элементы задания величин порогов защиты, переключатели выбора типов отображаемых значений и переключатели времени усреднения сигнала.

Рядом с названием панели *Выход сухого контакта* расположен переключатель, задающий возможность использования сигналов типа "сухой контакт". В случае сброшенного этого переключателя все элементы панели становятся недоступными.

Программа может задавать сигналы "сухого контакта" двух типов:

- виртуальный канал сервера данных с первым словом "СК" в имени канала;
- цифровой выход на один из выходных битов (при условии их наличия в используемом ZET-устройстве).

Использование каждого из этих двух сигналов обусловлено соответствующим переключателем на панели *Выход сухого контакта*. Длительность удержания сигнала логической единицы в этих сигналах может задаваться оператором от 1 до 100 сек.



Выбор выхода "сухого контакта"

Сообщения программы .....

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки **Сервисные** панели управления **ZETLAB**.

Формат сообщений, записываемых программами ПО **ZETLAB** в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где имя программы в данном случае - "Гармоническая вибрация"; xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице приведены

Текст сообщения	**Категория**
Сообщения из Журнала ошибок ZETLAB	
101 Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
102 Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка
103 Файл конфигурации в папке DirConfig недоступен	ошибка
104 Файл справки отсутствует	ошибка

105 Папка DirHelp недоступна	ошибка
106 Папка DirSignal недоступна	ошибка
107 Папка DirResult недоступна	ошибка
108 Папка DirCorrect недоступна	ошибка
109 Папка InstallLocation недоступна	ошибка
110 Ошибка при создании экземпляра класса CAutoScaleXY	ошибка
111 Ошибка при подключении к Unit	ошибка
112 Программа запущена через Unit	ошибка
113 Программа запущена из Z-панели	ошибка
114 Программа начала работать	ошибка
115 Частота дискретизации АЦП Гц	ошибка
116 Код ошибки	ошибка
117 Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
118 Ошибка при вызове справки программы	ошибка
119 Программа завершила свою работу	ошибка
120 При чтении данных с канала произошла ошибка	ошибка
121 При обработке данных произошла ошибка	ошибка
122 Нет сервера данных	ошибка
123 Программа будет закрыта	ошибка
124 Ошибка при запуске программы обработки параметров	ошибка
Сообщения из ZETServer	
Не было подключения к серверу	ошибка
Сервер не загружен на компьютере	ошибка
К серверу подключено слишком много программ	ошибка
На компьютере не загружается сервер	ошибка
Мало оперативной памяти или дискового пространства	ошибка
Номер канала меньше нуля	ошибка
Номер канала больше максимально возможного значения	ошибка
Невозможно создать экземпляр компонента Server	ошибка

При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ **ZETLAB** дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Получение сообщения "Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта" говорит о том, что в данный момент времени загружено слишком много программ, работающих с сервером данных **ZETLAB**, либо о том, что используемый компьютер имеет недостаточный объём ОЗУ. В первом случае следует закрыть неиспользуемые программы и перезапустить программу. Во втором случае необходимо либо заменить компьютер, либо в используемом увеличить объём ОЗУ.

Отображение

В данном разделе рассмотрены программы графического представления сигналов и результатов обработки программами **ZETLAB** в 2-х и 3-х мерном виде, а также программы работы с записанными файлами.

Универсальный осциллограф .....

Программа **Универсальный осциллограф** предназначена для обеспечения возможности отображения непрерывных данных по большому количеству каналов в одинаковом масштабе для оперативной оценки происходящих в системе процессов.

Основные сферы применения программы:

- тензометрия (отображение сигналов с большого количества тензодатчиков для оценки состояния объекта);
- инклинометрия (отображение сигналов с большого количества инклинометров для оценки состояния объекта).

Программа **Универсальный осциллограф** запускается из меню Отображение панели ZETLAB.

Примечание: программу **Универсальный осциллограф** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZetSeismoGraph.exe.

Программа Сейсмограф предназначена для отображения непрерывных данных по большому количеству каналов в одинаковом масштабе для оперативной оценки происходящих в системе процессов.

Основная сфера применения программы — сейсмика (отображение сейсмограмм с большого количества датчиков разных сейсмостанций распределенной сети для визуальной оценки данных).

Примечание

ПРИМЕР РАБОТЫ ПРОГРАММЫ «СЕЙСМОГРАФ» В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ МОЖНО ПОСМОТРЕТЬ НА СТРАНИЦЕ «СИСТЕМА СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ»

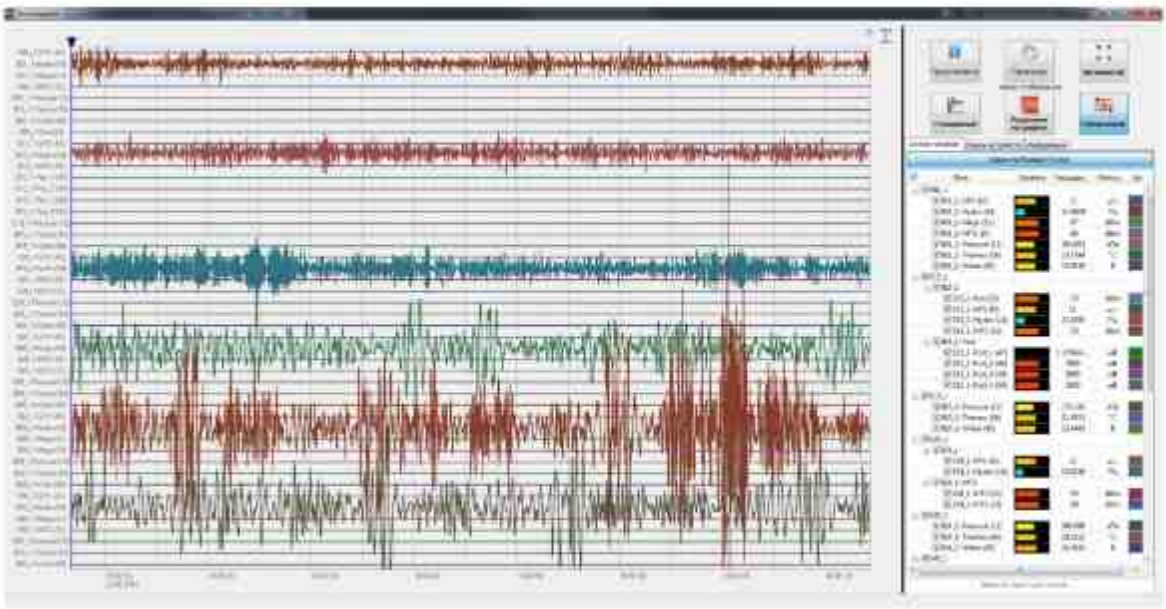
Программа Сейсмограф запускается из меню Сейсмомониторинг панели ZETLAB SEISMO (данное программное обеспечение поставляется в комплекте с оборудованием для сейсмических исследований производства ZETLAB).

Примечание: программу Сейсмограф можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab). Имя запускаемого файла: ZetSeismoGraph.exe.

Окно программы состоит из нескольких рабочих полей:

- поле для отображения осциллограмм (временные реализации);
- панель управления;
- поле для отображения текущей информации: список каналов, список устройств и общая информация.

В поле для отображения графиков визуализируются амплитудные значения регистрируемых данных в единицах измерения либо в относительных величинах (в зависимости от выбранного режима) относительно времени.



Панель управления



— кнопка «Приостановить» позволяет на некоторое время остановить отображение записанных данных для более детального анализа.



— кнопка «Параметры» открывает окно настройки параметров отображения каналов. В окне параметров есть возможность отсортировать каналы и отключить каналы с не интересующими единицами измерения, а также настроить внешнюю синхронизацию.



— кнопка «Автомасштаб» позволяет оптимизировать размеры отображаемых графиков относительно размеров поля для отображения.
Для удобства пользователей доступны три основных режима отображения осциллограмм:



— режим «Стандартный» позволяет отображать графики по нескольким измерительным каналам в одной системе координат (стандартно амплитуда/время).

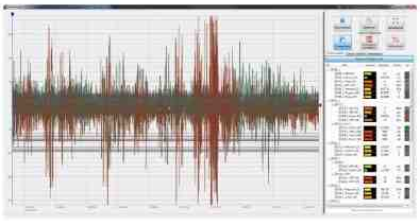


— режим «Разделение на графики» позволяет отображать график по каждому каналу в отдельной области. Удобство использования данного режима заключается в возможности наблюдения за поведением разных величин во времени на одном осциллографе.

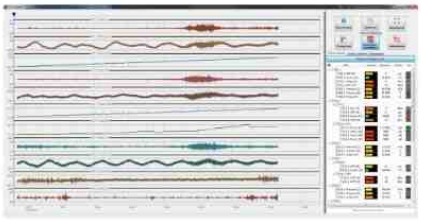


— режим «Сейсмический» используется при сейсмическом мониторинге или сейсморазведке для регистрации и анализа внешнего воздействия измерительными

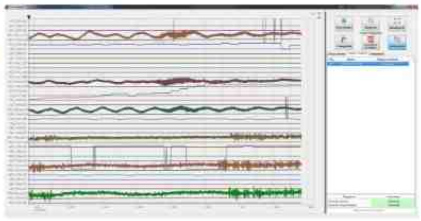
устройствами за период времени. Графики центрируются относительно определенной точки на экране, и все отображаются в одних осях.



Режим отображения "Стандартный"



Режим отображения "Разделение на графики"



Режим отображения "Сейсмический"

Программа Сейсмограф используется для экспресс-визуализации результатов сбора информации, а также для проведения сбора данных в режиме «Сейсмический» для оперативной оценки выбранных параметров регистрации и контроля работоспособности подключенных устройств.

Поддерживаемое оборудование .....

- Входными данными программы **Универсальный осциллограф** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**, который является оцифрованным произвольным переменным сигналом. Под переменным сигналом в данном случае понимается сигнал, мгновенные величины которого зависят от времени.

Программа **Универсальный осциллограф** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

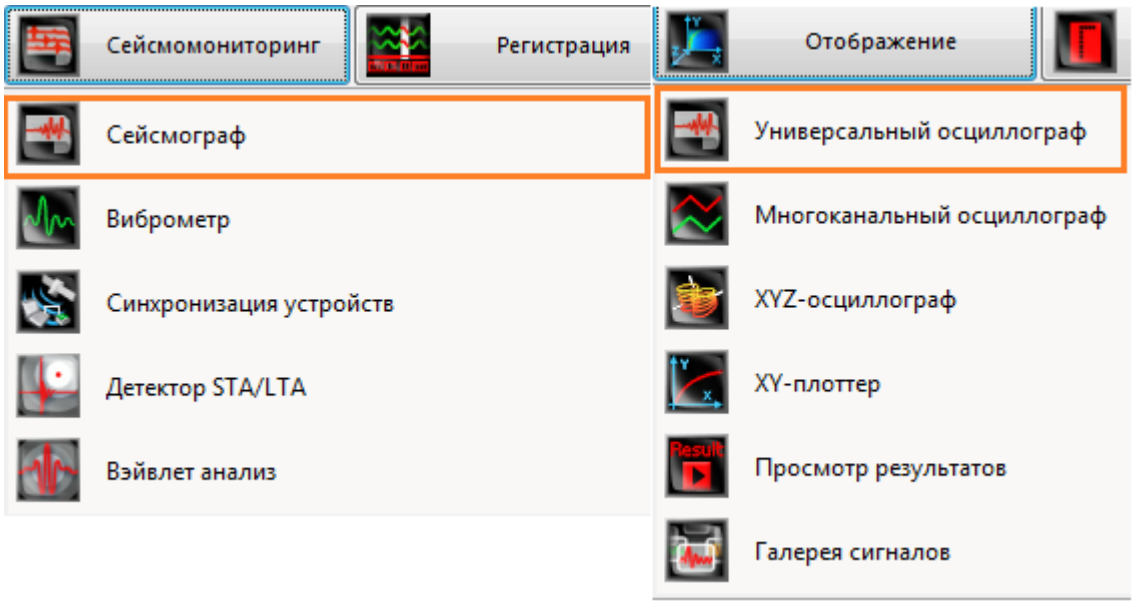
Универсальный осциллограф входит в группу программ **Отображение**

Интерфейс программы .....

Программа **Универсальный осциллограф/Сейсмограф** - в **ZETLab** была добавлена новая программа, предназначенная для обеспечения возможности отображения непрерывных данных одновременно по большому количеству каналов. Эта программа позволяет оперативно оценивать происходящие в системе процессы. Для **ZETLab Seismo** программа

находится во вкладке “Сейсмомониторинг”, для остальных режимов программа находится во вкладке “Отображение”.

Программа **Универсальный осциллограф** переименовывается в **Сейсмограф**, если к компьютеру подключено устройство с данной опцией, поддерживаемый программным обеспечением **ZETLAB**.

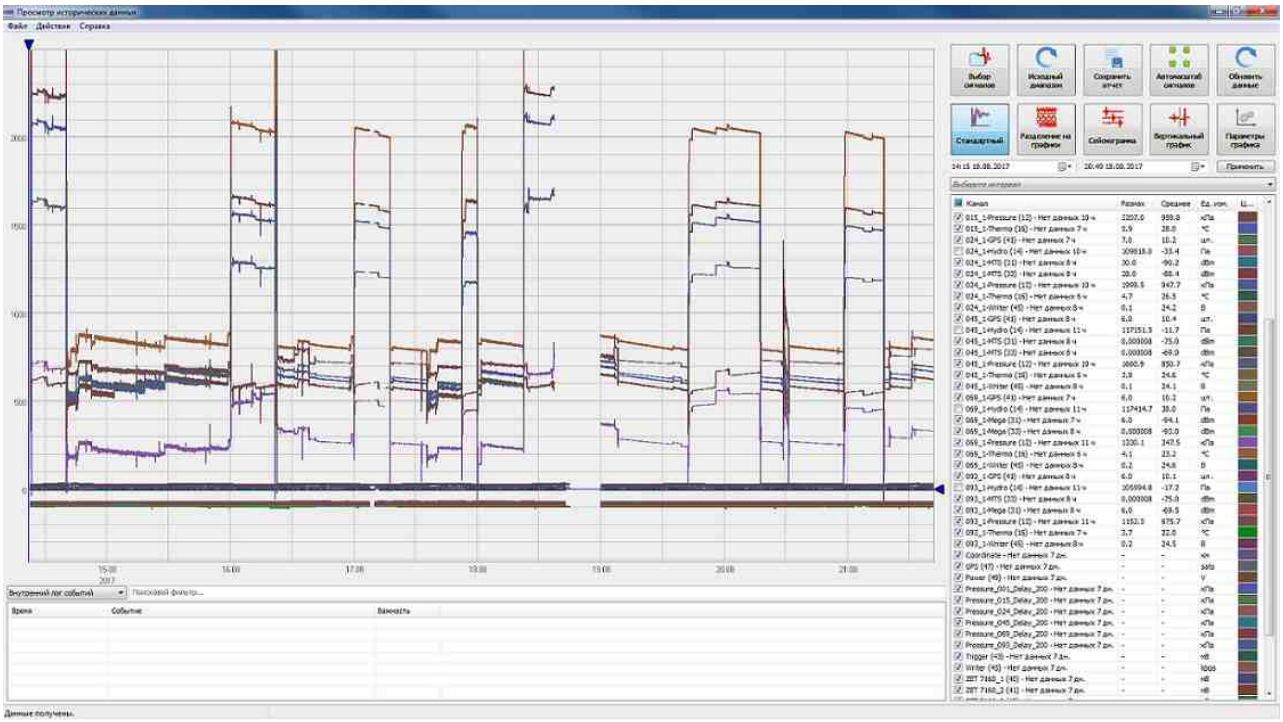


Универсальный осциллограф

Примечание: *программу* **Универсальный осциллограф** *можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZetSeismoGraph.exe.*

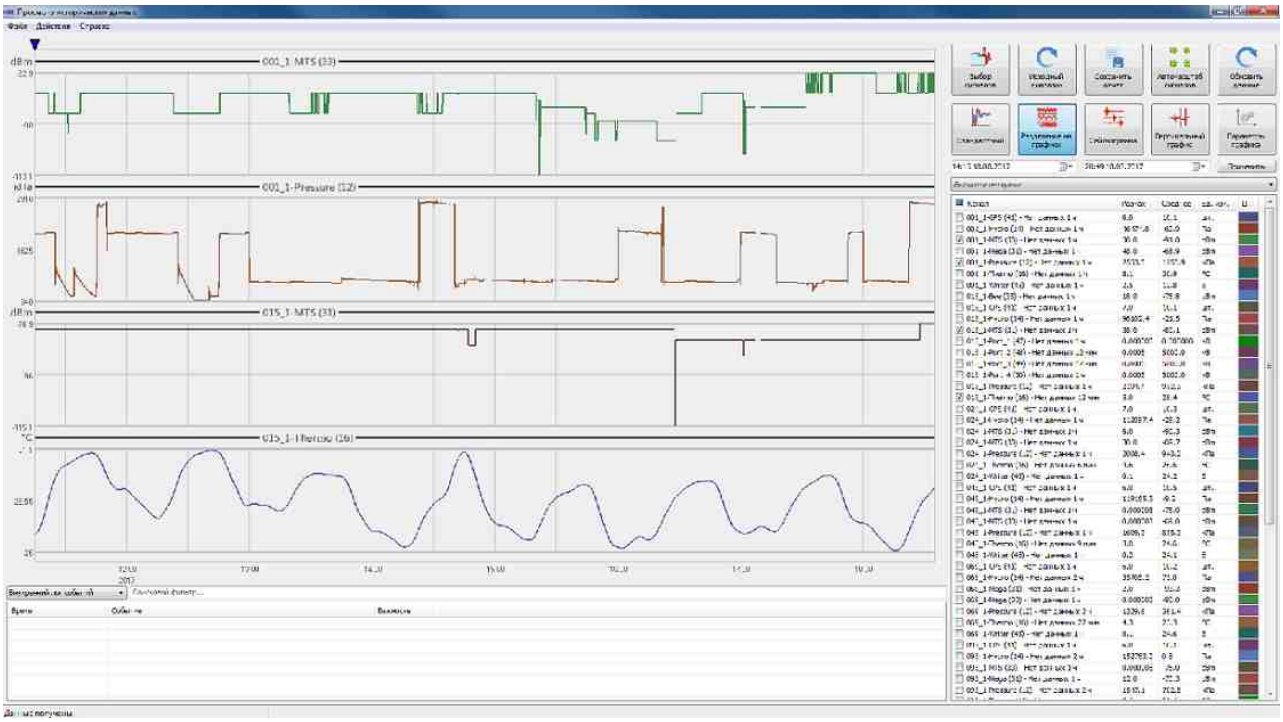
В программе предусмотрены несколько режимов отображения данных:

1. Стандартный - все графики отображаются в едином масштабе.



Стандартный - все графики отображаются в едином масштабе

2. Разделения на графики - для каждого канала выделяется область на графике, в которой он рисуется, все графики находятся в одинаковом масштабе по времени.



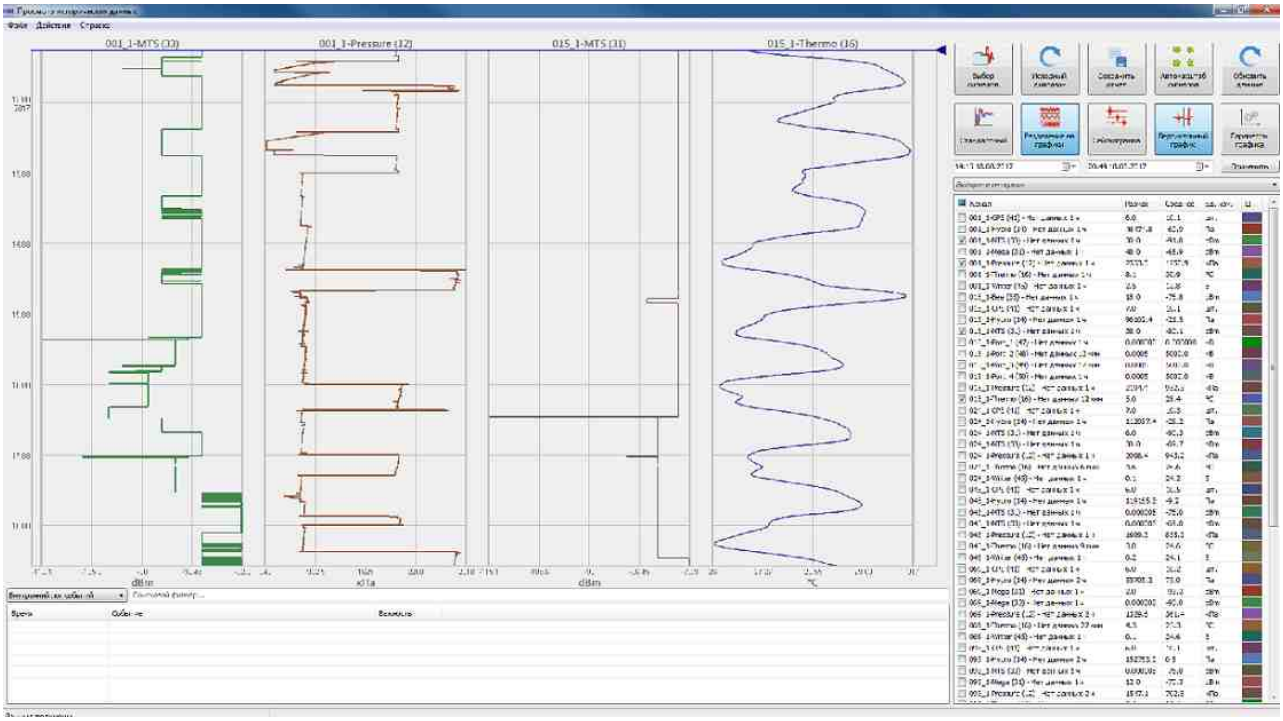
Разделения на графики - для каждого канала выделяется область на графике в которой он рисуется, все графики находятся в одинаковом масштабе по времени.

3. Сейсмический - режим сейсмограммы, позволяет оценить форму сигнала и на сколько данные по каналам отличаются друг от друга.

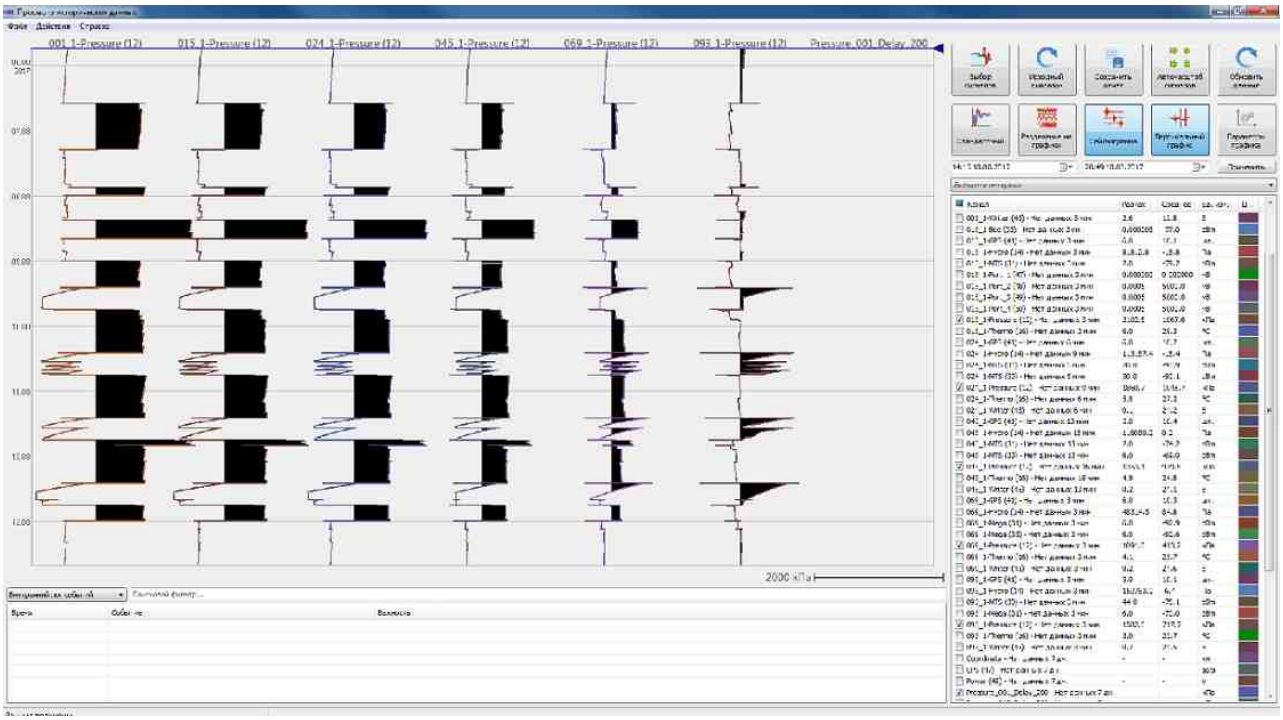


Сейсмический - режим сейсмограммы, позволяет оценить форму сигнала и на сколько данные по каналам отличаются друг от друга.

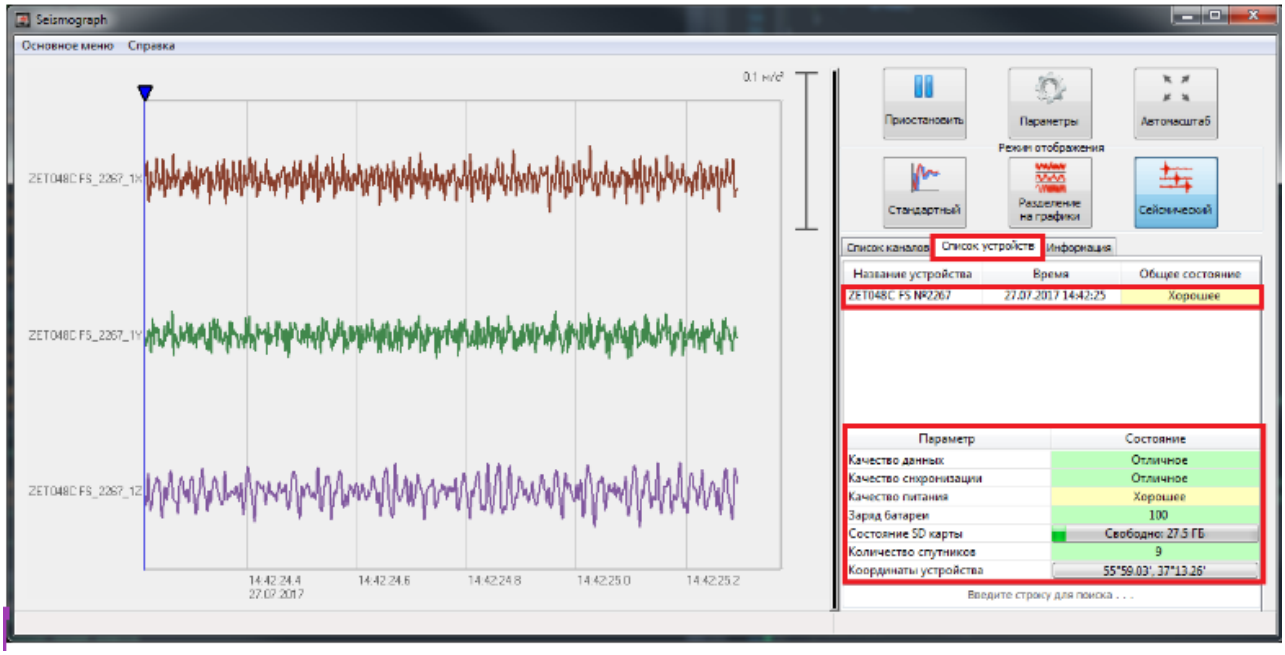
Вертикальный график – позволяет отобразить графики вертикально, может быть полезен для визуализации зависимостей различных процессов.



Заполнение цветом наибольшей части графика – данная функция предназначена для визуализации происходящих процессов, она доступна в режимах разделения на графики и сейсмограммы.



В программе предусмотрена возможность отобразить текущее состояние устройства на вкладке “Список устройств”. В данной вкладке отображается качество данных, синхронизации и питания устройства. Также если в устройстве поддерживается работа от батареи в этой вкладке вы можете просмотреть ее заряд. Если в устройстве установлена флеш-карта будет отображено количество свободного места и ее заполненность. Для устройств, имеющих возможность подключаться к спутникам в таблице, будет отображено количество активных спутников и координаты GPS (по нажатию на кнопку будет открыта карта с местоположением устройства). Обратите внимание что не во всех устройствах ZETLab есть поддержка всех этих функции.

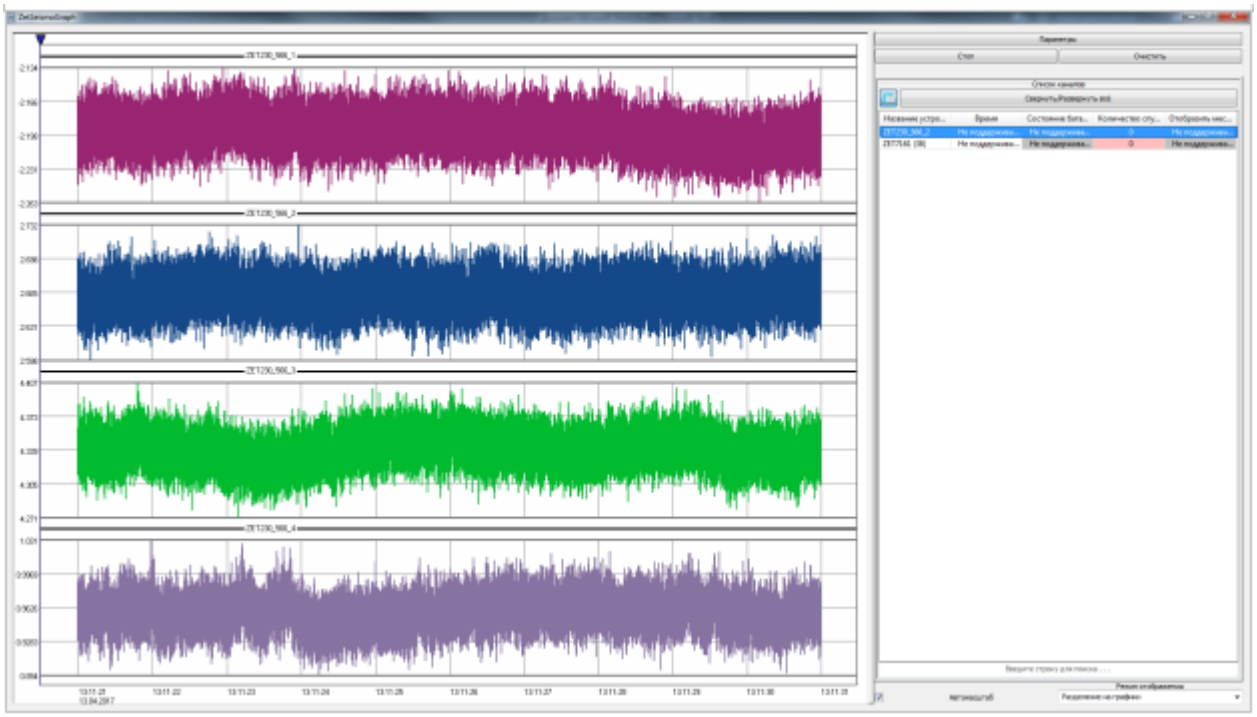


возможность отобразить текущее состояние устройства на вкладке "Список устройств"

Так же в программе предусмотрен режим работы с событиями, которые генерируются ПО ZETLab или различными устройствами (см. Программные средства работы с сейсмокосой).

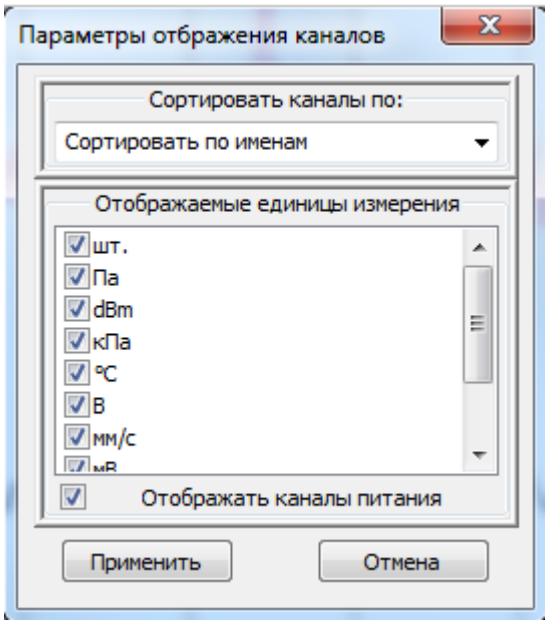
https://zetlab.com/shop/programmnoe-obespechenie/funktsii-zetlab/otobrazhenie/universalnyiy-ostsillograf/

На основном окне программы можно настроить режим отображения графиков: Стандартный, Сейсмический, настроить автоматическое масштабирование и приостановить работу программы, изменить параметры. Осуществить разделение на графики. Так же есть возможность переключать вид списка каналов, для этого необходимо нажать кнопку  .



В этом режиме в таблице отображается текущее время по каналу, количество спутников с которыми работает устройство и заряд батареи. А также есть возможность отобразить местоположение устройства.

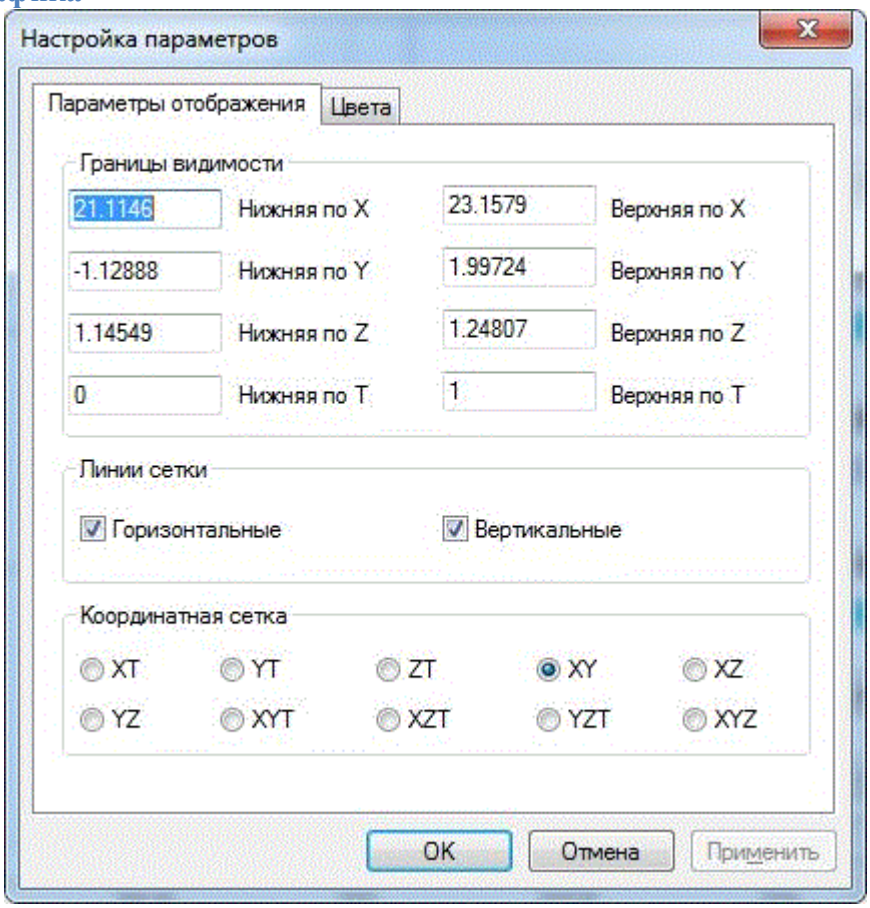
В окне параметров есть возможность отсортировать каналы и отключить каналы с неинтересующими единицами измерения.



Возможности графика .....

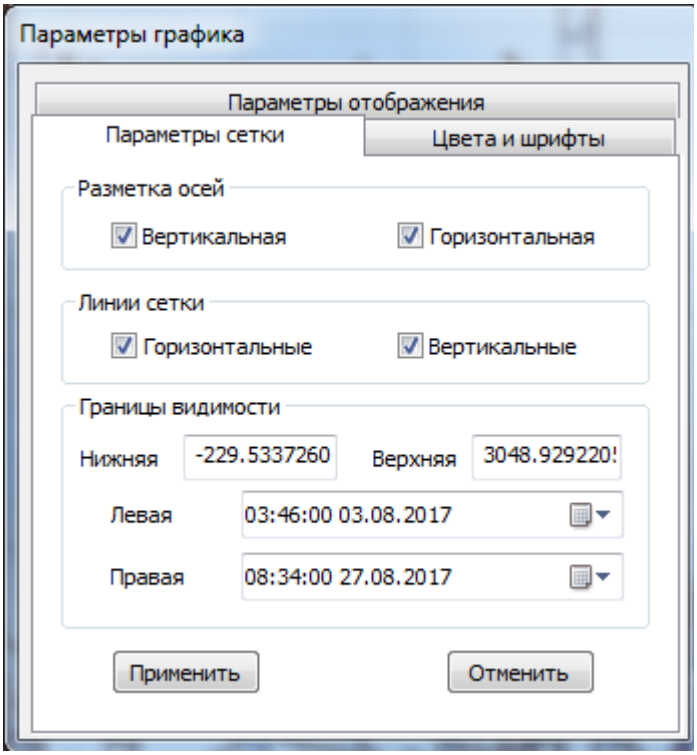
При нажатии правой кнопкой "мыши" в рабочей области графика программы **Просмотр исторических событий** открывается окно настройки параметров отображения, в котором можно изменять конфигурацию.

Настройки графика



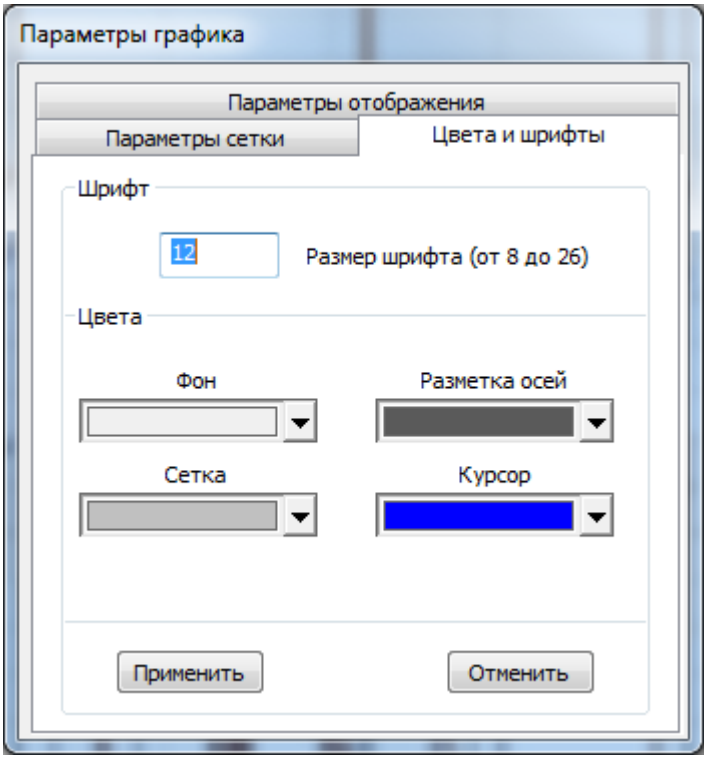
Настройка границ отображения

Настройки сетки



Данная вкладка позволяет настроить текущие отображаемые границы и включить/выключить разметку осей и линий сетки.

Цвета и шрифты



Данная вкладка позволяет настраивать размер текста и менять цвета графика.

Масштабирование

Рабочие области:

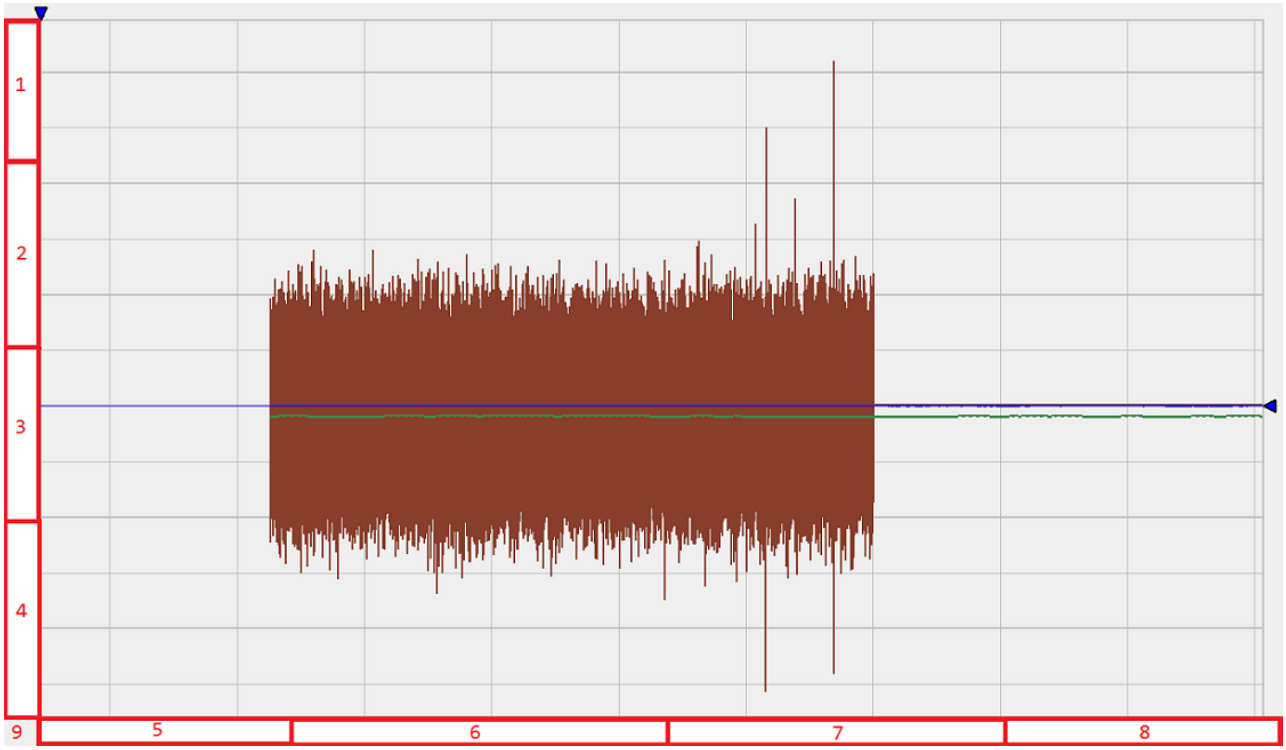


График разделен на рабочие области, которые отмечены на рисунке. Нажатие ПКМ (или прокрутка колеса мыши) на них изменяет текущий отображаемый диапазон.

1. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вверх.
2. Увеличение масштаба по вертикали.
3. Уменьшение масштаба по вертикали.
4. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вниз.
5. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график влево.
6. Уменьшение масштаба по горизонтали.
7. Увеличение масштаба по горизонтали.
8. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график вправо.
9. Автомасштабирование графика. Нажатие ПКМ – масштабирует видимую часть графика, если ничего не отображается, применяет автомасштаб всего графика. Нажатие ПКМ с зажатой клавишей Shift – автомасштабирует графики только по вертикальной

оси. Нажатие ПКМ с зажатой клавишей Ctrl – масштабирует относительно всех данных, загруженных в график по вертикальной и горизонтальной оси.

Верхняя и правая часть графика предназначена для перемещения курсоров.

Горячие клавиши:

«Shift + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по вертикальной оси

«Ctrl + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по горизонтальной оси.

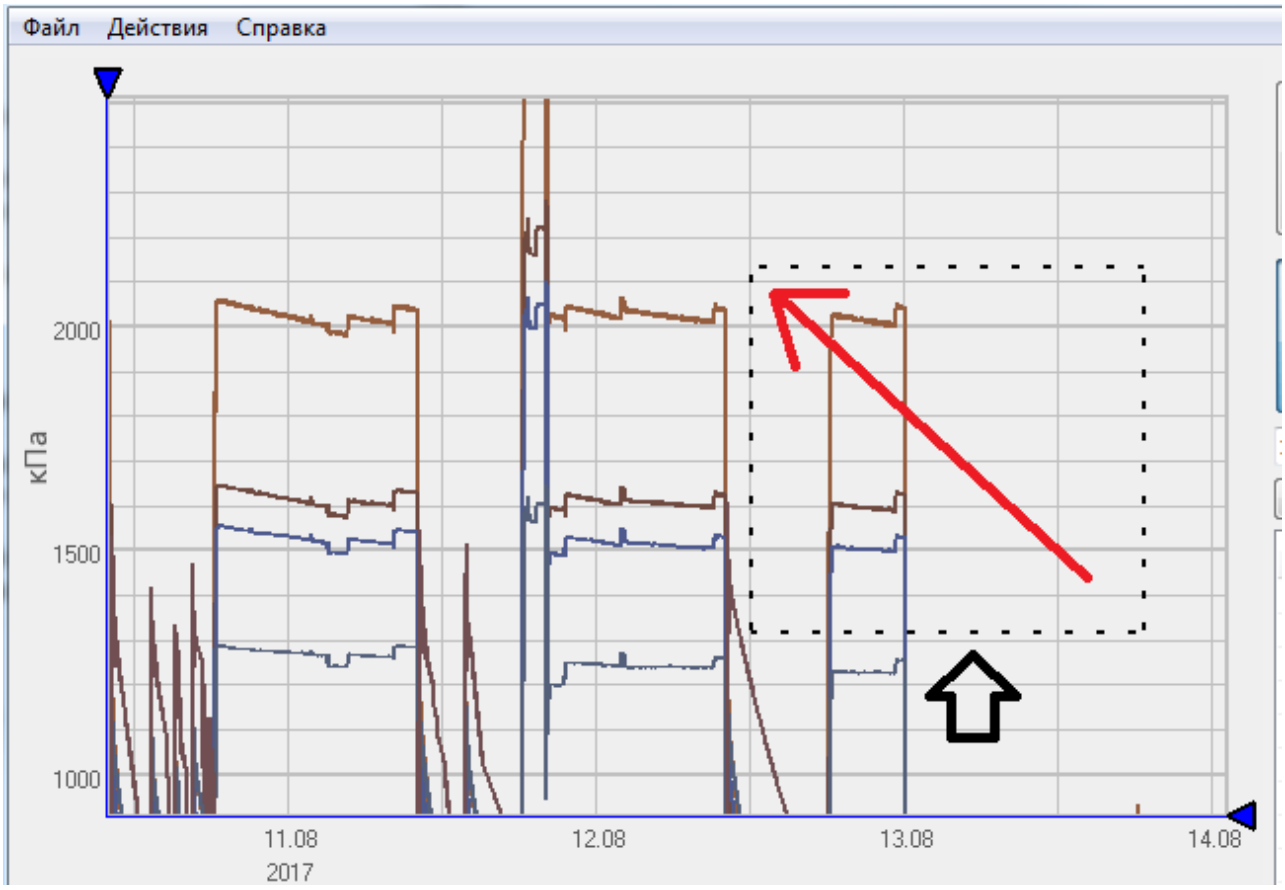
Изменение масштаба с помощью мыши

Нажав ПКМ в рабочей области графика и перемещая мышь, вы можете передвигать график.

«Нажатие Ctrl + зажатие ПКМ» - позволяет пользователю выделить диапазон на графике. Появится специальная рамка, которая отображает область, которая будет отмасштабирована.



При создании рамки как показано на рисунке, после того как пользователь отожмет ПКМ график масштабируется в выбранную пользователем область.



При таком создании рамки, после того как пользователь отожмет ПКМ график вернется в состояние, предшествующее предыдущему масштабированию рамкой.

Многоканальный осциллограф .....

Программа **Многоканальный осциллограф** предназначена для оценки формы сигнала и измерения мгновенных значений. Синхронно могут отображаться несколько сигналов, взятых в один промежуток времени, каждый в своих единицах измерения. Для сравнения сигналов их осциллограммы можно отобразить в одних осях координат. Простая и удобная система управления курсором и масштабирование графиков позволяет изучить изменения процесса в целом и детально.

Основные функции программы:

- ✓отображение формы и амплитуды сигналов, поступающих с входных каналов;
- ✓задание временного интервала отображения сигналов;
- ✓выбор частотного диапазона отображаемых сигналов;
- ✓гибкое изменение количества отображаемых каналов;
- ✓автоматическое масштабирование как нескольких одновременно, так и по отдельности осциллограмм;
- ✓синхронизация по выбранному каналу;
- ✓включение/выключение режима остановки кадров;
- ✓динамическое отображение интегральных уровней сигналов, определение перегрузки по каждому каналу и запоминание состояния перегрузки;
- ✓установка режима отображения данных каждый график в своем окне или совмещенный режим отображения;
- ✓отображение абсолютного времени с момента последнего запуска АЦП или с момента начала воспроизведения сигналов из файла;
- ✓синхронное позиционирование курсора на осциллограммах позволяет оценить амплитуду всех сигналов в один момент времени;
- ✓сохранение графической и численной информации отображенной в окне программы в буфер обмена для вставки в текстовый редактор;
- ✓изменение времени (частоты) для обновления содержимого экрана (0.1 с или 1 с);
- ✓изменение нулевого отсчета времени (позиционирование метки "0" по горизонтали);
- ✓синхронизации сигнала с указанием уровня и фронта (положительный или отрицательный) синхронизации;
- ✓для отображения формы сигнала в заданной частотной полосе необходимо воспользоваться программой "Фильтрация сигналов". В этой программе можно задать частоты среза фильтров нижних и высших частот и включить интегрирование или дифференцирование сигналов.
- ✓сглаживание графика (линейная, сплайн, WKS);
- ✓свечение графика (включить или выключить);
- ✓устанавливается масштаб по Y (включить или выключить);
- ✓устанавливается позиция по Y (включить или выключить);
- ✓маркеры не интерполированных точек (скрыть или показать).

Особенности программы

Обновление данных в многоканальном осциллографе происходит по времени устройства, а не по реальному времени. Скорость обновления данных в сервере зависит от установленной в устройстве частоты дискретизации.



Многоканальный осциллограф и функции программы

Поле «*Интервал, с*» предназначено для ввода временного интервала отображения сигнала (горизонтальная шкала). Максимальное и минимальное значения зависят от выбранного частотного диапазона отображаемых сигналов. Чем больше частотный диапазон, тем больше объем обрабатываемых данных и меньше временной интервал для отображения сигнала, соответственно, чем меньше частотный диапазон, тем меньше объем обрабатываемых данных и больше интервал для отображения сигнала. Значения интервала вводятся с клавиатуры, предварительно установив курсор в поле ввода интервала. Для установки введенного временного интервала необходимо нажать кнопку *Применить*, расположенную под полем ввода интервала, или клавишу клавиатуры.

Выпадающий список *Частота* позволяет программе работать с разными потоками данных, реализуемыми в ПО ZETLAB. Основной поток данных — это его исходные данные, т.е. мгновенные значения сигнала, которые следуют с частотой дискретизации канала. Основному потоку данных соответствует верхняя строка списка, в которой отображается частота дискретизации канала (выставленная в программе *Диспетчер устройств ZET*). Данные также могут быть передискретизированы в соотношении 1:10; 1:100; 1:1000 и 1:1000 от исходной частоты дискретизации. При передискретизации используется соответствующий фильтр нижних частот.

Выпадающий список *Кол-во каналов* позволяет пользователю настраивать отображение необходимого количества осциллограмм в окне программы. Максимальное количество осциллограмм в одной запущенной программе — 8.

Кнопка *Автомас.* служит для однократного автоматического масштабирования (приведение масштаба графика к уровню сигнала) всех одновременно осциллограмм по оси уровня.

При установке флага *Масштаб.* служит для постоянного масштабирования (приведение масштаба графика к уровню сигнала) всех одновременно осциллограмм по оси уровня.

При запуске программы *Многоканальный осциллограф* отображение сигналов начинается сразу же. Для остановки (паузы) процесса отображения сигнала необходимо активировать кнопку *Стоп*, при этом название кнопки меняется на *Старт*. Для запуска остановленного процесса отображения сигнала необходимо активировать кнопку *Старт*, при этом обнуляются записанные данные, а название кнопки меняется на *Стоп*.

Кнопки *Запись* и *Чтение* предназначены для записи осциллограмм в файл и отображения записанных данных.

При установке флага *Совмещ* сигналы всех включенных осциллограмм отобразятся в одной координатной сетке на одной осциллограмме. Эта опция удобна при сравнении однотипных сигналов. Для выхода из режима совмещения необходимо снять флаг *Совмещ.* При этом, сигналы, отображенные на совмещенной осциллограмме, распределятся по отдельным осциллограммам. Осциллограмм будет отображено столько, сколько в списке *Кол-во кнл* будет выбрано каналов для отображения.

Примечание: при установленном флажке Совмещ. нельзя выбирать отображаемые каналы.

Поле *Отн. время* отображает время в секундах, отсчитываемое от момента последнего запуска АЦП или с момента начала воспроизведения сигналов из файла. В полях под надписью *Абс. время* отображается текущее время и дата.

Выпадающий список *Обновление* позволяет пользователю задавать интервал обновления графиков программы в секундах. При выборе значения *0.1 с* графики изменяются плавнее, что больше напоминает аналоговые осциллографы, однако, в этом режиме нагрузка на процессор используемого компьютера больше.

ОБНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ В МНОГОКАНАЛЬНОМ ОСЦИЛЛОГРАФЕ ПРОИСХОДИТ ПО ВРЕМЕНИ УСТРОЙСТВА, А НЕ ПО РЕАЛЬНОМУ ВРЕМЕНИ. СКОРОСТЬ ОБНОВЛЕНИЯ ДАННЫХ В СЕРВЕРЕ ЗАВИСИТ ОТ УСТАНОВЛЕННОЙ В УСТРОЙСТВЕ ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Многоканальный осциллограф** предназначена для оценки формы сигнала и измерения мгновенных значений. Синхронно могут отображаться несколько сигналов, взятых в один промежуток времени, каждый в своих единицах измерения. Для сравнения сигналов их осциллограммы можно отобразить в одних осях координат. Простая и удобная система управления курсором и масштабирование графиков позволяет изучить изменения процесса в целом и детально.

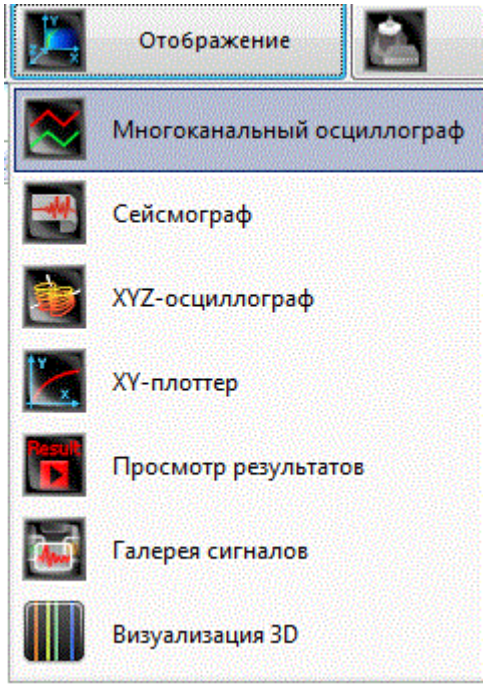
Программа **Многоканальный осциллограф** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE – программное обеспечение, поставляемое с платами АЦП/ЦАП,
- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,
- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO – программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB NOISE – программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером,
- ZETLAB SENSOR – программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Многоканальный осциллограф входит в группу программ Отображение

Интерфейс программы .....

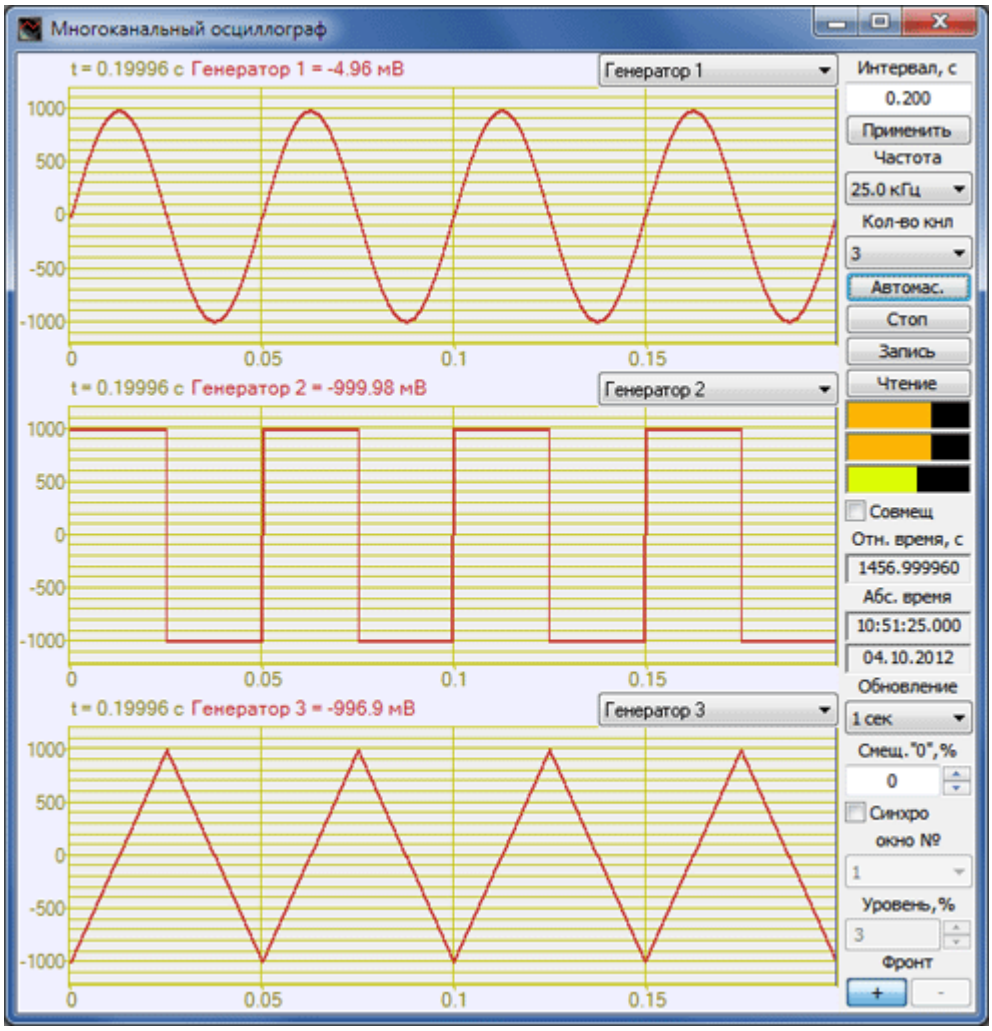
Программа **Многоканальный осциллограф** запускается из меню **Отображение** панели **ZETLAB**.



Запуск многоканального осциллографа

*Примечание: программу **Многоканальный осциллограф** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: OscGraph.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы. Ниже располагаются осциллограммы (временные реализации) сигналов выбранных каналов. Сверху каждой осциллограммы указывается название канала и измеряемые величины (время в секундах, и амплитуда в единицах измерения) относительно положения курсора графика и поле выбора канала отображения.



Многоканальный осциллограф, отображение 3-х сигналов

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Интервал отображения и частота представления данных

Поле «Интервал, с» предназначено для ввода временного интервала отображения сигнала (горизонтальная шкала). Максимальное и минимальное значения зависят от выбранного частотного диапазона отображаемых сигналов. Чем больше частотный диапазон, тем больше объем обрабатываемых данных и меньше временной интервал для отображения сигнала, соответственно, чем меньше частотный диапазон, тем меньше объем обрабатываемых данных и больше интервал для отображения сигнала. Значения интервала вводятся с клавиатуры, предварительно установив курсор в поле ввода интервала. Для установки введенного временного интервала необходимо нажать кнопку Применить, расположенную под полем ввода интервала, или клавишу клавиатуры.

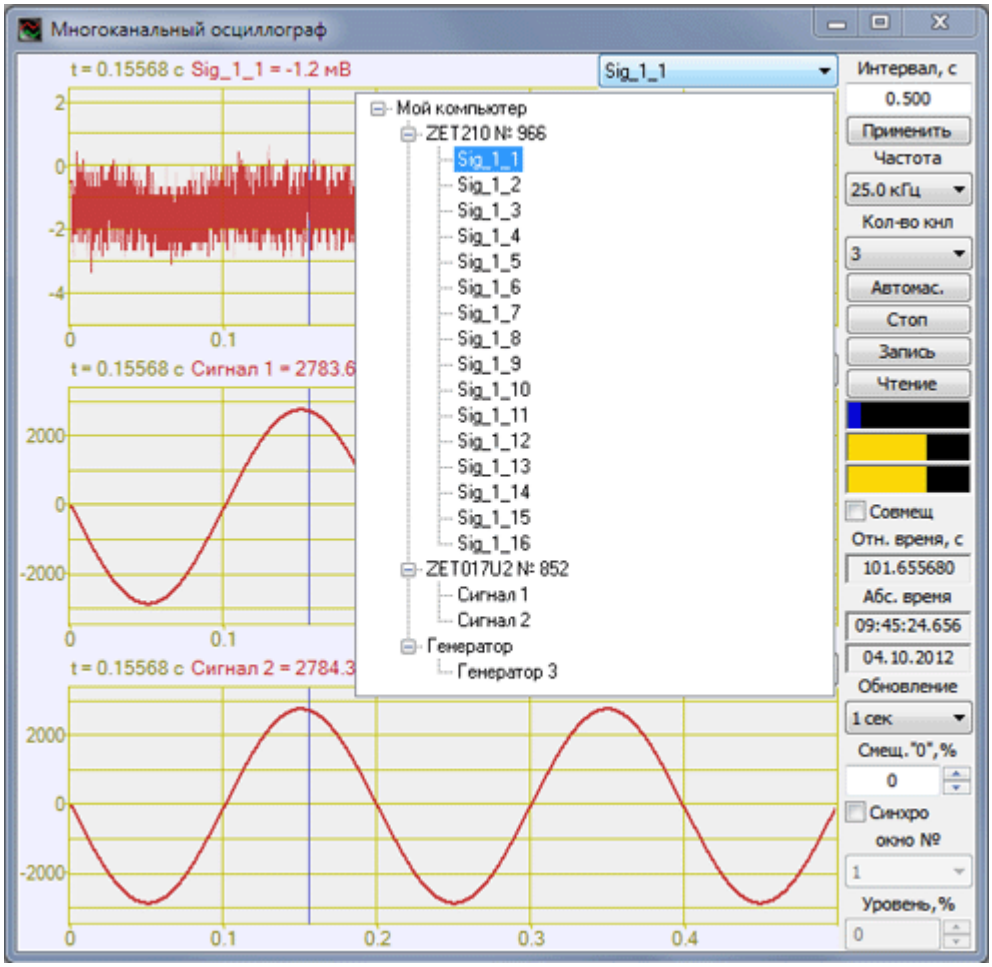
Выпадающий список Частота позволяет программе работать с разными потоками данных, реализуемыми в ПО ZETLAB. Основной поток данных — это его исходные данные, т.е. мгновенные значения сигнала, которые следуют с частотой дискретизации канала. Основному потоку данных соответствует верхняя строка списка, в которой отображается частота дискретизации канала (выставленная в программе Диспетчер устройств ZET).

Данные также могут быть передискретизированы в соотношении 1:10; 1:100; 1:1000 и 1:1000 от исходной частоты дискретизации. При передискретизации используется соответствующий фильтр нижних частот.

Каналы отображаемых сигналов

В списке под надписью *Кол-во кнл*, выбирается необходимое количество осциллограмм для отображения в окне программы **Многоканальный осциллограф**. Максимальное количество осциллограмм в одной запущенной программе — 8.

Каждой из включенных осциллограмм для отображения сигнала может быть присвоен любой включенный физический канал, либо любой виртуальный канал. Виртуальные каналы создаются соответствующими программами (программы фильтрации, генерации сигналов, тензометрии и др.). Список выбора каналов располагается в правой верхней части каждой осциллограммы:



Выбор измерительного канала

Выпадающий список Кол-во каналов позволяет пользователю настраивать отображение необходимого количества осциллограмм в окне программы. Максимальное количество осциллограмм в одной запущенной программе — 8.

Кнопка Автомас. служит для автоматического масштабирования (приведение масштаба графика к уровню сигнала) всех одновременно осциллограмм по оси уровня. Автоматическое масштабирование можно произвести для каждой отдельно взятой осциллограммы.

Запуск/остановка отображения

Кнопка *Старт* запускает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом обнуляются накопленные данные, а название кнопки меняется на *Стоп*.

При запуске программы **Многоканальный осциллограф** отображение сигналов начинается сразу же. Кнопка *Старт* служит для запуска отображения после паузы.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом название кнопки меняется на *Старт*.

Запись и чтение результатов

Кнопки *Запись* и *Чтение* предназначены для записи осциллограмм в файл и отображения записанных данных. Подробнее запись и чтение осциллограмм рассмотрены в следующем разделе - Запись и чтение.

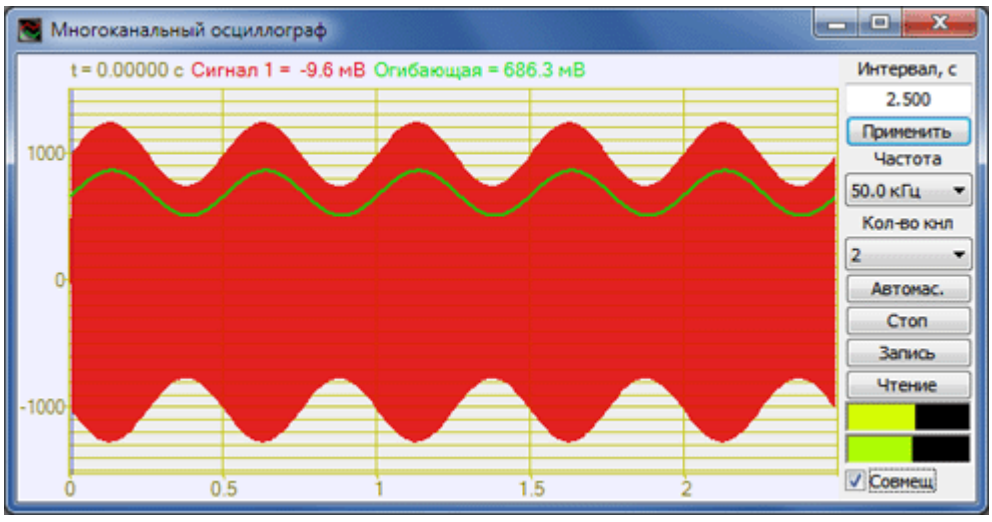
Индикаторы уровня сигналов

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Количество индикаторов будет соответствовать количеству открытых осциллограмм.

Режим совмещения

При установке флага *Совмещ* сигналы всех включенных осциллограмм отобразятся в одной координатной сетке на одной осциллограмме. Эта опция удобна при сравнении однотипных сигналов.

На рисунке ниже приведен пример отображения амплитудно-модулированного сигнала и его огибающей в режиме совмещения.



Отображение сигналов в режиме совмещения

Для выхода из режима совмещения необходимо снять флаг *Совмещ*. При этом, сигналы, отображенные на совмещенной осциллограмме, распределятся по отдельным осциллограммам. Осциллограмм будет отображено столько, сколько в списке *Кол-во кнл* будет выбрано каналов для отображения.

Примечание: при установленном флажке *Совмещ*. нельзя выбирать отображаемые каналы.

Время и дата

Поле под надписью *Отн. время, с*, отображается время в секундах, отсчитываемое от момента последнего запуска АЦП или с момента начала воспроизведения сигналов из файла. В полях под надписью *Абс. время* отображается текущее время и дата.

В списке, под надписью Выпадающий список «Обновление» содержит две строки: «0.1 с» и «1 с». Он задаёт интервал обновления графиков программы в секундах. При выборе значения «0.1 с» графики изменяются плавнее, что больше напоминает аналоговые осциллографы, однако в этом режиме нагрузка на процессор используемого компьютера больше.

Позиционирование сигналов в осях графиков

В списке, под надписью *Смещ. "0", %* задается горизонтальное (вдоль временной оси) смещение сигнала. Горизонтальное смещение задается в процентах. Увеличивая или уменьшая смещение можно установить просматриваемый сигнал в удобное положение на осциллограмме. Устанавливается необходимое смещение нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам списка смещения, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка смещения, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка смещения, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Установка флага *Синхро* позволяет включить режим синхронизации. Режим синхронизации позволяет получить устойчивое изображение сигнала на осциллограмме. Синхронизация осуществляется по установленным пороговому уровню и фронту одного из выбранных для отображения каналов программы **Многоканальный осциллограф**. Положение отображаемых сигналов относительно точки синхронизации задается в поле *Смещ. "0", %*. При снятии флажка *Синхро* режим синхронизации отключается.

В списке, под надписью *Окно №*, выбирается осциллограмма, относительно сигнала, которой будет производиться синхронизация. Нумерация осциллограмм (окон) – сверху вниз. При снятом флаге *Синхро* этот список заблокирован. Для выбора необходимой осциллограммы, относительно сигнала, которой будет производиться синхронизация, необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку списка, и, в раскрывшемся списке выбрать номер осциллограмму.

В списке, под надписью *Уровень, %* задается пороговый уровень синхронизации. Пороговый уровень задается в процентах от отображаемого диапазона уровня сигнала. Пороговый уровень синхронизации отображается в виде горизонтальной темно-зеленой линии на графике. При снятом флаге *Синхро* этот список заблокирован. Устанавливается необходимый пороговый уровень нажатием левой кнопки «мыши» по кнопкам списка порогового уровня, либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка порогового уровня, прокрутив ролик «мыши», либо, нажав левой кнопкой «мыши» по полю списка порогового уровня, ввести значение с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Кнопки под надписью *Фронт* задают режим синхронизации по нарастающему (нажата кнопка "+") или убывающему (нажата кнопка "-") фронту сигнала. При снятом флаге *Синхро* эти кнопки заблокированы.

В списке под кнопками *Фронт* и надписи Интерполяция, выбирается тип сглаживания графика (линейная, сплайн, WKS);

Установка флага *Свечение* позволяет включить или выключить режим свечение графика;

Установка флага *Масштаб по Y* позволяет включить или выключить режим масштабирование по Y, т.е. диапазон отображения графика;

Установка флага *Позиция по Y* позволяет включить или выключить первоначальное расположение значения Y;

Установка флага *Точки* позволяют скрыть или показать маркеры не интерполированных точек;

Установка флага *Все каналы* позволяет включить или выключить отображение всех каналов до 8 каналов;

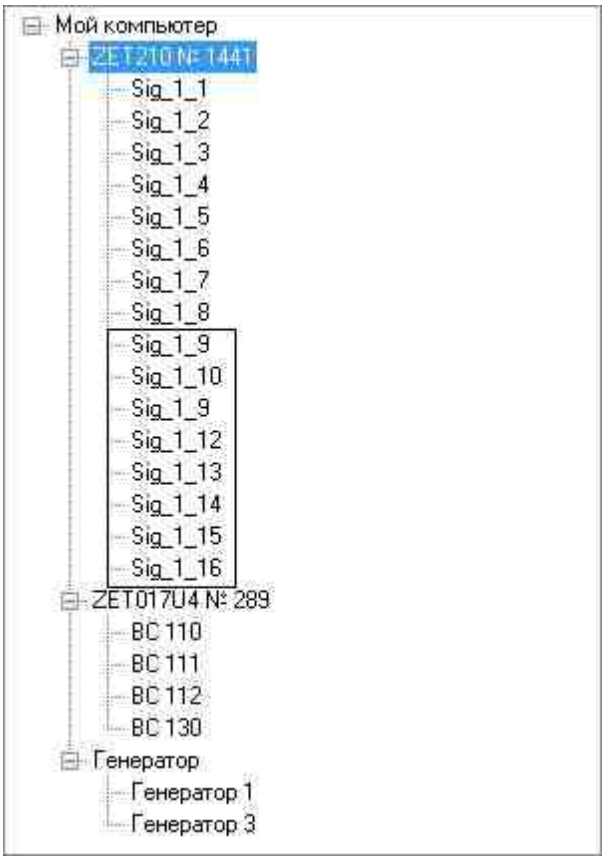
Установка флага *Скрыть* позволяет включить или выключить режим скрытия или раскрытия опций Многоканального осциллографа для увеличения размеров площади отображения графиков;

При уменьшении размер программы по Вертикальной оси опции графика разделяются на 2 или 3 колонки при отсутствии флага Скрыть.

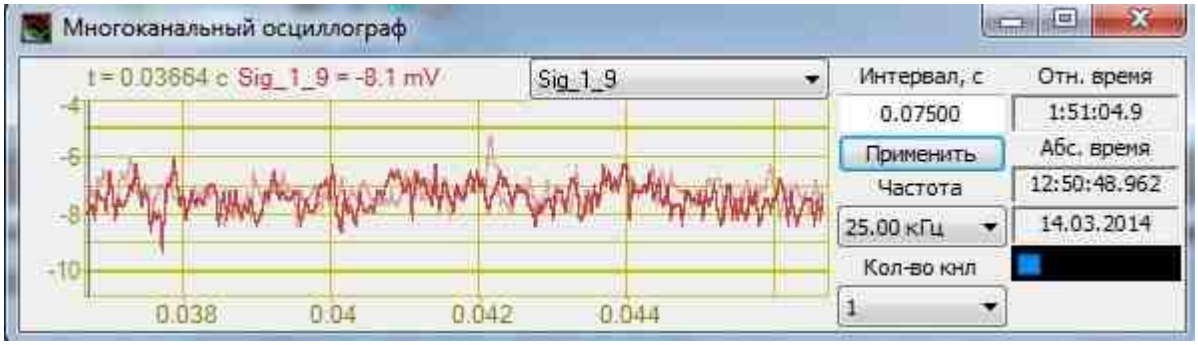
Примечание;

В **Многоканальном осциллографе** предусмотрена возможность для одинаковой настройки нескольких каналов;

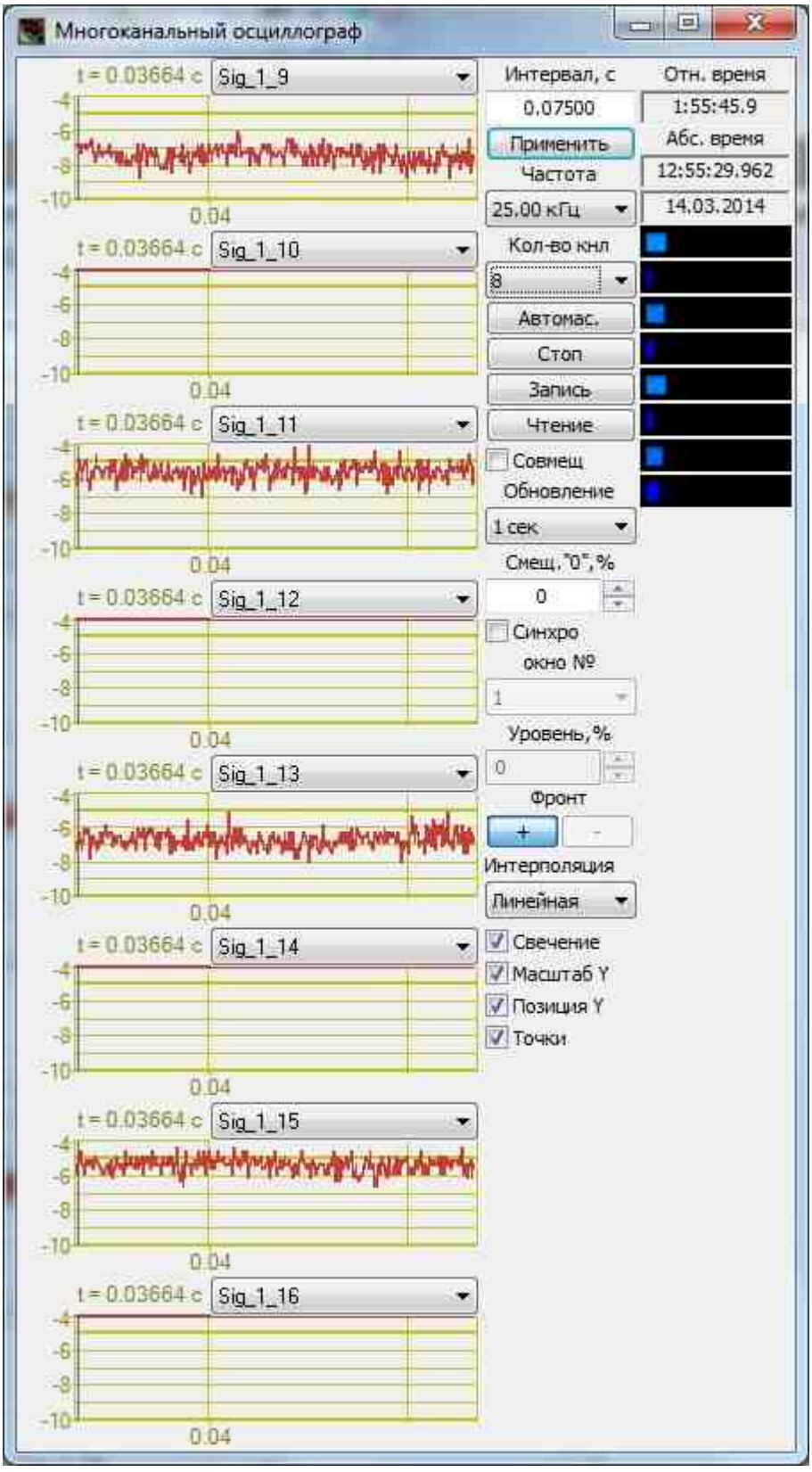
1) Настраиваем название канала Sig_1_9 от которого, например, начнутся копироваться последовательно все остальные осциллограммы.



2) Настраиваем остальные необходимые функции на первом канале



3) Выбираем нужное количество осциллограмм в поле *Кол-во кнл.* Все настройки с первого канала будут скопированы на остальные осциллограммы.



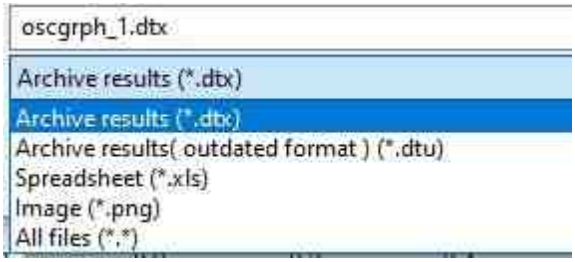
Дополнительно

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Использование индикаторов уровня сигнала

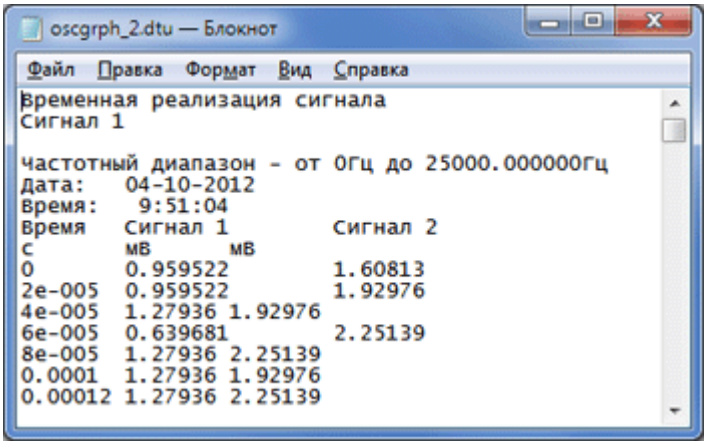
Запись и чтение .....

Кнопка *Запись* позволяет записать накопленные данные одновременно по всем осциллограммам одной программы **Многоканальный осциллограф** за установленный интервал в текстовый файл с расширением **.dtu и *.dtx*. Нажатие на кнопку открывает стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\.



Выбор записи текстового файла с расширениями.

Пример файла с расширением **.dtu* приведён на рисунке ниже.

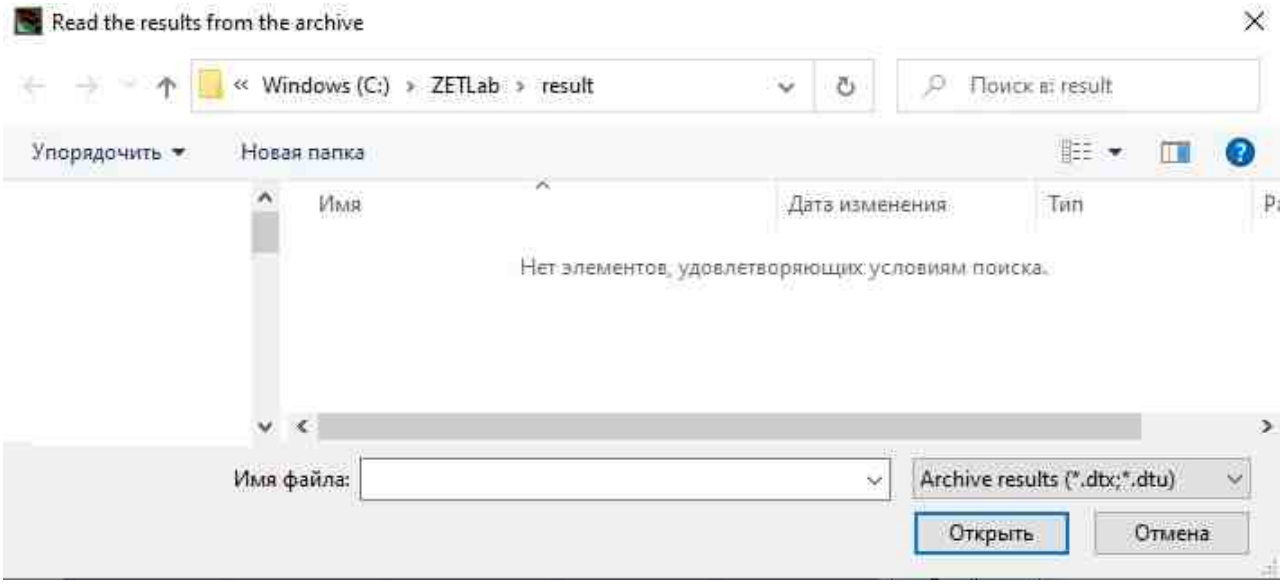


*Файл, *.dtu записанный осциллографом*

Структура файла **.dtu* представлена в таблице ниже.

Номер строки	Строки	Описание
1	Временная реализация сигнала	Описание данных
2	Сигнал 1	Название первого канала
3		Строка для комментария, при записи файлов программой **Многоканальный осциллограф** не используется
4	Частотный диапазон - от 0Гц до 25000.00Гц	Частотный диапазон, записываемых сигналов
5	Дата: 25-09-2012	Дата записи файла
6	Время: 13:45:51	Время записи файла
7	Время Сигнал 1 Сигнал 2	Заголовки столбцов данных
8	с мВ мВ	Единицы измерения по столбцам
9 и последующие	0 0.0617873 3.2976	Численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка.

Кнопка *Чтение* позволяет просмотреть записанные ранее файлы осциллограмм с расширением **.dtu и *.dtx*. Нажатие кнопки Чтение открывает стандартное диалоговое окно открытия файла для чтения. После выбора необходимого файла сохраненные данные из этого файла со всеми настройками по каналам отобразятся на графическом поле программы **Многоканальный осциллограф**. Для перехода в обычный режим (режим реального времени) работы программы необходимо повторно нажать кнопку *Чтение*.



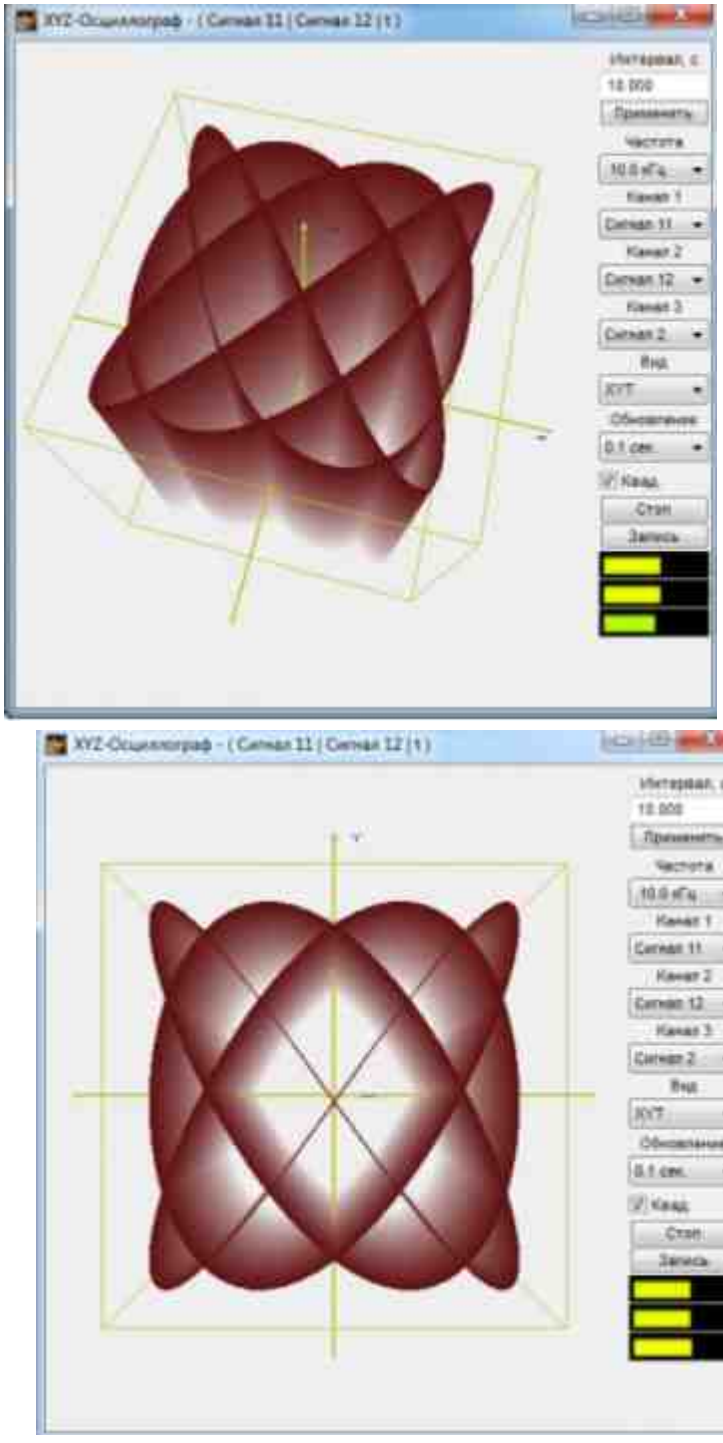
Выбор чтения текстового файла с расширениями.

XYZ-осциллограф .....

Программа **XYZ-Осциллограф** предназначена для оценки формы сигнала и отображения параметрической зависимости сигналов.

Имеются три последовательности, зависящие от времени: X(t), Y(t) и Z(t). Относительно для этих последовательностей пользователь может построить:

- ✓временную реализацию в плоскости (x,t), (y,t) или (z,t);
- ✓параметрическую кривую (x,y), где x=X(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости XY;
- ✓параметрическую кривую (x,z), где x=X(t), z=Z(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости XZ;
- ✓параметрическую кривую (z,y), где z=Z(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости YZ;
- ✓параметрическую кривую (x,y,t), где x=X(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XYT;
- ✓параметрическую кривую (x,z,t), где x=X(t), z=Z(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XZT;
- ✓параметрическую кривую (z,y,t), где z=z(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве YZT;
- ✓параметрическую кривую (x,y,z), где x=X(t), y=Y(t), z=Z(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XYZ.



XYZ-осциллограф

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **XYZ-Осциллограф** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **XYZ-Осциллограф** входит в состав следующего ПО:

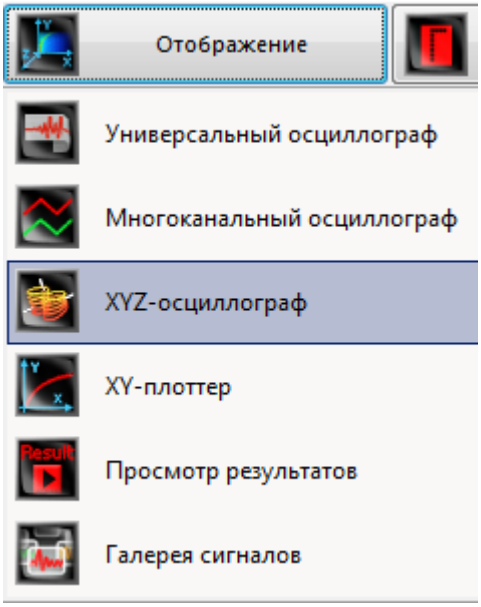
- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

XYZ-Осциллограф входит в группу программ **Отображение**

Интерфейс программы .....

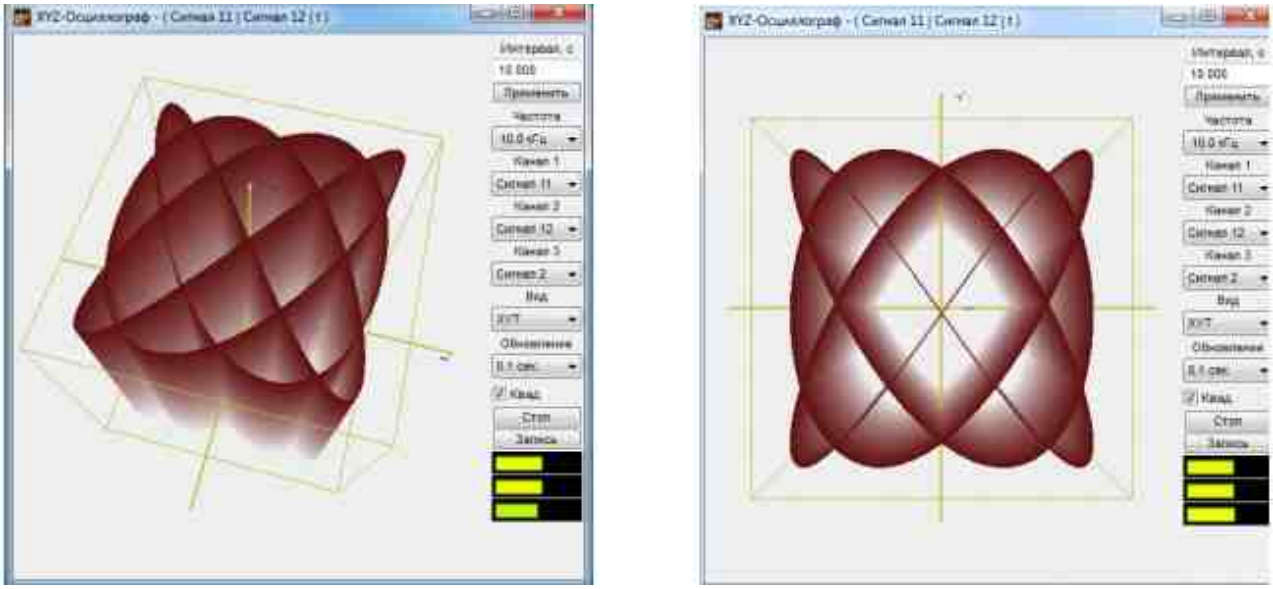
Программа **XYZ-осциллограф** запускается из меню **Отображение** панели **ZETLAB**.



Запуск XYZ-осциллографа

*Примечание: программу **XYZ-осциллограф** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: XYOscGraph.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы и наименование обрабатываемого канала (каналов).



XYZ-осциллограф

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Интервал отображения и частота представления данных

Поле, находящееся под надписью *Интервал, с*, служит для ввода временного интервала отображения отношений сигналов (горизонтальная развертка). Максимальное и минимальное значения интервала зависят от выбранного частотного диапазона отображаемых отношений сигналов. Чем больше частотный диапазон, тем больше объем обрабатываемых данных и меньше временной интервал для отображения отношения сигналов, соответственно, чем меньше частотный диапазон, тем меньше объем обрабатываемых данных и больше интервал для отображения отношения сигналов. Значения интервала вводятся с клавиатуры, предварительно установив курсор в поле ввода интервала. Для установки введенного временного интервала необходимо нажать кнопку *Применить*, расположенную под полем ввода интервала, или клавишу <Enter> клавиатуры.

Кнопка *Применить*, служит для установки введенного временного интервала, а также возвращает в исходный масштаб данные по оси времени.

В списке под надписью *Частота, Гц* выбирается частотный диапазон отображаемых отношений сигналов. Для выбора необходимого частотного диапазона необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужный частотный диапазон. Частотный диапазон зависит от установленной частоты дискретизации, выставленной в программе **Диспетчер устройств ZET**.

Выбор измерительных каналов

В списке под надписью *Канал 1*, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости X.

В списке под надписью *Канал 2*, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости Y.

В списке под надписью *Канал 3*, выбирается канал для отображения на графиках видов в плоскости Z.

Вариант отображения

В списке под надписью *Вид*, выбирается вид отображения: XT, YT, ZT, XY, YZ, XZ, XYT, YZT, XZT, XYZ.

- Графики видов XT, YT, ZT - временные реализации (осциллограммы) канала 1, канала 2 и канала 3 соответственно.
- График вида XY – параметрическая кривая, где x=X(t) и y=Y(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости XY – фигура Лиссажу.
- График вида XZ – параметрическая кривая, где x=X(t) и z=Z(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости XZ – фигура Лиссажу.
- График вида YZ – параметрическая кривая, где z=Z(t) и y=Y(t), T<t<(T+ΔT) на плоскости YZ – фигура Лиссажу.
- График вида XYT – параметрическая кривая, где x=X(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XYT – трехмерная фигура Лиссажу.
- График вида XZT – параметрическая кривая, где x=X(t), z=Z(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XZT – трехмерная фигура Лиссажу.
- График вида YZT – параметрическая кривая, где z=Z(t), y=Y(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве YZT – трехмерная фигура Лиссажу.
- График вида XYZ – параметрическая кривая, где x=X(t), y=Y(t), z=Z(t), T<t<(T+ΔT) в трехмерном виде в пространстве XYZ – фигура Лиссажу в динамике.

Флаг *Квад*. служит для выравнивания масштаба по оси X и Y. Нажатая кнопка – происходит выравнивание, отжатая – нет.

Запуск/остановка отображения

Кнопка *Старт* запускает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом обнуляются накопленные данные, а название кнопки меняется на *Стоп*.

Кнопка *Стоп* (пауза) останавливает процесс непрерывного отображения сигнала, при этом название кнопки меняется на *Старт*.

Запись результатов

Кнопка *Запись* позволяет записать накопленные данные за установленный интервал в текстовый файл с расширением **.dtu*. Структура файла рассмотрена в разделе Запись результатов.

Индикаторы уровня сигналов

Индикатор *Интегральный уровень* показывает интегральный уровень сигнала по каждому каналу и, при превышении максимально допустимого уровня, перегрузку соответствующего канала. Две третьих части поля индикатора отведены для уровня сигнала, не превышающего максимально допустимый уровень. Чем выше уровень, тем больше заполняется индикатор. При превышении максимально допустимого уровня индикатор заполняется полностью красным цветом. Правый край индикатора останется красным до тех пор, пока перегрузка по каналу не будет снята, и пользователь не нажмет на индикатор левой кнопкой «мыши». Количество индикаторов будет соответствовать количеству открытых осциллограмм.

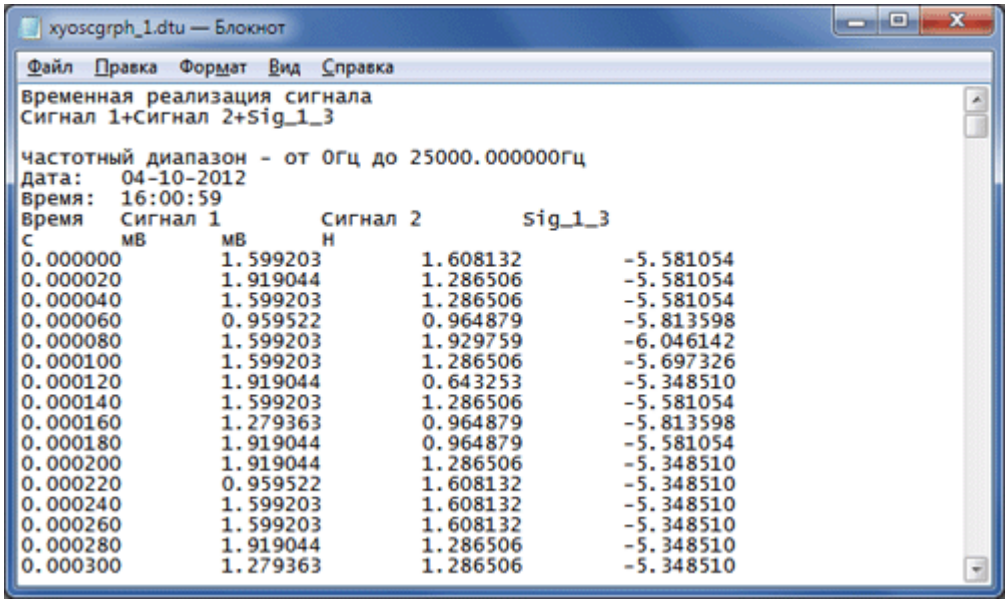
Дополнительно

- См. также:
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Запись результатов .....

При нажатии на кнопку *Запись* в программе XYZ-Осциллограф открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. В файл записываются накопленные данные за установленный интервал. Данные записываются в текстовый файл с расширением **.dtu*.

Пример файла приведён на рисунке ниже.



Файл, записанный xyz-осциллографом

Структура файла представлена в таблице ниже.

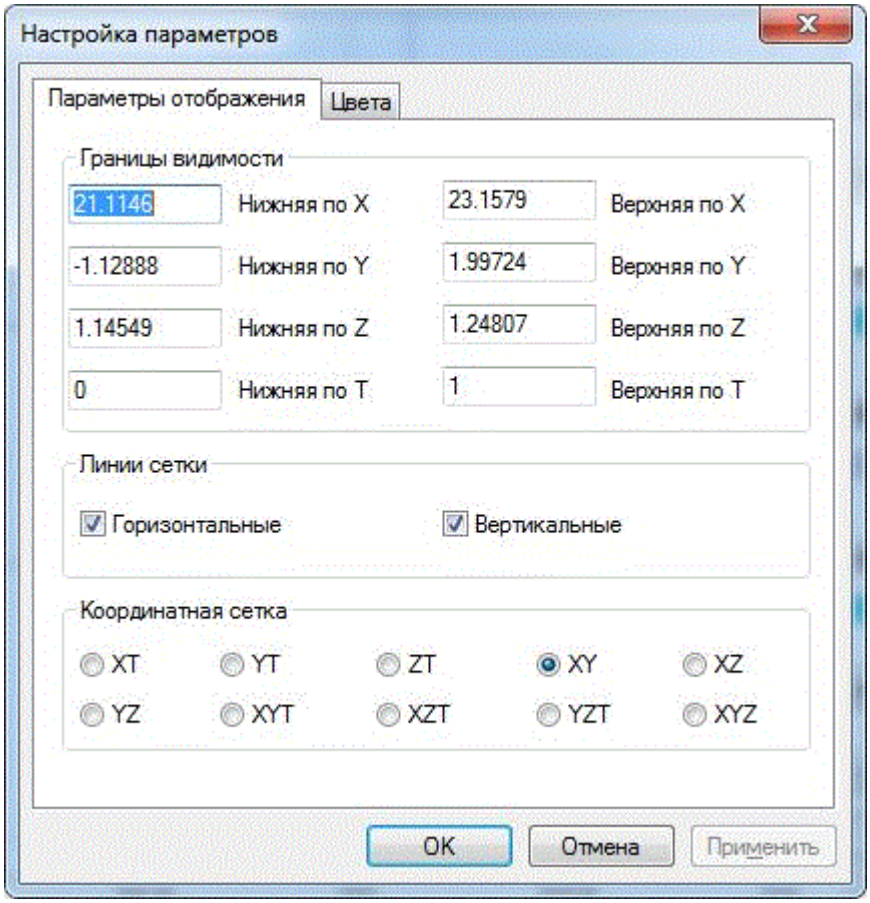
Номер строки	Строки	Описание
1	Временная реализация сигнала	Описание данных
2	Сигнал 1+Сигнал 2+Сигнал 3	Название каналов
3		Строка для комментария, при записи файлов программой **XYZ-осциллограф** не используется
4	Частотный диапазон - от 0Гц до 25000.00Гц	Частотный диапазон, записываемых сигналов
5	Дата: 25-09-2012	Дата записи файла
6	Время: 13:45:51	Время записи файла
7	Время Сигнал 1 Сигнал 2 Сигнал 3	Заголовки столбцов данных
8	с мВ мВ мВ	Единицы измерения по столбцам
9 и последующие	0 0.0617873 3.2976 0.599203	Численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка.

Файлы, записанные программой **XYZ-Осциллограф** можно открыть любым текстовым редактором или программами **Просмотр результатов** и **Галерея сигналов**.

Настройка внешнего вида графика .....

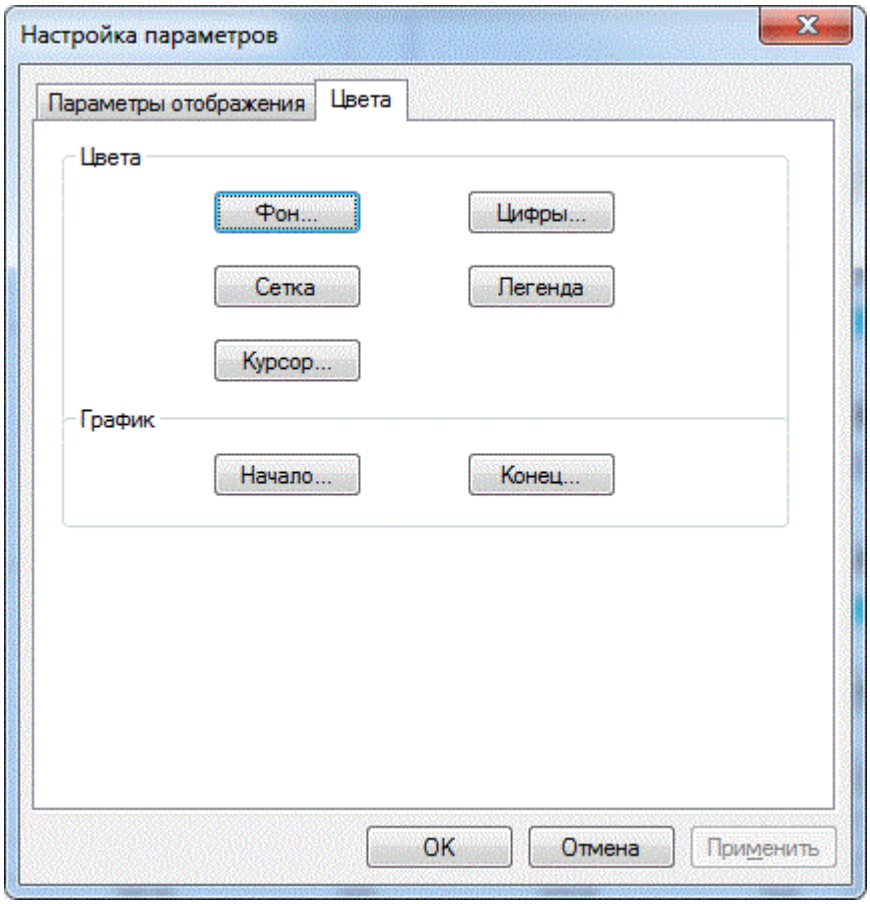
При нажатии правой кнопкой "мыши" по полю графика программы **XYZ-Осциллограф** открывается окно настройки параметров отображения.

На вкладке *Параметры отображения* задаются границы отображения, флаг отображения осей и выбирается координатная сетка (тип представления данных):



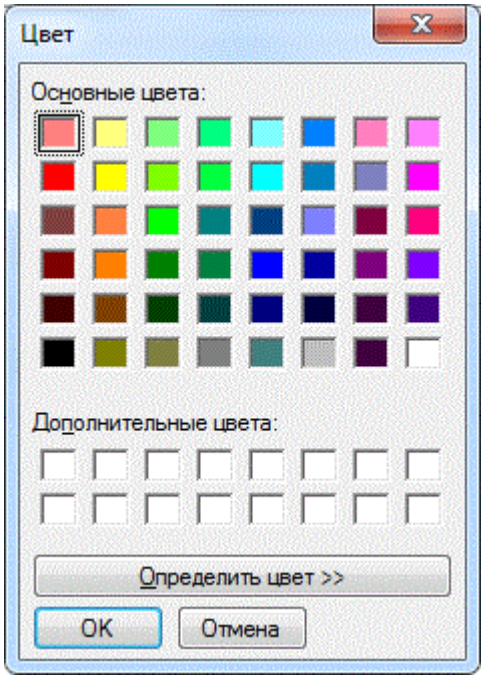
Настройка границ отображения

На вкладке *Цвета* задаются цвета поля графика, графика, сетки, курсора и т.д.



Настройка цвета

При нажатии на кнопку с параметром открывается окно выбора цвета и выбранный цвет устанавливается для данного параметра.



Выбор цвета

XY-Плоттер .....

Программа **XY-Плоттер** предназначена для визуализации (оценки формы) взаимных характеристик двух измеряемых величин.
В качестве приборов для взаимных характеристик могут выступать: вольтметры постоянного и переменного тока, Селективный вольтметр, частотомер и фазометр. Отображение характеристик может осуществляться по 3 плоскостям (XY, XT и YT), а также в 3-мерном (XYT) виде.

Возможности программы:

- выбор типа отображения сигналов (плоскостей XY, XY, YT) или 3-мерного вида;
- выбор типа приборов, показания которых будут использоваться при построении графиков сигналов;
- отображение формы и амплитуды сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП ЦАП и анализаторов спектра;
- автоматическое масштабирование изображений;
- остановка отображения формы сигнала в произвольный момент времени (режим стоп-кадра);
- запись мгновенных значений отображаемых сигналов в файл;
- сохранение мгновенного снимка экрана в буфер обмена для вставки в отчет или протокол измерений Microsoft Word или Excel;
- передача значений отсчетов в буфер обмена для последующей вставки в любой текстовый или табличный редактор.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **XY-Плоттер** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

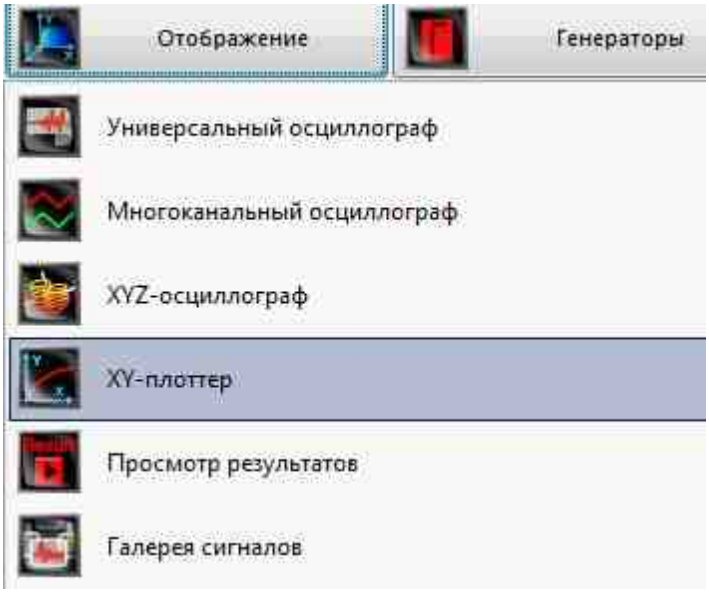
Программа **XY-Плоттер** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

XY-Плоттер входит в группу программ **Отображение**

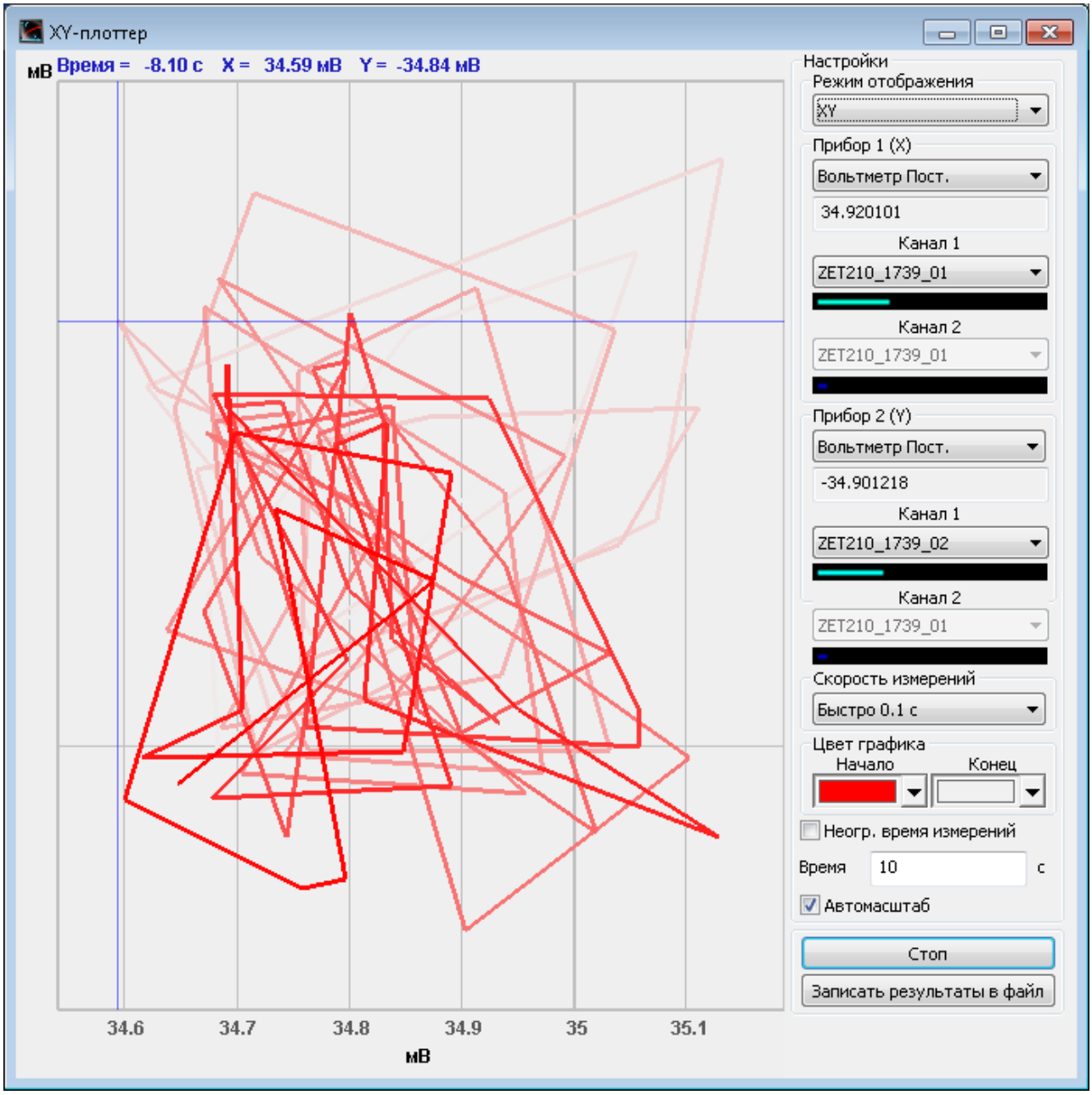
Интерфейс программы .....

Программа **XY-Плоттер** запускается из меню **Отображение** панели **ZETLAB**.



Запуск XY-Плоттер

***Примечание**: программу* **XY-Плоттер** *можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: XYPlotter.exe.*



Интерфейс XY-плоттер

В списке ***Режим отображения*** выбирается вариант представления результатов. XYT включает отображение взаимных характеристик двух измеряемых величин в трехмерном пространстве. XT включает отображение характеристики измеряемой величины во времени первого прибора (рамка *Прибор 1 (X)*). YT включает отображение характеристики измеряемой величины во времени второго прибора (рамка *Прибор 2 (Y)*). XY включает отображение взаимных характеристик двух измеряемых величин в двухмерной плоскости.

Выбор приборов для отображения взаимных характеристик производится в полях списков, расположенных, соответственно, для первого прибора под надписью ***Прибор 1 (X)***, для второго прибора под надписью ***Прибор 2 (Y)***. Для выбора доступны следующие виртуальные

приборы: вольтметры переменного и постоянного тока, Селективный вольтметр, частотомер, фазометр.

Выбор измерительных каналов осуществляется в полях списков, расположенных, соответственно, для первого прибора под полем списка первого прибора, для второго прибора под полем списка второго прибора.
При выборе в качестве прибора фазометра будет доступно два поля списка выбора измерительных каналов. Это обусловлено тем, что программа **Фазометр** определяет фазу между двумя сигналами.

В списке, под надписью ***Скорость измерения***, выбирается частота обновления графиков: медленно – один раз в секунду; быстро – один раз в 0.1 секунды.

Под надписью ***Настройка цвета*** располагаются настраиваемые параметры выбора цвета графика. График может быть двухцветным, если начало графика задать одним цветом, конец другим. При этом будет плавный переход цвета от начала графика к его концу.

Флаг, расположенный слева от надписи ***Неограниченное время отображения***, служит для непрерывного накопления данных на графиках. Установленный флажок – данные будут накапливаться, снятый – нет.

Поле ввода, расположенное справа от надписи ***Время (с)***, предназначено для ввода временного интервала отображения данных (горизонтальная развертка). Если установлен флажок Неограниченное время отображения, то поле ввода временного интервала будет не доступно.

Флаг ***Автомасштаб*** служит для автоматического масштабирования (приведение масштаба графика к отображаемым данным). Установленный флажок – графики будут автоматически масштабироваться относительно отображаемых на них данных, снятый – нет.

Кнопка ***Старт*** запускает процесс непрерывного отображения данных, при этом накопленные данные обнуляются.

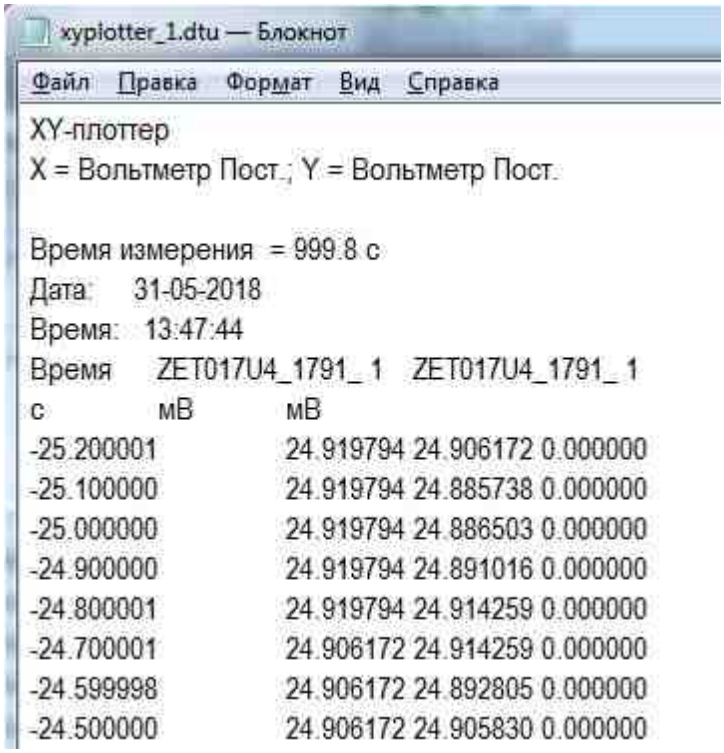
Кнопка *Стоп (пауза)* останавливает процесс непрерывного отображения. Дальнейшее продолжение процесса осуществляется нажатием кнопки *Старт*. Кнопка *Запись результатов* позволяет записать накопленные данные за установленный интервал в текстовый файл с расширением *.dtu.

- См. также:
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Запись результатов .....

При нажатии на кнопку *Запись* в программе XY-Плоттер открывается стандартное диалоговое окно, в котором предлагается указать директорию для сохранения файла и имя этого файла. Директория по умолчанию – C:\ZETLab\Result\. В файл записываются накопленные данные за установленный интервал. Данные записываются в текстовый файл с расширением **.dtu*.

Пример файла приведён на рисунке ниже.


xyplotter_1.dtu — Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

XY-плоттер
X = Вольтметр Пост.; Y = Вольтметр Пост.

Время измерения = 999.8 с
Дата: 31-05-2018
Время: 13:47:44

Время	ZET017U4_1791_1	ZET017U4_1791_1
с	мВ	мВ
-25.200001	24.919794	24.906172 0.000000
-25.100000	24.919794	24.885738 0.000000
-25.000000	24.919794	24.886503 0.000000
-24.900000	24.919794	24.891016 0.000000
-24.800001	24.919794	24.914259 0.000000
-24.700001	24.906172	24.914259 0.000000
-24.599998	24.906172	24.892805 0.000000
-24.500000	24.906172	24.905830 0.000000

Файл, записанный XY-Плоттер

Структура файла представлена в таблице ниже.

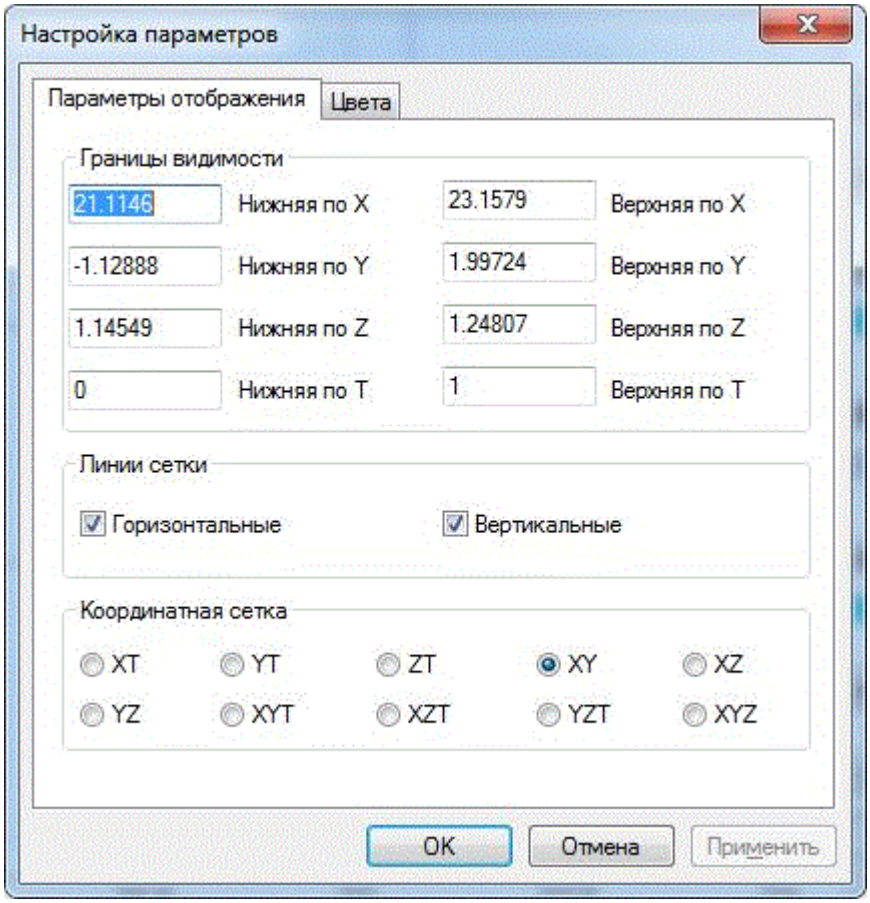
Номер строки	Строки	Описание
1	XY - Плоттер	Описание данных
2	X=Вольтметр Пост. Y=Вольтметр Пост.	Название приборов, задействованных в программе
3		Строка для комментария, при записи файлов программой **XY-Плоттер** не используется
4	Кол-во секунд измерения: 20	Установленный интервал отображения
5	Дата: 25-05-2018	Дата записи файла
6	Время: 13:45:51	Время записи файла
7	Время Сигнал 1 Сигнал 2	Заголовки столбцов данных
8	с мВ мВ мВ	Единицы измерения по столбцам
9 и последующие	0 0.0617873 3.2976 0.599203	Численные значения данных, представленные в формате с плавающей запятой. В качестве разделителя целой и дробной части используется точка.

Файлы, записанные программой **XY-Плоттер** можно открыть любым текстовым редактором или программами **Просмотр результатов** и **Галерея сигналов**.

Настройка внешнего вида графика .....

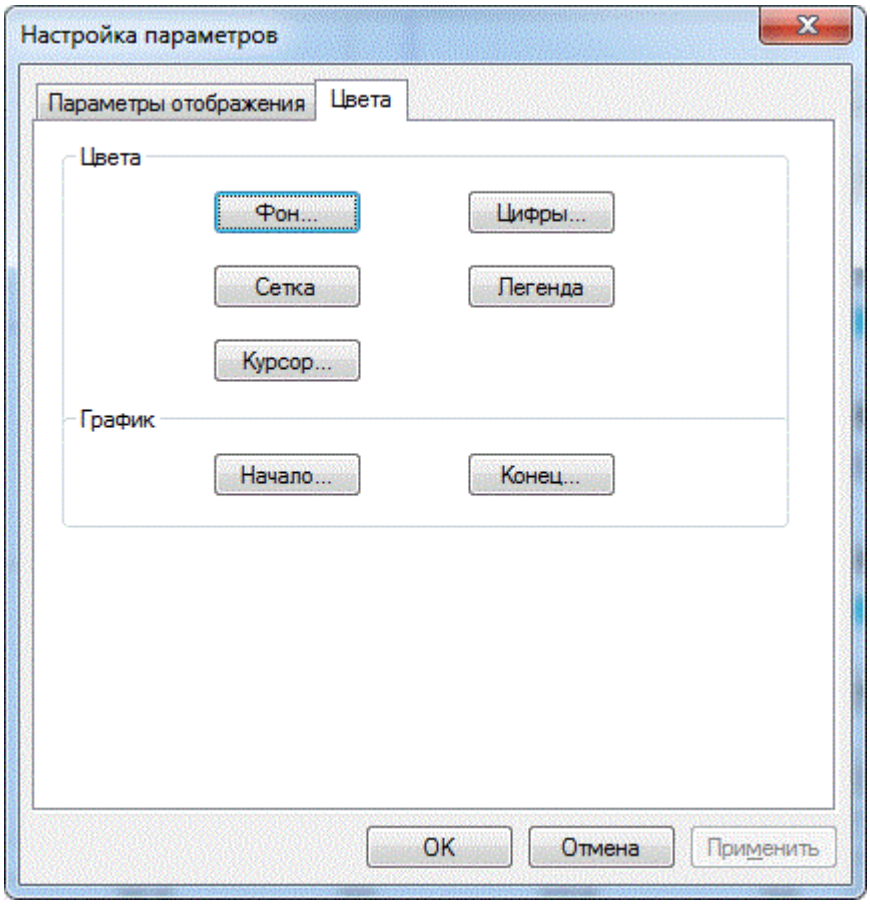
При нажатии правой кнопкой "мыши" по полю графика программы **XY-Плоттер** открывается окно настройки параметров отображения.

На вкладке *Параметры отображения* задаются границы отображения, флаг отображения осей и выбирается координатная сетка (тип представления данных):



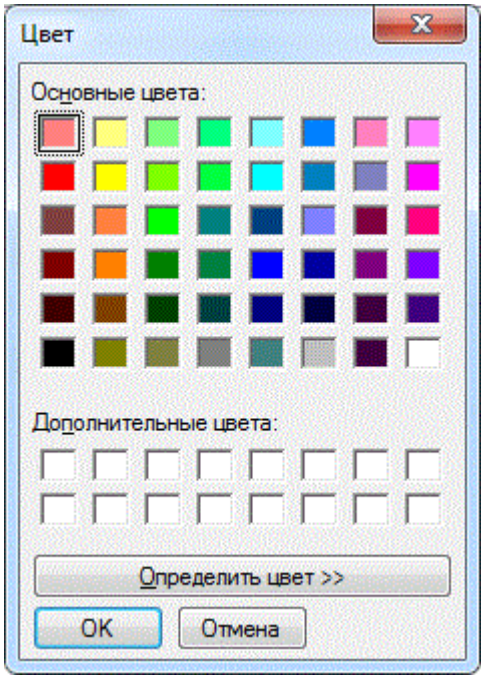
Настройка границ отображения

На вкладке *Цвета* задаются цвета поля графика, графика, сетки, курсора и т.д.



Настройка цвета

При нажатии на кнопку с параметром открывается окно выбора цвета и выбранный цвет устанавливается для данного параметра.



Выбор цвета

Просмотр и обработка результатов .....

Программа позволяет загружать одновременно несколько файлов данных, полученных с помощью программ ZETLab, просматривать и редактировать данные в графическом и табличном виде.

Основные функции программы:

Программа просмотра и обработки результатов позволяет:

- ✓загружать одновременно несколько файлов данных, полученных с помощью программ ZETLab;
- ✓загружать файлы сигналов, расположенные в разных директориях жесткого диска или на различных компьютерах в сети, объединяются в одну базу данных, что значительно упрощает и ускоряет работу с ними;
- ✓автоматический поиск файлов;
- ✓удобный и понятный интерфейс пользователя;
- ✓копировать и вставлять данные из программ ZETLab выполняющихся в реальном времени;
- ✓просматривать данные в графическом виде;
- ✓редактировать данные в табличном виде;
- ✓объединять графики с пересчетом масштабов по частоте и времени;
- ✓сохранять статистику в Report1.xlsx;
- ✓проводить различные операции со столбцами данных - суммировать, вычитать, сглаживать, выполнять различные математические операции, рассчитывать различные параметры;
- ✓предпросмотр сигналов. Все файлы отображаются в виде эскизных изображений, представляющих собой уменьшенный график сигнала;
- ✓удобство сравнения нескольких сигналов на одной координатной плоскости;
- ✓возможность просмотра тренда сигналов за выбранный период измерения.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Просмотр и обработка результатов** позволяет загружать одновременно несколько файлов данных, полученных с помощью программ ZETLab, просматривать и редактировать данные в графическом и табличном виде.

Программа **Просмотр и обработка результатов входит в состав следующего ПО:**

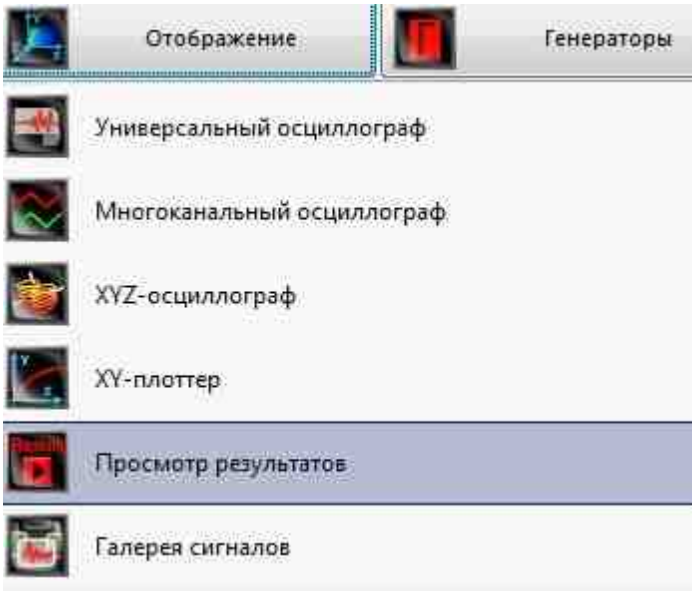
- ZETLAB BASE – программное обеспечение, поставляемое с платами АЦП/ЦАП,
- ZETLAB ANALIZ – программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра,

- ZETLAB VIBRO – программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами,
- ZETLAB TENZO – программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями,
- ZETLAB SEISMO – программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями,
- ZETLAB NOISE – программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером,
- ZETLAB SENSOR – программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Просмотр и обработка результатов входит в группу программ **Отображение**

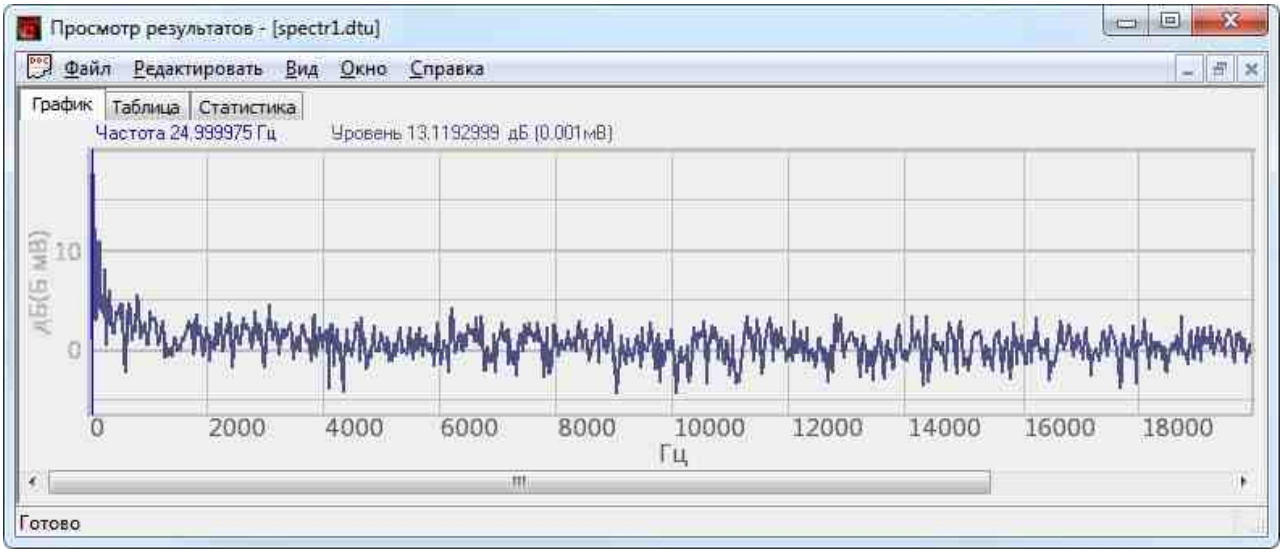
Интерфейс программы .....

Программа **Просмотр и обработка результатов** запускается из меню **Отображение** панели **ZETLAB**.



Запуск Просмотр и обработка результатов

Примечание: программу **Просмотр и обработка результатов** *можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ResultViewer.exe.*



Интерфейс программы

См. также:

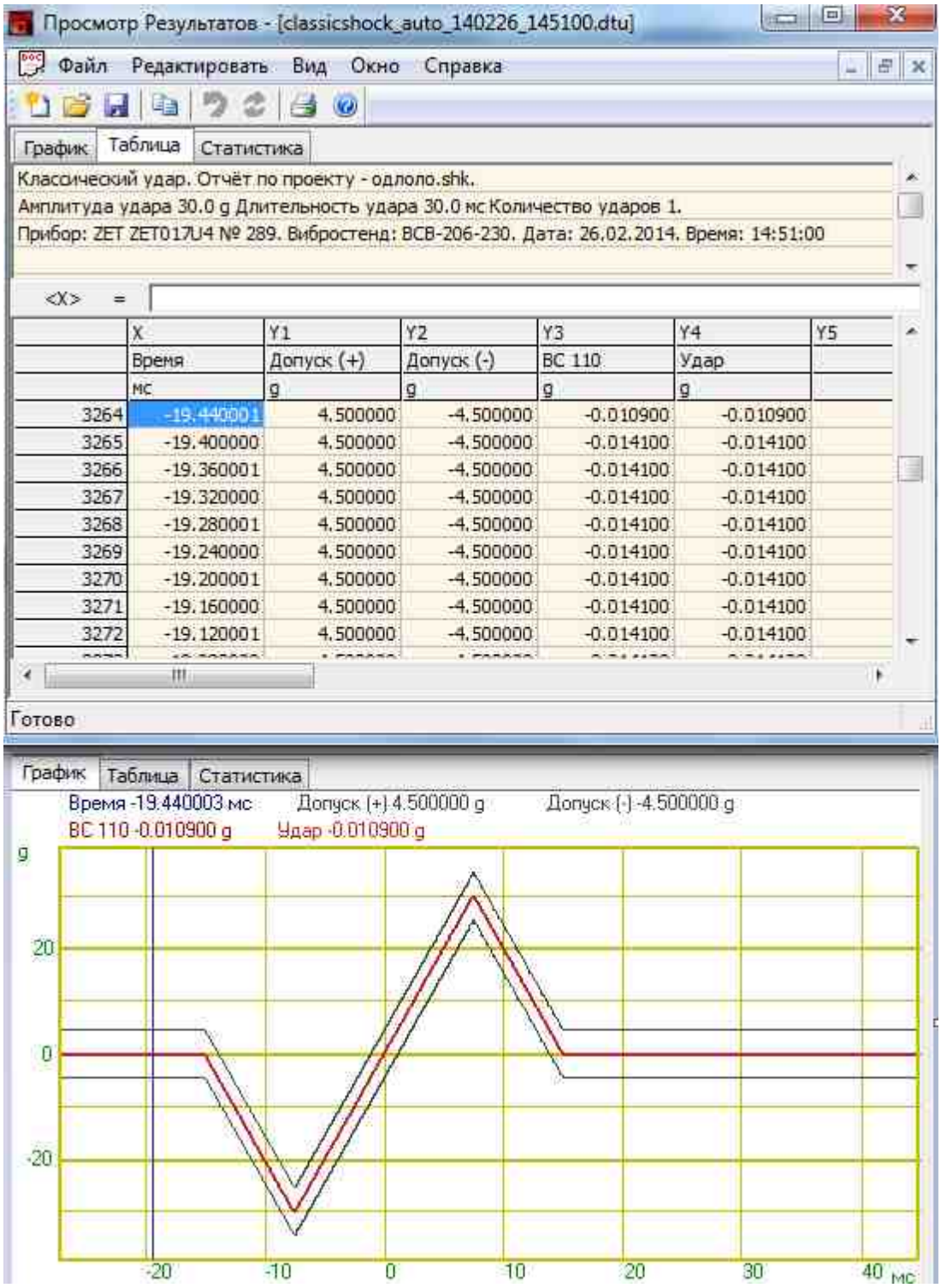
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Главное окно .....

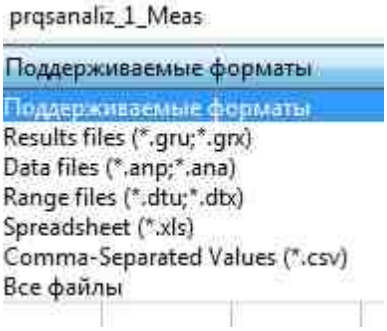
Для запуска программы из панели ZETLab необходимо войти в меню Отображение и нажать кнопку Просмотр Результатов.

Примечание: программу можно запустить, набрав в командной строке C:\Zetlab\ResultViewer.exe

Внешний вид программы:



При нажатии команды Открыть в меню Файл появляется окно выбора файла.



Просмотреть и сохранить отредактированные файлы можно с расширение представленным на рисунке

.

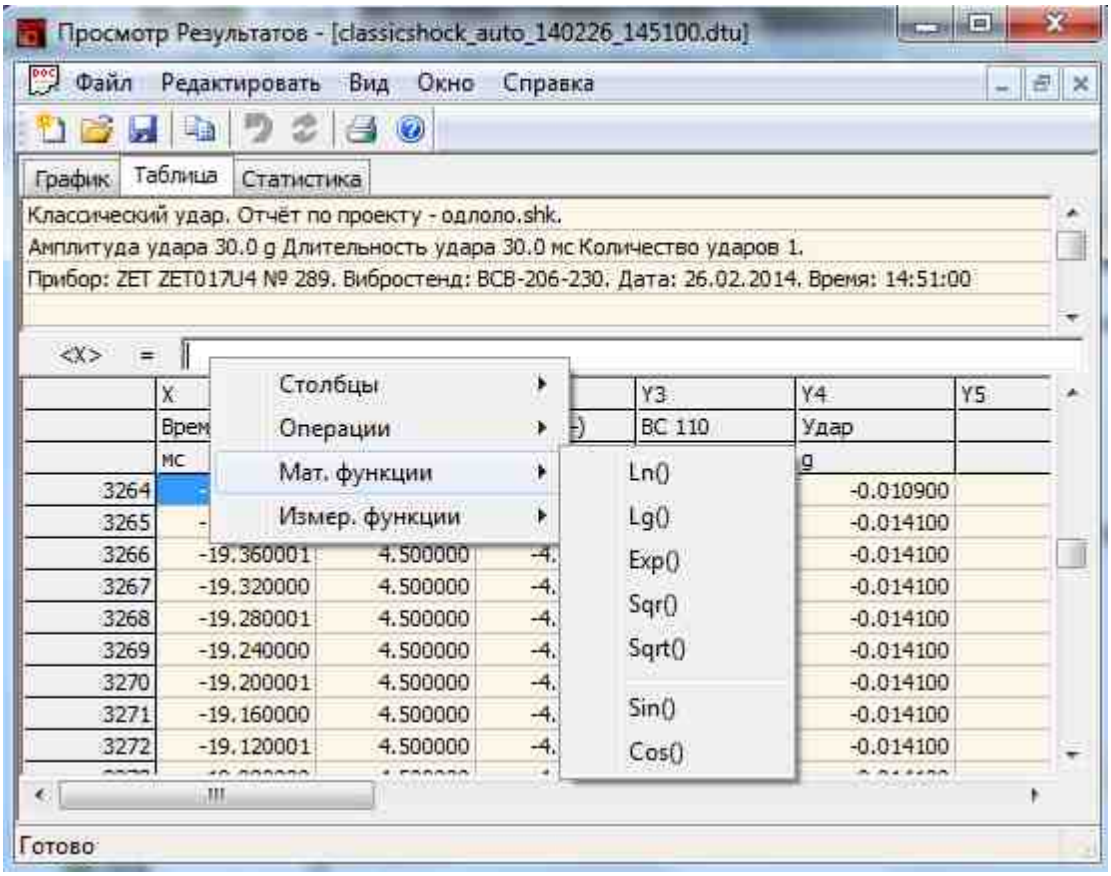
Имеется возможность загружать несколько файлов одновременно. Просматривать их в графическом или табличном виде.

Для выхода из программы нажмите команду Выход в меню Файл или крестик в правом верхнем углу окна.

Над графиком отображается вид анализа, номер (название) канала, дата и время записи.

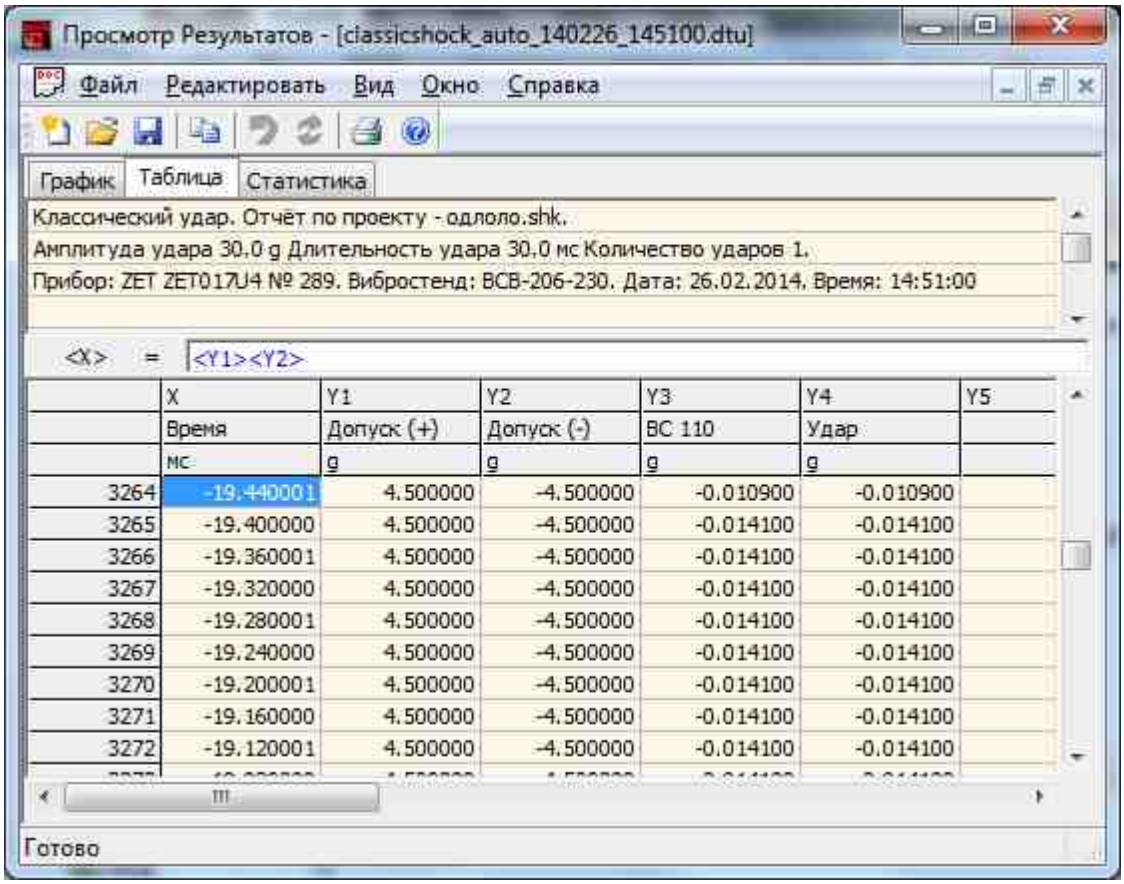
Кнопки "Открыть" и "Сохранить", "Сохранить как" вызывают диалоговые окна открытия и сохранения файлов. Подробнее об этом написано в последующих разделах.

Кнопка "Справка" вызывает справку по программе.



Можно проводить различные операции над столбцами данных - суммировать, вычитать, выполнять различные математические операции, рассчитывать различные параметры.

Для этого нужно выбрать столбец, написать выражение для данного столбца и нажать ENTER.



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
	Время	Допуск (+)	Допуск (-)	ВС 110	Удар	
	мс	g	g	g	g	
3264	-19.440001	4.500000	-4.500000	-0.010900	-0.010900	
3265	-19.400000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3266	-19.360001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3267	-19.320000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3268	-19.280001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3269	-19.240000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3270	-19.200001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3271	-19.160000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3272	-19.120001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	

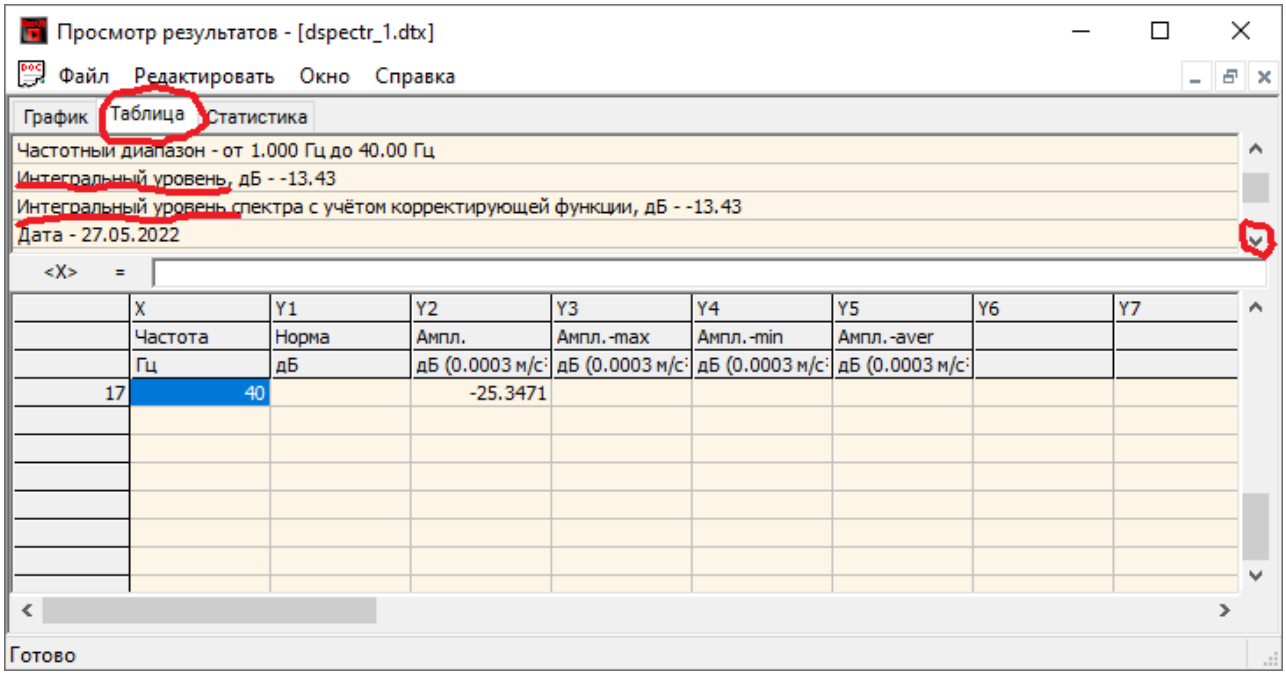
При нажатии на правую кнопку мыши в области поля "Выражение" появляется меню с названиями всех доступных функций (математических, измерительных), операций

.

Вопрос и ответ:
Вопрос: Как в файле dtx программы "**Спектральный анализ октавной полосы**" найти значения интегральных уровней?
Ответ: Данные об интегральных уровнях в последних версиях программы записываются в файл dtx. Получить эту информацию можно двумя путями:
- открыть файл текстовым редактором и найти раздел <Comments>, см. пример ниже;
- открыть файл программой "Просмотр результатов", кликнуть по слову "Таблица", после чего прокрутить верхнюю таблицу до слов "Интегральный уровень", см. прилагаемый нами файл "пример.png".

Пример раздела <Comments> файла dtx:
<Comments>
<Comment_1>Спектральный анализ октавной полосы</Comment_1>
<Comment_2>KP_2293_4-1Z</Comment_2>
<Comment_3></Comment_3>
<Comment_4>Частотный диапазон - от 1.000 Гц до 40.00 Гц</Comment_4>
<Comment_5>Интегральный уровень, дБ - -13.43</Comment_5>

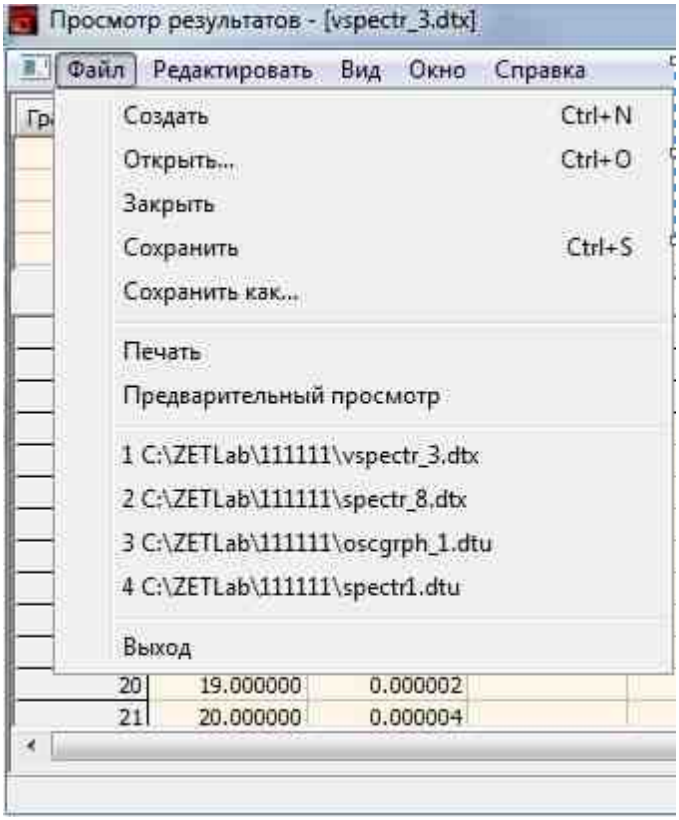
<Comment_6>Интегральный уровень спектра с учётом корректирующей функции, дБ - -13.43</Comment_6>
<Comment_7>Дата - 27.05.2022</Comment_7>
<Comment_8>Время - 11:18:37</Comment_8>
<Comment_9></Comment_9>
</Comments>

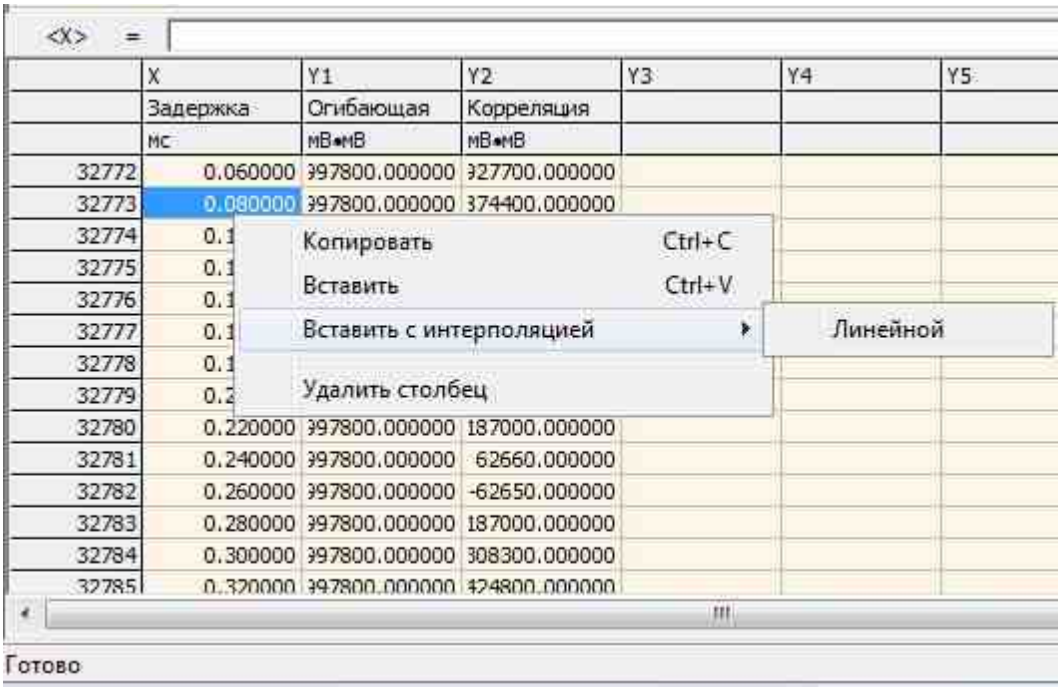


Структура меню .....

Строка меню расположена в верхней части главного окна программы. В ней отображаются названия всех разделов меню команд.

Для выполнения какой-либо команды нужно нажать левой кнопкой «мыши» на название соответствующего раздела меню, из развернувшегося списка команд этого раздела выбрать нужную команду и нажать на нее левой кнопкой «мыши». Также можно перемещаться по командам меню с помощью клавиш клавиатуры со стрелками и выбирать нужную команду нажатием клавиши <Enter>. Некоторые из команд меню могут иметь клавиши быстрого запуска, в этом случае напротив названия этой команды будет отображено сочетание клавиш клавиатуры для быстрого запуска команды. Знак «+» в комбинации клавиш означает, что для выполнения команды необходимо нажать сначала 1-ю клавишу, а затем, удерживая ее, нажать 2-ю. Например, для выхода копирования необходимо, удерживая клавишу <Ctrl>, нажать на клавишу <C> (в латинской раскладке клавиатуры).





Меню Файл .....

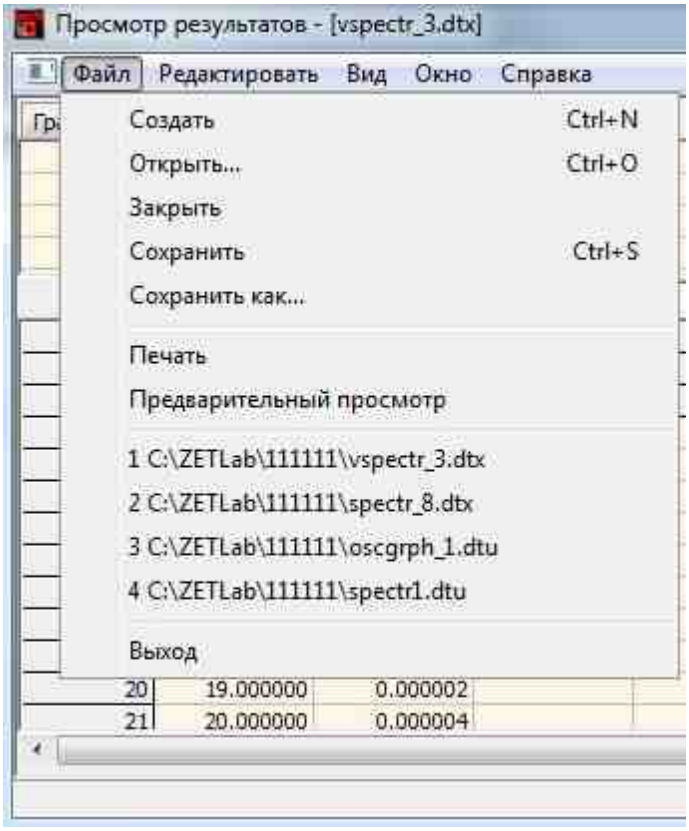
Меню **Файл** содержит следующие команды:

- Создать;
- Открыть...;

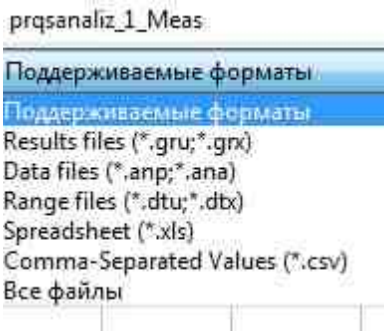
- Закрыть;
- Сохранить;
- Сохранить как...;
- Печать;
- Предварительный просмотр;

- Недавно открытые документы;

- Выход.



Команда *Создать*

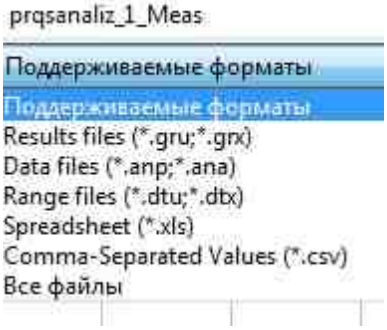


Сохранить отредактированные или исходные файлы можно с расширение представленным на рисунке

Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <N>. При этом открытые файлы не закрываются.

Команда *Открыть*

При нажатии команды **Открыть** в меню **Файл** появляется окно выбора файла.



Открыть и сохранить отредактированные или исходные файлы можно с расширение представленным на рисунке

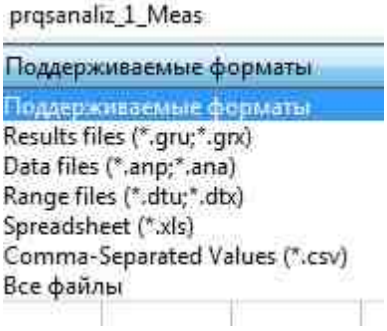
Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <O>. При этом открытые файлы не закрываются.

Команда *Закрыть*

Закрывает активное окно (файл). Закрытие одного файла также осуществляется нажатием кнопки , расположенной в правом верхнем углу окна

Команда *Сохранить*

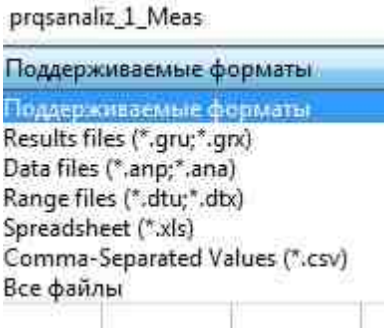
Позволяет сохранить внесенные изменения в выбранном файле.



Сохранить отредактированные или исходные файлы можно с расширение представленным на рисунке

Сохранить изменения также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <S>.

Команда *Сохранить Как*



Сохранить как можно отредактированные или исходные файлы можно с расширение представленным на рисунке

Позволяет сохранить внесенные изменения в выбранном файле и вызывает стандартное окно сохранения файла.

Команда *Печать*

Позволяет напечатать полученные сигналы. Все файлы отображаются в виде изображений, представляющих собой график сигнала;

Команда *Предпросмотр сигналов*

Позволяет увидеть предпросмотр сигналов. Все файлы отображаются в виде эскизных изображений, представляющих собой уменьшенный график сигнала;

Команда *Выход*

Позволяет выйти из программы **Просмотр результатов**. Выход из программы осуществляется нажатием кнопки  , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

Также в меню **Файл** отображаются последние открытые файлы.

Меню Редактировать .....

Меню **Редактировать** содержит следующие команды:

- Копировать;
- Уточнить;
- Отменить уточнения.

Меню Окно .....

Меню **Окно** содержит следующие команды:

- Новое окно;
- Упорядочить окна каскадом;
- Упорядочить окна плиткой;
- Выровнять иконки всех окон.

Команда ***Новое окно***

Позволяет создать новый файл с расширением **.dtu*. Создать новый файл также можно нажатием на клавиатуре комбинации «горячих клавиш» <Ctrl> + <N>, либо нажатием кнопки  на панели инструментов. При этом открытые файлы не закрываются.

Команда ***Упорядочить окна каскадом***

Упорядочивает все несвернутые окна каскадом, делая их одинакового размера.

Команда ***Упорядочить окна плиткой***

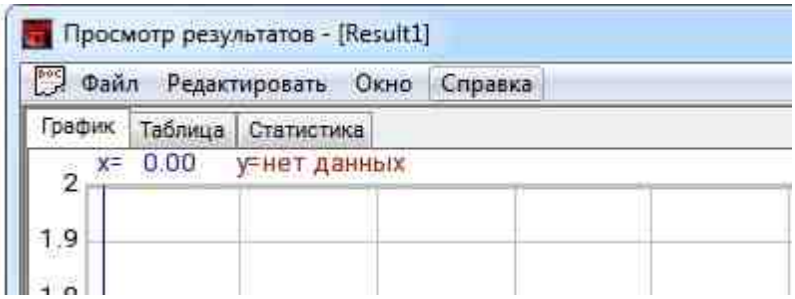
Упорядочивает все несвернутые окна плиткой, делая их одинакового размера и распределяя по всей рабочей области окна программы **Просмотр результатов**.

Команда ***Выровнить иконки всех окон***

Выравнивает иконки всех окон.

В меню **Окно** после всех команд располагается список всех открытых файлов, среди которых выделен галочкой тот файл, в котором в данный момент просматриваются или редактируются результаты. Окно активного файла располагается поверх других окон.

Меню Справка .....

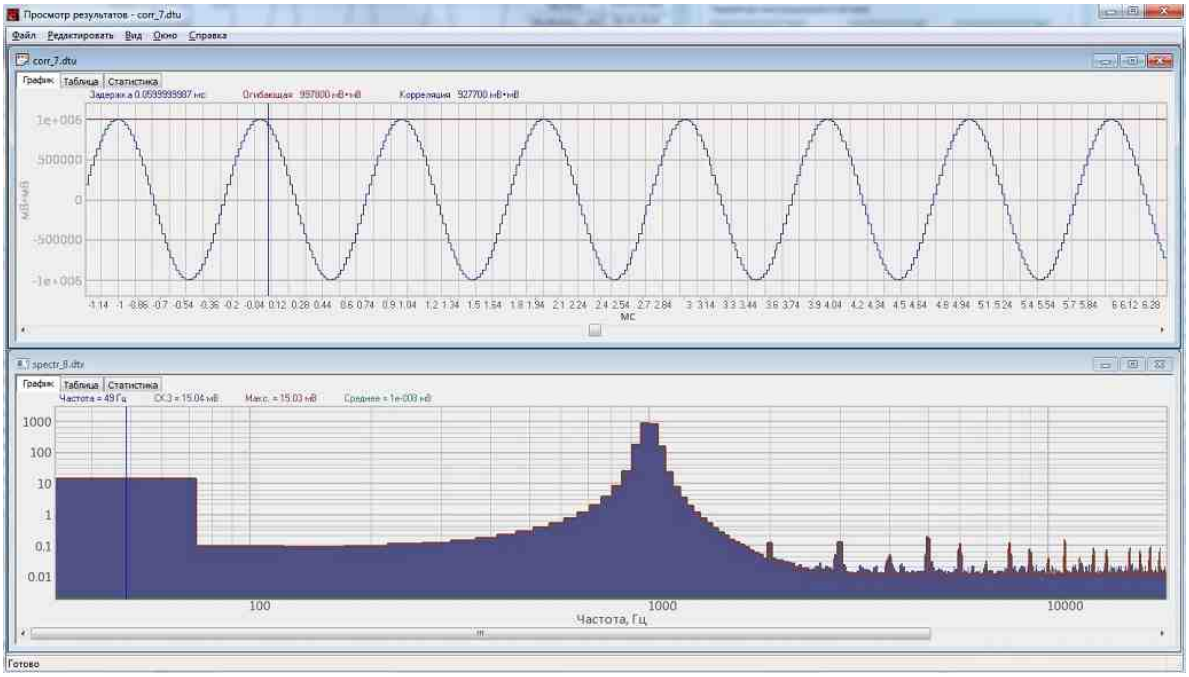


Меню Справка расположена сверху справа

Меню **Справка** содержит команду: Выбор команды открывает справочное окно, содержащее информацию о пользовательском интерфейсе и назначении программы, вызывается.

Справка также может быть вызвано по функциональной клавише – <F1>.

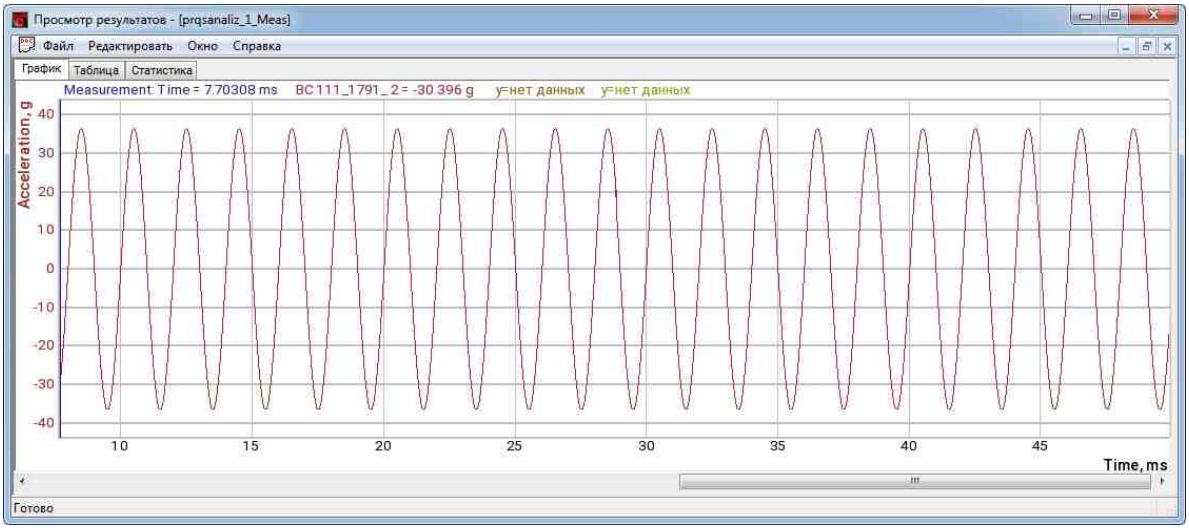
Работа с программой .....



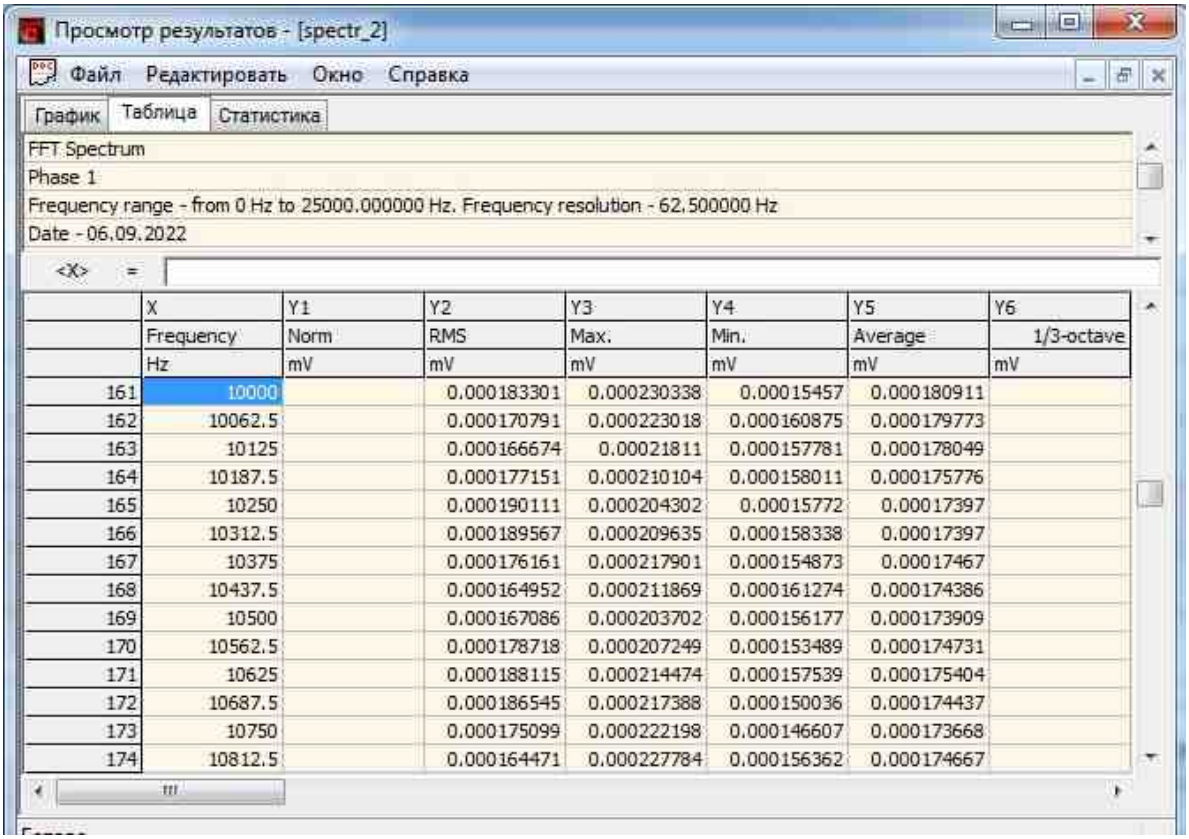
Закладки .....

Каждое окно, содержащее либо новый документ, либо открытый файл, имеет три закладки.

На первой закладке содержится графическое представление данных.

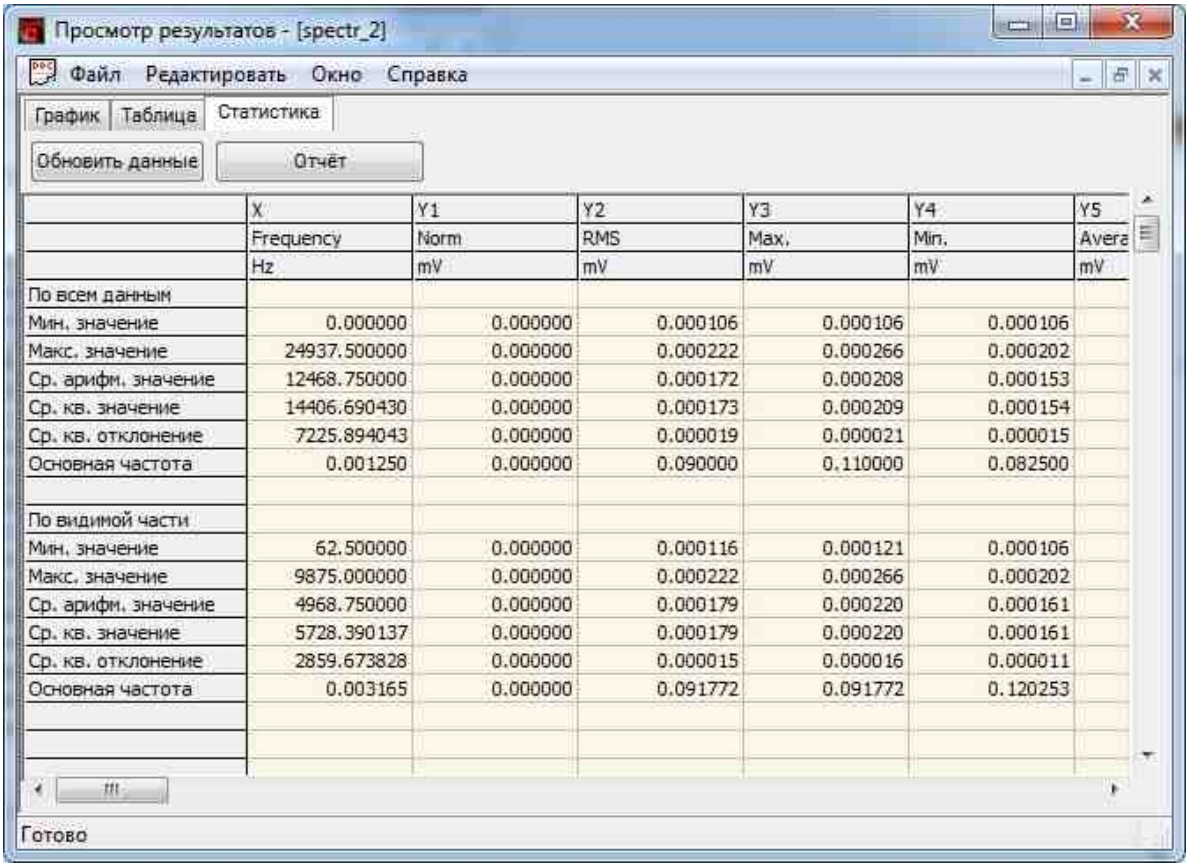


На второй представлены те же данные, но в табличном виде, где их можно редактировать.



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
	Frequency	Norm	RMS	Max.	Min.	Average	1/3-octave
	Hz	mV	mV	mV	mV	mV	mV
161	10000		0.000183301	0.000230338	0.00015457	0.000180911	
162	10062.5		0.000170791	0.000223018	0.000160875	0.000179773	
163	10125		0.000166674	0.00021811	0.000157781	0.000178049	
164	10187.5		0.000177151	0.000210104	0.000158011	0.000175776	
165	10250		0.000190111	0.000204302	0.00015772	0.00017397	
166	10312.5		0.000189567	0.000209635	0.000158338	0.00017397	
167	10375		0.000176161	0.000217901	0.000154873	0.00017467	
168	10437.5		0.000164952	0.000211869	0.000161274	0.000174386	
169	10500		0.000167086	0.000203702	0.000156177	0.000173909	
170	10562.5		0.000178718	0.000207249	0.000153489	0.000174731	
171	10625		0.000188115	0.000214474	0.000157539	0.000175404	
172	10687.5		0.000186545	0.000217388	0.000150036	0.000174437	
173	10750		0.000175099	0.000222198	0.000146607	0.000173668	
174	10812.5		0.000164471	0.000227784	0.000156362	0.000174667	

На третьей вкладке представлена Статистика по полученным результатам измерений. В результате расчета статистики будут получены значения по всем данным: минимальных, максимальных, средних арифметических значений, средних среднеквадратичных значений, среднеквадратичных отклонений, основных частот за время измерений. По окончанию работы результаты можно сохранить в Отчёт.

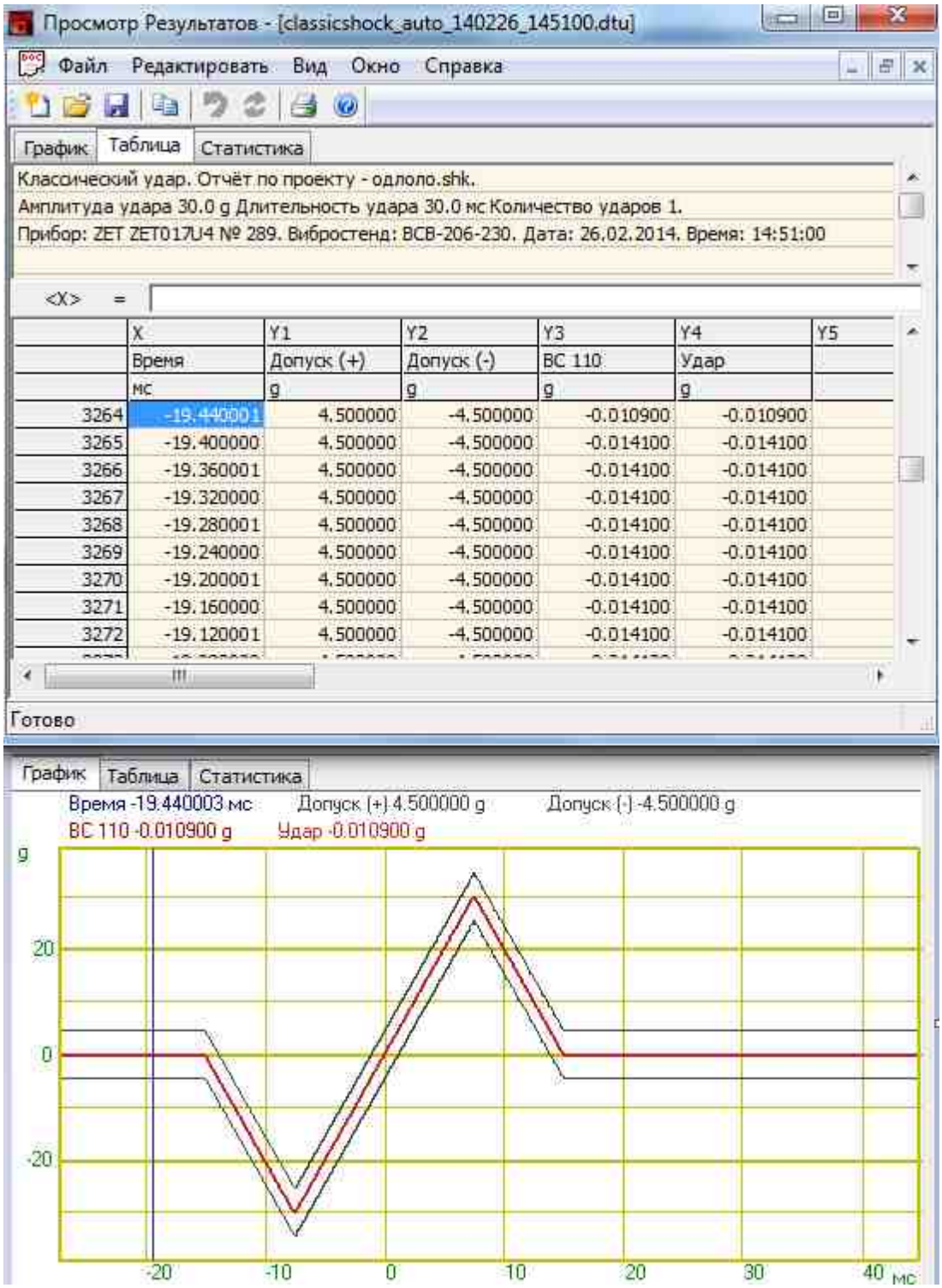


	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
	Frequency	Norm	RMS	Max.	Min.	Avera
	Hz	mV	mV	mV	mV	mV
По всем данным						
Мин. значение	0.000000	0.000000	0.000106	0.000106	0.000106	
Макс. значение	24937.500000	0.000000	0.000222	0.000266	0.000202	
Ср. арифм. значение	12468.750000	0.000000	0.000172	0.000208	0.000153	
Ср. кв. значение	14406.690430	0.000000	0.000173	0.000209	0.000154	
Ср. кв. отклонение	7225.894043	0.000000	0.000019	0.000021	0.000015	
Основная частота	0.001250	0.000000	0.090000	0.110000	0.082500	
По видимой части						
Мин. значение	62.500000	0.000000	0.000116	0.000121	0.000106	
Макс. значение	9875.000000	0.000000	0.000222	0.000266	0.000202	
Ср. арифм. значение	4968.750000	0.000000	0.000179	0.000220	0.000161	
Ср. кв. значение	5728.390137	0.000000	0.000179	0.000220	0.000161	
Ср. кв. отклонение	2859.673828	0.000000	0.000015	0.000016	0.000011	
Основная частота	0.003165	0.000000	0.091772	0.091772	0.120253	

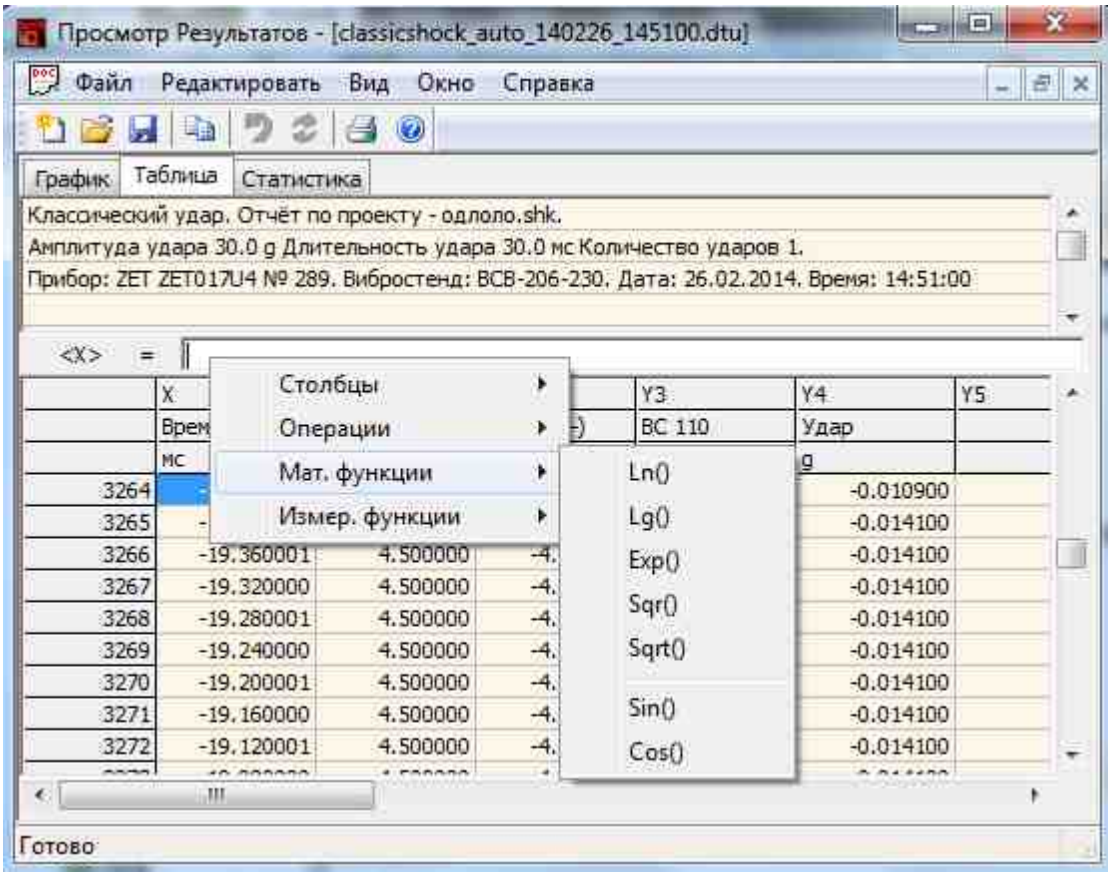
Все изменения, произведенные в табличном виде, отображаются в графическом представлении.

Синтаксис .....

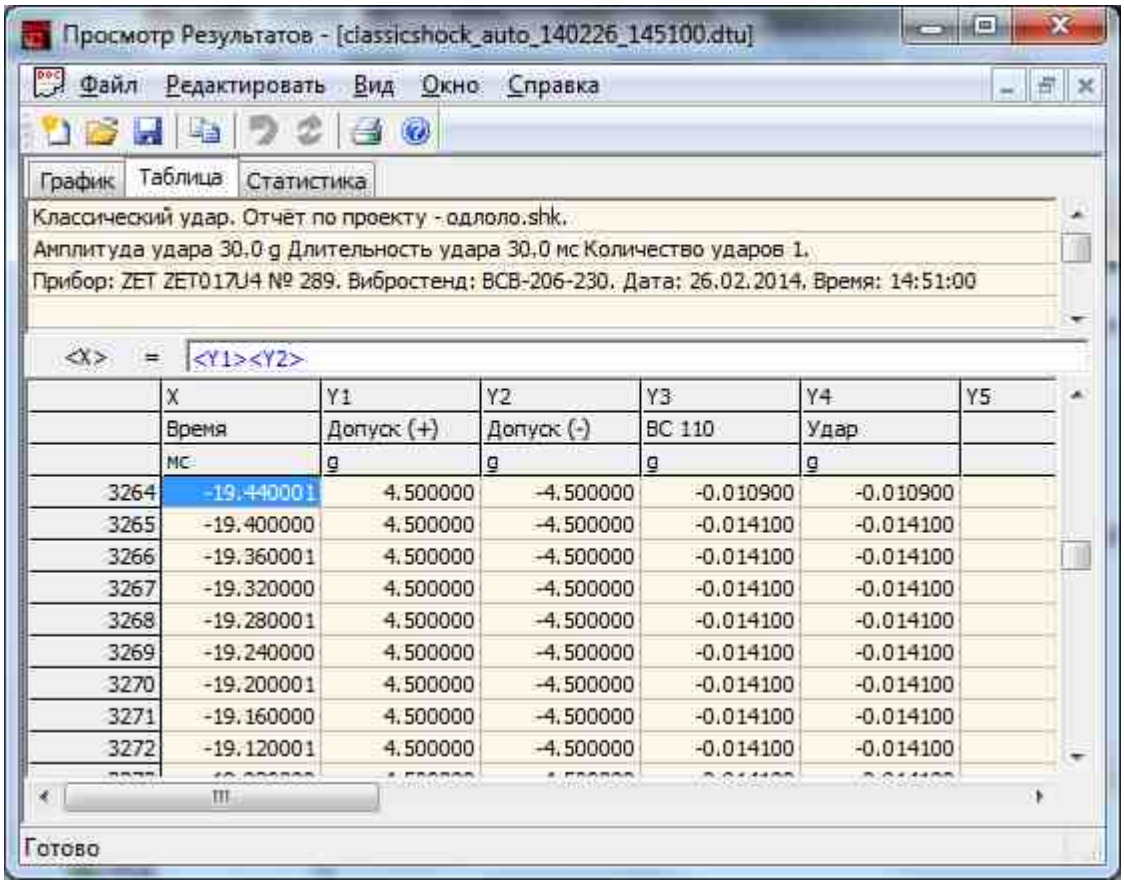
В качестве сообщения об ошибке программа подсвечивает красным цветом имя столбца, выражение для которого неверно. Для правильно введенных выражений имя столбца подсвечивается синим. Ошибки в самом выражении также выделяются красным.



В данном примере все верно

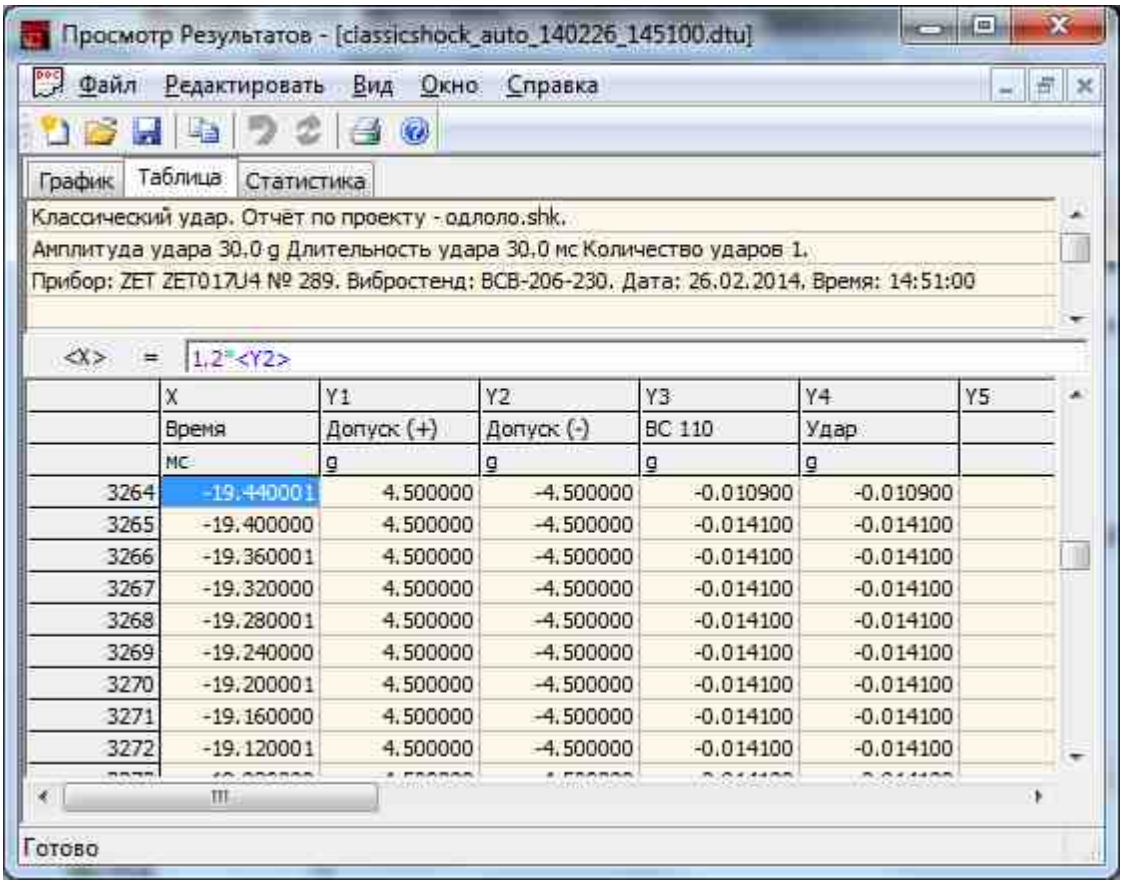


Здесь, неверно указано название функции т.к. этой функции нет

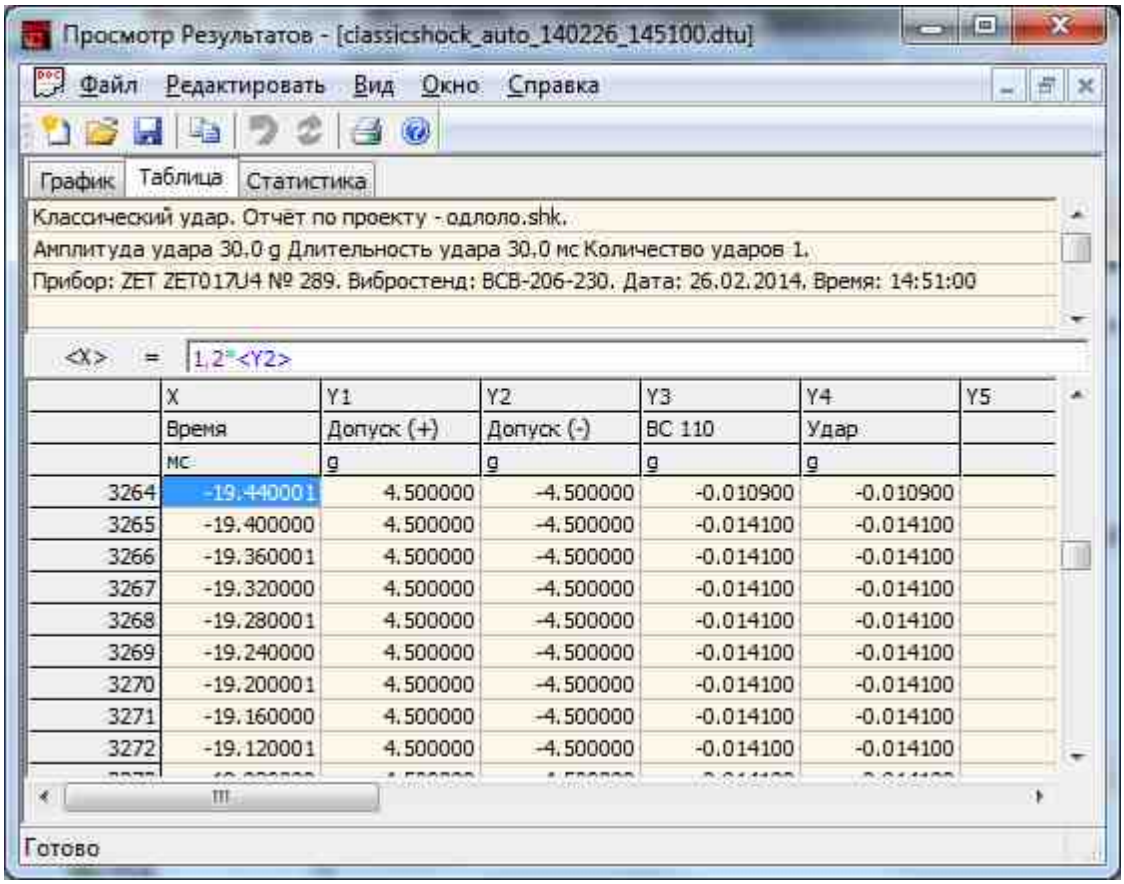


	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
	Время	Допуск (+)	Допуск (-)	ВС 110	Удар	
	мс	g	g	g	g	
3264	-19.440001	4.500000	-4.500000	-0.010900	-0.010900	
3265	-19.400000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3266	-19.360001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3267	-19.320000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3268	-19.280001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3269	-19.240000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3270	-19.200001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3271	-19.160000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3272	-19.120001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	

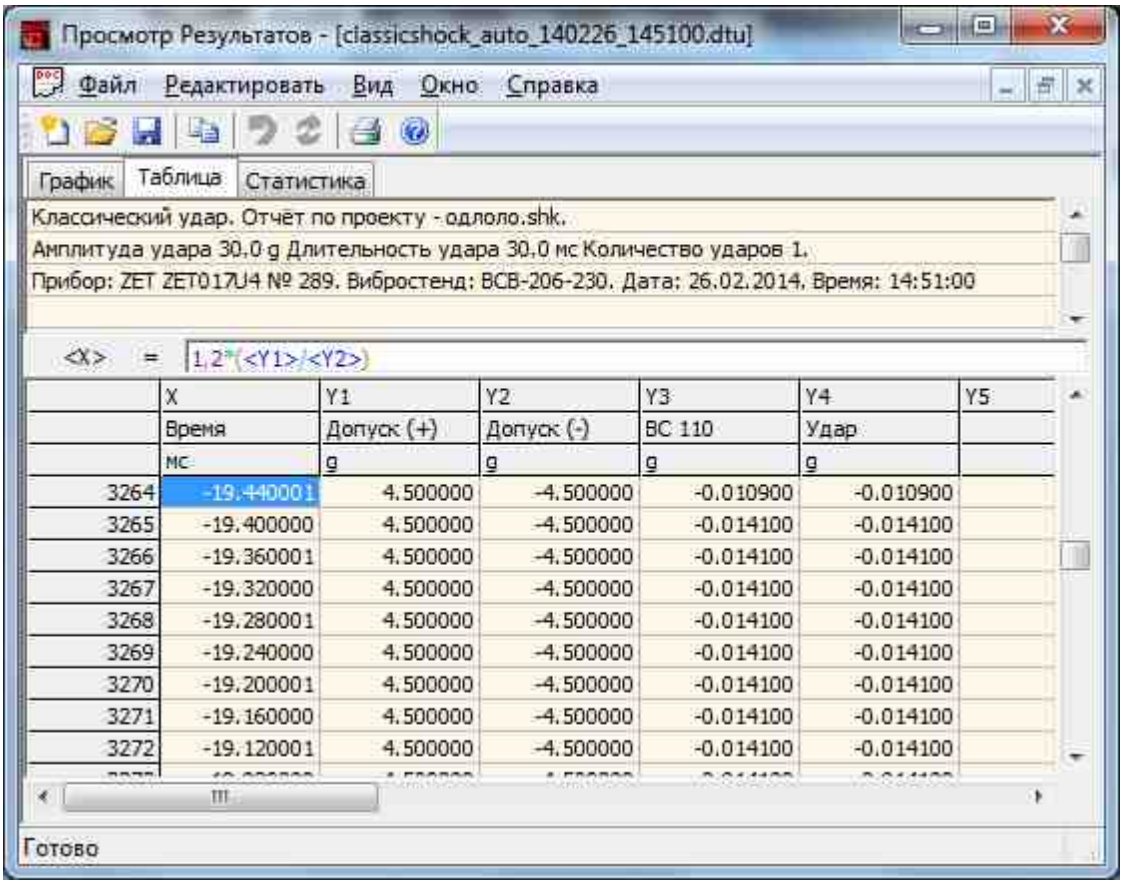
Здесь указан несуществующий столбец. Названия столбцов берутся в <> скобки.



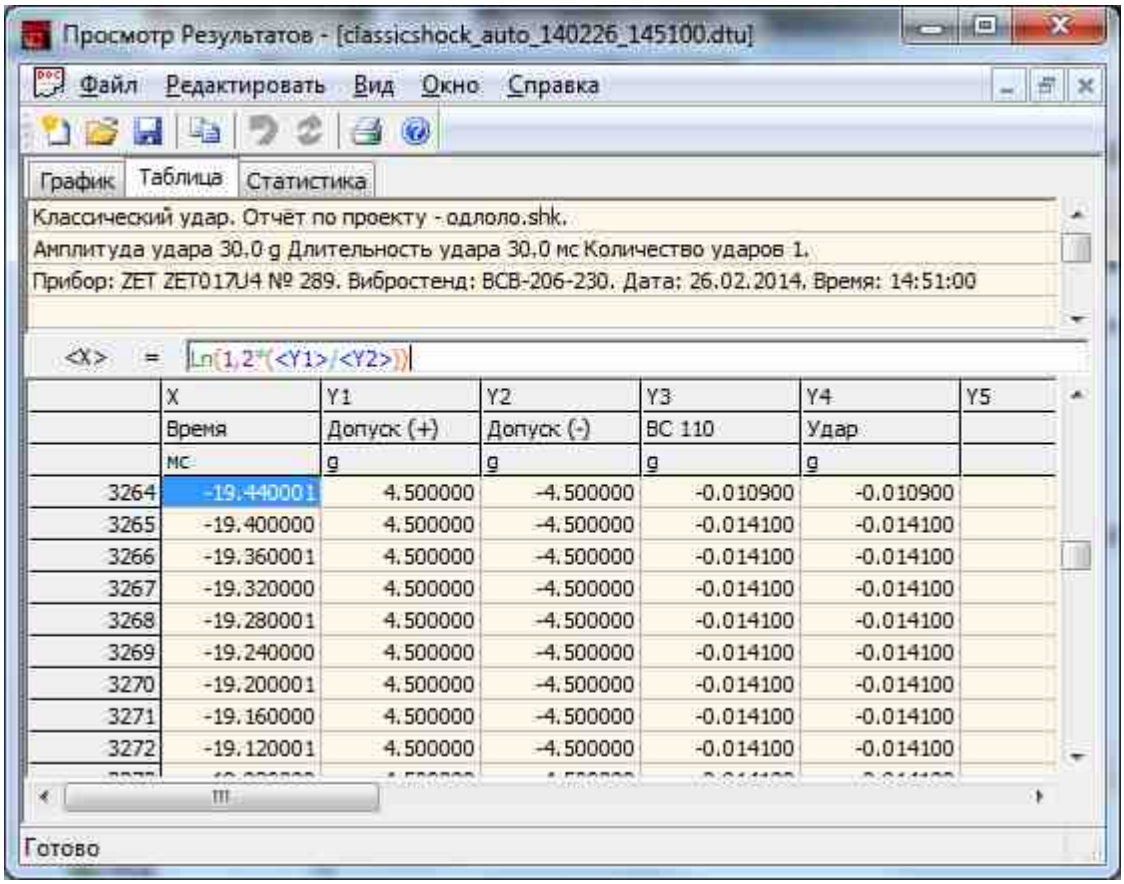
Константные выражения подсвечиваются фиолетовым. Символом - десятичным разделителем является точка.



Ошибка во втором примере вызвана неправильным использованием запятой



Знаки арифметических операций выделяются голубым. скобки подсвечиваются коричневым.



Имена функций подсвечиваются темно-зеленым цветом. Переменные для функций нескольких переменных записываются через запятую.

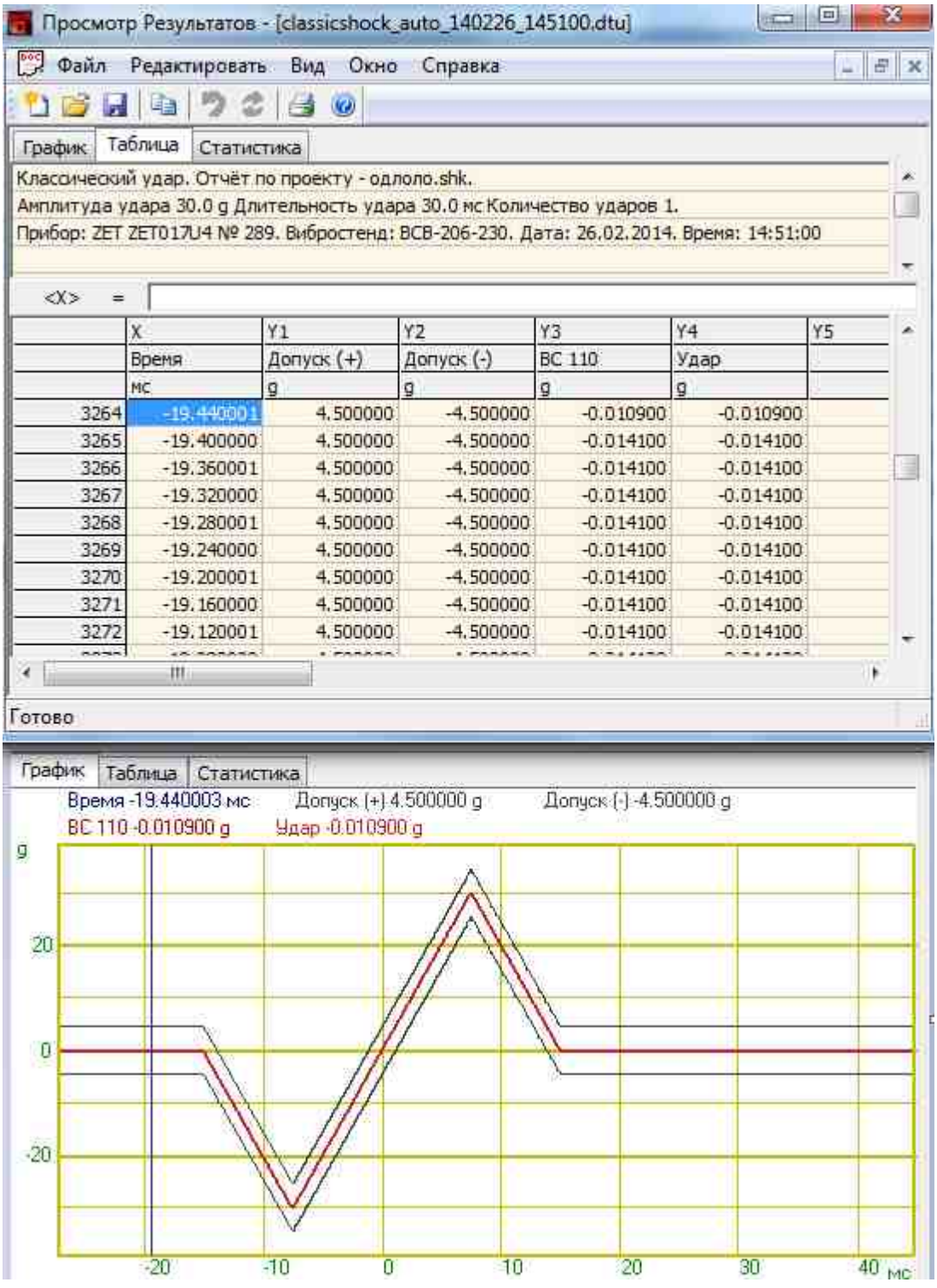
Операции .....

"+" - сложение столбцов, констант, результатов вычисления выражений

"-" - разность столбцов, констант, результатов вычисления выражений

"*" - произведение столбцов, констант, результатов вычисления выражений

"/" - частное столбцов, констант, результатов вычисления выражений.



Математические функции .....

Ln(<Y1>) - вычисление натурального логарифма значений по столбцу. Может быть использовано для вычисления значения величины в децибелах.

Lg(<Y1>) - вычисление десятичного логарифма значений по столбцу. Может быть использовано для вычисления значения величины в децибелах.

Exp(<Y1>) - вычисление экспоненты значений по столбцу

Sqr(<Y1>) - вычисление квадрата значений по столбцу

Sqrt(<Y1>) - вычисление квадратного корня по столбцу

Sin(<Y1>) - вычисление синуса значений по столбцу

Cos(<Y1>) - вычисление косинуса значений по столбцу

Измерительные функции .....

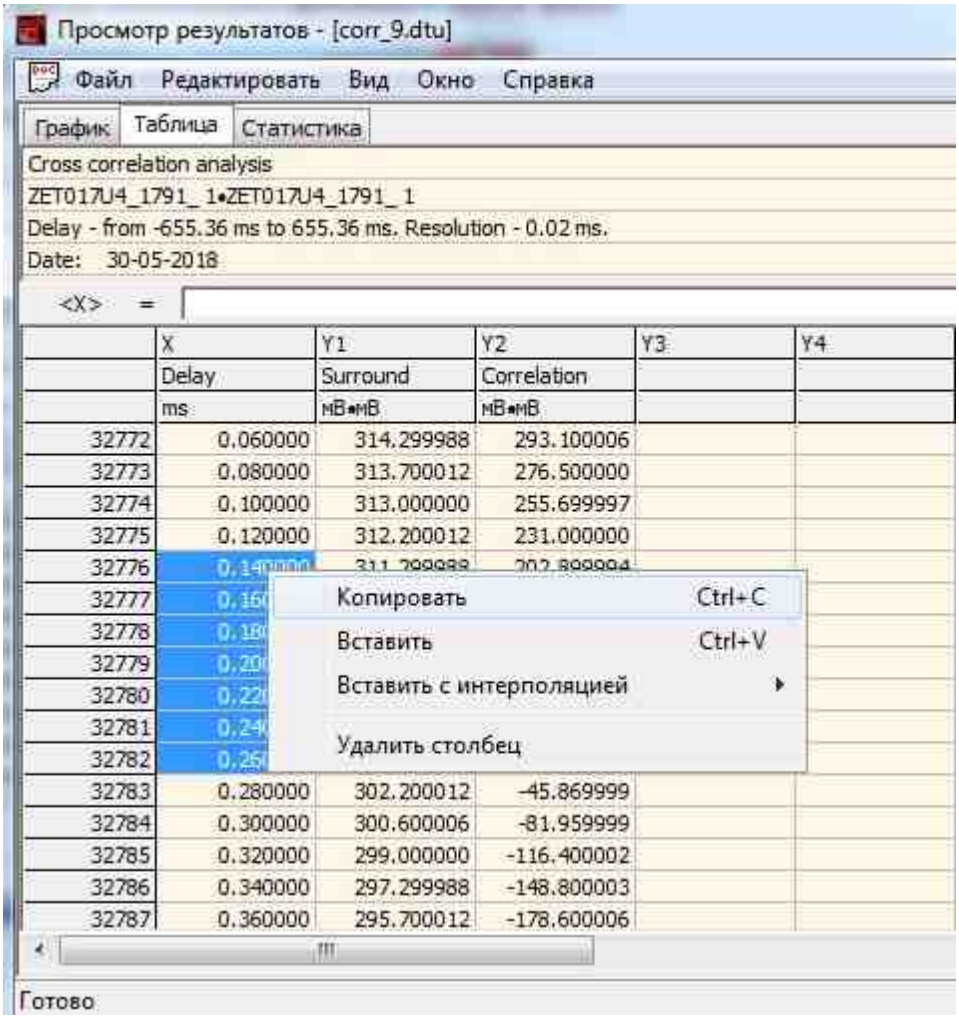
Min (<Y1>) - находит минимальное значение по каналу

Max (<Y1>) - находит максимальное значение по каналу

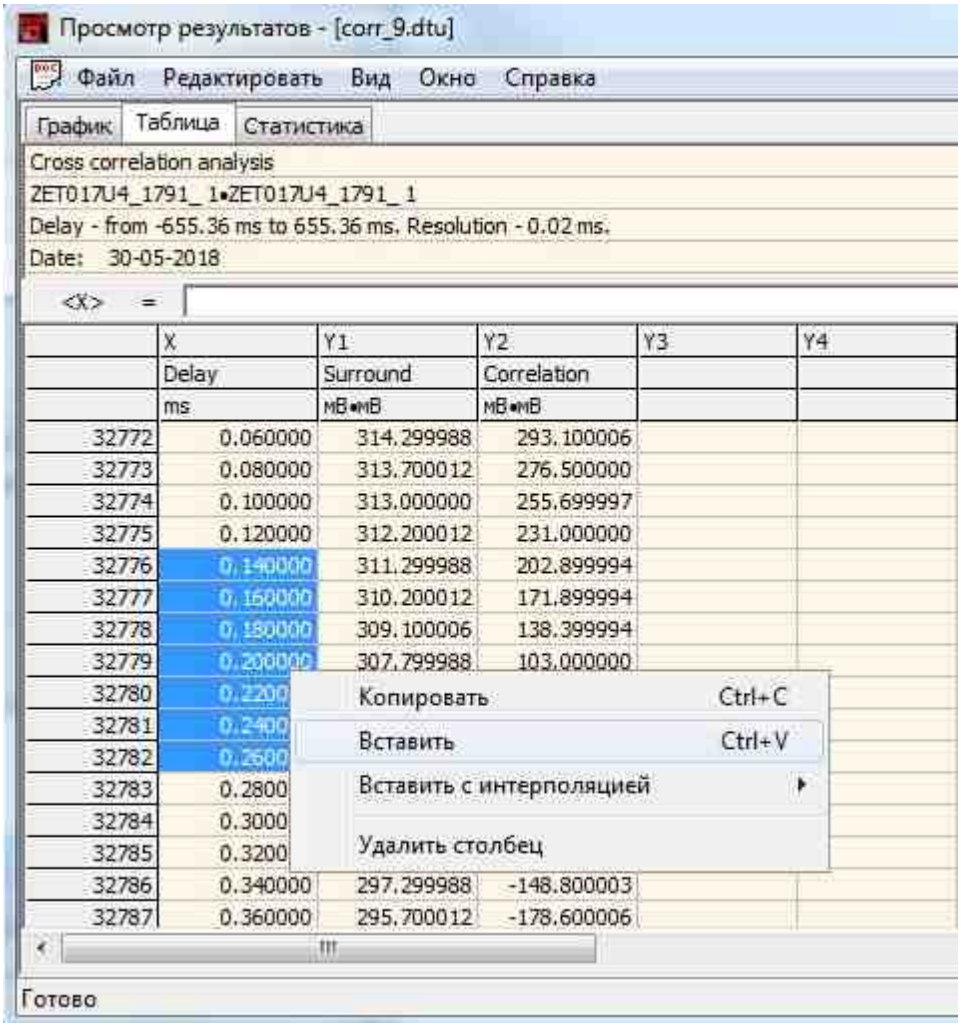
Редактирование .....

После открытия файла, табличные данные можно редактировать

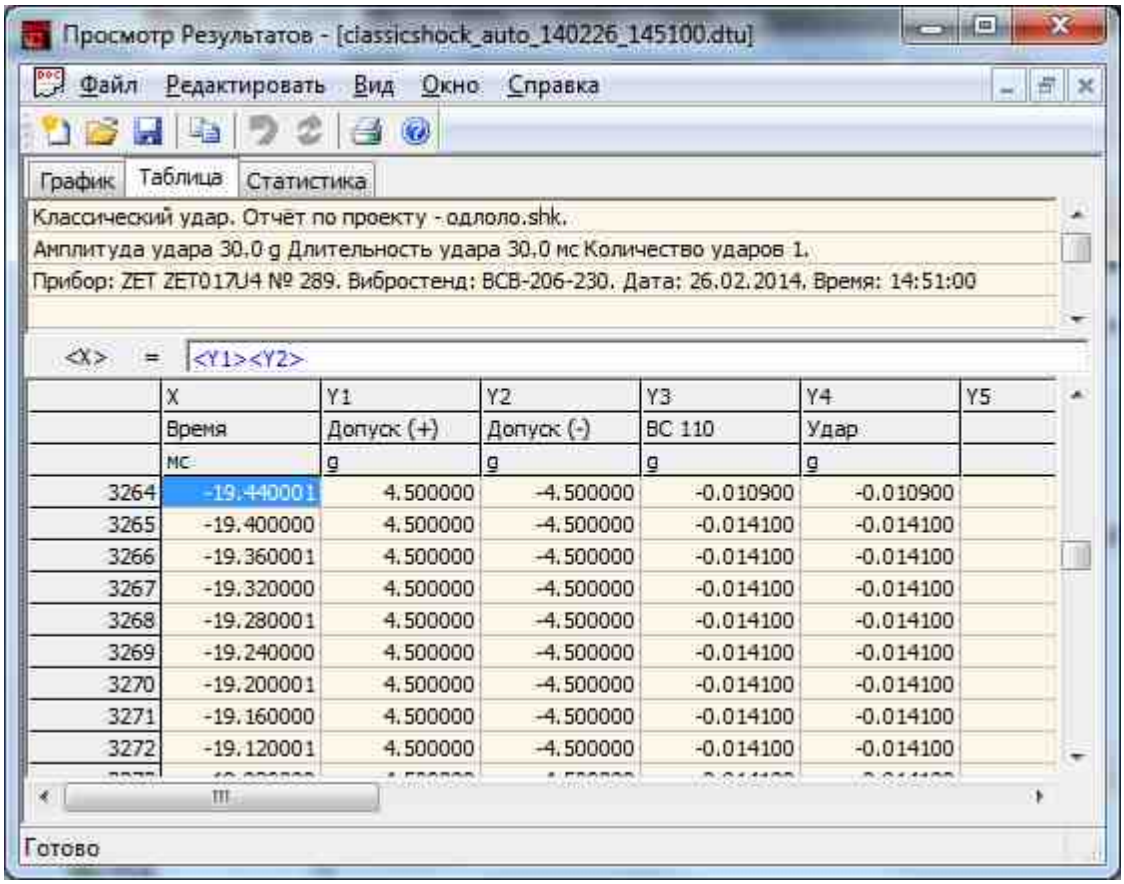
Можно скопировать столбец, или любой другой выделенный фрагмент в одном файле



И вставить его во 2-м файле

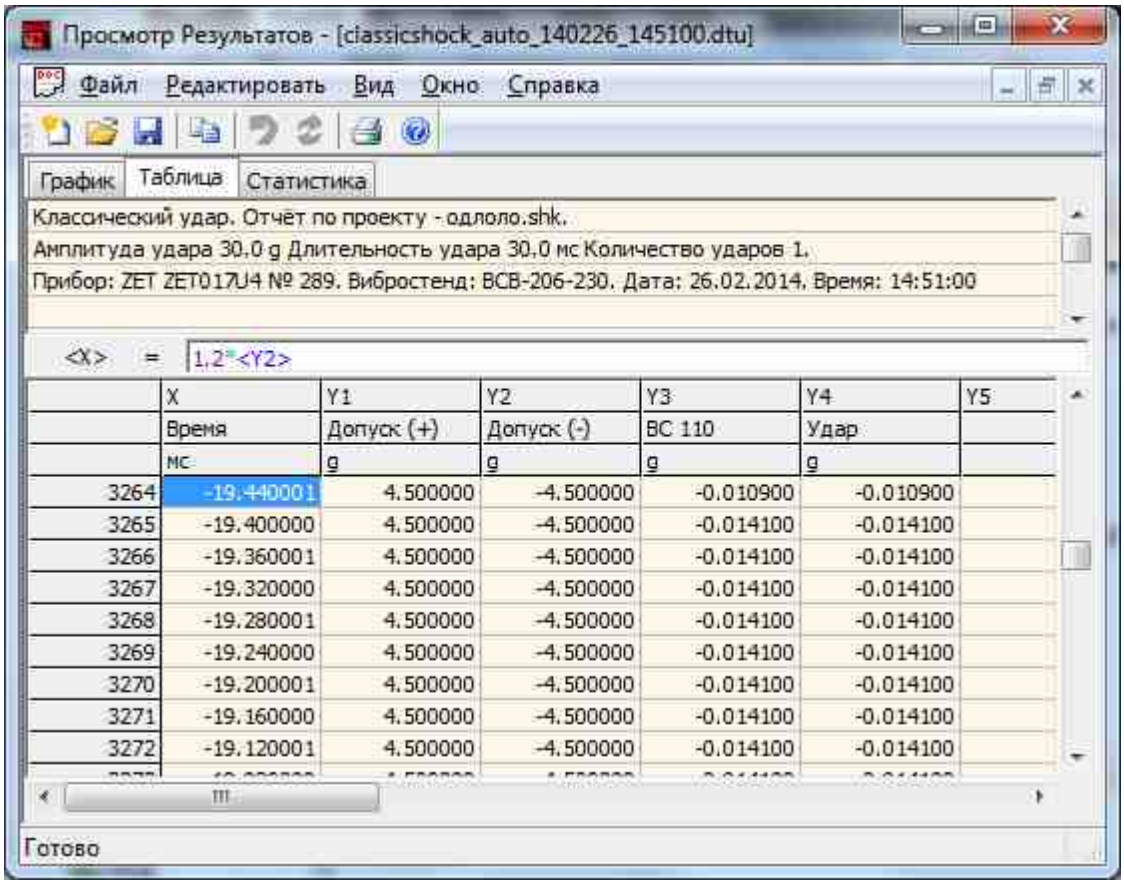


Если разрешение по <X> первого файла не совпадает с разрешением по <X> второго файла. Можно воспользоваться вставкой с интерполяцией. Значения по Y будет пересчитаны в новом масштабе частоты или времени



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
	Время	Допуск (+)	Допуск (-)	ВС 110	Удар	
	мс	g	g	g	g	
3264	-19.440001	4.500000	-4.500000	-0.010900	-0.010900	
3265	-19.400000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3266	-19.360001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3267	-19.320000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3268	-19.280001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3269	-19.240000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3270	-19.200001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3271	-19.160000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3272	-19.120001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	

Имеется возможность непосредственного редактирования ячеек. Двойным кликом по какой-либо из ячеек. Если столбец еще не существует, то он будет создан. Если выбрана не нулевая позиция в столбце, все позиции меньше выбранной будут заполнены нулевыми значениями.



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
	Время	Допуск (+)	Допуск (-)	ВС 110	Удар	
	мс	g	g	g	g	
3264	-19.440001	4.500000	-4.500000	-0.010900	-0.010900	
3265	-19.400000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3266	-19.360001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3267	-19.320000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3268	-19.280001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3269	-19.240000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3270	-19.200001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3271	-19.160000	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	
3272	-19.120001	4.500000	-4.500000	-0.014100	-0.014100	

Галерея сигналов .....

Программа «**Галерея сигналов**» предназначена для просмотра и анализа сохраненных сигналов, расположенных на жестком диске компьютера или удаленно.

Особенности и преимущества программы «**Галерея сигналов**»:

- Файлы сигналов, расположенные в разных директориях жесткого диска или на различных компьютерах в сети, объединяются в одну базу данных, что значительно упрощает и ускоряет работу с ними;
- Автоматический поиск файлов;
- Удобный и понятный интерфейс пользователя;
- Предпросмотр сигналов. Все файлы отображаются в виде эскизных изображений, представляющих собой уменьшенный график сигнала;
- Удобство сравнения нескольких сигналов на одной координатной плоскости.
- Возможность просмотра тренда сигналов за выбранный период измерения.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Галерея сигналов** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **Галерея сигналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Галерея сигналов входит в группу программ **Отображение**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Галерея сигналов** в меню Отображение панели ZETLab выберите команду Галерея сигналов. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 3.1*).

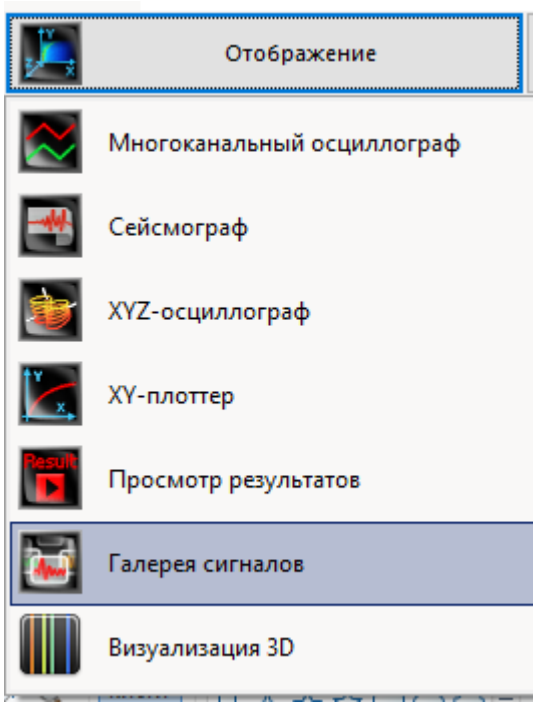


Рис. 3.1 Запуск Галерея сигналов

Примечание: *программу* **Галерея сигналов** *можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла:* ZETSignalGallery.exe.

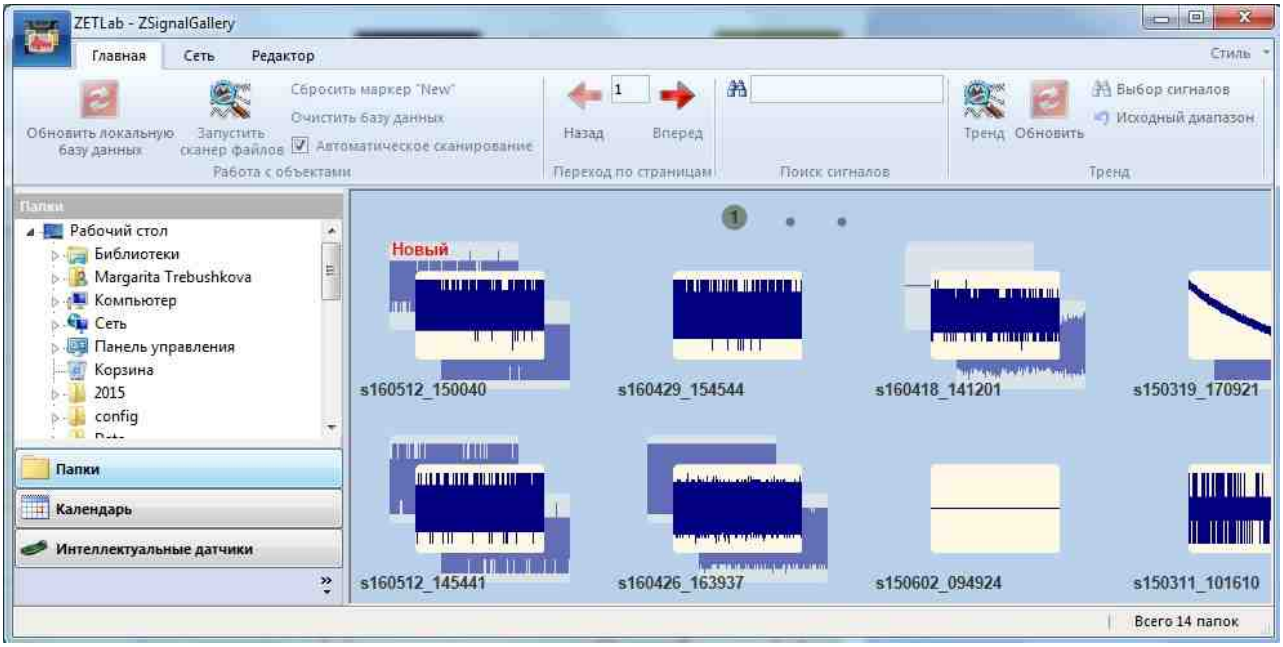
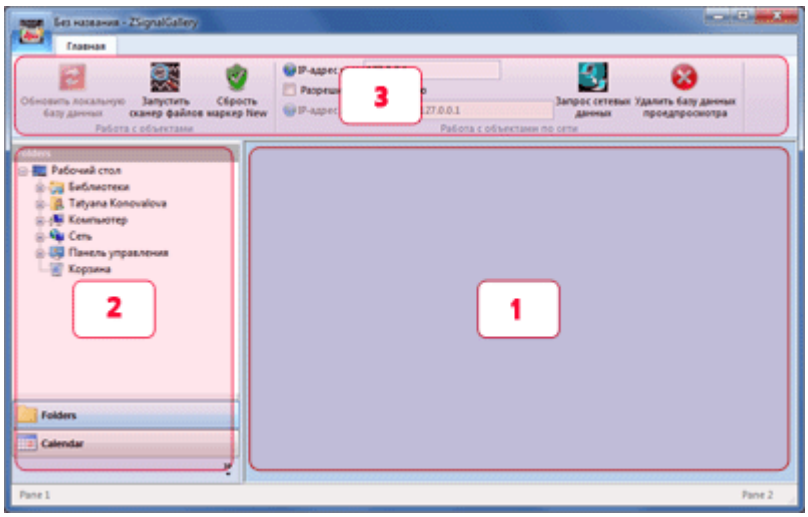


Рис. 3.2 Интерфейс Галерея сигналов

Программа представлена одним главным окном, в котором располагается весь инструментарий приложения:

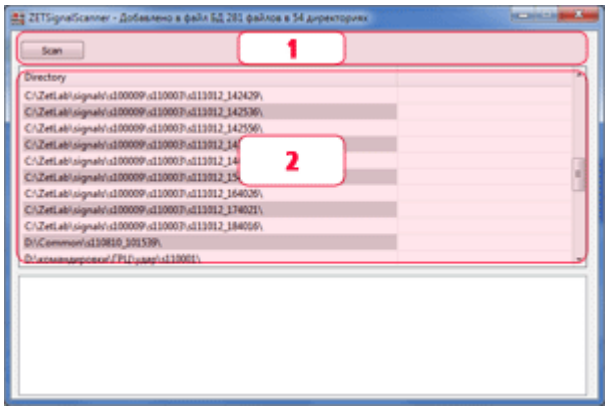
- Рабочая область приложения. Отображение обнаруженных файлов и папок
- Боковая панель. Меню «Проводник» и «календарь».
- Панель инструментов.



Главное окно программы «Галерея сигналов»

Для начала работы нажмите кнопку «Запустить сканер файлов», после чего появится окно поиска, содержащее:

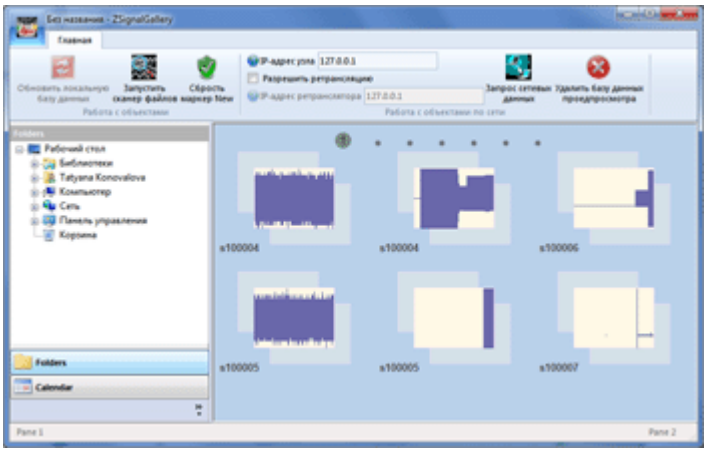
- Поле с кнопкой, по нажатию на которую, произойдет сканирование директорий компьютера на наличие файлов сигналов и строкой прогресса, отображающей процесс поиска.
- Таблица, содержащая имена найденных директорий.



Запуск сканирования

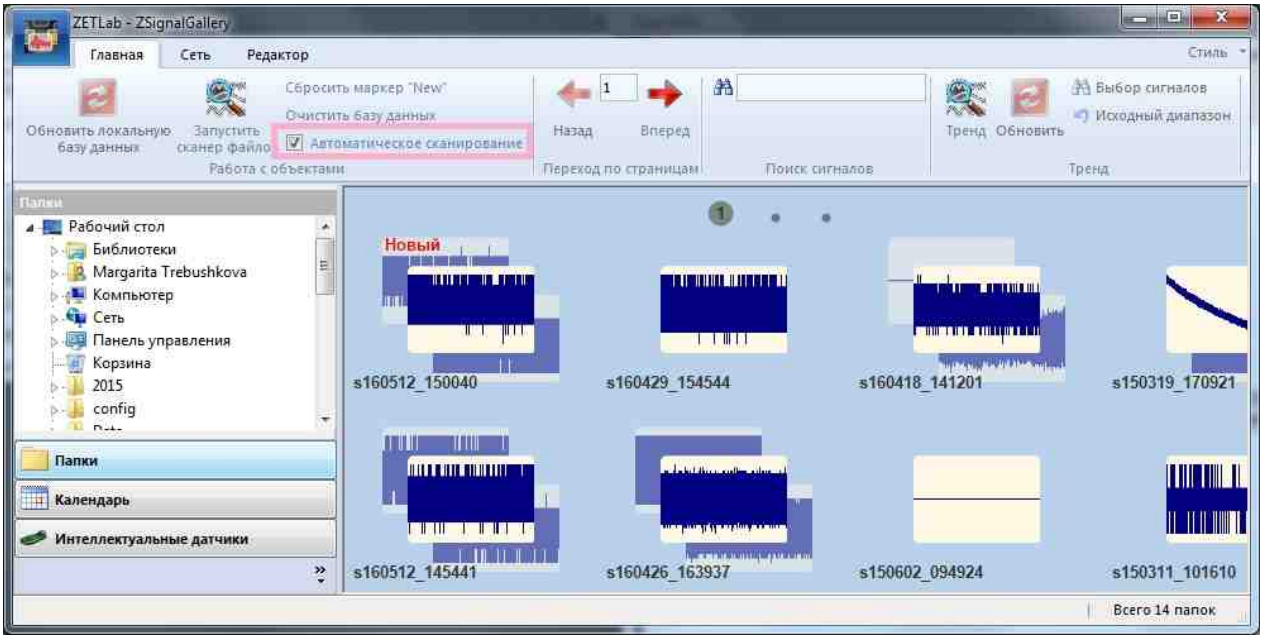
После того, как поиск будет завершен, все обнаруженные директории будут перенесены в главное окно программы с пометкой «Новое» (для того чтобы убрать пометку, нажмите

кнопку «Сбросить маркер New»). На рабочей области программы появились эскизные изображения папок сигналов. Данные поиска сохраняются и при последующих запусках программы директории будут подгружаться автоматически.



Автоматическое Сканирование сигналов

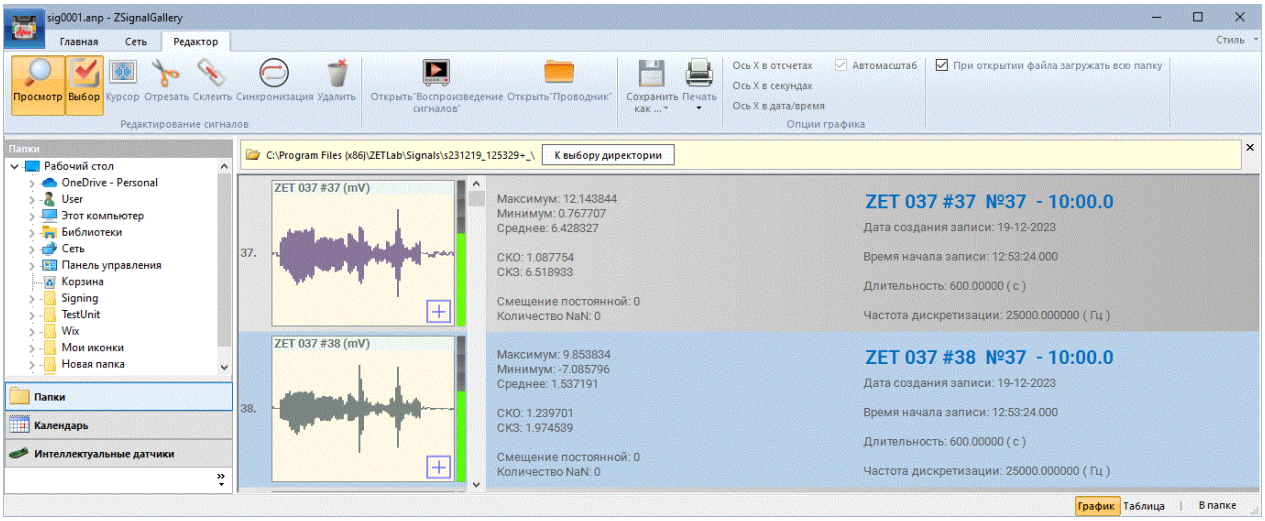
При старте программы если поставлена галочка "Автоматическое сканирование" будет происходить сканирование выбранных директорий и если с момента закрытия программы производилась запись новых сигналов в выбранную папку, то они отобразятся на рабочем поле программы.



Просмотр файлов

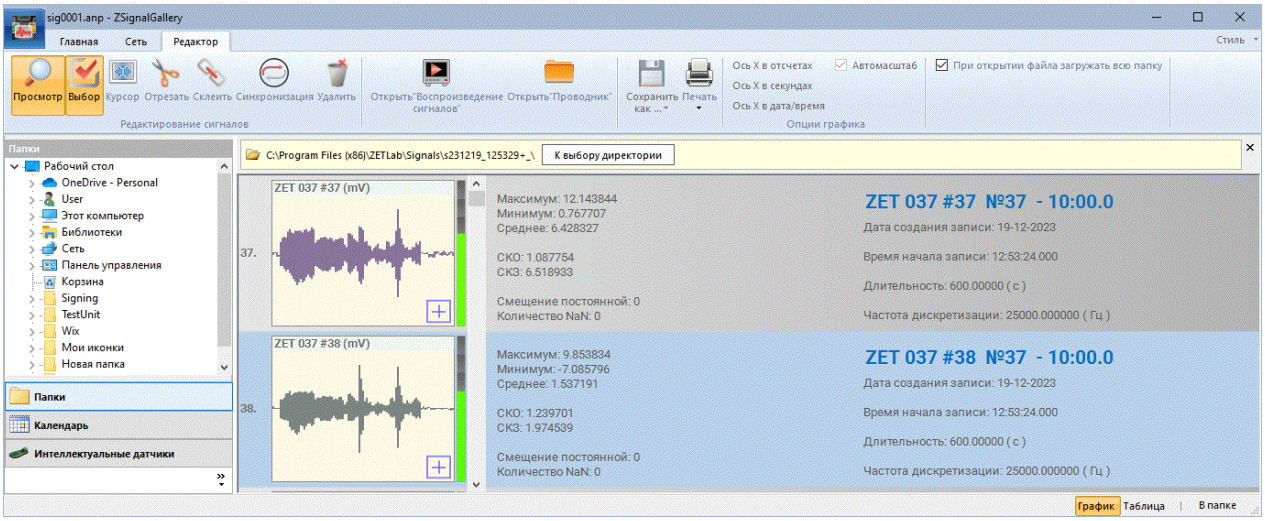
Кликнув на одном из эскизных изображений, пользователь переходит к списку файлов выбранной директории. Содержимое представлено пронумерованным списком эскизных изображений записей сигналов, напротив которых располагается описание, которое включает такие поля: «Максимум», «Минимум», «Среднее», «Стандартное отклонение»,

«Смещение постоянной», продолжительность записи, «Дата создания записи», «Время начала записи», «Длительность», «Частота дискретизации».



Просмотр параметров файлов

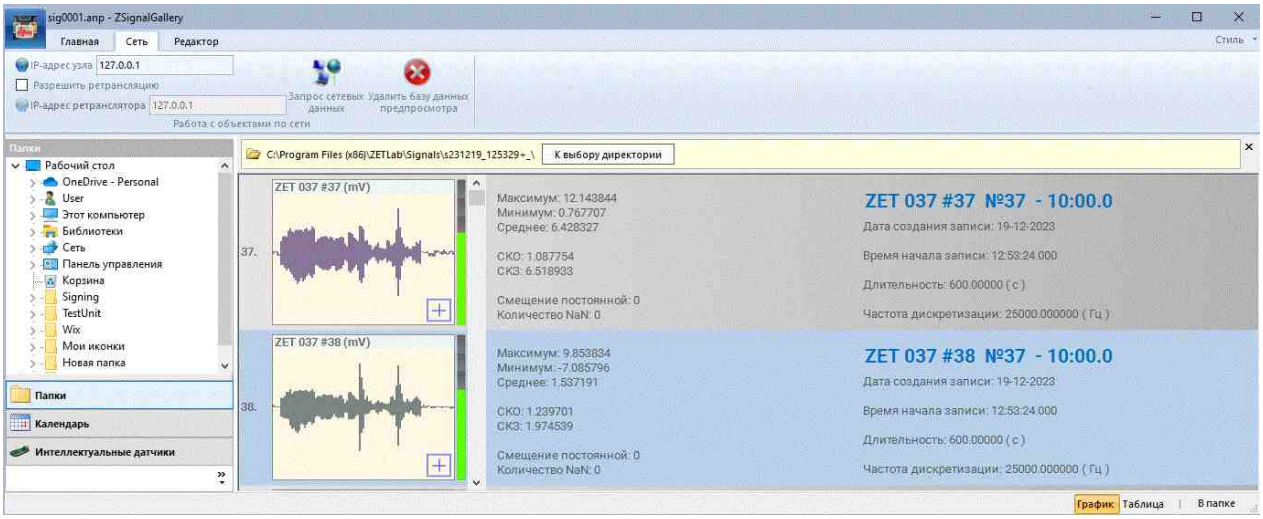
После клика мышкой по выбранному сигналу, в том месте, где располагалось описание, появится система графического отображения с расположенным на ней графиком. Количество выбранных сигналов не ограничено, все они будут добавляться для отображения, накладываясь друг на друга в порядке выбора. Система графического отображения позволяет приближать, отдалять, двигать область отображения, а также, при помощи линии визира, точно определять мгновенные значения сигнала. Для того, чтобы отменить отображение какого-либо сигнала, кликните по его эскизному изображению еще раз.



Просмотр сигналов

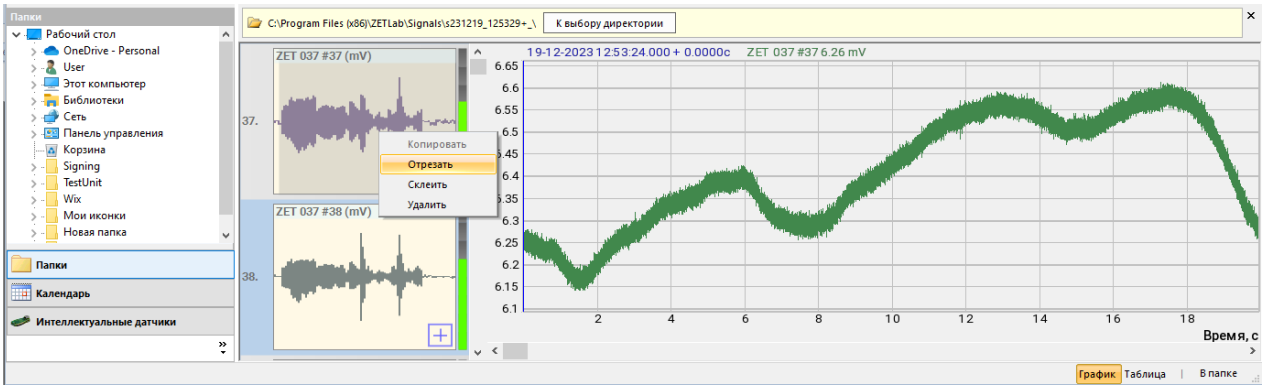
Для считывания данных с удаленного компьютера, если он подсоединен «напрямую» введите его IP-адрес в поле «IP-адрес узла», если соединение происходит с использованием

Proxy-сервера, поставьте галочку в поле «Разрешить ретрансляцию» и введите IP-адрес ретранслятора в соответствующее поле. Затем нажмите кнопку «Запрос сетевых данных». Для того чтобы после записи новых сигналов, они отображались в программе нажмите кнопку «Обновить локальную базу данных» - в случае работы с данными на локальном компьютере. В случае использования данных, находящихся удаленно, подключитесь к требуемому компьютеру, а затем нажмите «Удалить базу данных предпросмотра».



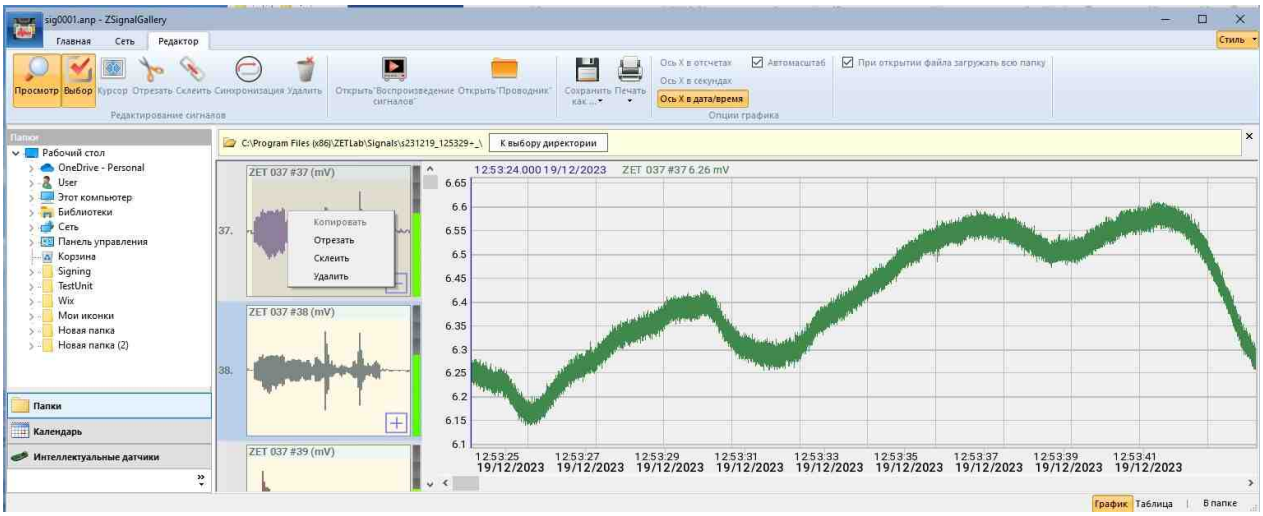
Сеть

Просмотр из меню "Редактор"- позволяет просмотреть записанный сигнал. Выбор необходим для групповых операций над сигналами. Отрезать предназначен для разрезания сигнала на части в выбранном диапазоне отображения. Склеить нужен для объединения сигналов. Удалить позволяет убрать не актуальные сигналы.



Редактор

В Редакторе появилась возможность выбрать на графике нужную облать увеличивая или уменьшая отображаемый интервал и двигаясь вдоль оси X, выбрать тип отображения по оси X и после этого возможен выбор различных операций:



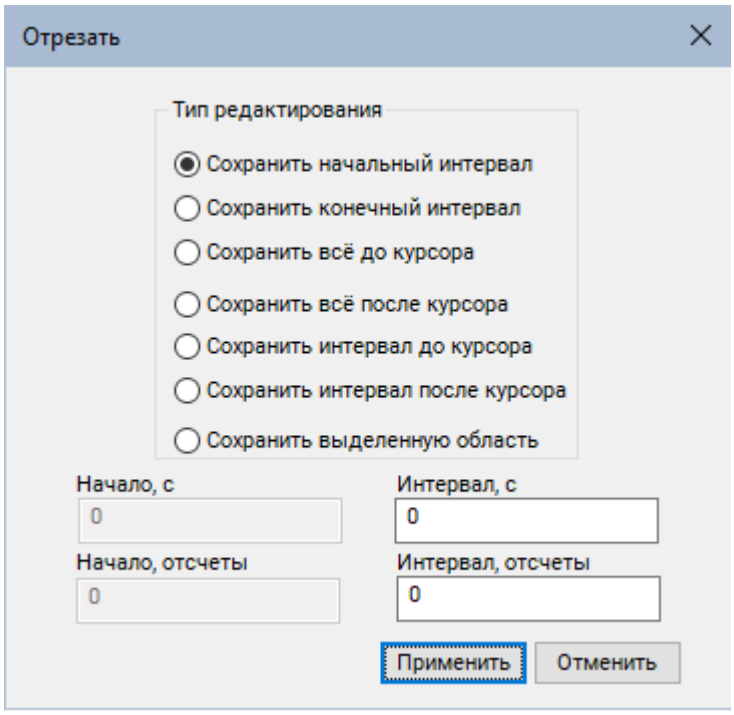
Редактор =>Копировать, Отрезать, Склеить, Удалить

В "Галерея сигналов" расширен функциями диалог вырезания части сигнала.

В окне "Отрезать" указаны следующие опции для вырезания куска файла:
1. Сохранить начальный интервал;
2. Сохранить конечнный интервал;
3. Сохранить всё до курсора;
4. Сохранить всё после курсора;
5. Сохранить интервал до курсора;
6. Сохранить интервал после курсора;
7. Сохранить выделенную область.

Ниже расположены поля для ввода количества секунд и количество точек. При открытии окна диалога в этих полях записываются числа, соответствующие текущему положению курсора. Эти значения можно изменить, задав, например, какое-нибудь круглое значение. Число во втором текстовом поле вычисляется автоматом исходя из частоты дискретизации записанного сигнала.

При выборе "Сохранить начальный интервал" или "Сохранить конечнный интервал" в новый файл копируется интервал данных заданного размера либо начиная первым элементом, либо заканчивая последним.
При выборе "Сохранить всё после курсора" в новый файл копируется интервал данных, начиная от текущей позиции курсора и до последней точки. При выборе "Сохранить всё до курсора" в новый файл копируется интервал данных от первой точки и до текущей позиции курсора.
При выборе "Сохранить интервал после курсора" или "Сохранить интервал до курсора" в новый файл копируется интервал заданного размера либо начиная позицией курсора, либо заканчивая ей.

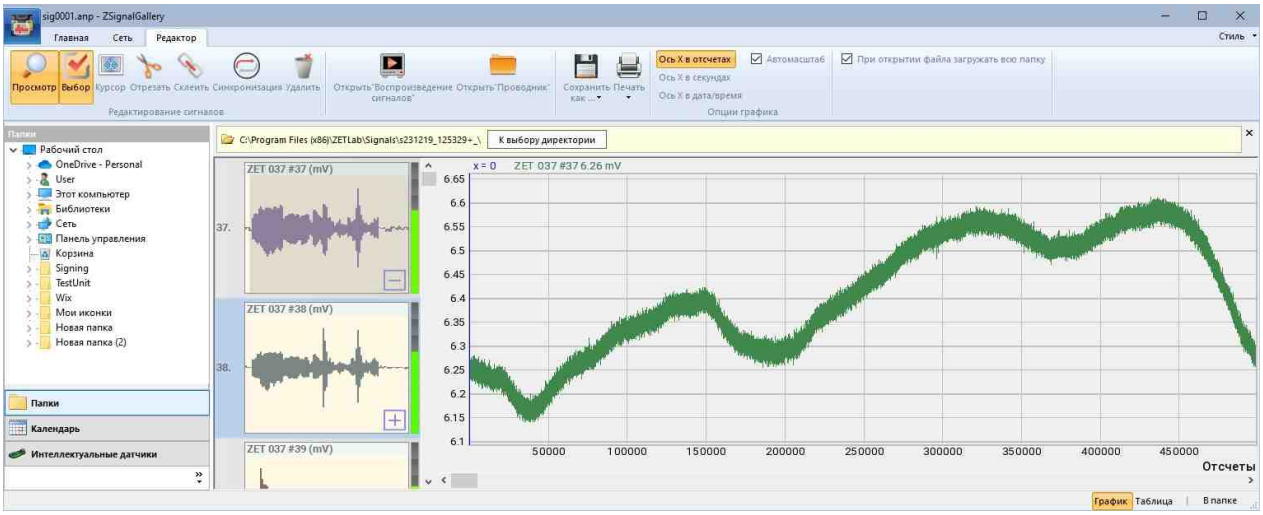


Редактор => Отрезать

При выборе "Сохранить выделенную область" в новый файл копируется интервал заданного размера либо начиная позиции Начало, с и с заданным Интервалом, с в выбранной отображаемой области на графике.



Редактор => Отрезать=> Сохранить выделенную область

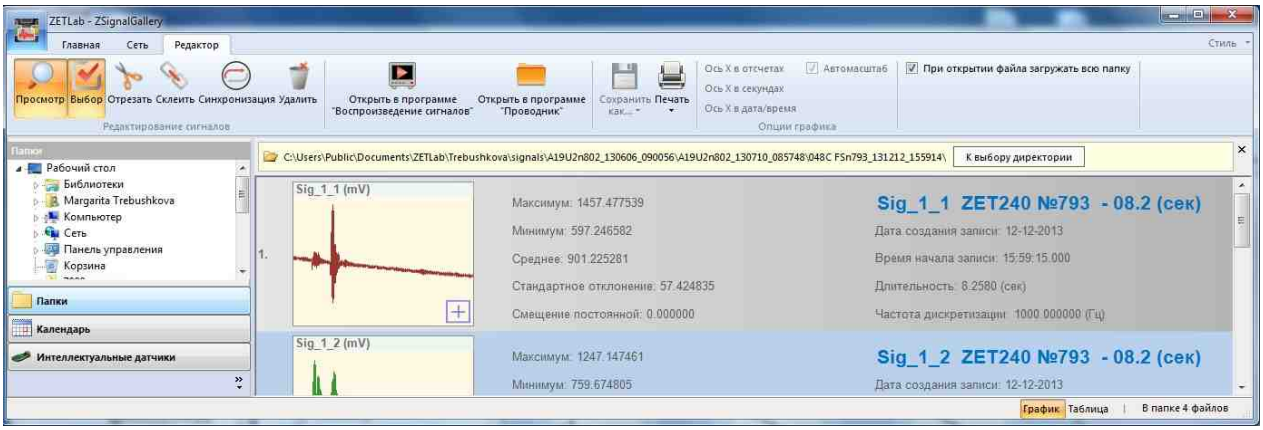


Редактор => Ось X можно отображать в отчетах



Редактор => Ось X можно отображать в дата и время

Сигналы можно просмотреть с помощью программы "Воспроизведение сигналов". Открыть нужные сигналы можно через программу Проводник. Сигналы можно также сохранить и сконвертировать в разные форматы: бинарный (*.ana/*.anp), текстовый *.dtu, Seg-Y, Wave (*.wav). Возможна печать и предварительный просмотр сигналов. Графики при просмотре по оси X могут быть представлены в разных единицах измерения: (в отчетах, в секундах, в дата/время). Кроме этого, возможен автомасштаб графиков. Существует выбор при открытии файла загружать всю папку.



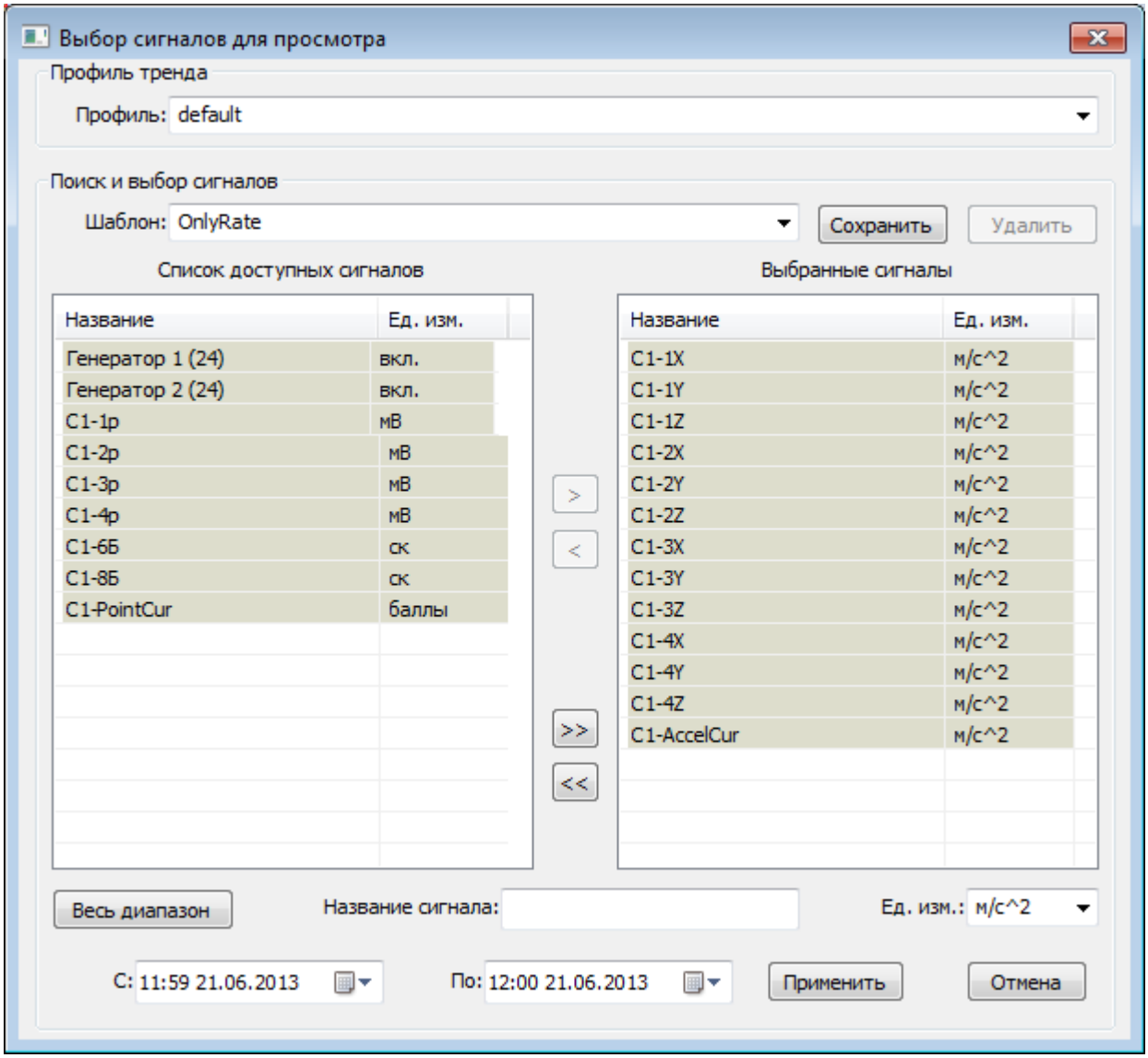
Редактор сигналов



График Тренда

Для просмотра тренда сигналов нажмите кнопку "Тренд", после чего появится график тренда за выбранный период измерения, а также таблица каналов сигнала.
При первом отображении тренда в течении некоторого времени будет происходить загрузка и кэширование информации по тренду, что будет сопровождаться выводом состояния загрузки, рекомендуется дождаться завершения это процесса.
С помощью мышки можно уменьшить масштаб графика и просмотреть тренд более детально. На таблице каналов можно включать и выключать отображение конкретных каналов сигнала на графике.

Диалог для выбора сигналов:



Список доступных сигналов - список всех сигналов в базе.

Выбранные сигналы - выбранные для просмотра в данный момент сигналы.
Можно задать временной интервал для отображения.
Быстрый поиск сигналов по маске по названию и единицам измерения, маска может использовать следующие спецсимволы:
? - один любой символ;
* - произвольное количество любых символов;
; - разделитель между разными масками.

См. также:

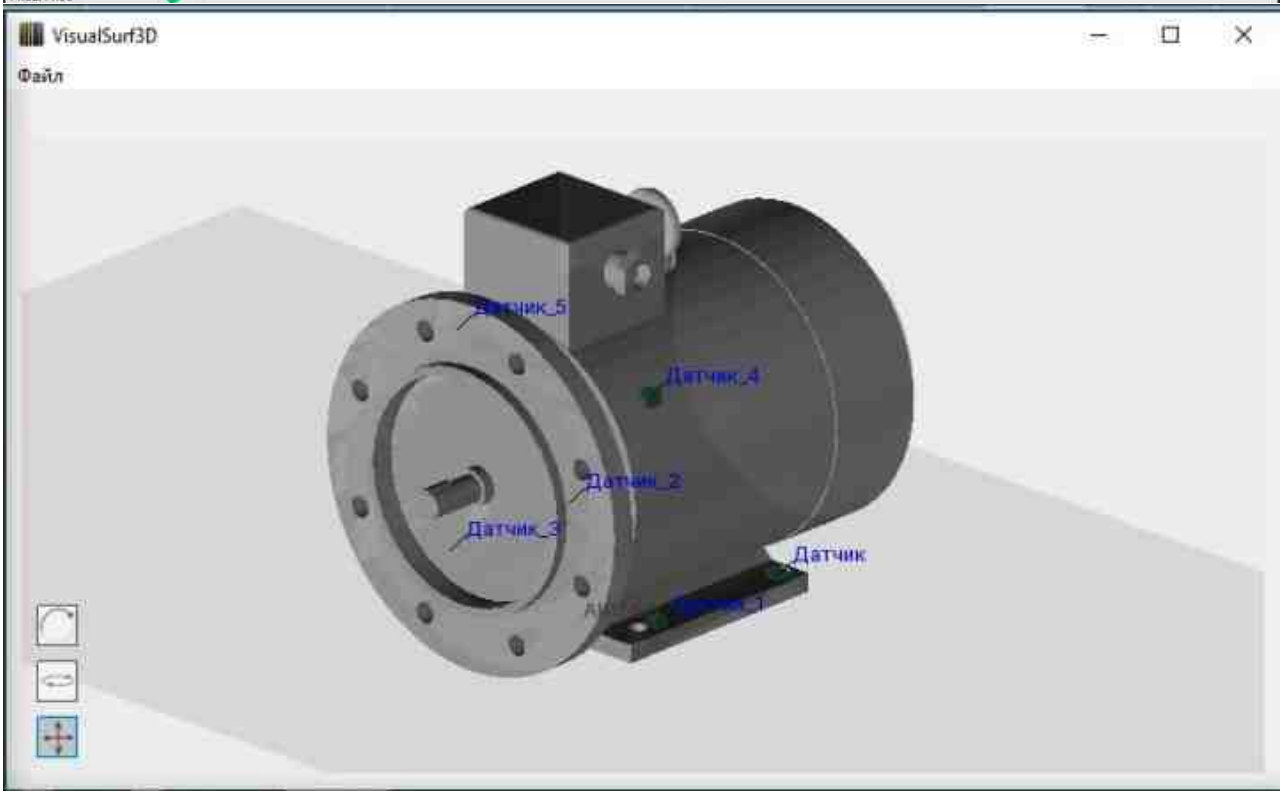
- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков

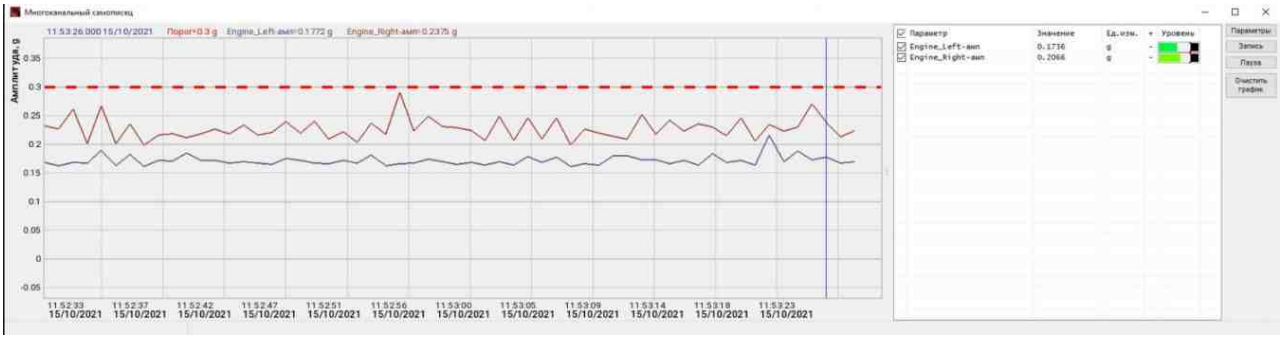
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

3D визуализация .....

Широкий спектр программных продуктов для проведения вибромониторинга с возможностью отображения проблемных зон на 3D модели объекта позволит оптимизировать рабочий процесс.







Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **3D визуализация** являются цифровые данные канала сервера ZETLAB.

Программа **3D визуализация** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

3D визуализация входит в группу программ **Отображение**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **3D визуализация** в меню Отображение панели ZETLab выберите команду 3D визуализация. На экране монитора отобразится рабочее окно программы (*Рис. 6.1*).

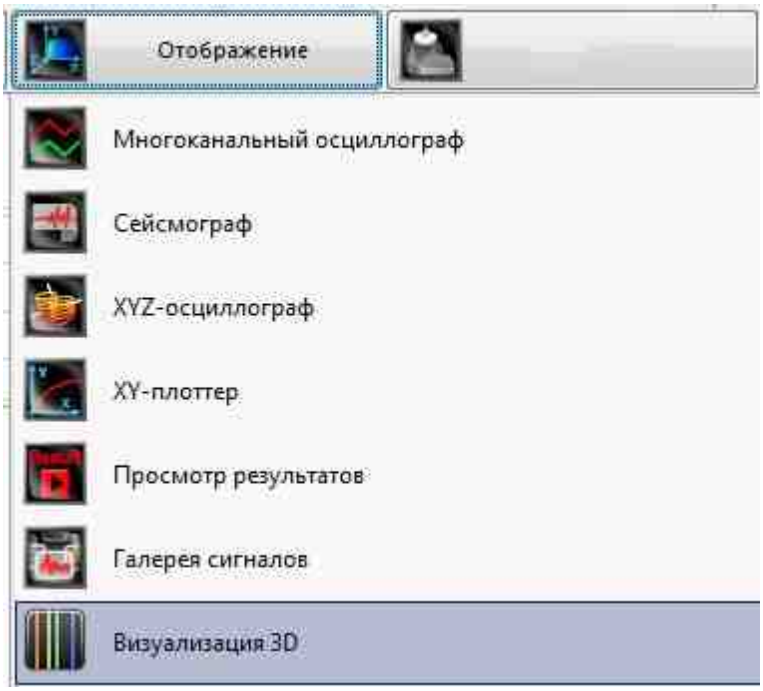


Рис. 6.1а Запуск 3D визуализация

Запуск программы через ZETPanel не используется.

Программа запускается из группы панели СУВ панели ZETLab через программу «*Параметры изделия*» из поля «Визуализация модели»

Программа запускается через программу «*Параметры изделия*» из поля «Визуализация 3D» из группы панели СУВ панели ZETLab

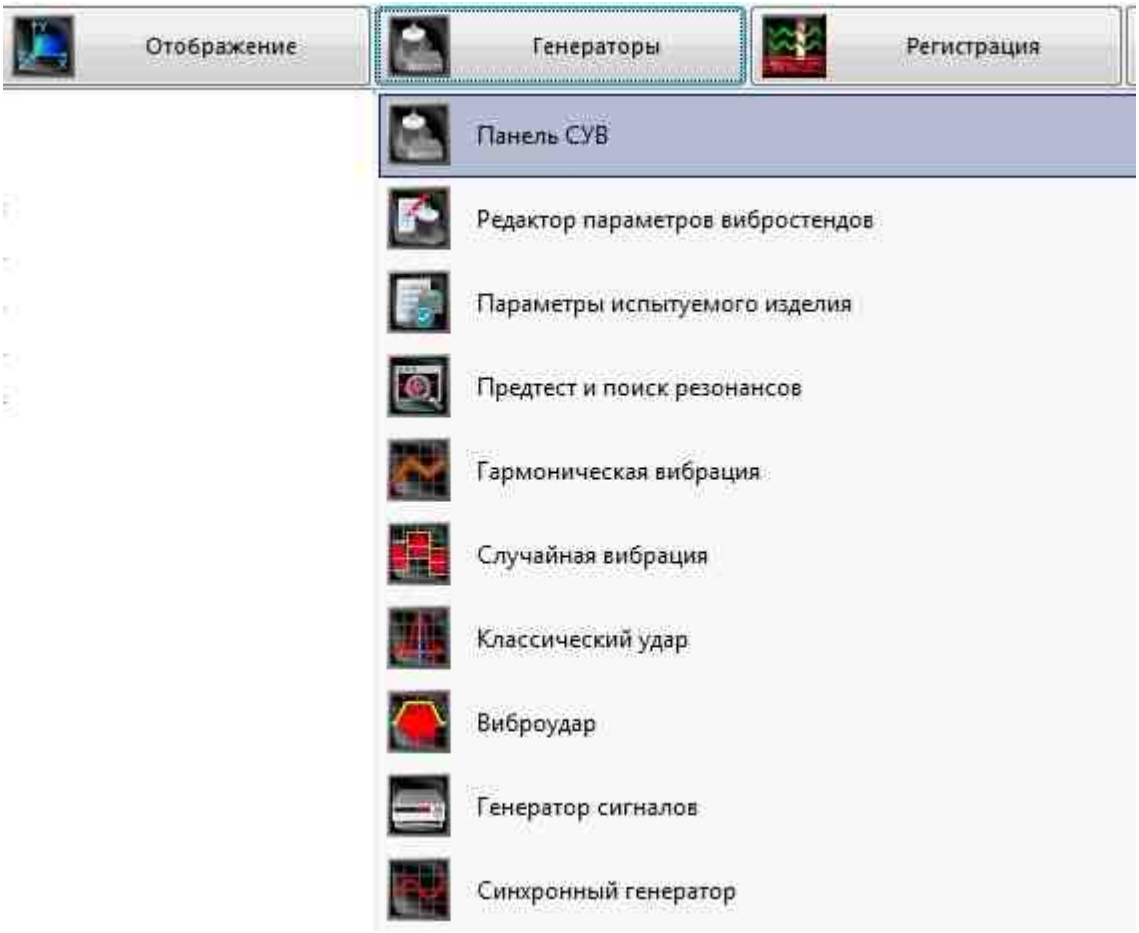


Рис. 6.1б Программа 3D визуализация запускается из группы панели СУВ панели ZETLab



Рис. 6.1в Программа запускается из группы панели СУВ панели ZETLab через программу «Параметры изделия»

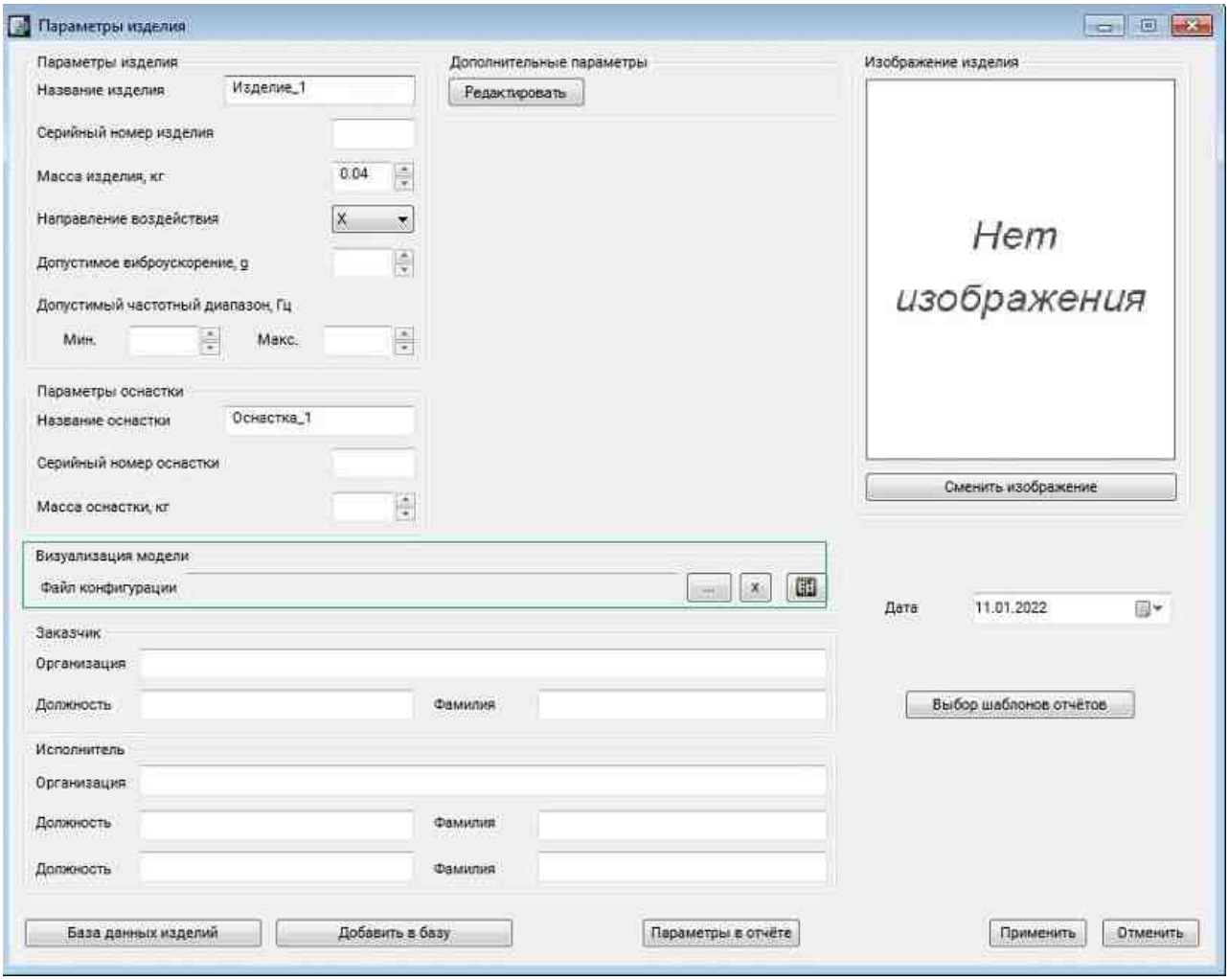


Рис. 6.1г Программа запускается из группы панели СУВ панели ZETLab через программу «Параметры изделия» из поля «Визуализация модели»

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Параметры изделия .....

Параметры изделия



Назначение программы

Испытывать на вибростенде можно любое изделие. Для этого нужна лишь правильно подобранная оснастка для надёжного крепления к подвижной части вибростенда, и чтобы суммарная масса нагрузки не превысила допустимую для конкретного вибростенда.

Программа «Параметры изделия» предназначена для указания программному обеспечению *СУВ* значений параметров, соответствующих параметрам используемого изделия и оснастки, необходимой для крепления изделия на вибростенде. В ней необходимо задать название изделия и его серийный номер (если оно не в единичном экземпляре будет проходить испытания), массу изделия и направление воздействия (если задание на испытания требует провести вибрацию по всем осевым направлениям). Оснастка, с помощью которой изделия крепится к вибростенду, также требует явного указания названия, номера и массы.

Суммарная масса (масса изделия плюс масса оснастки) будет использоваться для расчёта максимального допустимого ускорения при задании профиля виброиспытаний. Подобные ограничения необходимы для защиты вибростенда от перегрузки и поломки.

Для правильной работы функции автосохранения отчётов необходимо правильно задавать название изделия и его серийный номер. По названию изделия и его серийному номеру будет создана папка, вложенная в папку с названием вибростенда, в которую будут сохраняться все результаты испытаний. Если вы поменяли оснастку или испытуемое изделие на другое или такое же, не важно, необходимо записать новые параметры в программу “Параметры изделия”. В противном случае все результаты будут сохраняться в старую папку и через некоторое время станет невозможно разобраться какие результаты соответствуют какому изделию.

Используйте программу «Параметры изделия» в следующих случаях:

- После установки программного обеспечения *ZETLAB* на компьютер, либо после установки обновлений;

- При смене типа изделия, подвергаемого виброиспытаниям;
- При смене модели оснастки, используемой для закрепления изделия на столе вибростенда.

Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Параметры изделия» необходимо на панели СУВ активировать кнопку *«Изделие»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*).

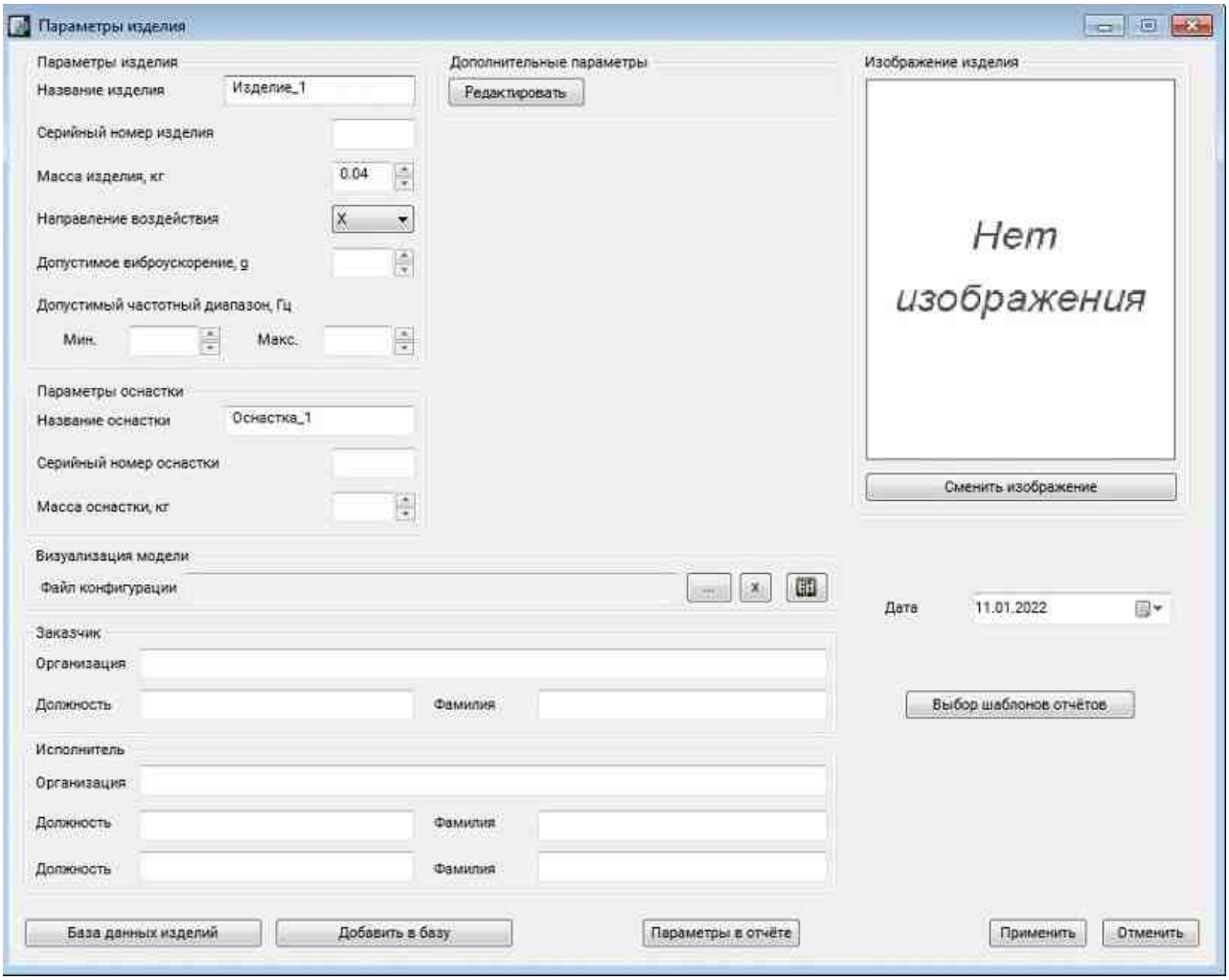


Рис. 6.1 Окно «Параметры изделия»

Внимание! *всегда указывайте параметры «Масса изделия» и «Масса оснастки» (расширительный стол, элементы крепления изделия и т.п.) чтобы ПО СУВ обеспечило корректное ограничение допустимых пределов испытаний с целью минимизации риска повреждения вибростенда.*

Примечание: *допустимо указывать в параметре «Масса изделия» общую сумму массы изделия и установленной оснастки, в этом случае параметр «Масса оснастки» следует оставить пустым (с нулевым значением).*

Примечание: *если для изделия нет требований к ограничению на воздействия по диапазону частот и уровню вибрации, поля «Частота» и «Допустимое виброускорение» можно не заполнять, в этом случае по соответствующим параметрам будут применяться ограничения, действующие для вибростенда.*

Поле «Визуализация модели», расположенное в окне «Параметры изделия» дает возможность указать программному обеспечению ссылку на подготовленный в формате «*.xml» файл конфигурации. Информация в файле указывает системе схему расположения датчиков на исследуемом изделии что позволяет по результату проведенного предтеста выполнить 3d визуализацию его форм колебаний.

Примечание: *подробная информацией о принципе контроля за формами колебаний приводится в разделе 8.3.2.*

Область ... в поле «Визуализация модели» позволяет выполнить выбор директории, в которой расположен подготовленный файл конфигурации, а область  позволяет вызвать окно «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*).

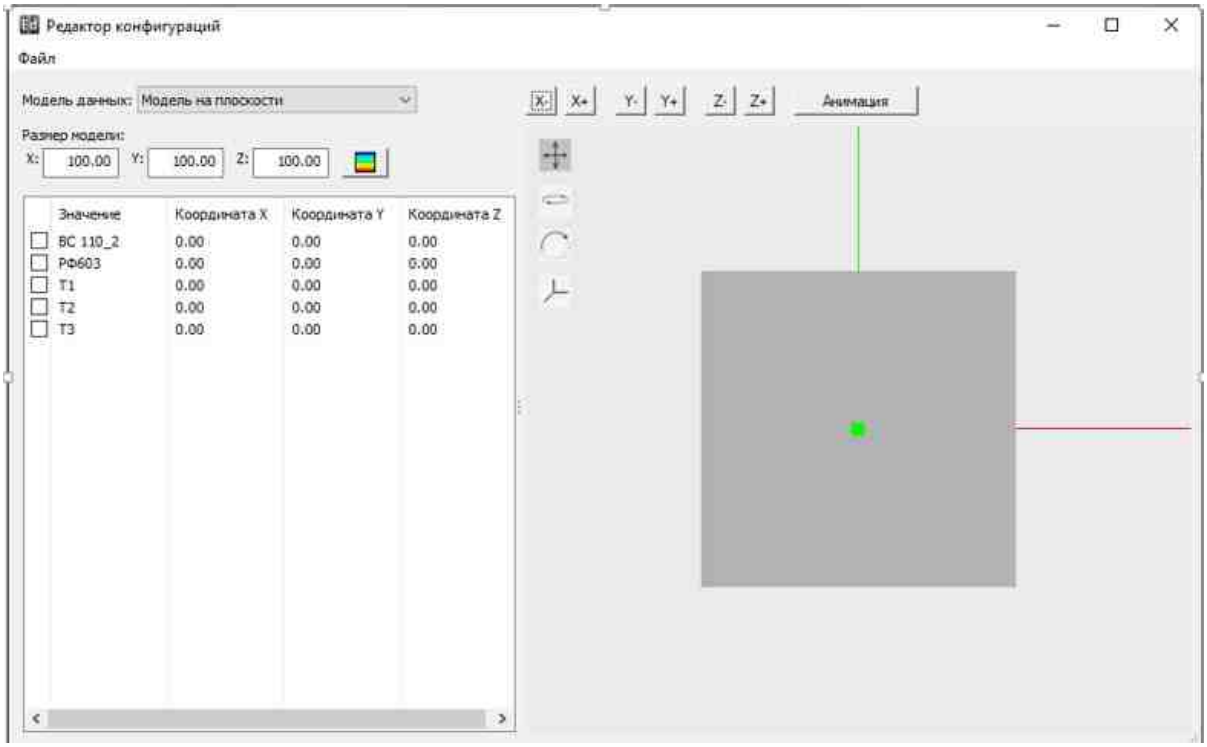


Рис. 6.2 Окно «Редактор конфигураций»

Для параметра «Модель данных» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*) может быть задано одно из двух значений: «Модель на плоскости», которая подразумевает расположение датчиков в одной плоскости с заданием значений координат «X» и «Y» (координаты Z равны нулю) для каждого датчика и «Модель на стержне», которая подразумевает расположение датчиков в узлах решетки с заданием для каждого из датчиков значений координат «X», «Y» и «Z».

Параметром «Размер модели» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*) определяется требуемый размер области для расстановки датчиков.

Примечание: *при задании размера области следует учитывать то, что нулевые координаты всегда располагаются в ее центре.*

Если необходимо отредактировать ранее созданный файл конфигурации активируйте меню «Файл» в окне «Редактор конфигурации» (*Рис. 6.3*) и затем «Загрузить конфигурацию», после чего в окне «Открытие» (*Рис. 6.4*) укажите файл конфигурации, который подлежит редактированию после чего активируйте кнопку «Открыть».

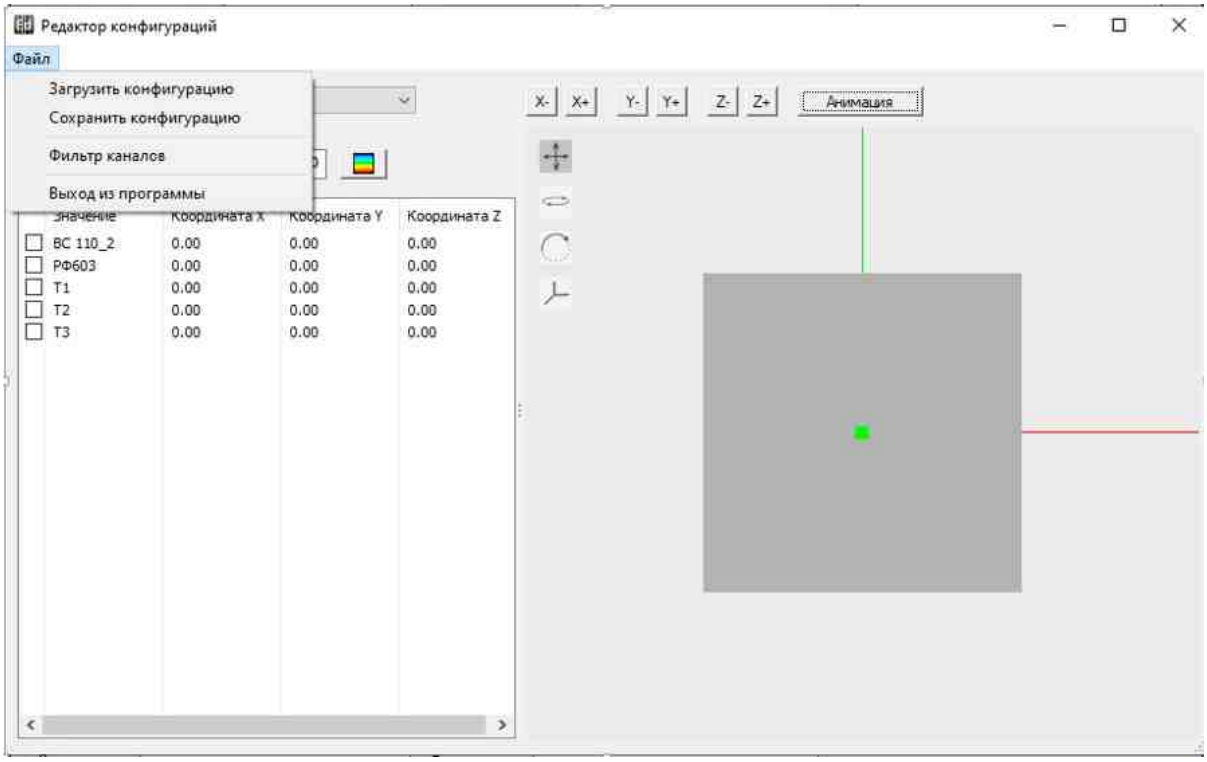


Рис. 6.3 Окно «Редактор конфигураций» меню «Файл»

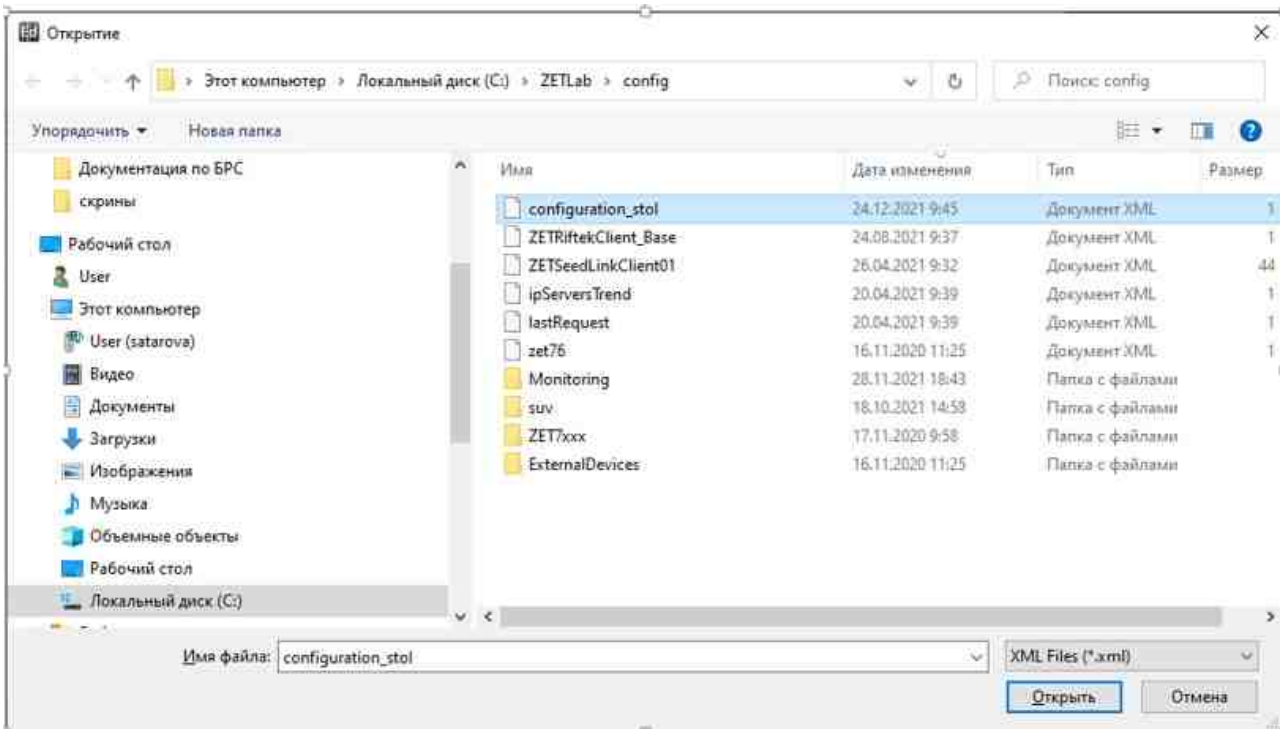


Рис. 6.4 Окно «Открытие»

Для сохранения файла конфигурации в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.3*) следует активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (*Рис. 6.5*) указать путь и имя, которое следует присвоить сохраняемому файлу.

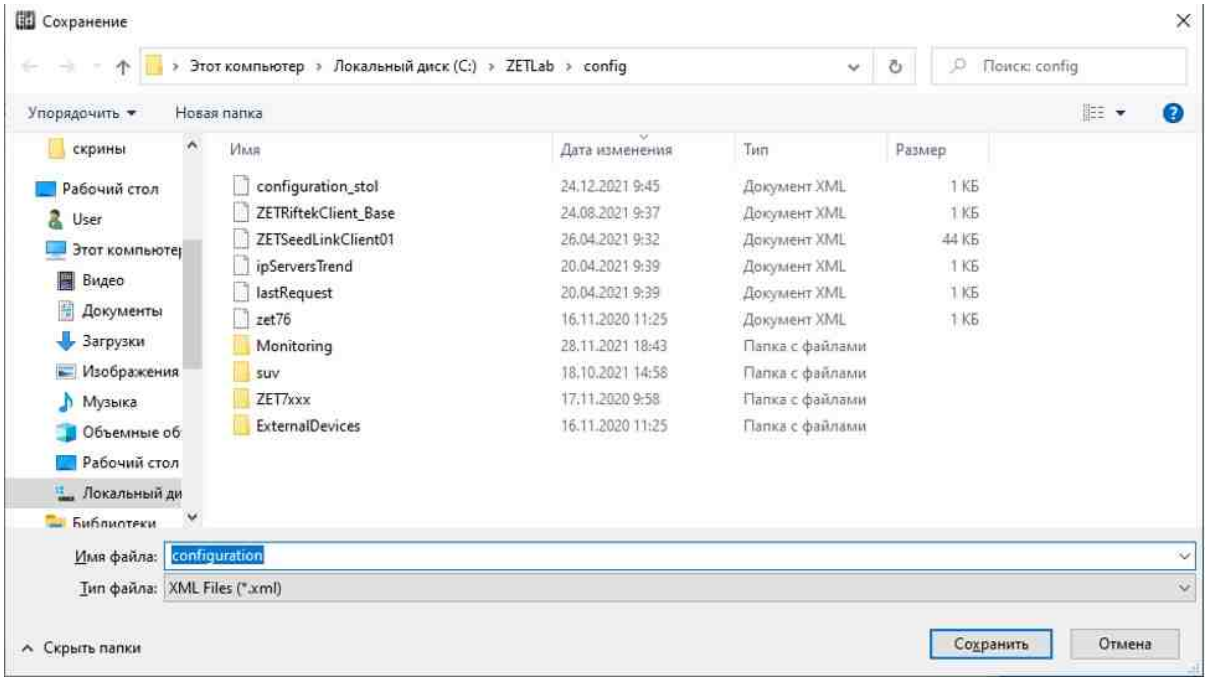


Рис. 6.5 Окно «Сохранение»

Для редактирования списка измерительных каналов которые будут задействованы при контроле за формой колебаний необходимо в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.6*) активировать «Фильтр каналов» и в открывшемся окне (*Рис. 6.5*) в чекбоксах отметить каналы, задействованные в контроле.

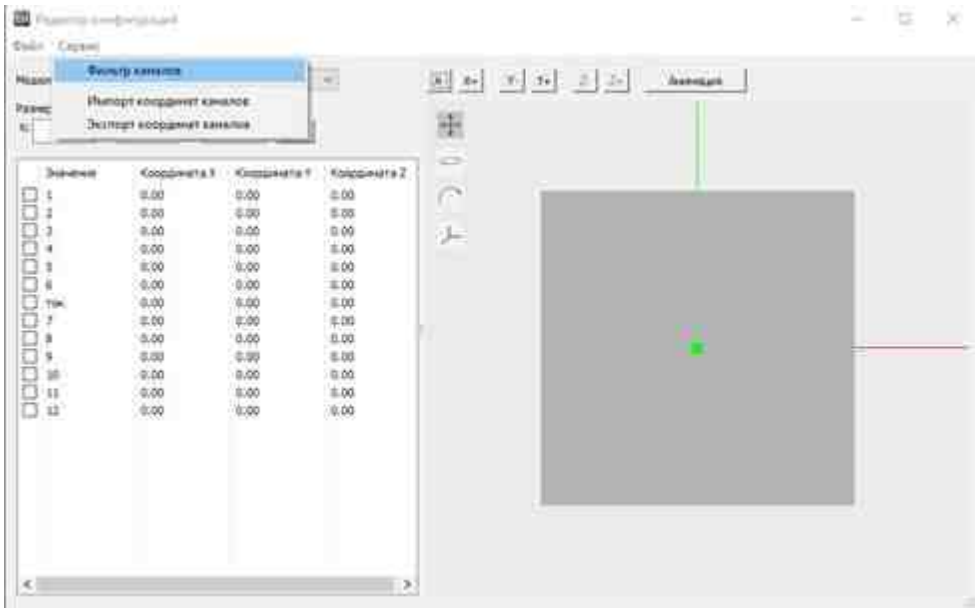


Рис. 6.6 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»

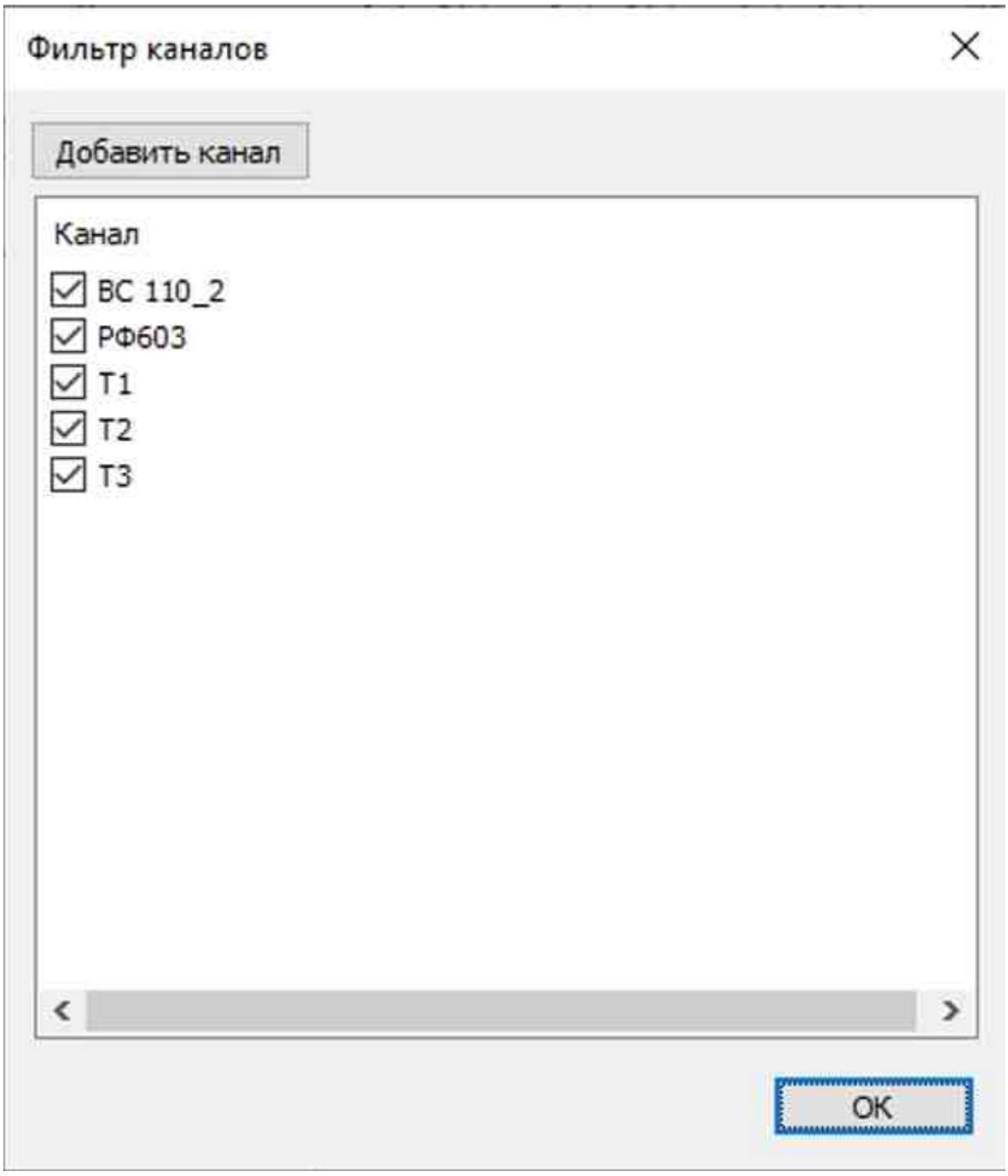


Рис. 6.7 Окно «Фильтр каналов»

Информация из окна «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*) указывается в отчете о проведении испытаний. В окне «Параметры изделий» по умолчанию предусмотрены поля параметров с информацией о Заказчике и Исполнителе испытаний. Если для сохранения в отчет требуются параметры, отсутствующие в форме по умолчанию то их следует добавить вручную, используя область «Дополнительные параметры». В этом случае в окне «Параметры изделия» (*Рис. 6.8*) необходимо активировать кнопку «Редактировать» после

чего каждая активация кнопки «Добавить» будет добавлять по одному полю, в каждом из которых следует затем указать требуемую для сохранения в файле отчёта информацию.

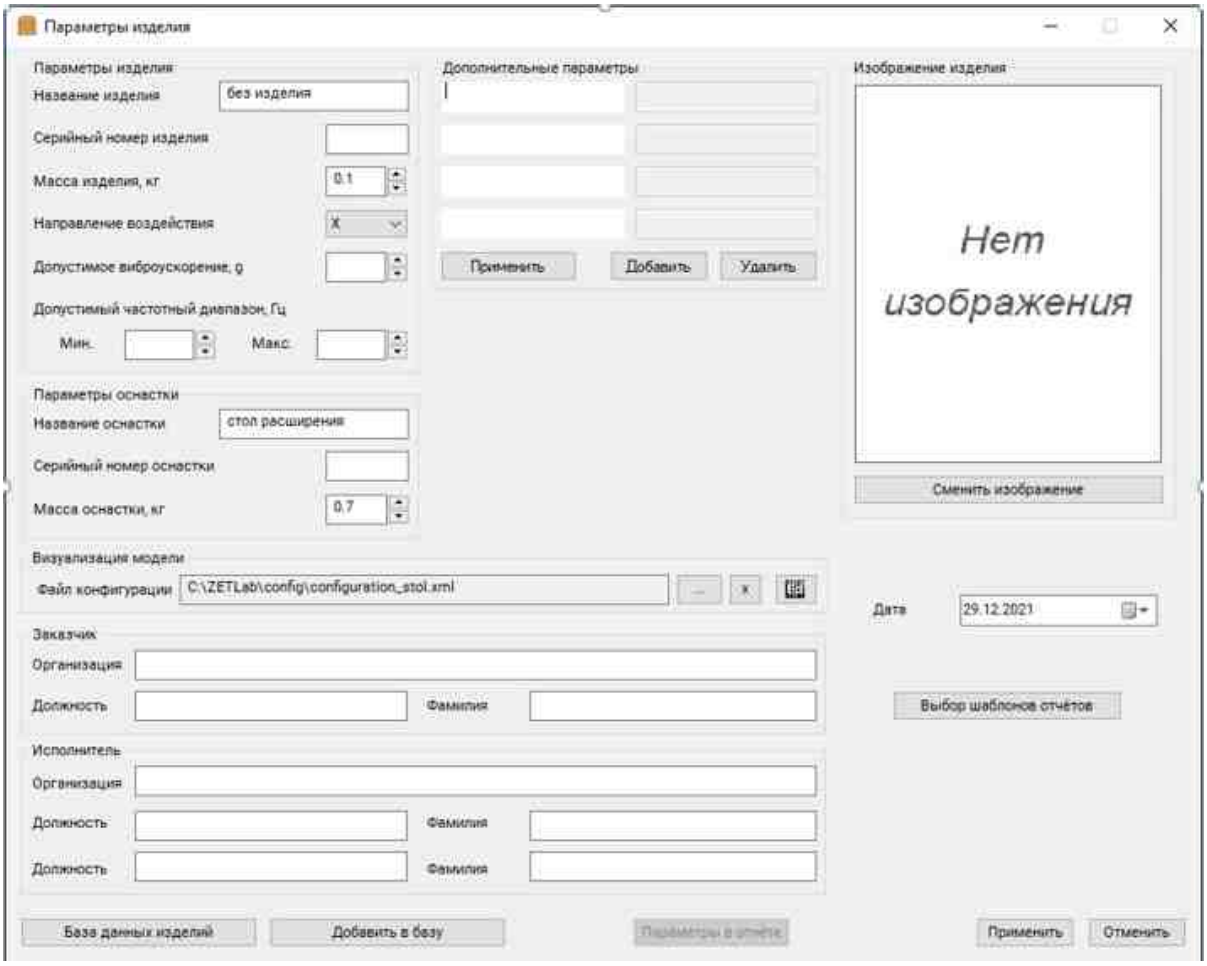


Рис. 6.8 Окно «Параметры изделия» с дополнительными параметрами

Для визуализации наименований меток параметров необходимо активировать кнопку «Параметры в отчете». Метки параметров (*Рис. 6.9*) обеспечивают привязку значений параметров к местам в отчете, на которые они будут выводиться.

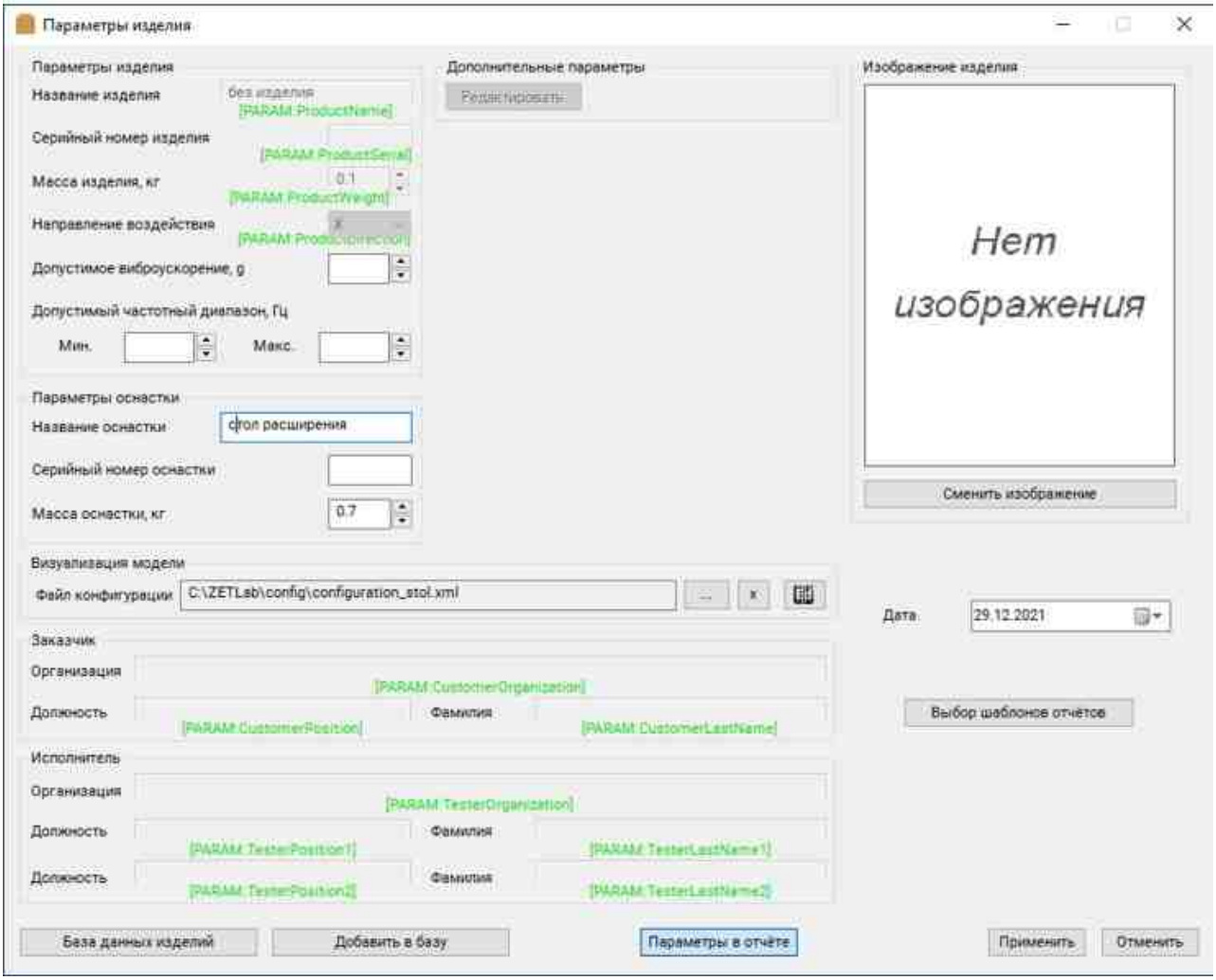


Рис. 6.9 Окно «Параметры изделия» с наименованиями меток параметров

Кнопка «Выбор шаблона отчета» предназначена для активации окна программы (*Рис. 6.10*) в котором указываются директории расположения и имена файлов шаблонов отчетов для различных видов испытаний.

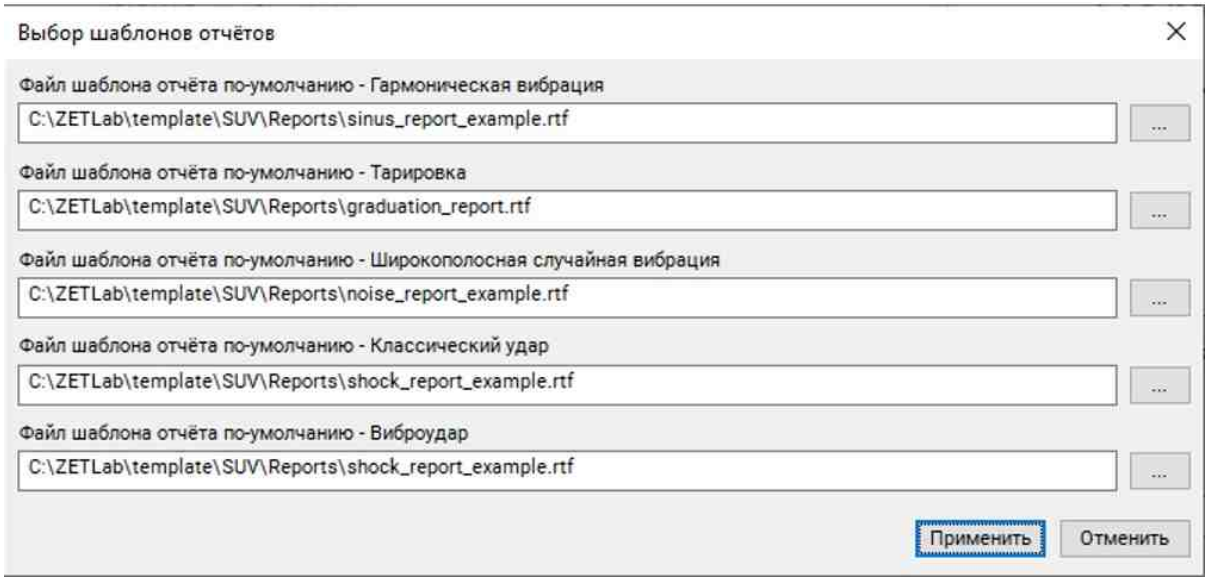


Рис. 6.10 Окно «Выбор шаблонов отчетов»

Примечание: *за более подробной информацией о правилах формирования отчетов обратитесь к разделу 13.*

Для добавления изделия базу данных в окне «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*) активируйте кнопку *«Добавить в базу»* при этом параметры изделия будут сохранены в базе данных.

При последующих испытаниях изделий, уже добавленных в базу данных, произведите выбор необходимого типа изделия из окна базы данных (*Рис. 6.10*), для перехода к которому в окне «Параметры изделий» (*Рис. 6.11*) активируйте кнопку *«База данных изделий»*.

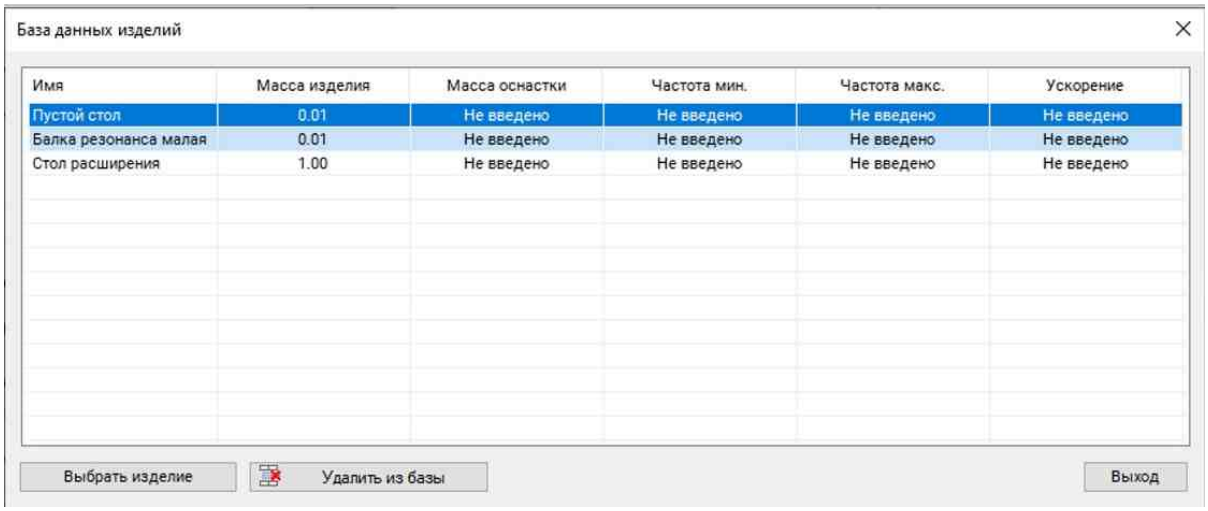


Рис. 6.11 Окно «База данных изделий»

После чего активировать кнопку *«Сменить изображение»* чтобы добавить фото изделия в окно «Параметры изделия». Наличие фотографии в окне «Параметры изделия» обеспечивает дополнительный уровень идентификации изделия в базе данных.

Примечание: *для добавления в окно параметры изделия фотография должна быть подготовлена в любом графическом формате с соотношением сторон 2/3 (ширина/высота) и размещена в доступной директории*

Примеры к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Пример задания параметров изделия при использовании «Модель на стержне»

Пример использования 3D-визуализации в Предтесте

Пример подготовки файла конфигурации стержневой модели для последующей визуализации форм колебаний исследуемого изделия (модели)

В примере задействован комплект оборудования СУВ, состоящий из трех контроллеров ZET028 и 18 акселерометров ВС111, установленных на исследуемой рамке, одиннадцать из которых располагаются на нижнем горизонтально расположенном ребре рамки, а семь – на верхнем.

Для выполнения конфигурирования должны быть активны (включены) измерительные каналы, с которых регистрируются сигналы от акселерометров. Для этого измерительные каналы контроллеров (к которым подключены акселерометры) должны быть сконфигурированы с помощью программы «Диспетчер устройств» согласно правилам, приведенным в разделе 7. В примере измерительным каналам назначены наименования в виде номеров от «1» до «18»

Выполнение конфигурирования следует начинать с открытия окна программы «Параметры изделия», для перехода к которому на панели СУВ следует активировать кнопку *«Параметры изделия»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (Рис. 6.1).

Далее следует активировать область  и в окне «Редактор конфигураций» в поле «Модель данных» выбрать «Модель на стержне» (*Рис. 6.12*).

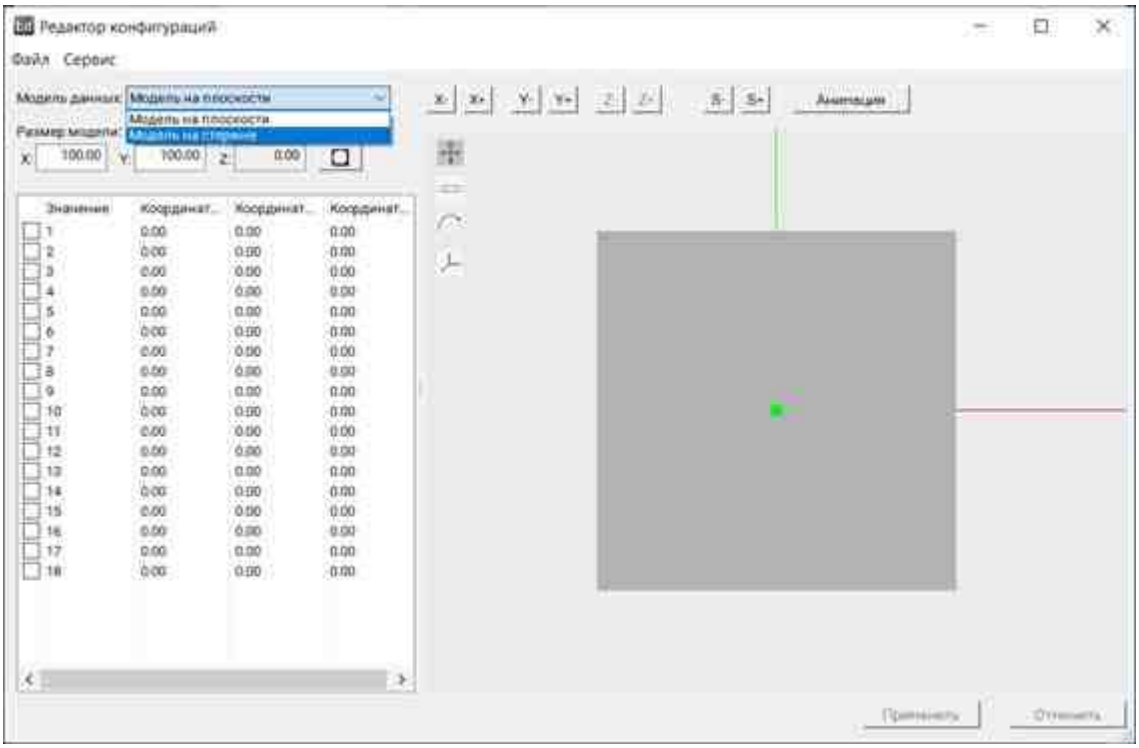


Рис. 6.12 Выбор вида модели в окне «Редактор конфигураций»,

В графы таблицы внести значения координат X, Y и Z соответствующие местам расположения акселерометров (*Рис. 6.13*).

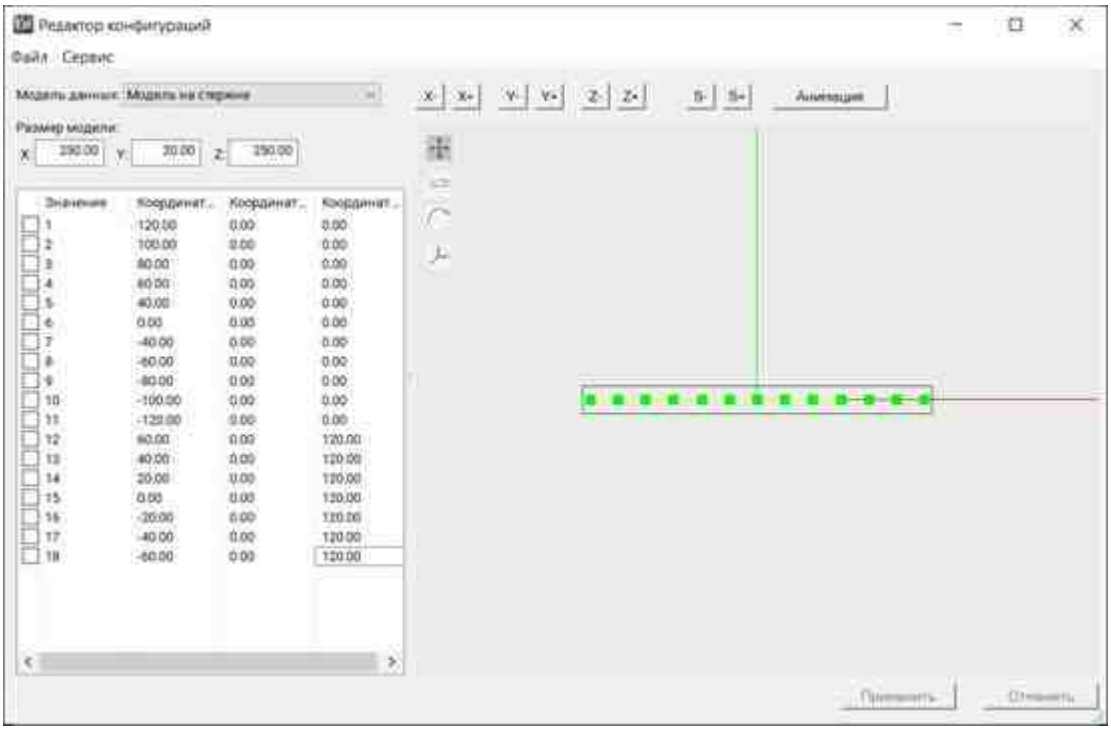


Рис. 6.13 Задание координат датчиков в окне «Редактор конфигураций»

Активировать символы и  для поворота модели соответственно в горизонтальной либо вертикальной плоскости и используя манипулятор «мышь» развернуть модель в положение удобное для визуализации (*Рис. 6.14*).

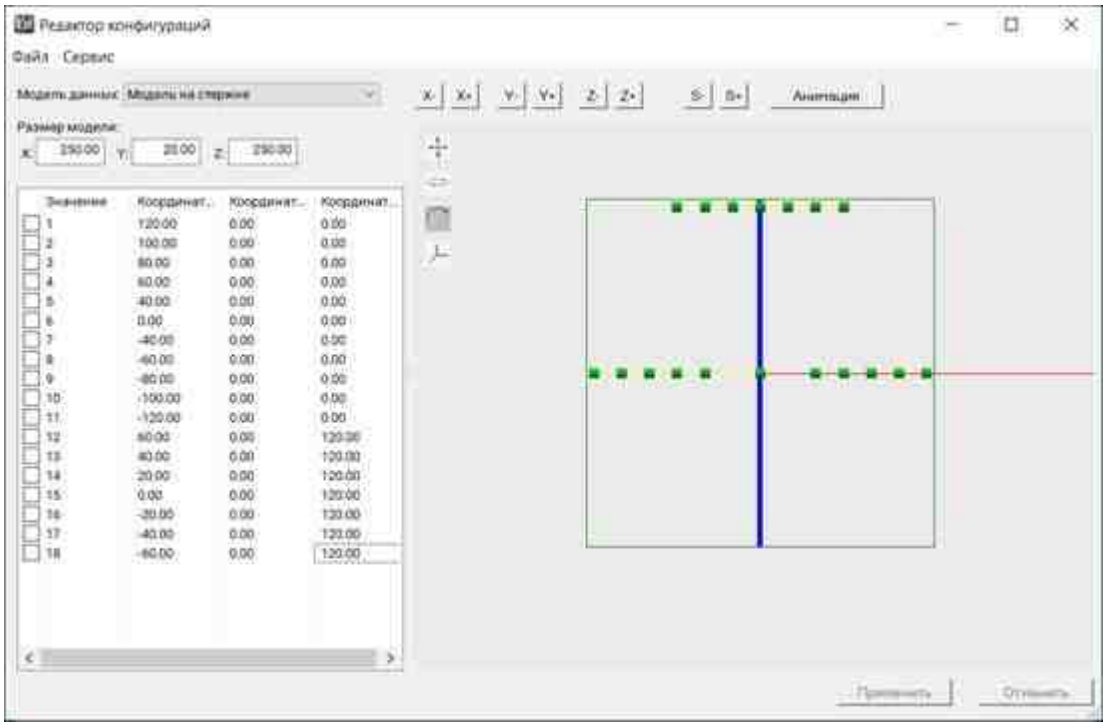


Рис. 6.14 Поворот модели в окно «Редактор конфигураций»

В меню «Файл» выбрать «Сохранить конфигурацию» (*Рис. 6.15*).

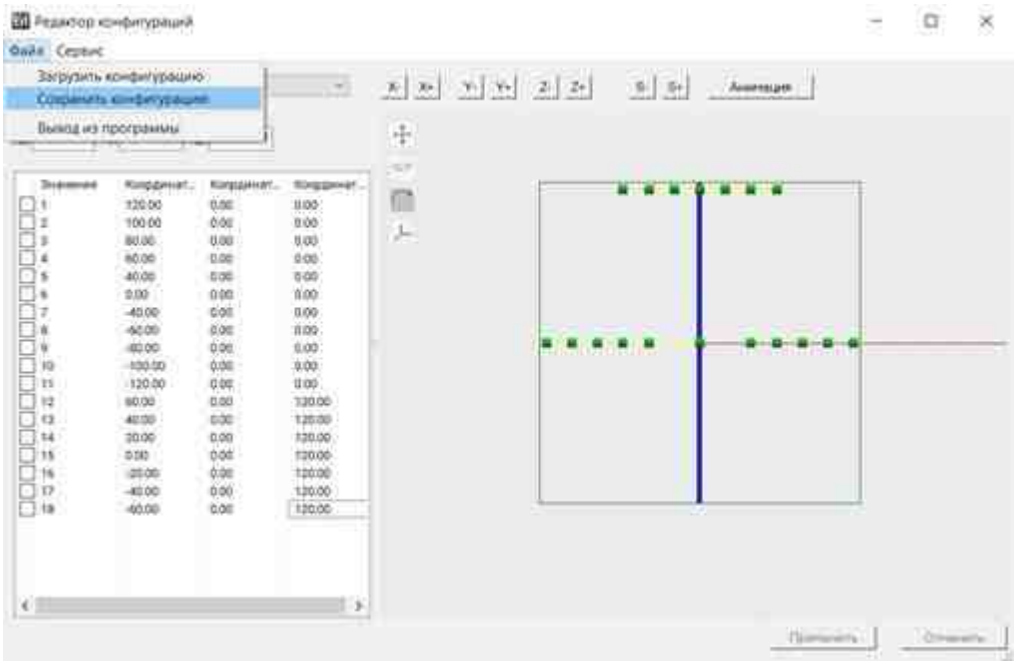


Рис. 6.15 Меню «Файл» в окне «Редактор конфигураций»

В окне «Сохранение» перейти в директорию, в которой будет сохранен файл конфигурации и присвоить название сохраняемому файлу конфигурации (*Рис. 6.16*) после чего активировать «Сохранить».

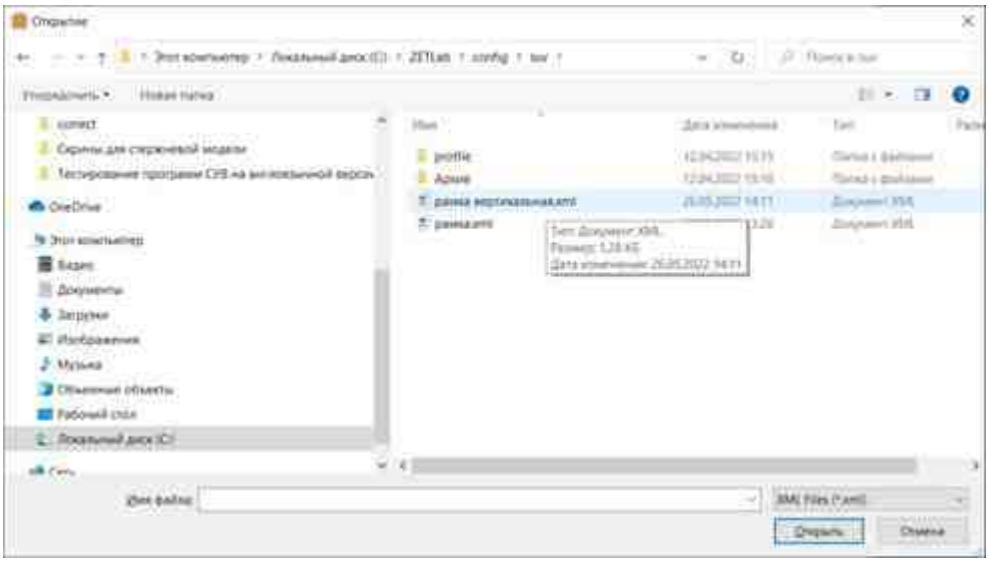


Рис. 6.16 Окно «Открытие»

Путь и наименование файла конфигурации в поле «Файл конфигурации» области «Визуализация изделия» окна «Параметры изделия» (*Рис. 6.17*) указывает на файл конфигурации который будет задействован программным обеспечением при визуализации форм колебаний.

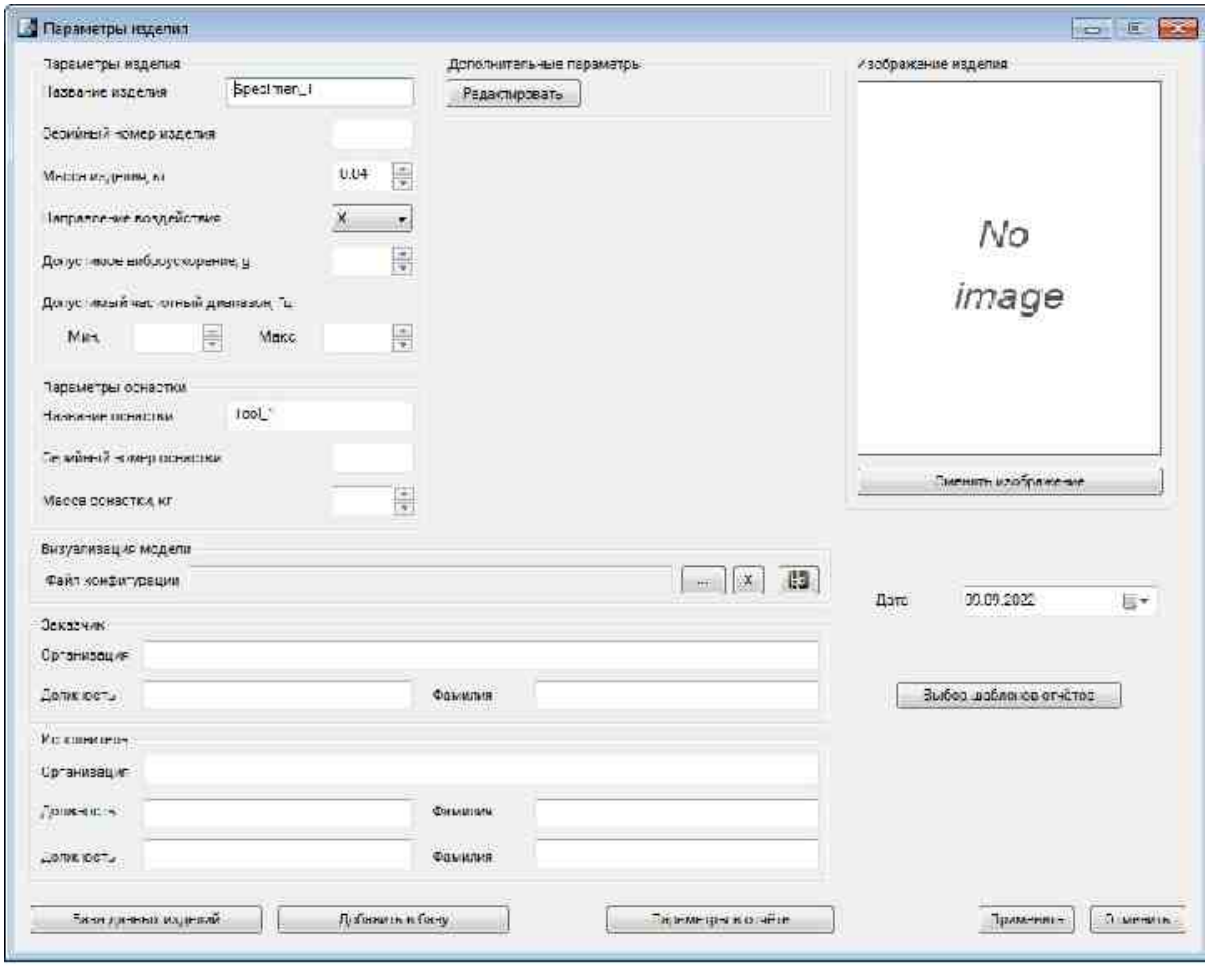
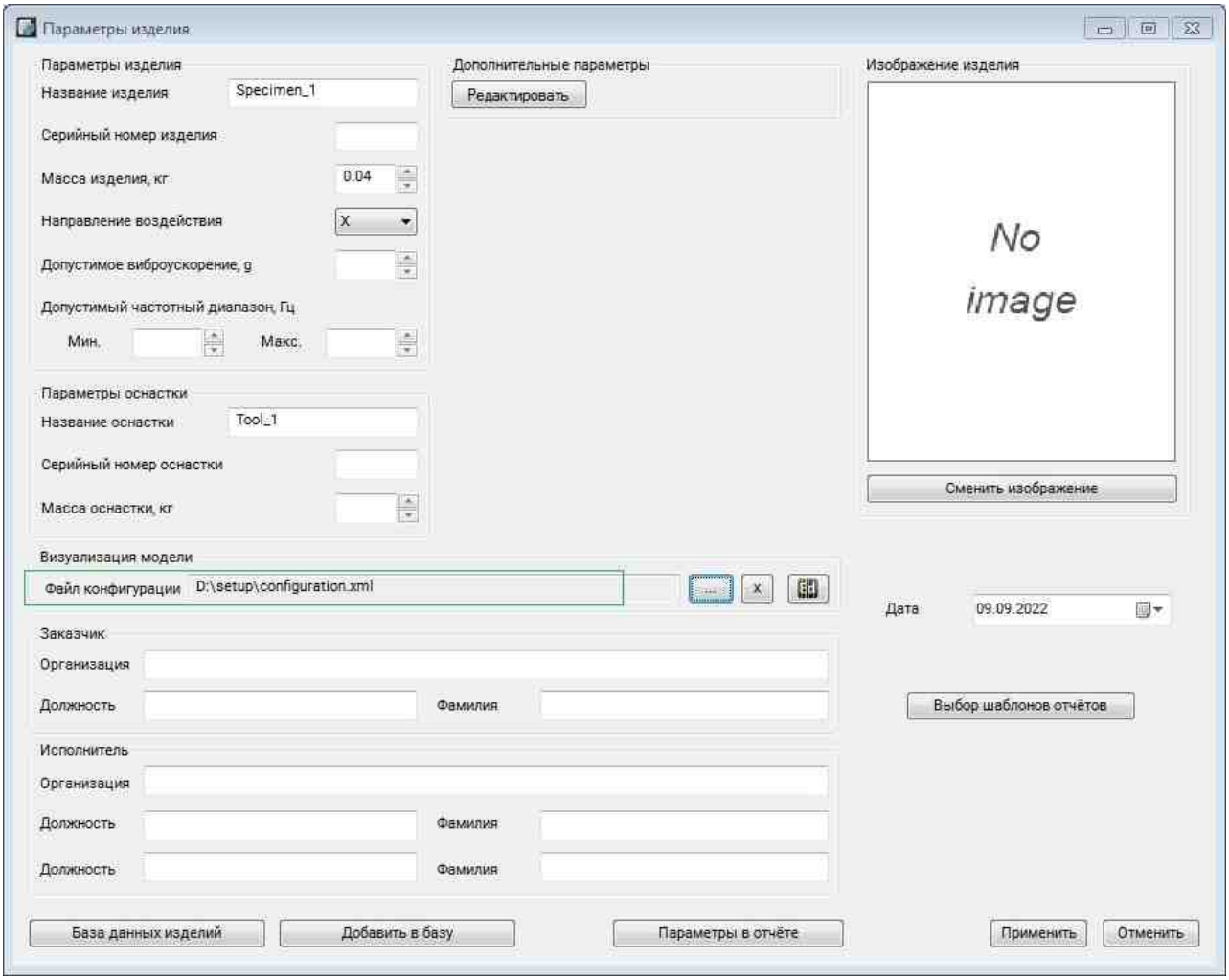


Рис. 6.17 Окно «Параметры изделия»

Примечание: *визуализация форм колебаний подробно рассмотрена в разделе* [8.4.2]

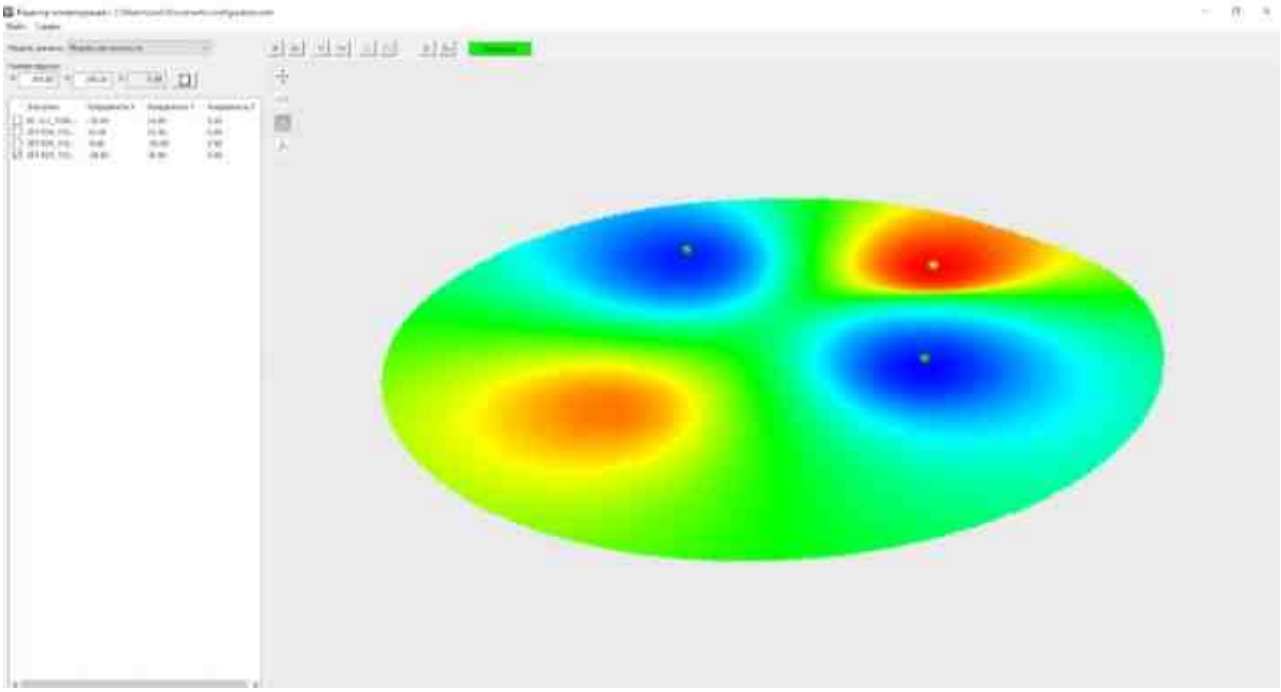
Пример использования 3D-визуализации в Предтесте

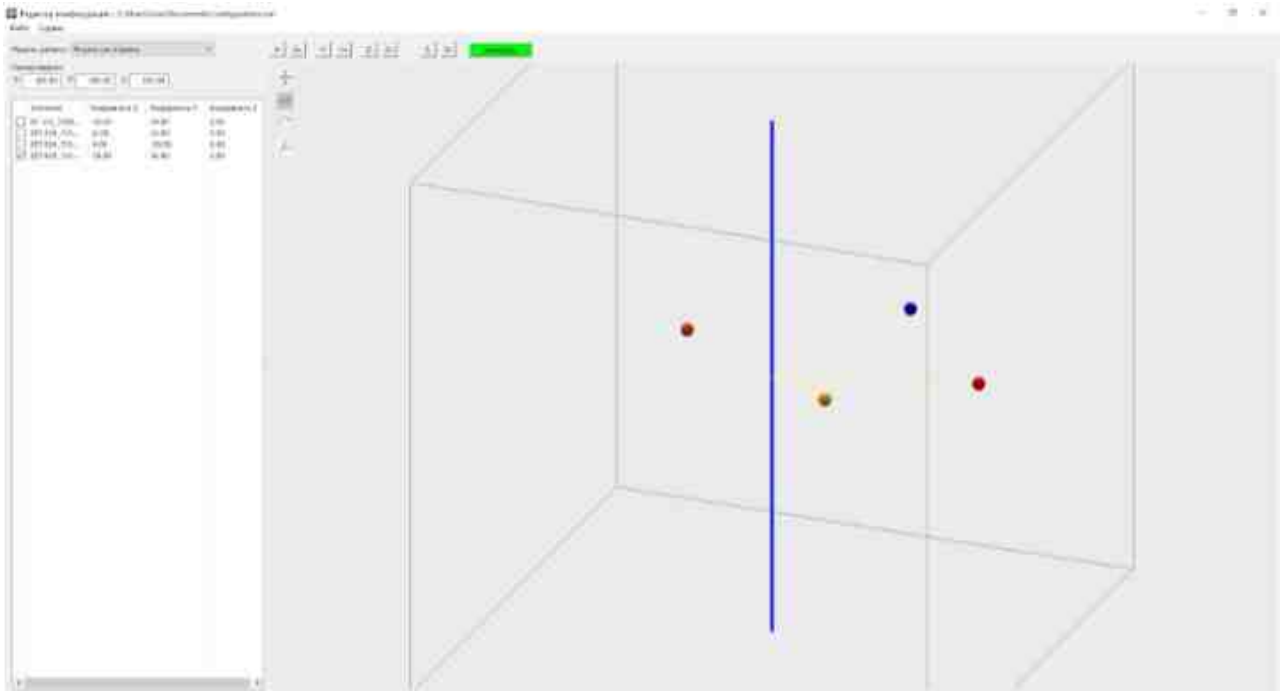
Доработана модель формы колебаний и её визуализация. Теперь конфигурация модели задаётся в редакторе конфигураций, вызываемом из окна параметров испытуемого изделия:



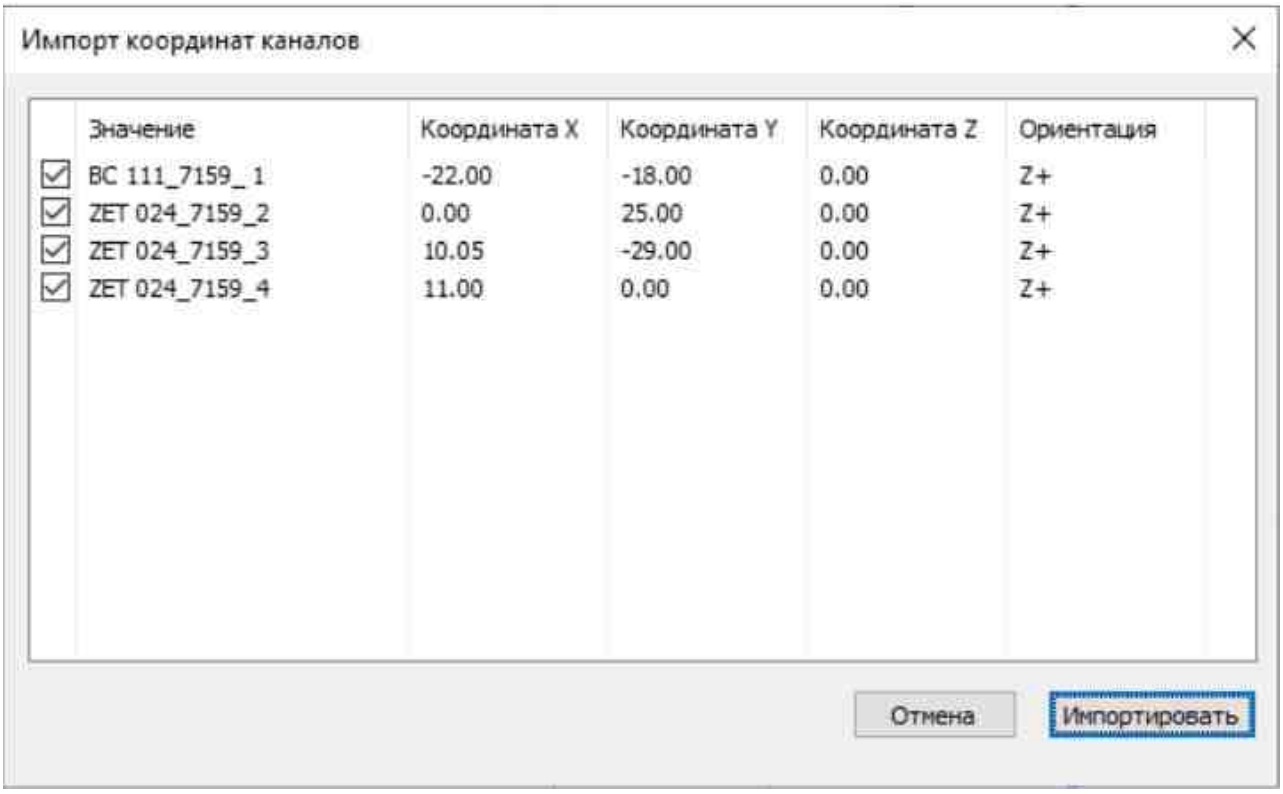
Редактор конфигураций позволяет выбрать тип модели колебаний - “модель на плоскости” или “модель на стержне”, определить размеры и форму (для плоскости), а также в удобном виде расставить датчики при помощи визуальной расстановки или ручным вводом координат.

Непосредственно в редакторе можно посмотреть колебания модели на случайных значениях фаз/амплитуд датчиков, включив режим анимации.

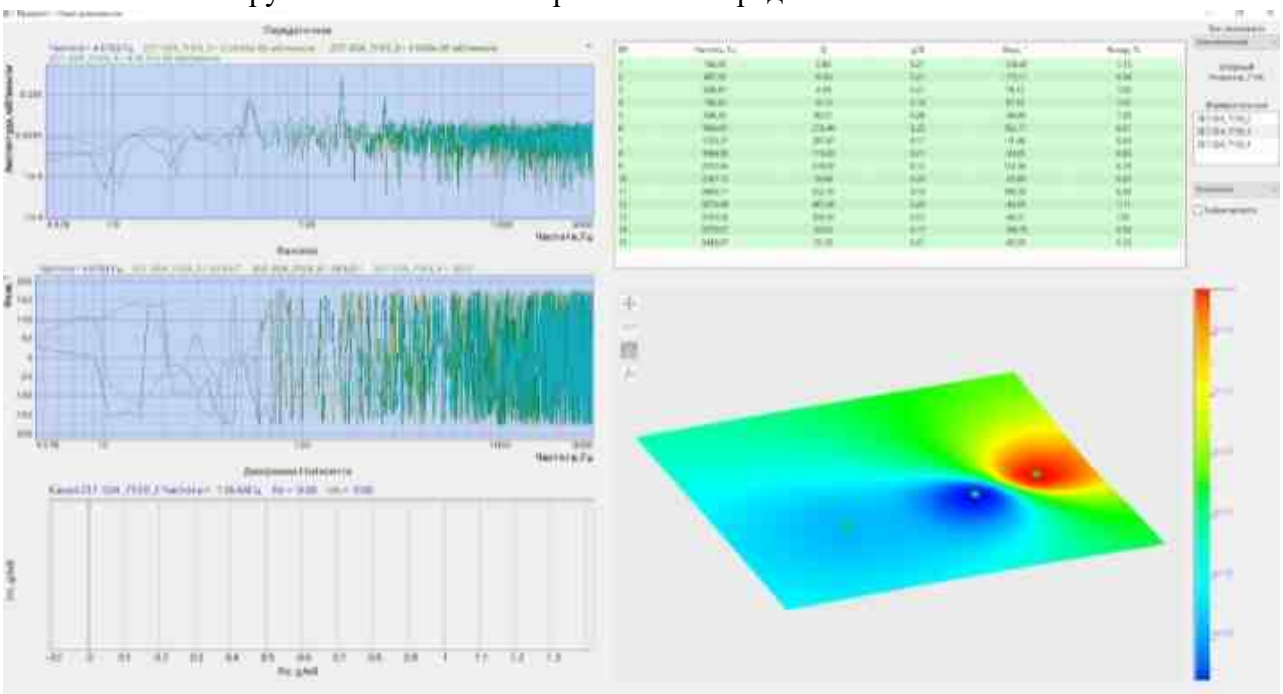




Через меню “Сервис” редактора можно управлять импортом/экспортом координат устройства.



Указанная в окне параметров испытуемого изделия конфигурация будет автоматически загружена в окно поиска резонансов Предтеста.



Генераторы

В данном разделе рассмотрены программы генерирования сигналов на выходах модулей АЦП/ЦАП, анализаторов спектра и тензостанций: **Генератор сигналов** и **Синхронный генератор**.

Примечание: программы **Генератор с ОС**, входящие в состав системы управления вибростендами описаны в руководстве оператора на систему управления вибростендами.

Генератор сигналов .....

Программа **Генератор сигналов** предназначена для формирования сигналов различной формы, амплитуды и частоты на выходных каналах устройств ZET. Функционально программа **Генератор сигналов** заменяет стационарные генераторы, используемые в лабораторных условиях.

Программа **Генератор сигналов** порождает виртуальный канал, который в списках выбора каналов в программах из состава **ZETLAB** появится с названием *Генератор N*. Данными этого виртуального канала будут данные с выхода цифро-аналогового преобразователя (выход генератора) и будут доступны для последующего анализа другим программам из состава **ZETLAB**.

В программе **Генератор сигналов** реализована возможность получения на выходе генератора сложных сигналов путем смешивания различных типов генерируемых сигналов.

Внимание! Программа Генератор сигналов поставляется только с устройствами, в состав которых входит цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

Типы генерируемого сигнала:

- синусоидальный сигнал;
- радиоимпульсный сигнал;
- белый, розовый, полосовой, детерминированный, предбеленный шум;
- амплитудно-модулированный сигнал с линейной разверткой по амплитуде (ЛинАМ);
- частотно-модулированный сигнал с линейной разверткой по частоте (ЛинЧМ);
- амплитудно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по амплитуде (ЛогАМ);
- частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ);
- импульсный сигнал;
- генерация сигнала из файла;
- амплитудно-модулированный сигнал;
- частотно-модулированный сигнал;
- пилообразный сигнал;
- воспроизведение сигналов, поступающих на входные каналы,
- коды Баркера.
- Коррекция.

Одна программа **Генератор сигналов** позволяет управлять одним генератором (выходом ЦАП устройства ZET). Для генерирования сигнала на нескольких генераторах необходимо запустить несколько экземпляров программы **Генератор сигналов** и в каждой программе выбрать генератор на выходе которого будет формироваться сигнал.

В программе “Генератор сигналов” добавлена возможность задать куртозис для белого и полосового шума.

Для генерирования синхронных сигналов используется программа **Синхронный генератор**.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Генератор сигналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями.
-

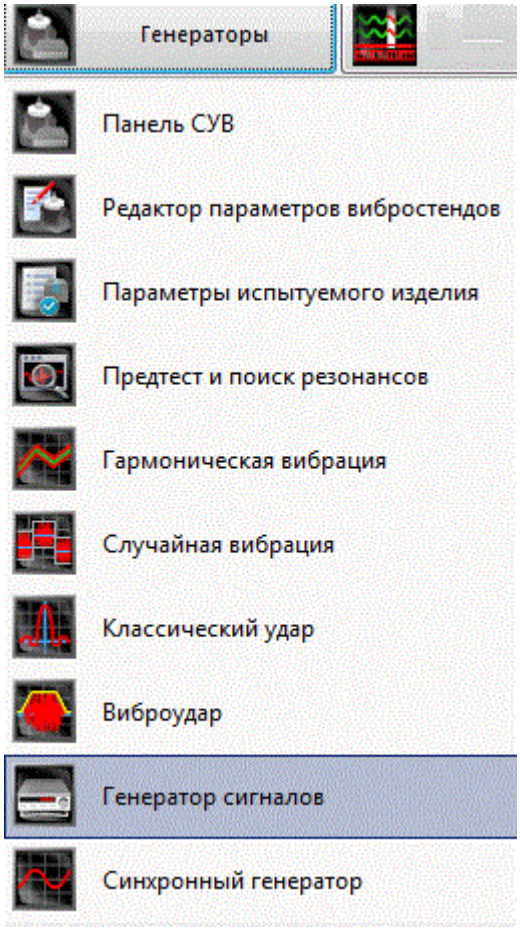
Генератор сигналов входит в группу программ **Генераторы**

Примечание 1. При разности частоты дискретизации АЦП и ЦАП устройства, используемого для генерации сигнала, более чем в 10 раз проявляется эффект пропадания одной точки из виртуального сигнала в **ZETLAB**. При этом генерируемый сигнал полностью соответствует заданным параметрам. Поэтому при таких настройках виртуальный сигнал не может использоваться для расчётов, например, с помощью арифмометра, или в качество опорного сигнала в программе Тензометр. Если использование виртуального канала необходимо, следует снизить частоту дискретизации ЦАП или увеличить частоту дискретизации АЦП.

Примечание 2. При подключении устройств к ПК по Ethernet частота дискретизации ЦАП не должна превышать 100 кГц. Если устройство имеет несколько выходов ЦАП, то частота дискретизации ЦАП не должна превышать 100/N кГц, где N - количество задействованных генераторов.

Интерфейс программы .....

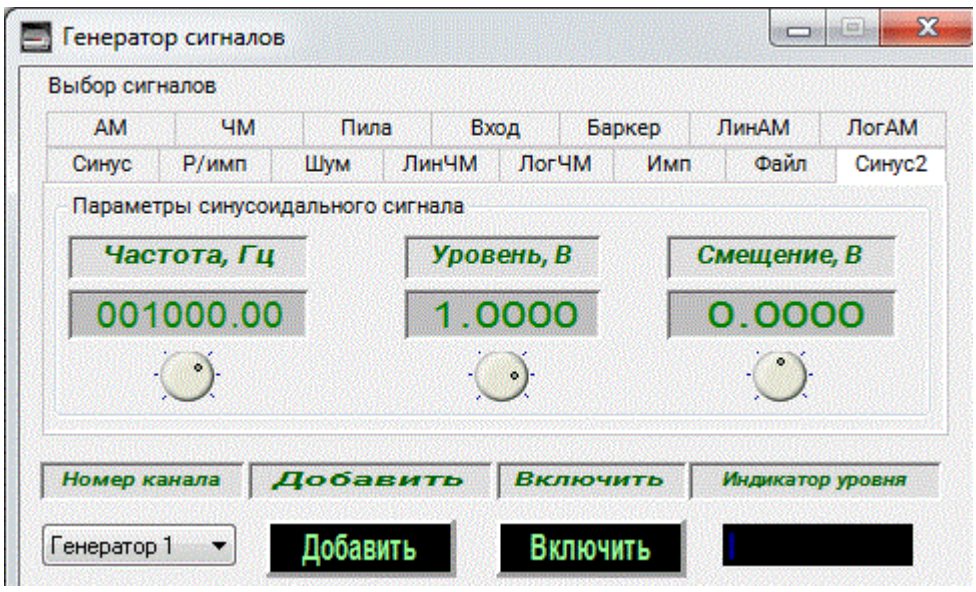
Программа **Генератор сигналов** запускается из меню **Генераторы** панели **ZETLAB**.



Запуск генератора

Примечание: программу ***Генератор сигналов*** *можно запустить непосредственно из рабочей директории* ***ZETLAB*** *(по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: DAC_OCX.exe.*

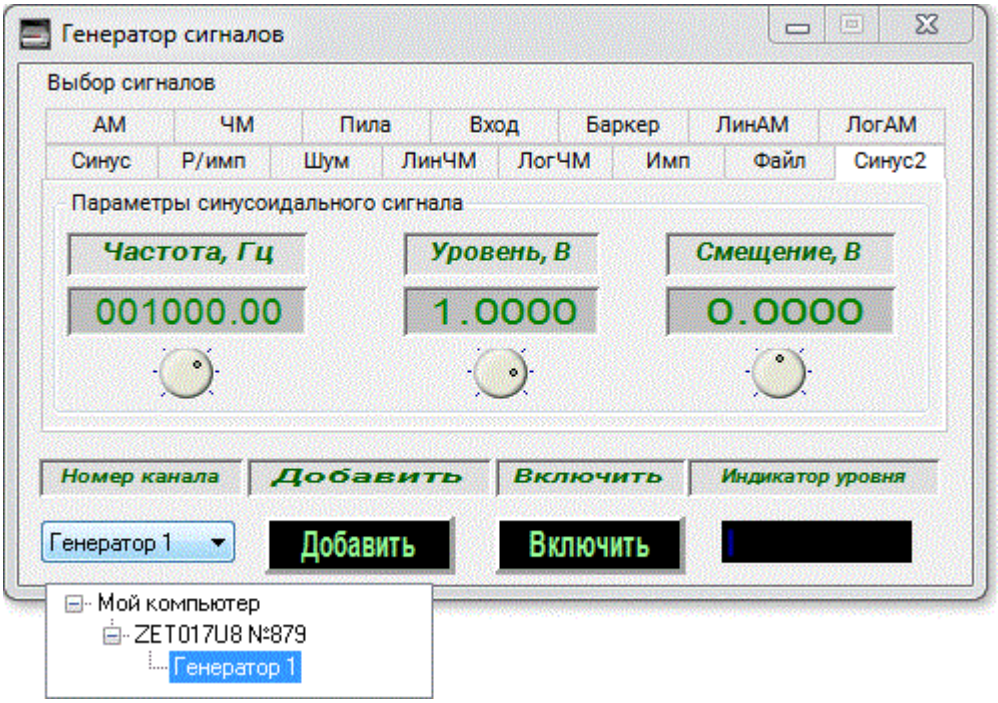
В заголовке программы отображается ее название - **Генератор сигналов**.



Генератор сигналов

Основную часть программы занимают вкладки настройки генерируемых сигналов (описываются ниже).

Канал генератора выбирается из списка в левой нижней части программы:



Выбор канала генератор

Кнопка *Добавить* предназначена для предварительного включения выбранного для генерирования сигнала. Сигнал при этом не будет подаваться на выход генератора (сигнал на выходе генератора будет подаваться только после нажатия кнопки *Включить*). Индивидуальная кнопка *Добавить* для каждого типа сигнала (вкладки) своя. Одновременно в одной программе может быть включено несколько типов сигналов, то есть будет генерироваться сигнал сложной (смешанной) формы. После нажатия кнопки она подсветится, изменится название кнопки на *Убрать*, а в названии вкладки, выбранного для генерирования сигнала, появится знак «+» (плюс), говорящий о том, что этот сигнал будет подаваться на выход генератора. Выключение какого-либо из выбранных для генерирования сигналов осуществляется нажатием на подсвеченную кнопку *Убрать*, после чего этот тип сигнала перестанет подаваться на выход генератора, кнопка перестанет подсвечиваться, надпись изменится на *Добавить*, а в названии вкладки появится знак «-» (минус).

Кнопка *Включить* предназначена для включения генерирования сигналов. Глобальная кнопка *Включить* запускает генератор сигналов с такими параметрами сигала (сигнала сложной формы) какие были установлены во вкладках типов сигналов и в которых были нажаты кнопки *Добавить* сигнал.

В правом нижнем углу окна программы отображается индикатор интегрального уровня сигнала.

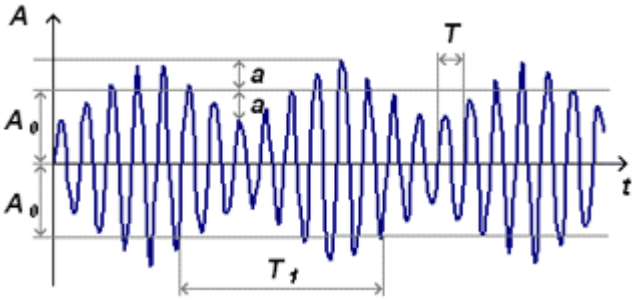
Вкладка "AM" .....

Амплитудно-модулированный сигнал представляет собой сигнал, у которого изменение амплитуды колебаний происходит с частотой намного меньшей, чем частота самих колебаний.

Уровень амплитудно-модулированного сигнала вычисляется по формуле:

$A=(A_0+a\sin\omega_1 t)\sin\omega t$

где $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f - частота сигнала, связана с его периодом T зависимостью $f=1/T$), $\omega_1 = 2\pi f_1$ – фаза сигнала (f_1 - частота сигнала, связана с его периодом T_1 зависимостью $f_1=1/T_1$), t – текущее время, a – амплитуда модуляции.



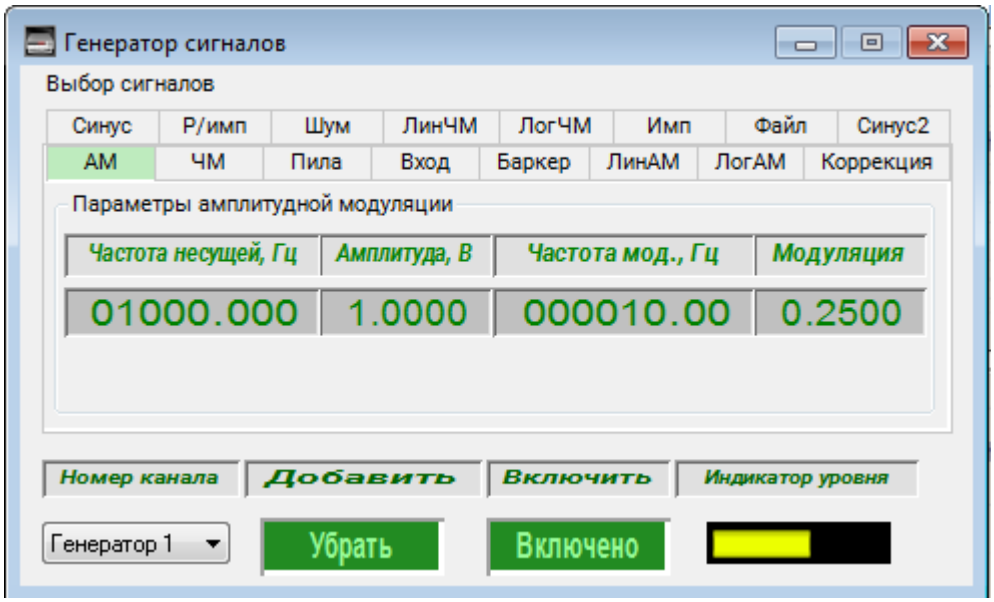
Форма сигнала

Для генерирования амплитудно-модулированного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку *-AM*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров амплитудно-модулированного сигнала:

- *Частота несущей, Гц* – несущая частота, с которой будет генерироваться сигнал. Связана с его периодом T (Рис. выше) зависимостью $f=1/T$. Частота заполнения задается в герцах (Гц).
- *Амплитуда, В* – пиковое значение сигнала, с которой будет генерироваться сигнал. Амплитуда задается в вольтах (В). На рисунке выше амплитуда обозначена A_0.
- *Частота модуляции, Гц* – частота модуляции, с которой будут генерироваться сигнал. Связана с его периодом T_1 (Рис. выше) зависимостью $f_1=1/T_1$. Частота модуляции задается в герцах (Гц).
- *Модуляция* – глубина модуляции, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в процентах от амплитуды сигнала. На рисунке выше величина модуляции обозначена a/A_0.

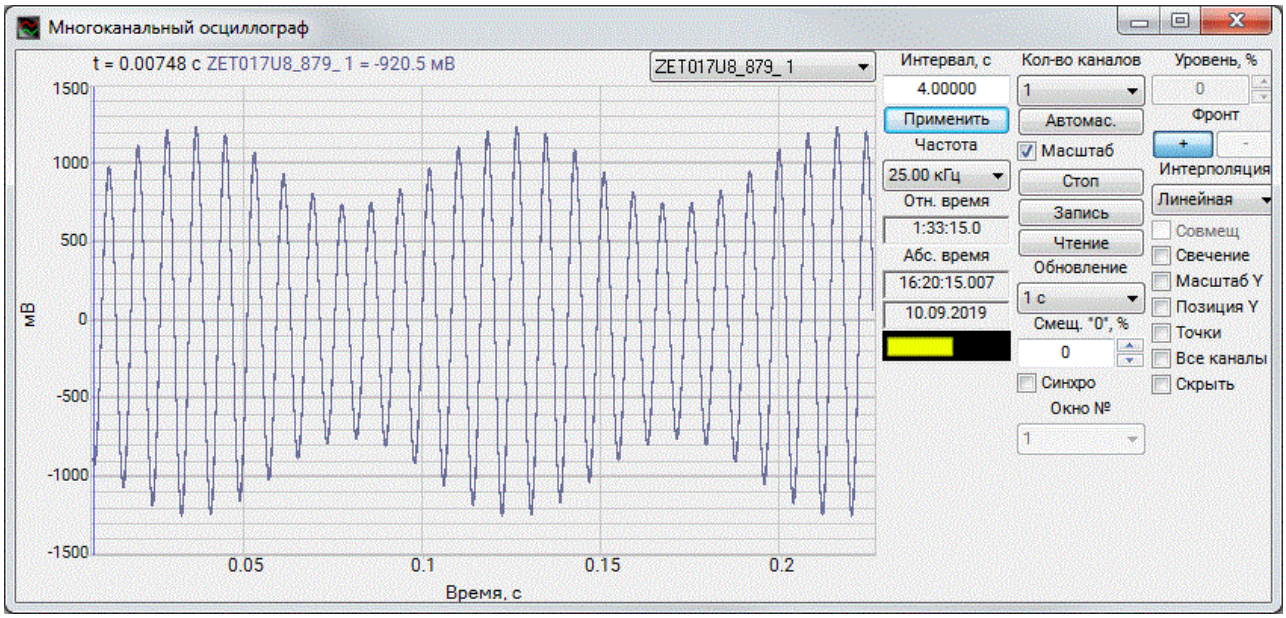
После установки необходимых параметров амплитудно-модулированного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке ниже.

.



Параметры сигнала

На рисунке ниже показана соответствующая форма сигнала, полученная с помощью программы Многоканальный осциллограф.



Осциллограмма генерируемого сигнала

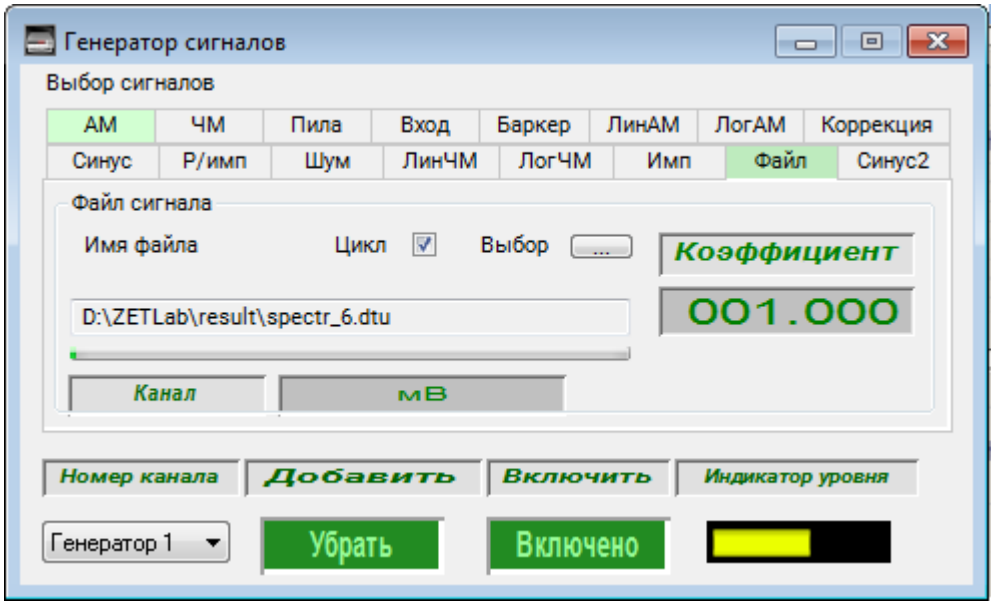
Вкладка "Воспроизведение из Файла" .....

Функция генерирования сигнала из файла позволяет воспроизводить на выходе генератора ранее записанные сигналы. Это позволяет, например, проводить испытания оборудования и программного обеспечения - при воспроизведении сигналов землетрясения в системах контроля сейсмических воздействий можно определить работоспособность функций обнаружения сейсмического события, определения параметров землетрясения, выдачи сухого контакта, и т.д.

Программа **Генератор сигналов** позволяет формировать на выходе ЦАП подключенных устройств сигналы из двоичных и текстовых файлов.

Для генерирования ранее записанных сигналов необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку -Файл, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров сигнала:

- *Имя файла* – название файла и путь к нему. Выбранный файл будет генерироваться на выходе ЦАП однократно или циклически с заданным коэффициентом. Выбрать файл можно нажатием кнопки Выбор. Файлы могут иметь расширения:
  - **.anp* и **.ana* – двоичные файлы, созданные программой **Запись сигналов**.
  - **.dtu* – текстовые файлы, записанные программой **Многоканальный осциллограф** (ранее имели формат **.dtn*).
  - **.dat* – текстовые файлы, созданные пользователем.
- *Коэффициент* – коэффициент усиления/ослабления сигнала передаваемого с выхода генератора. При значении коэффициента больше единицы происходит усиление сигнала, меньше единицы – ослабление. Например, уровень записанной временной реализации с входных каналов **анализатора ZET 017-U8**.может быть до 7,5 В, а на выходе генератора этого же модуля возможно получить уровень сигнала до 1,5 В, соответственно для генерирования из файла этой временной реализации необходимо ослабить уровень сигнала не менее чем в пять раз.
- Флаг *Цикл* – задает однократное либо многократное повторения цикла генерирования сигнала из файла. Флаг может устанавливаться/сниматься как до начала генерирования, так и вовремя.



Параметры генерации сигнала из файла

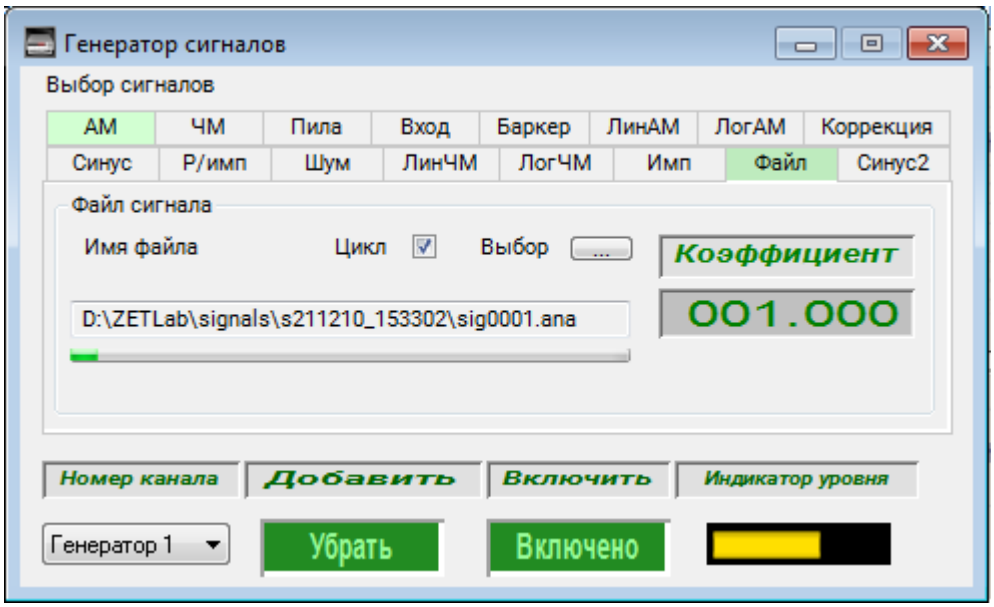
Начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы.

Двоичные файлы (расширение **.anp* и **.ana*) создаются средствами регистрации программного обеспечения **ZETLAB** при записи сигналов, поступающих с первичных

преобразователей, например, программой **Запись сигналов**. При генерировании сигнала из двоичного файла сигнал на выходе генератора устройства будет иметь такую же структуру и форму, как и при записи сигнала с первичного преобразователя.

*Примечание: с некоторыми устройствами ZET средства регистрации и чтения сигналов программного обеспечения **ZETLAB** поставляются опционно.*

Текстовые файлы с расширением **.dtu* создаются при записи осциллограмм программой **Многоканальный осциллограф**. При выборе такого файла во вкладке *-Файл* программы **Генератор сигналов** отобразится дополнительный элемент настройки – выбор канала воспроизведения (см. Рис. ниже). Если в программе **Многоканальный осциллограф** было включено несколько каналов для отображения (несколько осциллограмм), то при сохранении результатов все данные по всем осциллограммам одной программы **Многоканальный осциллограф** запишутся в один файл с расширением **.dtu*. В программе **Генератор сигналов**, после выбора файла с сохраненными несколькими осциллограммами, в поле выбора канала, расположенном справа от надписи *Канал*, можно будет выбрать любой из каналов, которые были сохранены в этот файл. Для этого нажать правой кнопкой «мыши» по полю выбора канала, и в раскрывшемся списке выбрать необходимый канал.



*Генерация сигнала из файла *.dtu*

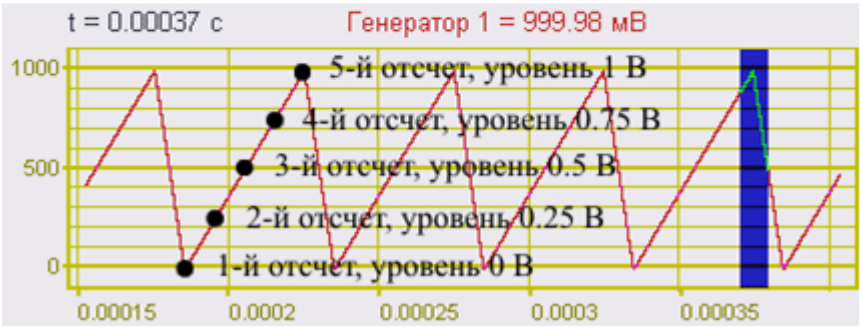
*Внимание! В режиме чтения текстовых файлов с расширением *.dtn программа **Генератор сигналов** правильно будет брать данные и генерировать сигнал только из файлов, записанных в программе **Многоканальный осциллограф**. При использовании файлов с таким же расширением записанных в других программах из состава **ZETLAB** программа **Генератор сигналов** правильно и достоверно не будет генерировать сигнал.*

Текстовые файлы с расширением **.dat* могут быть созданы в любом текстовом редакторе. В нем должны содержаться строки, в которых будут указаны требуемые уровни сигнала. Уровни указываются в вольтах (В). Разделителем целой и дробной части должна быть точка. Время между отсчетами определяется частотой дискретизации ЦАП (задается в программе **Диспетчер устройств ZET**).

В таблице ниже приведен пример содержимого текстового файла с заданными уровнями, а на рисунке показана осциллограмма генерирования сигнала из этого файла. На график

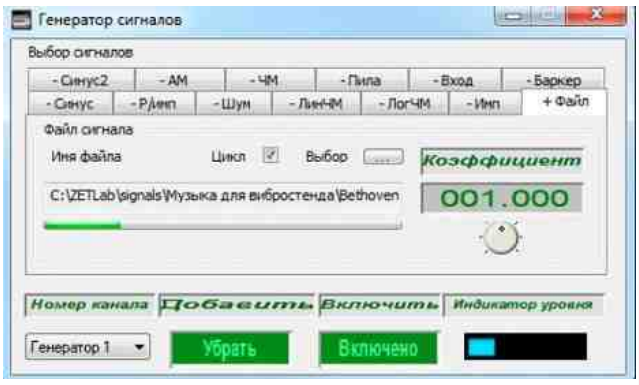
осциллограммы, для показания расположения отсчетов, нанесены метки. Сигнал из файла в данном примере генерируется в цикле, в результате чего форма сигнала приняла форму «пилы».

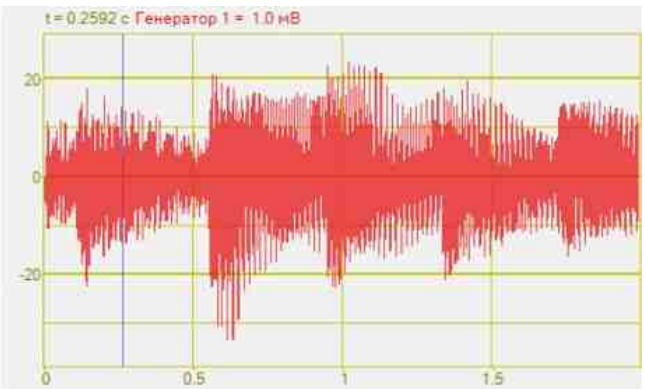
Номер строки	Заданный уровень	Описание
1	0	1-й отсчет – уровень 0 В
2	0.25	2-й отсчет – уровень 0.25 В
3	0.5	3-й отсчет – уровень 0.5 В
4	0.75	4-й отсчет – уровень 0.75 В
5	1	5-й отсчет – уровень 1 В



Генерация сигнала из файла

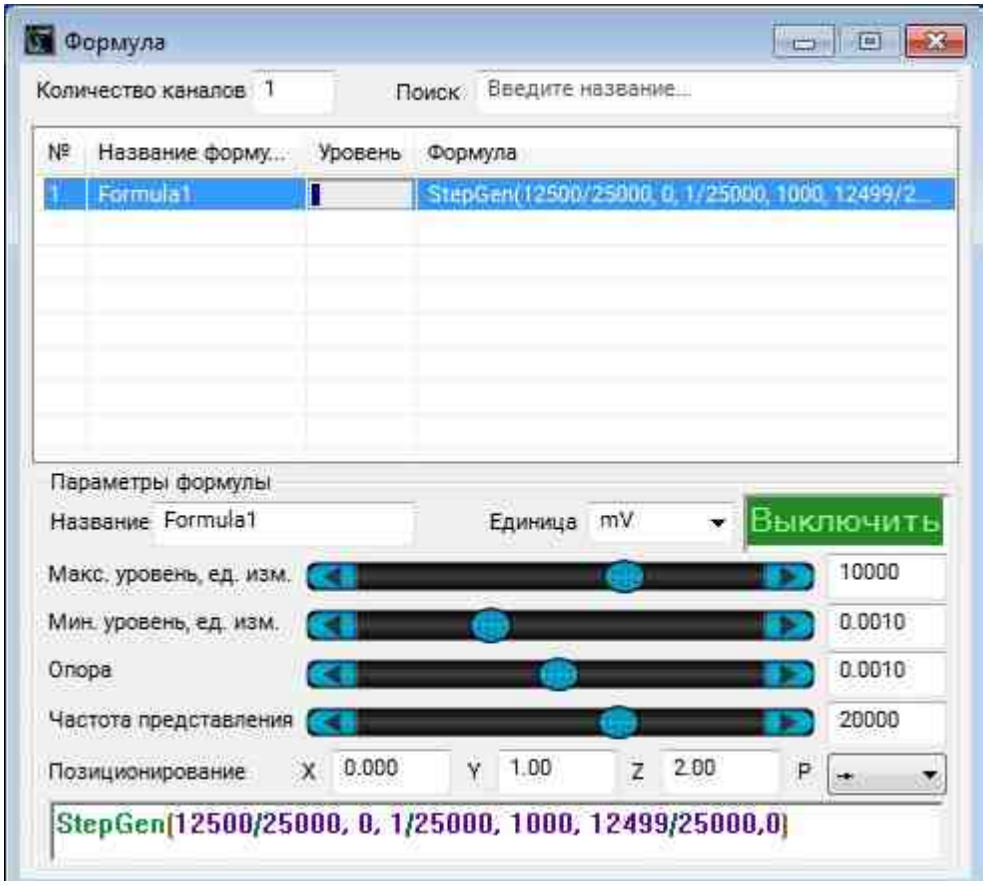
Примеры использования



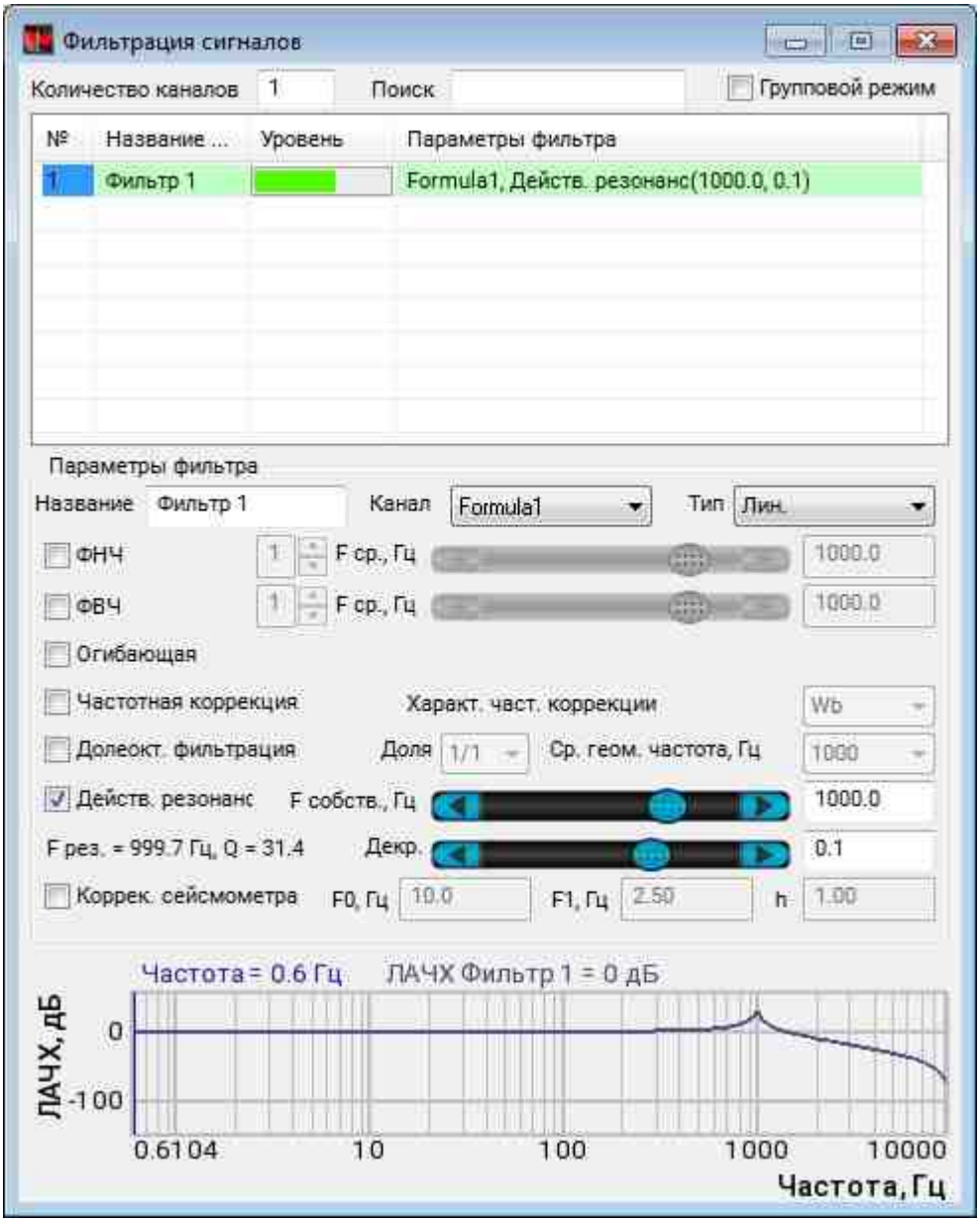


Генератор сигнала из файла используется, когда необходимо воспроизвести определённые условия, ранее записанные в виде двоичных сигналов. Также программа незаменима для случаев, когда сигнал записан в виде текстового файла. Это позволяет воспроизводить на выходе ЦАП подключенных устройств не только типовые, но и специфические сигналы, а также смоделировать любую форму сигнала!
В случае, если записанного сигнала нет, его можно сформировать самостоятельно при помощи программных продуктов ZETLAB:

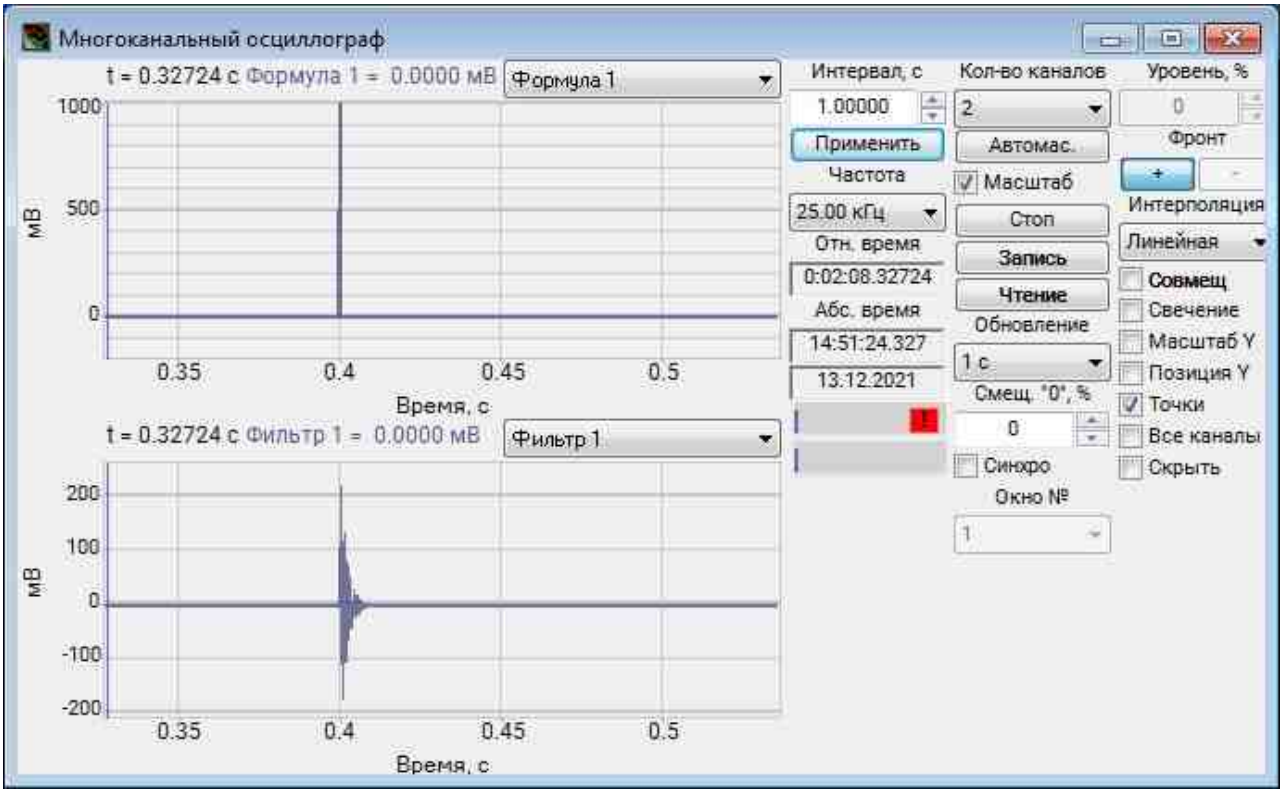
- Программа **Формула** позволяет сформировать сигналы различной формы из меню **«Детерминированные сигналы».** В нашем примере мы воспользовались многоступенчатым сигналом StepGen (с частотой 25000 кГц с дельта-функцией).



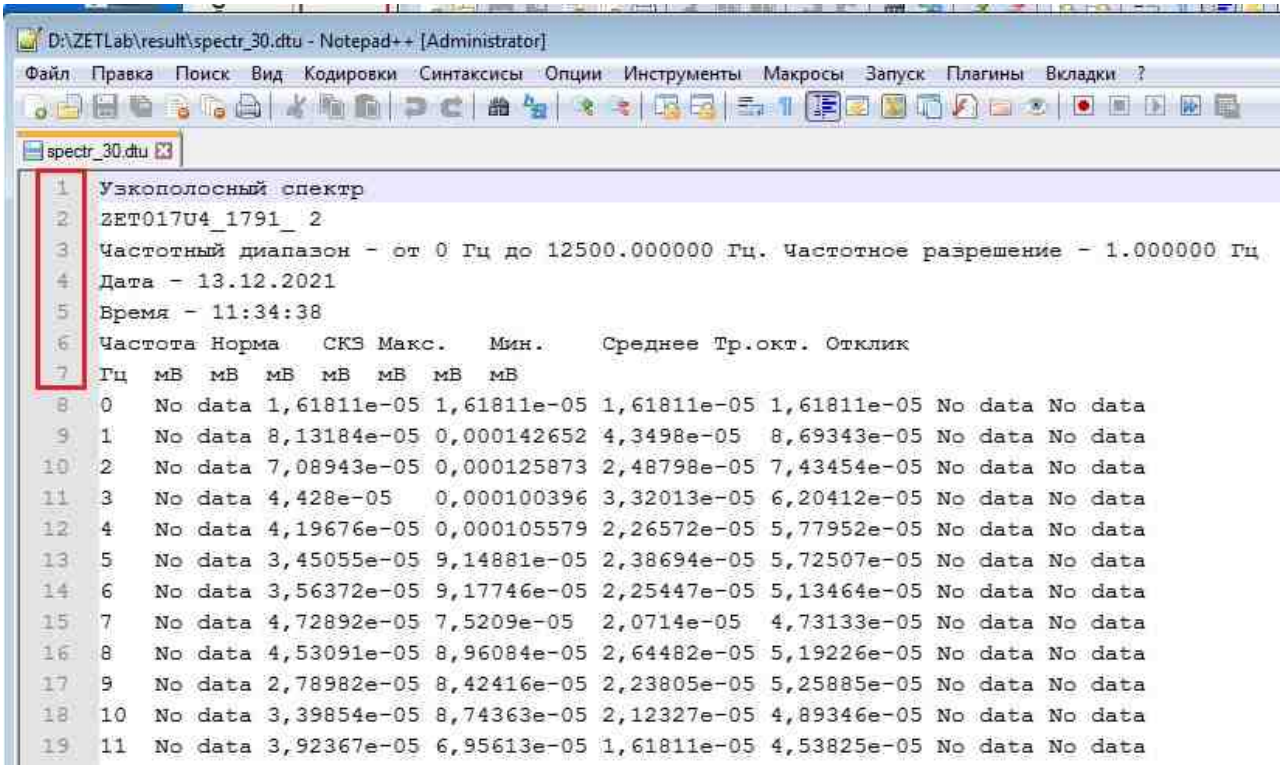
- Запускаем программу **Фильтрация сигналов** и формируем в ней фильтр действительного резонанса на частоте 1000 Гц с декрементом затухания 0.1 по каналу *Формула 1* (созданный ранее при помощи программы *Формула*). Получаем канал *Фильтр 1*.



- Для записи сформированных сигналов, открываем программу **Многоканальный осциллограф**, настраиваем программу на отображение двух каналов *Формула 1* и *Фильтр 1* с длительностью развертки 1 с. Нажимаем кнопку *Запись*, чтобы сформировать текстовый файл и сохраняем под именем Файл.dtu.



Для воспроизведения записанного текстового файла через программу **Генератор сигналов**, необходимо немного отформатировать содержимое при помощи текстового редактора (например, Notepad++).
Нужно сделать так, чтобы перед тем, как начинаются данные было 7 строчек информации, при этом в 1, 2, 3, 5 и 6 строках может быть произвольная информация, в 3 строке должна быть написана частотный диапазон (В нашем случае это - от 0 Гц до 12500.00 Гц) и Частотное разрешение - 1.000000 Гц, в 8 строке названия столбцов с данными (через табуляцию), в 7 строке единицы из измерения (через табуляцию).

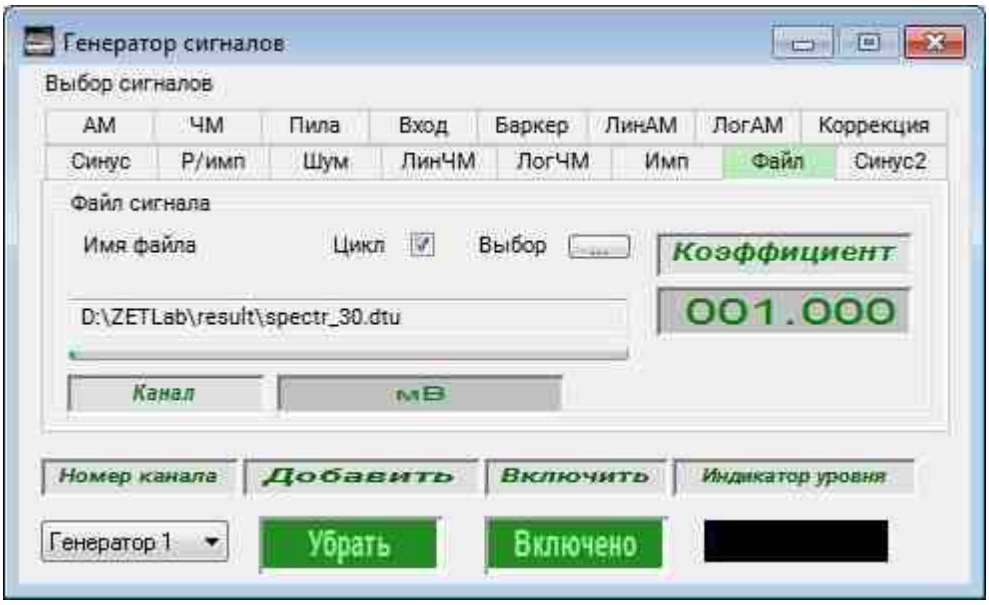

D:\ZETLab\result\spectr_30.dtu - Notepad++ [Administrator]

Файл Правка Поиск Вид Кодировки Синтаксисы Опции Инструменты Макросы Запуск Плагины Вкладки ?

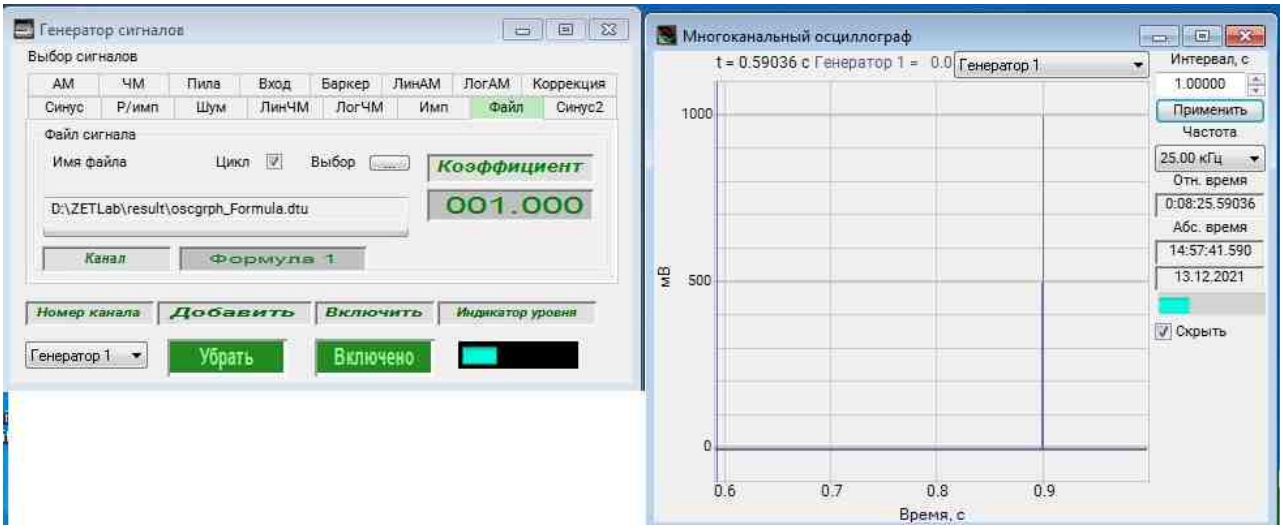
spectr_30.dtu

```
Узкополосный спектр
ZET017U4_1791_ 2
Частотный диапазон - от 0 Гц до 12500.000000 Гц. Частотное разрешение - 1.000000 Гц
Дата - 13.12.2021
Время - 11:34:38
Частота Норма    СКЗ Макс.    Мин.     Среднее Тр.окт. Отклик
Гц  мВ  мВ  мВ  мВ  мВ  мВ  мВ
0   No data 1,61811e-05 1,61811e-05 1,61811e-05 1,61811e-05 No data No data
1   No data 8,13184e-05 0,000142652 4,3498e-05  8,69343e-05 No data No data
2   No data 7,08943e-05 0,000125873 2,48798e-05 7,43454e-05 No data No data
3   No data 4,428e-05   0,000100396 3,32013e-05 6,20412e-05 No data No data
4   No data 4,19676e-05 0,000105579 2,26572e-05 5,77952e-05 No data No data
5   No data 3,45055e-05 9,14881e-05 2,38694e-05 5,72507e-05 No data No data
6   No data 3,56372e-05 9,17746e-05 2,25447e-05 5,13464e-05 No data No data
7   No data 4,72892e-05 7,5209e-05  2,0714e-05  4,73133e-05 No data No data
8   No data 4,53091e-05 8,96084e-05 2,64482e-05 5,19226e-05 No data No data
9   No data 2,78982e-05 8,42416e-05 2,23805e-05 5,25885e-05 No data No data
10  No data 3,39854e-05 8,74363e-05 2,12327e-05 4,89346e-05 No data No data
11  No data 3,92367e-05 6,95613e-05 1,61811e-05 4,53825e-05 No data No data
```

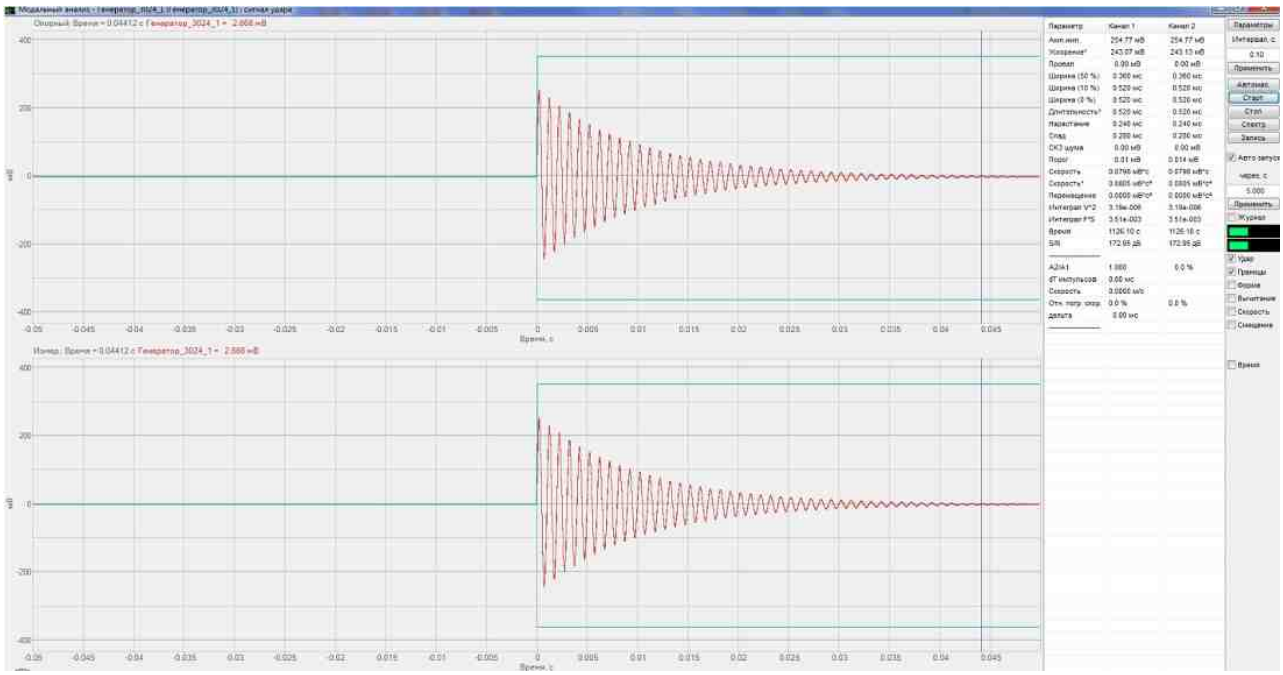
Запускаем программу **Генератор сигналов**, переходим на вкладку *Файл*, выбираем в качестве файла Файл.dtu, выбираем канал, который хотим воспроизводить (в нашем случае это либо *Формула 1*, либо *Фильтр 1*), отмечаем галочку *Цикл* и включаем генератор.



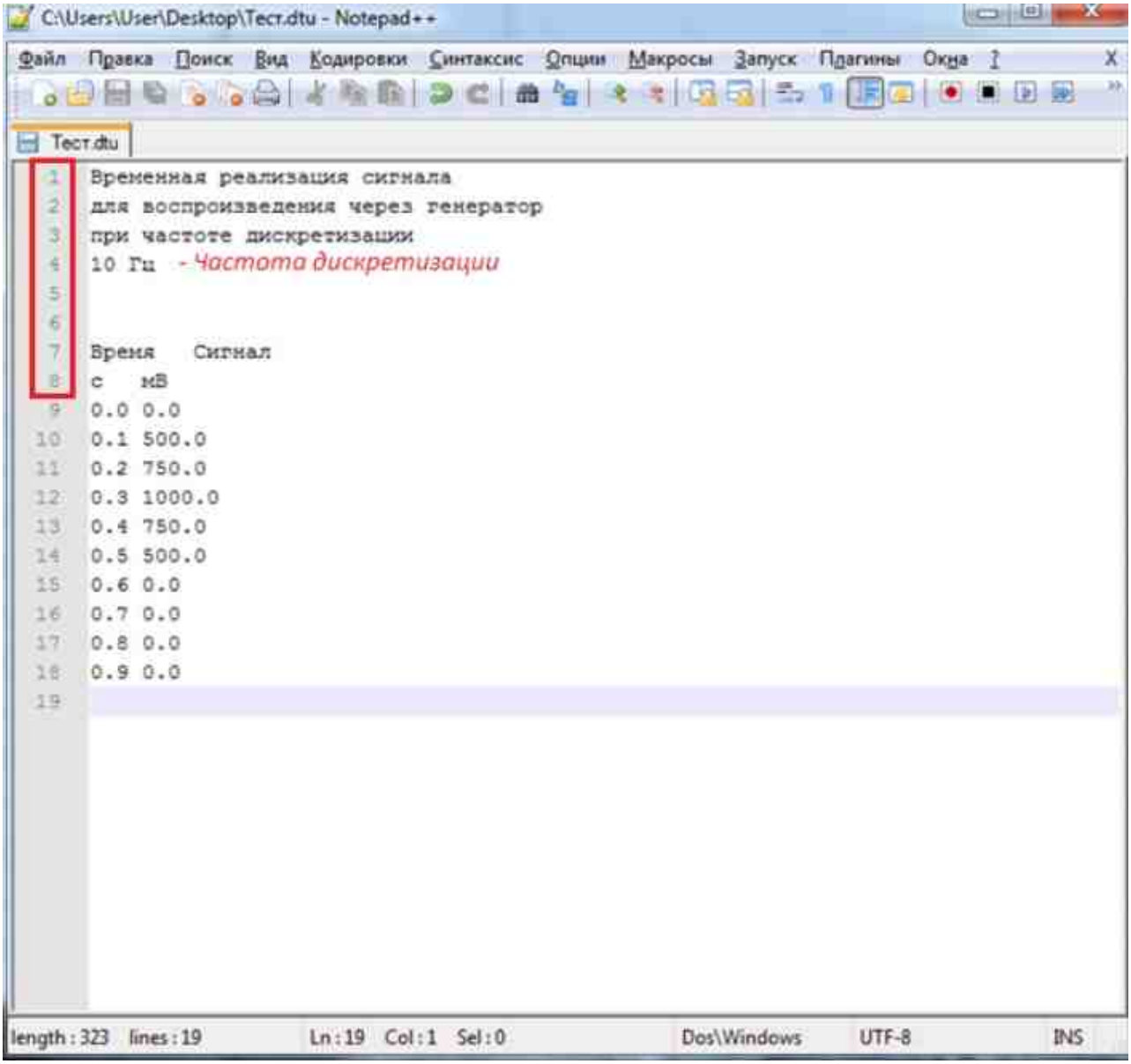
При помощи программы **Многоканальный осциллограф** можно увидеть воспроизведённый сигнал, нужной нам формы.



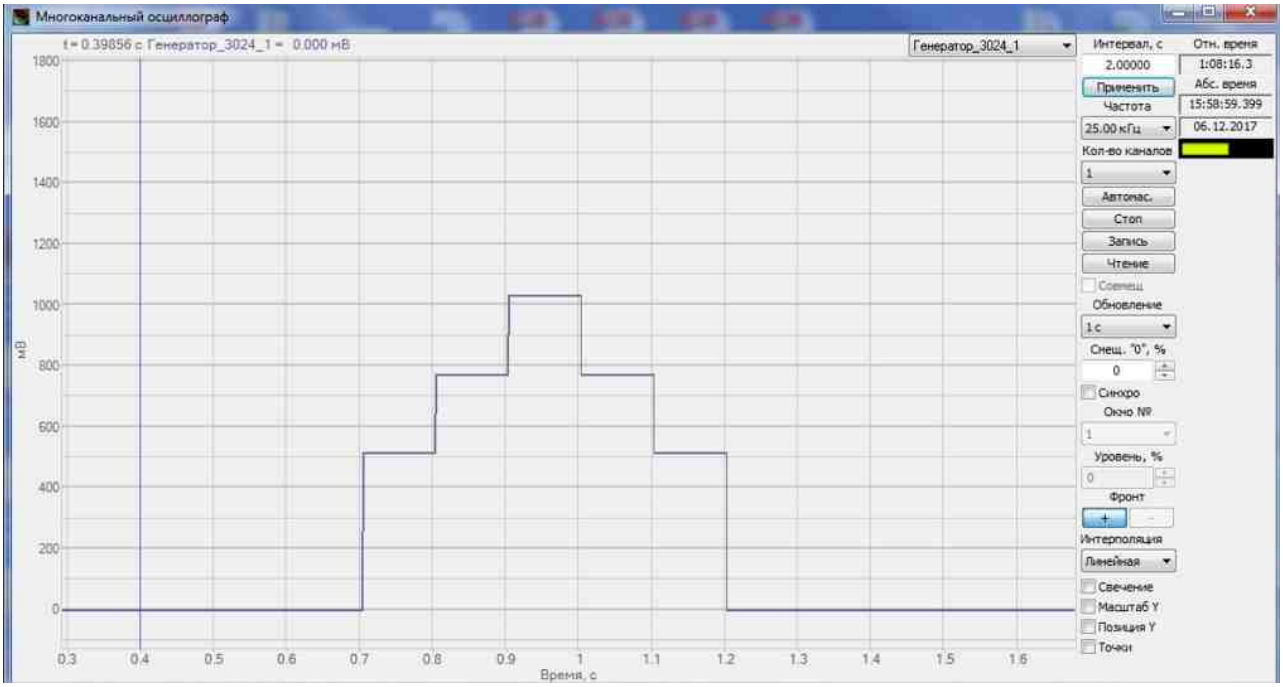
Данный сигнал можно обработать при помощи других программ из состава ZETLAB, например, при помощи программы **Модальный анализ** из меню *Анализ сигналов*.



Файлы для воспроизведения в программе **Генератор сигналов** можно создавать самостоятельно в формате *.dtu при помощи текстового редактора.



Порядок запуска записанного сигнала из файла аналогичный вышеуказанному: в программе **Генератор сигналов** во вкладке *Файл* выбираем нужный нам файл для воспроизведения и запускаем генератор.
Результат работы, также можно посмотреть в программе **Многоканальный осциллограф**.



МУЗЫКАЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ

Также, пример воспроизведения записанного сигнала можно посмотреть в видео-уроке
1) **https://zetlab.com/muzyikalnyie-vibratsii-shopen/** В данном видео демонстрируется воспроизведение музыкального произведения на выходе анализатора спектра, который подключен к вибростенду.

«Фантазия-экспромт» Фредерика Шопена исполняется системой управления вибростендами СУВ ZET 017-U8 на виброустановке ВСВ-133.

2) **https://zetlab.com/muzyikalnyie-vibratsii-bethoven/**

МУЗЫКАЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ: БЕТХОВЕН
Предлагаем вам насладиться прекрасным произведением Людовига ван Бетховена в исполнении вибростенда ВС 133.
Управление виброустановкой и построение спектрограммы осуществляется с помощью программного обеспечения ZETLAB: генерации сигнала из файла.

3) **https://zetlab.com/muzyikalnyie-vibratsii-oy-to-ne-vecher/**

МУЗЫКАЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ: «ОЙ, ТО НЕ ВЕЧЕР»

«Ой, то не вечер» исполняется на виброустановке ВСВ-133 под управлением системы управления вибростендами ZET017-U.
Для воспроизведения музыкального произведения на вибростенде используется функция генерации сигнала из файла.

4) **https://zetlab.com/muzyikalnyie-vibratsii-metallica/**

МУЗЫКАЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ: METALLICA

Воспроизведение виброустановкой музыкального произведения Metallica «Nothing Else Matters». Исполняется на электродинамическом вибростенде ВСВ-133. Управление осуществляется с помощью контроллера СУВ ZET017-U — используется функция воспроизведения из файла программы «Генератор сигналов».

Вкладка "Вход" .....

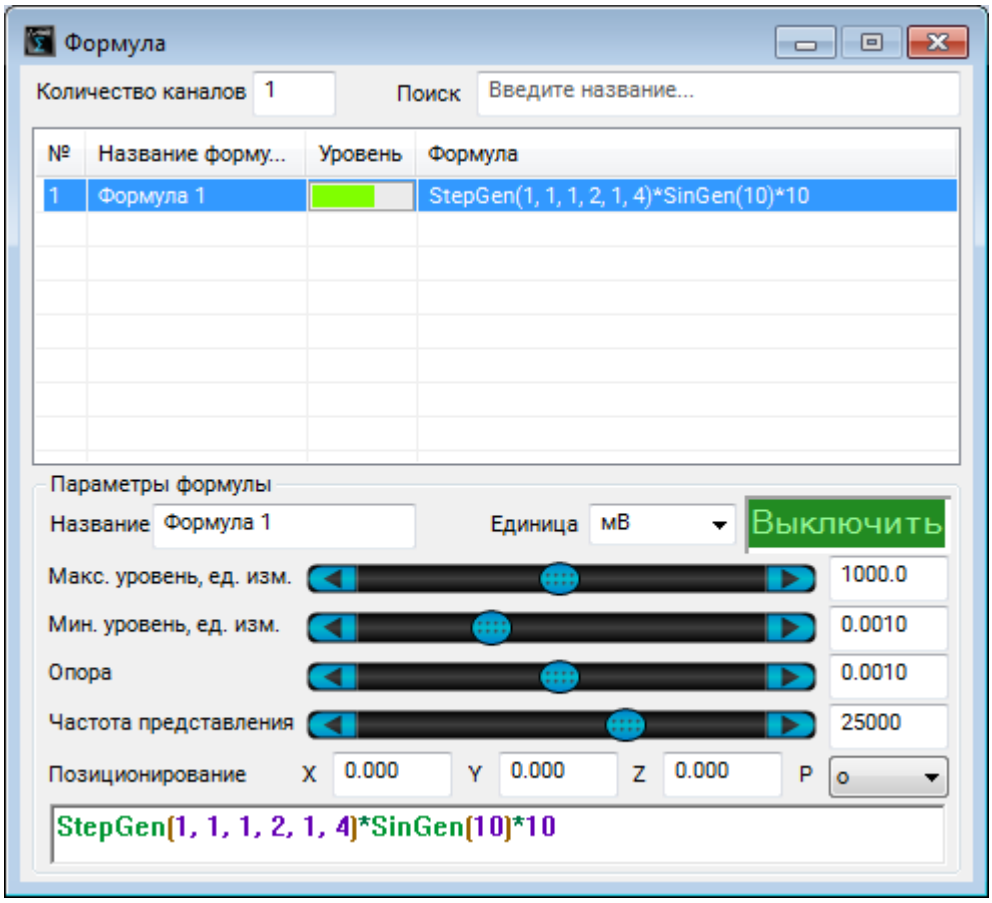
Функция генерирования входного сигнала значительно расширяет возможности программы **Генератор сигналов**. Например, когда необходимо подать с выхода сигнал сложной формы, по формулам, не реализованным в программе **Генератор сигналов**, можно обратиться к программе **Формула**, которая позволяет не только формировать сигналы различной формы, но и производить над ними различные математические и арифметические операции.

Для генерирования на выходе генератора сигнала, поступающего на входные каналы, необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку *-Вход*, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров сигнала.

- Входной канал – входной канал устройства ZET или виртуальный канал, создаваемый программами **ZETLAB**. Выбранный сигнал будет передаваться с выхода генератора.
- Коэффициент – коэффициент усиления/ослабления сигнала, передаваемого с входного канала АЦП или виртуального канала на выход генератора.

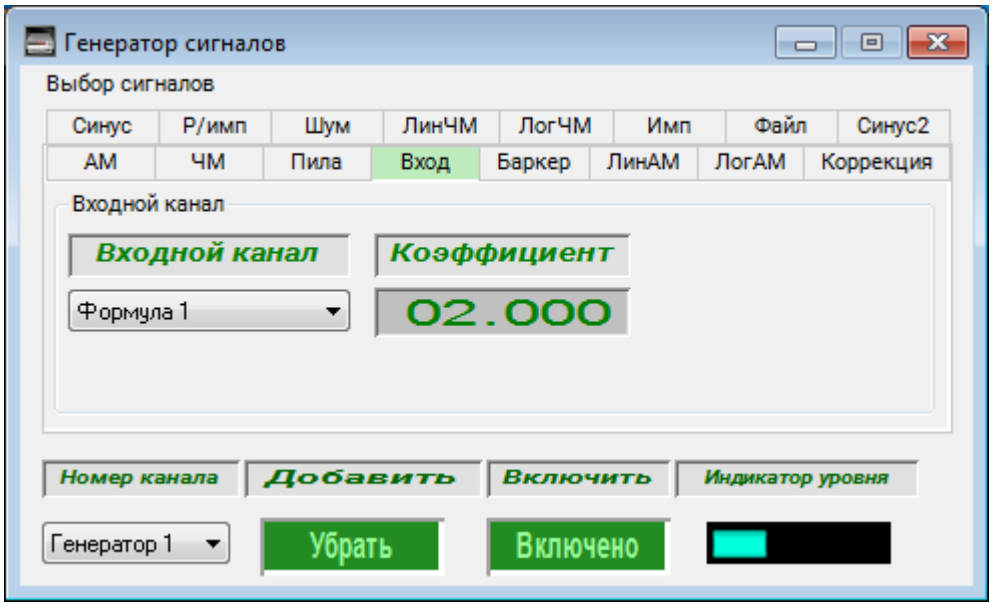
Начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы.

На рисунке ниже показано окно программы **Формула**, в которой формируется сигнал, являющийся произведением двух других сигналов.



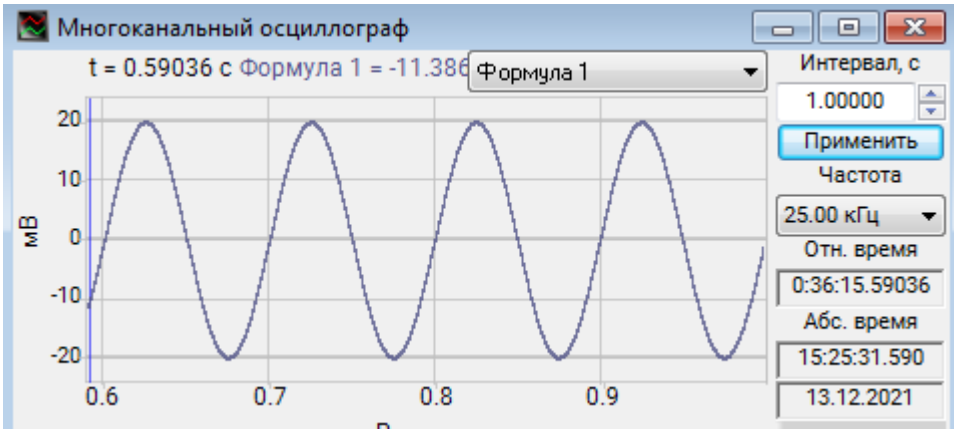
Формула

Этот сигнал передается с выхода генератора с коэффициентом усиления 2.

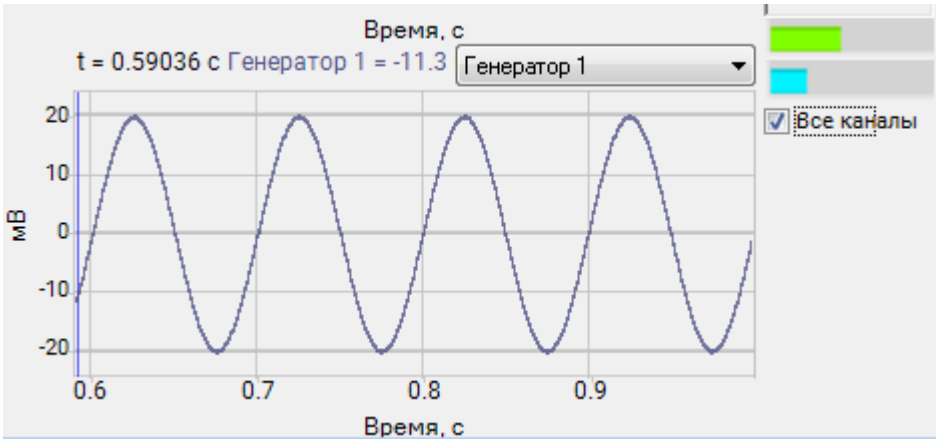


Генератор сигналов

На рисунках ниже приводятся осциллограммы сигнала формулы и генератора:



Осциллограмма сигнала формулы



Осциллограмма сигнала генератора

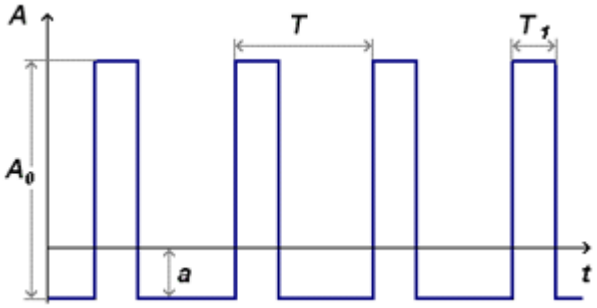
Вкладка "Имп" .....

Импульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Импульс вычисляется по формуле:

$$A = \begin{cases} 1, \ если \ \ \omega t < 2\pi \cdot S \\ 0, \ если \ \ \omega t > 2\pi \cdot S \end{cases}$$

где $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f=1/T), t – текущее время, S – коэффициент заполнения.

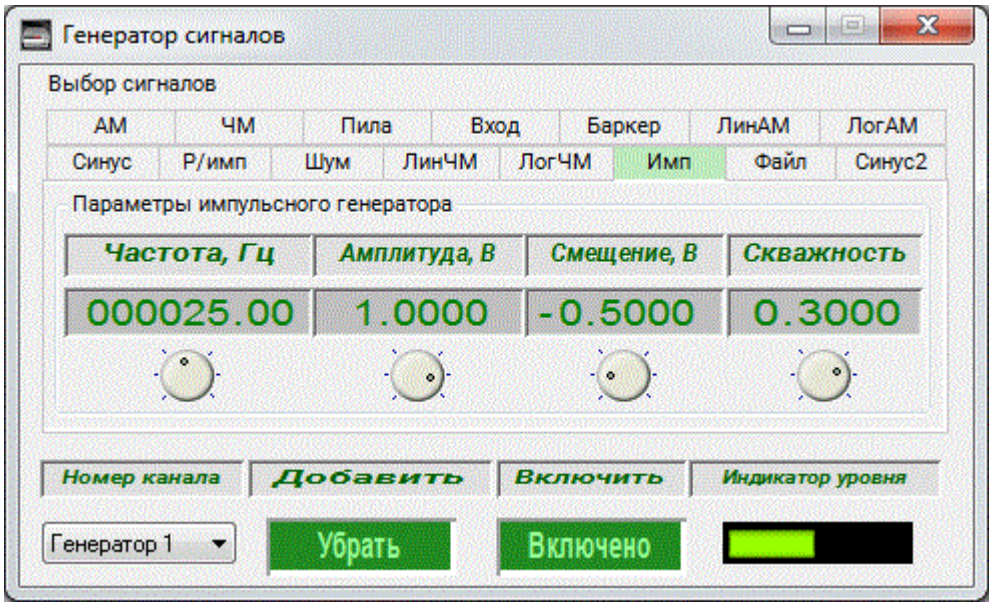


Форма сигнала

Для генерирования импульсного сигнала с заданной частотой, амплитудой, смещением постоянной составляющей и скважностью необходимо в программе Генератор сигналов перейти на вкладку -Имп, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров импульсного сигнала:

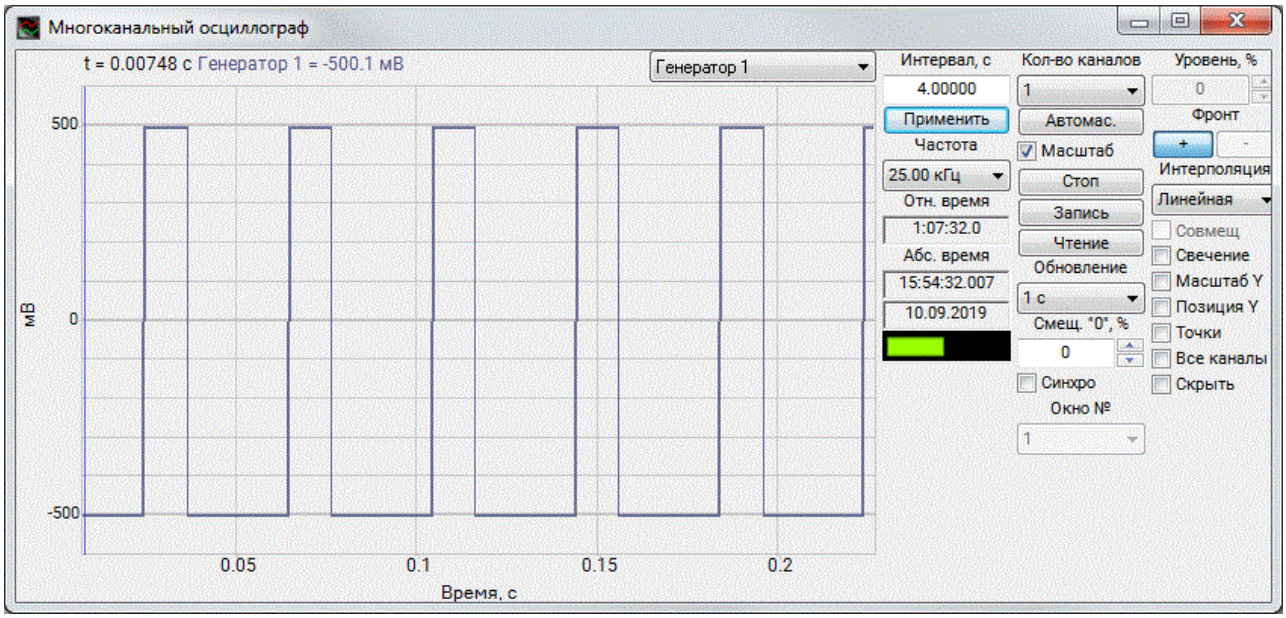
- *Частота, Гц* – несущая частота генерируемого сигнала в герцах. Частота сигнала f связана с его периодом T (Рис. выше) зависимостью $f = 1/T$.
- *Амплитуда, В* – пиковое значение сигнала, с которым будут генерироваться импульсы. Задается в вольтах. На рисунке выше уровень обозначен буквой A.
- *Смещение, В* – значение смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах. На рисунке выше смещение обозначено буквой a.
- *Скважность* – коэффициент заполнения - отношение длительности импульса к периоду следования, т.е. T_1/T. Коэффициент заполнения задается в долях периода от 0,01 до 0,99.

После установки необходимых параметров импульсного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке ниже:



Параметры генерируемого сигнала

На рисунке ниже показана соответствующая форма импульсного сигнала, полученная с помощью программы Многоканальный осциллограф.



Осциллограмма генерируемого сигнала

Вкладка "Код Баркера" .....

Сигналы Баркера — это фазомодулированные сигналы, которые в частном случае определяются по формуле:

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} q_k f_k(t)$$

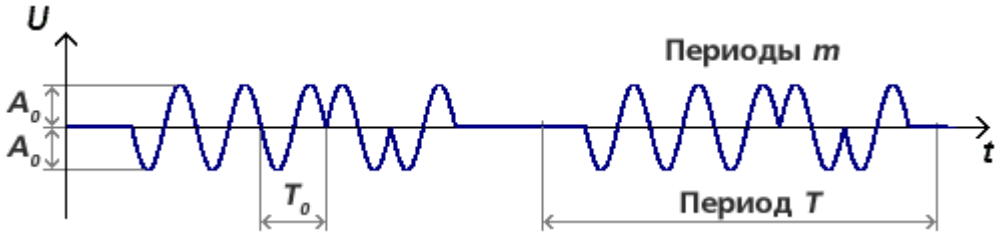
- q_k=±1 (при k от 0 до N-1),
- $f_k(t)=A_0\sin(\omega t)$
- $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f – частота сигнала, связана с периодом $f=1/T$),
- A_0 – амплитуда сигнала

Сигналы Баркера имеют спектры мощности, наименее уклоняющиеся (в квадратичном смысле) от спектра единичного дискрета. Их автокорреляционные функции соответственно приближаются к автокорреляционной функции дискрета. Остатки (боковые пики) автокорреляционной функции сигналов Баркера не превышают величины $1/N$. Такие коды существуют для N≤13. Ниже приводится таблица кодов Баркера:

N	k												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	+1	-1											
3	+1	+1	-1										
4	+1	+1	-1	+1									
5	+1	+1	+1	-1	+1								
7	+1	+1	+1	-1	-1	+1	-1						
11	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	+1	-1		
13	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1

Для генерирования сигнала Баркера нужного кода с заданными частотой, уровнем и периодом, необходимо в программе Генератор сигналов перейти на вкладку -Баркер, после чего в окне программы Генератор сигналов отобразятся элементы задания параметров сигнала Баркера.

- *Частота, Гц* – частота импульсов генерируемого сигнала в герцах. Частота сигнала f связана с его периодом T_0 (Рис. ниже) зависимостью $f=1/T_0$.
- *Периоды* – количество импульсов в одном дискрете. Подробнее этот параметр описан ниже.
- *Амплитуда, В* – амплитуда, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах. На рисунке ниже амплитуда обозначена A_0.
- *Период, Гц* – количество дискретов, генерируемых за одну секунду, т.е. частота повторения кода Баркера (частота повторения дискретов).
- *Код* – код Баркера.



Форма сигнала с кодом Баркера 5

Периоды

В простом случае, когда в программе **Генератор сигналов** количество периодов (параметр *Периоды*) равно 1, последовательность импульсов в одном дискрете генерируемого сигнала соответствует таблице, приведенной выше. При количестве периодов m увеличивается не количество дискретов в одну секунду, а количество импульсов в одном дискрете.

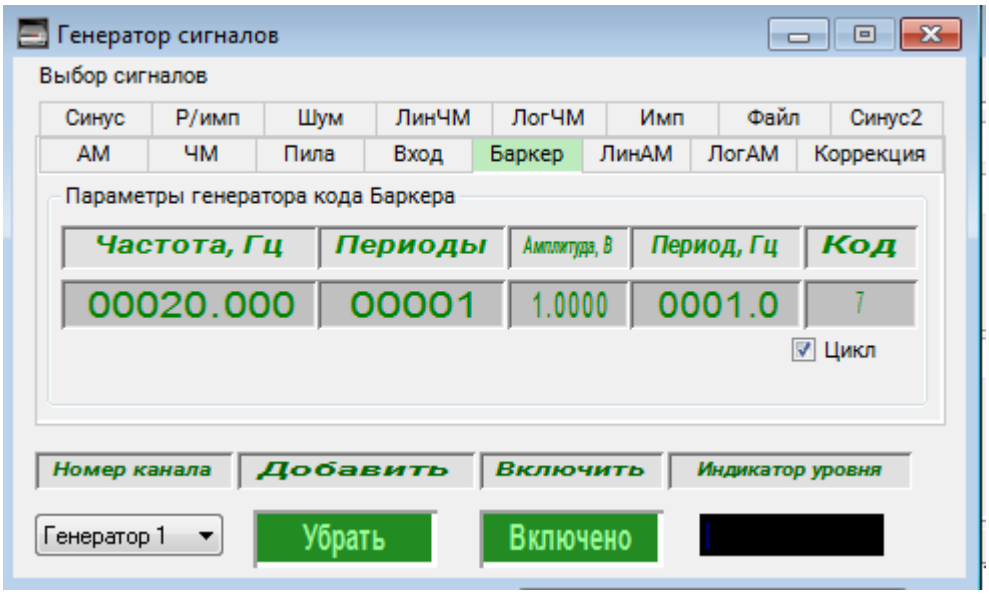
Например, для сигнала Баркера с кодом 5 последовательность q_k для количества периодов m будет равна:

- m=1: {+1; +1; +1; -1; +1};
- m=2: {+1; +1; +1; +1; +1; +1; -1; -1; +1; +1};
- m=3: {+1; +1; +1; +1; +1; +1; +1; +1; +1; -1; -1; -1; +1; +1; +1}
- и т.д.

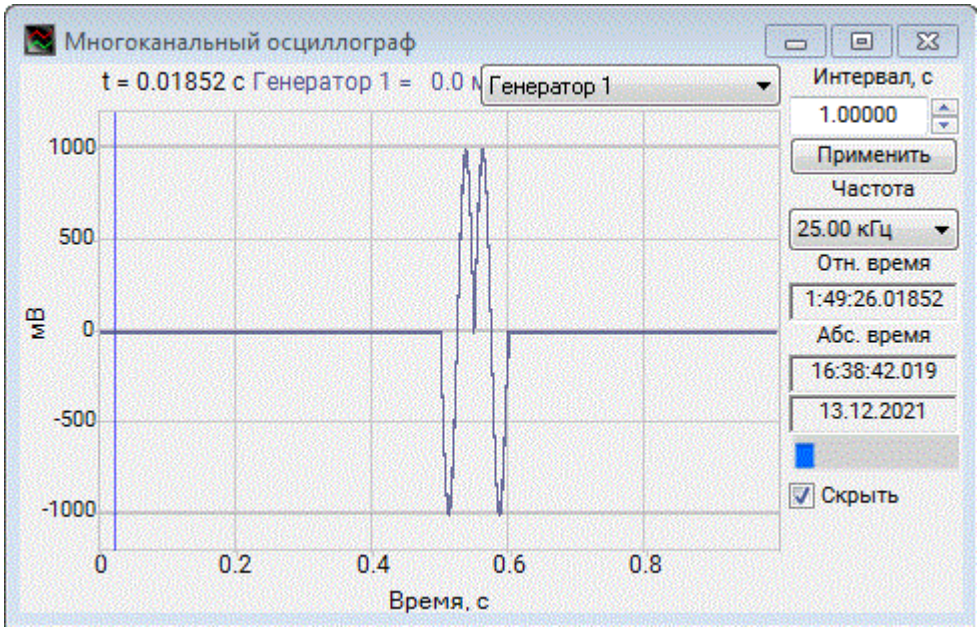
То есть в одном дискрете количество импульсов одного знака увеличивается в число раз, равное заданному параметру *Периоды*.

Начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы в программе **Генератор сигналов**.

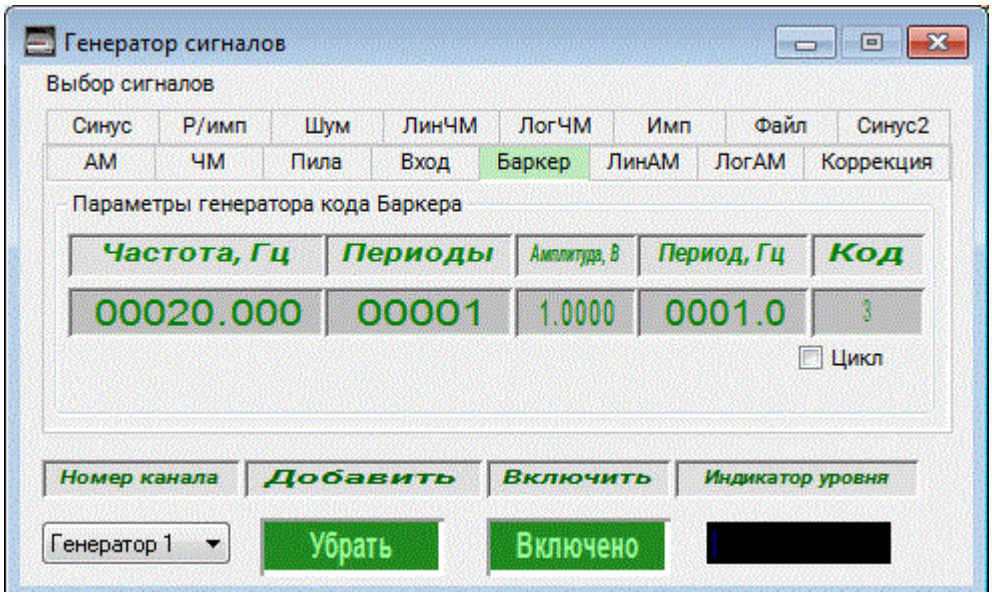
На рисунках ниже показаны настройки генерирования кодов Баркера и соответствующие формы сигнала, а также автокорреляционная функция для кода 13:



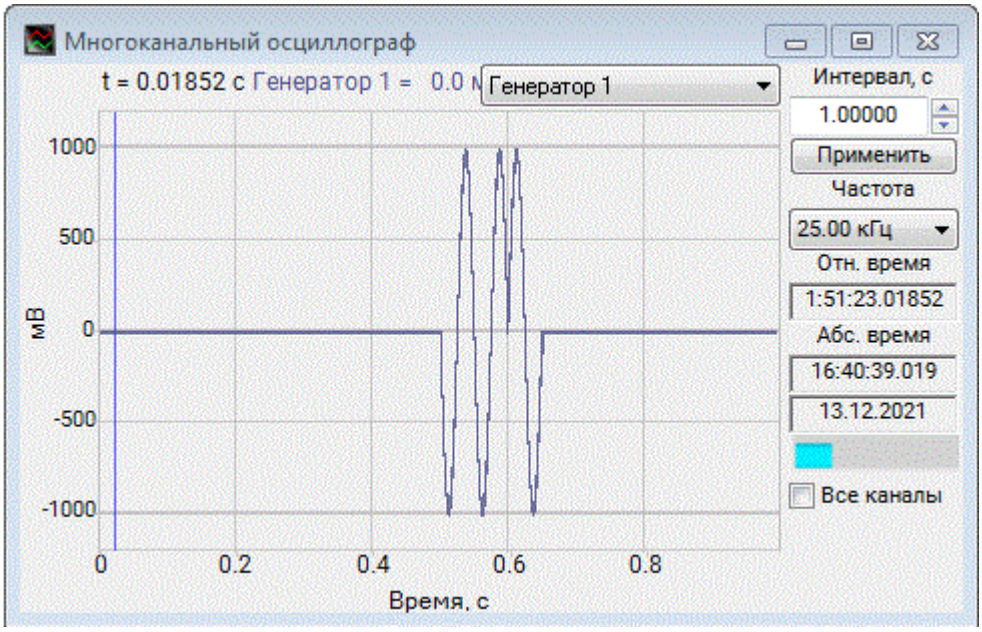
Параметры сигнала



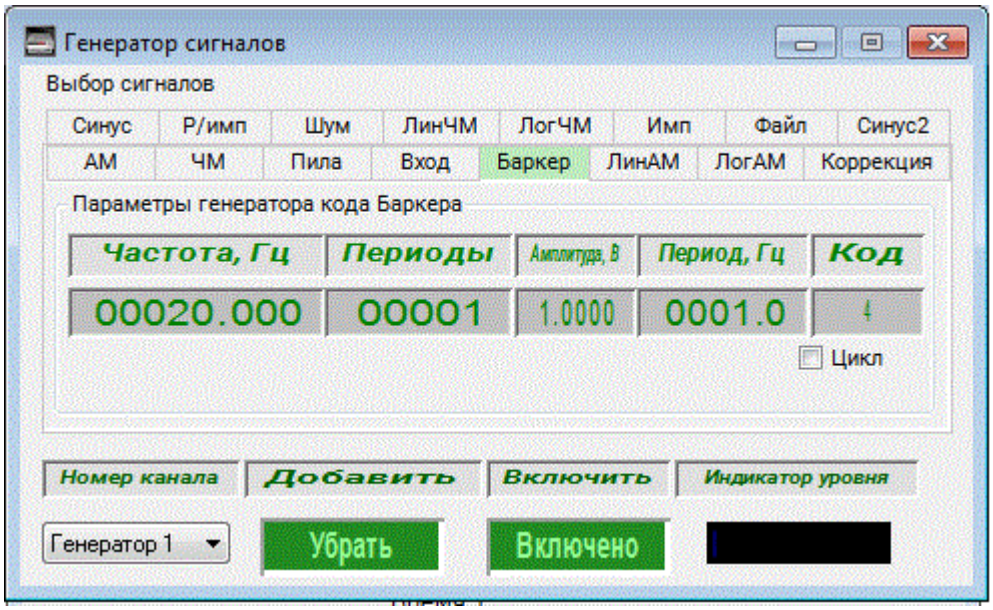
Осциллограмма сигнала



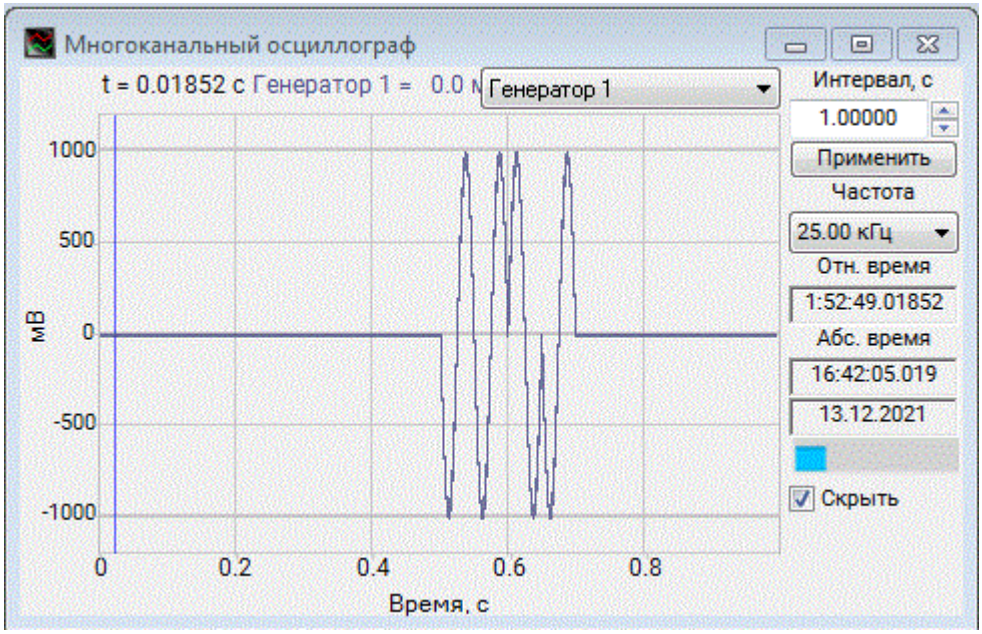
Параметры сигнала



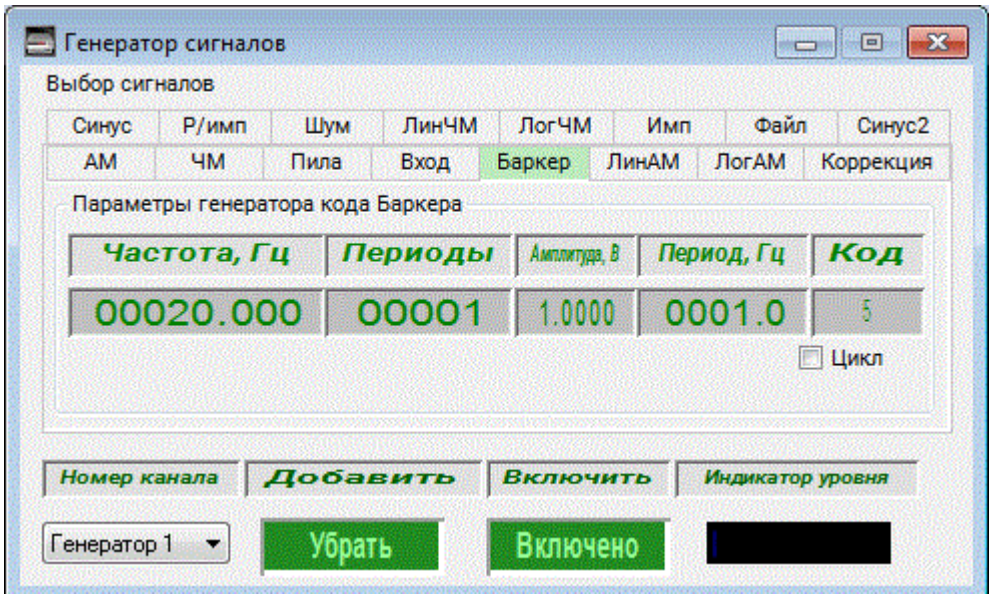
Осциллограмма сигнала



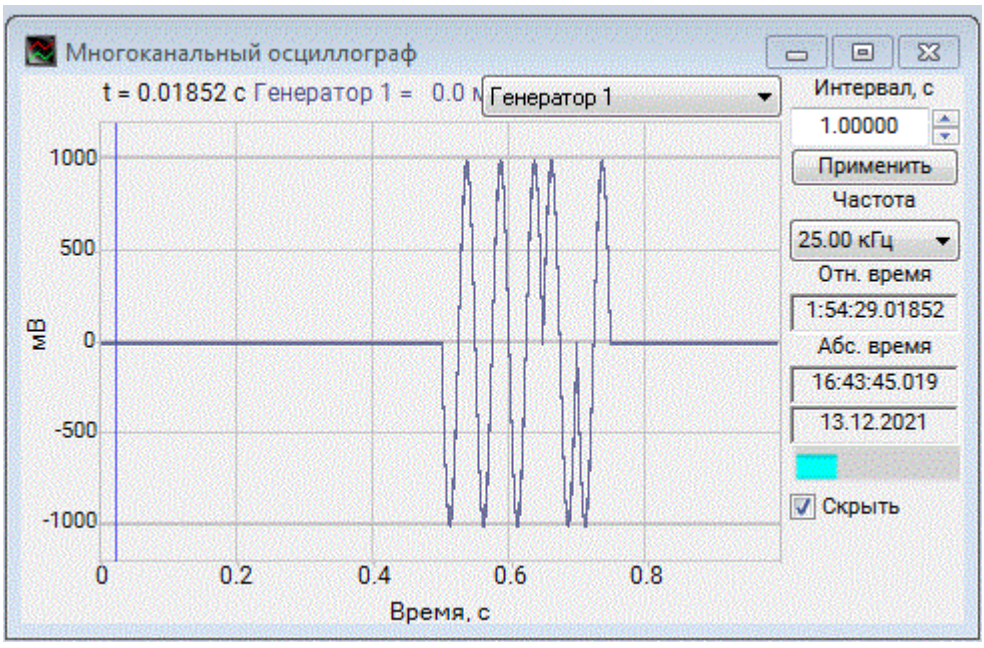
Параметры сигнала



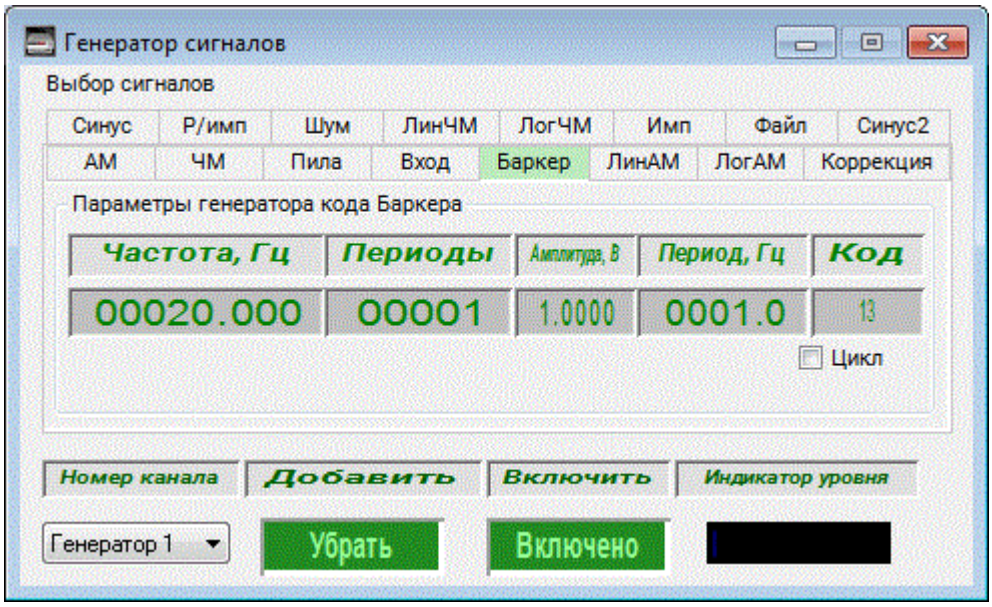
Осциллограмма сигнала



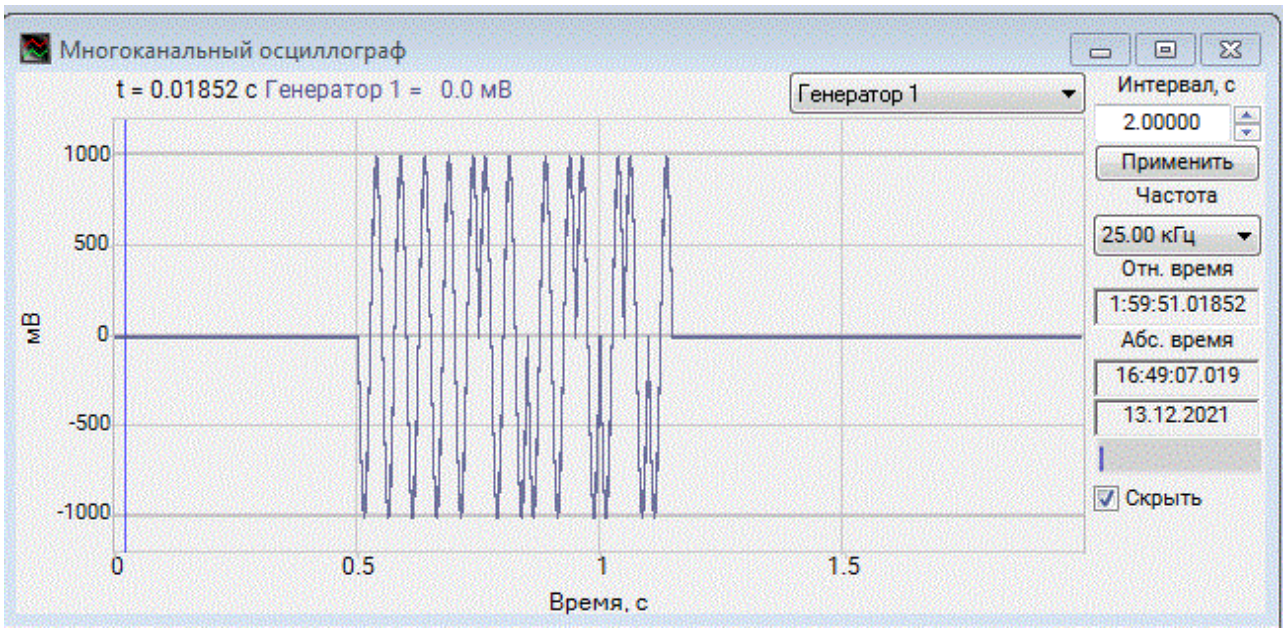
Параметры сигнала



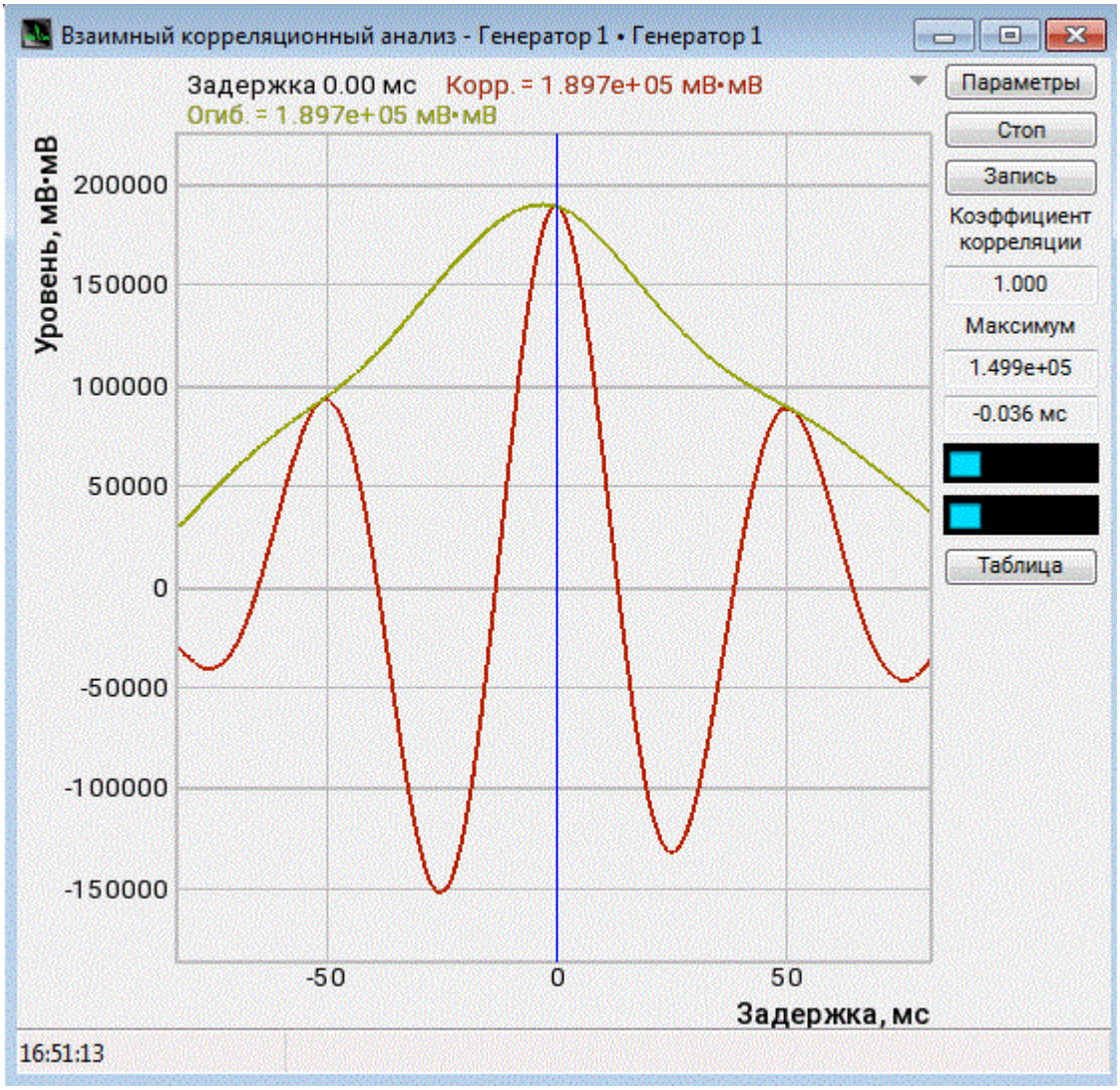
Осциллограмма сигнала



Параметры сигнала



Осциллограмма сигнала



Автокорреляционная функция

Вкладка "Коррекция" .....

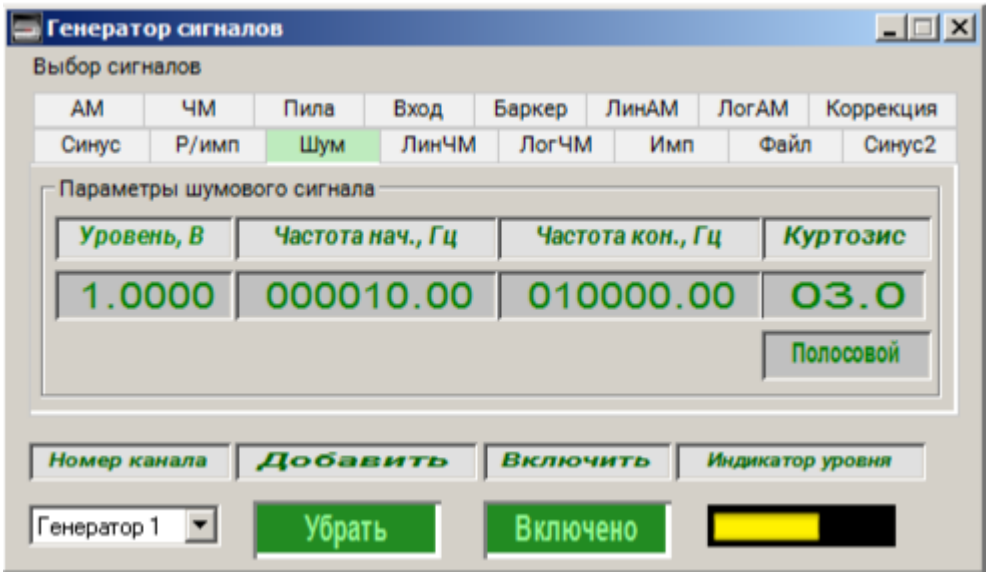
Частотная коррекция сигнала генератора необходима для задания сигнала генератора с такой амплитудой, чтобы на выбранном канале получить заданный результат.

Для генерирования Частотная коррекция, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигнала** перейти на вкладку - Коррекция, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров Коррекция:

- *Уровень. В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться Коррекция. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- *Частота начальная, Гц* – начальная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться Коррекция. Связана с периодом *Тн* на рисунке выше соотношением $f_н$ = 1/*Тн*. Начальная частота задается в герцах.

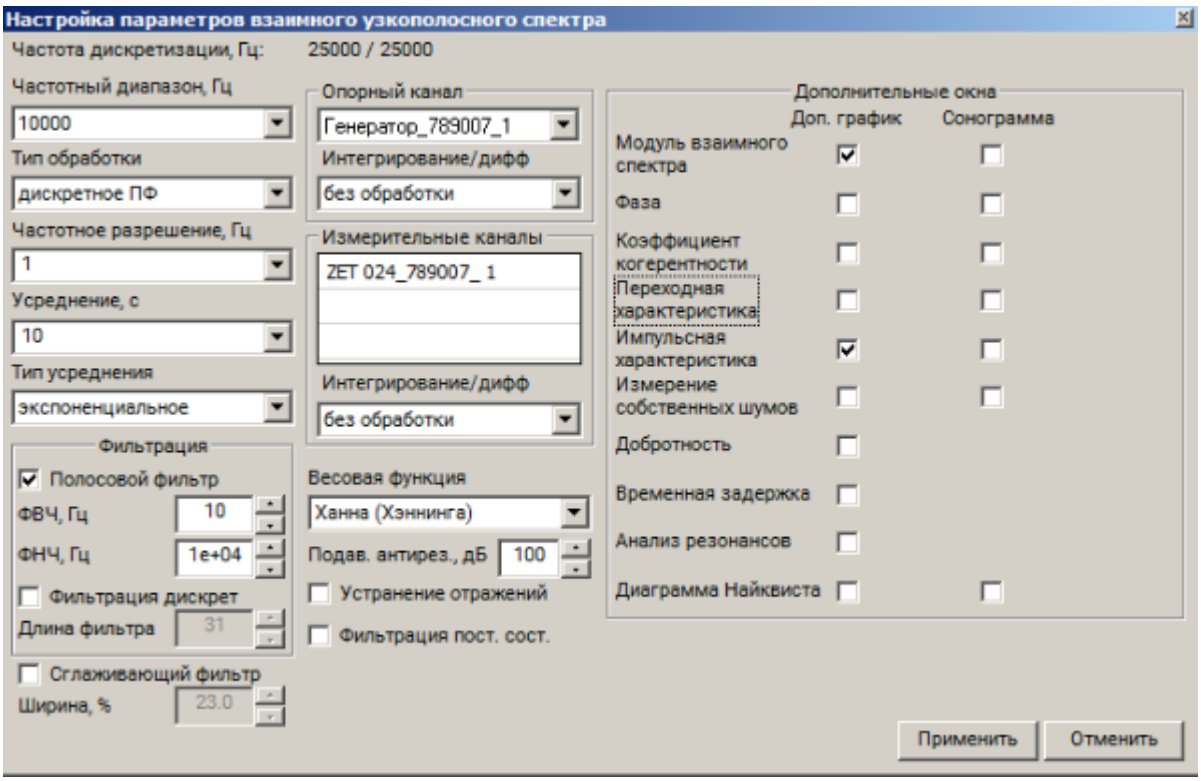
- *Частота конечная, Гц* – конечная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться Коррекция. Связана с периодом Тк на рисунке выше соотношением $f_к = 1/Тк$. Конечная частота задается в герцах.
- *Уровень. В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛогЧМ. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- Куртозис. В программе **Генератор сигналов** реализовано 5 типов шума:
  1) Белый;
  2) Полосовой;
  3) Розовый;
  4) Детерминированный;
  5) Предбеленный;
  6) Цветной.

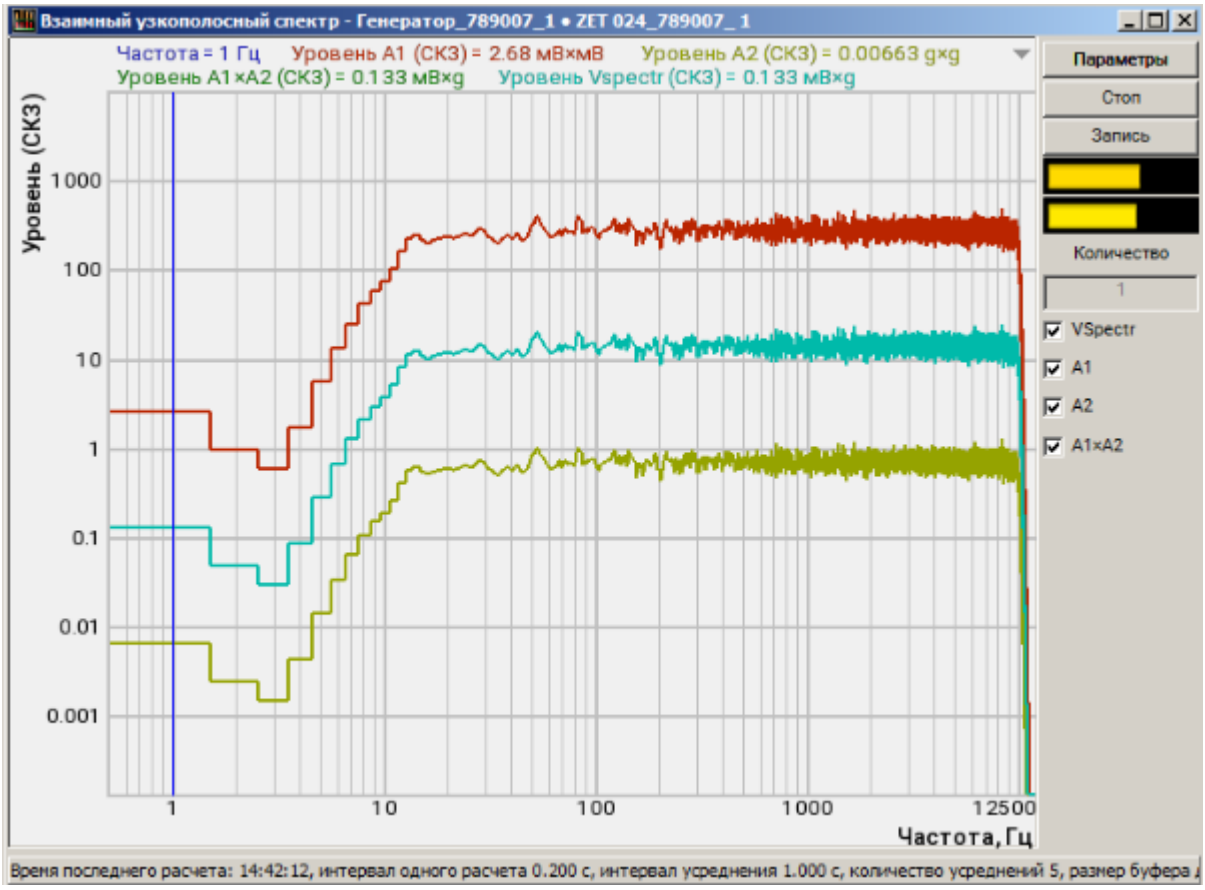
Запустите программу “Генератор сигналов”. Выберите на ней вкладку “Шум”. В параметрах шумового сигнала выберите “полосовой” шум. Частотный диапазон задайте не меньше рабочего диапазона частот. Уровень сигнала задайте достаточный для получения заметного ответа на измерительном датчике.

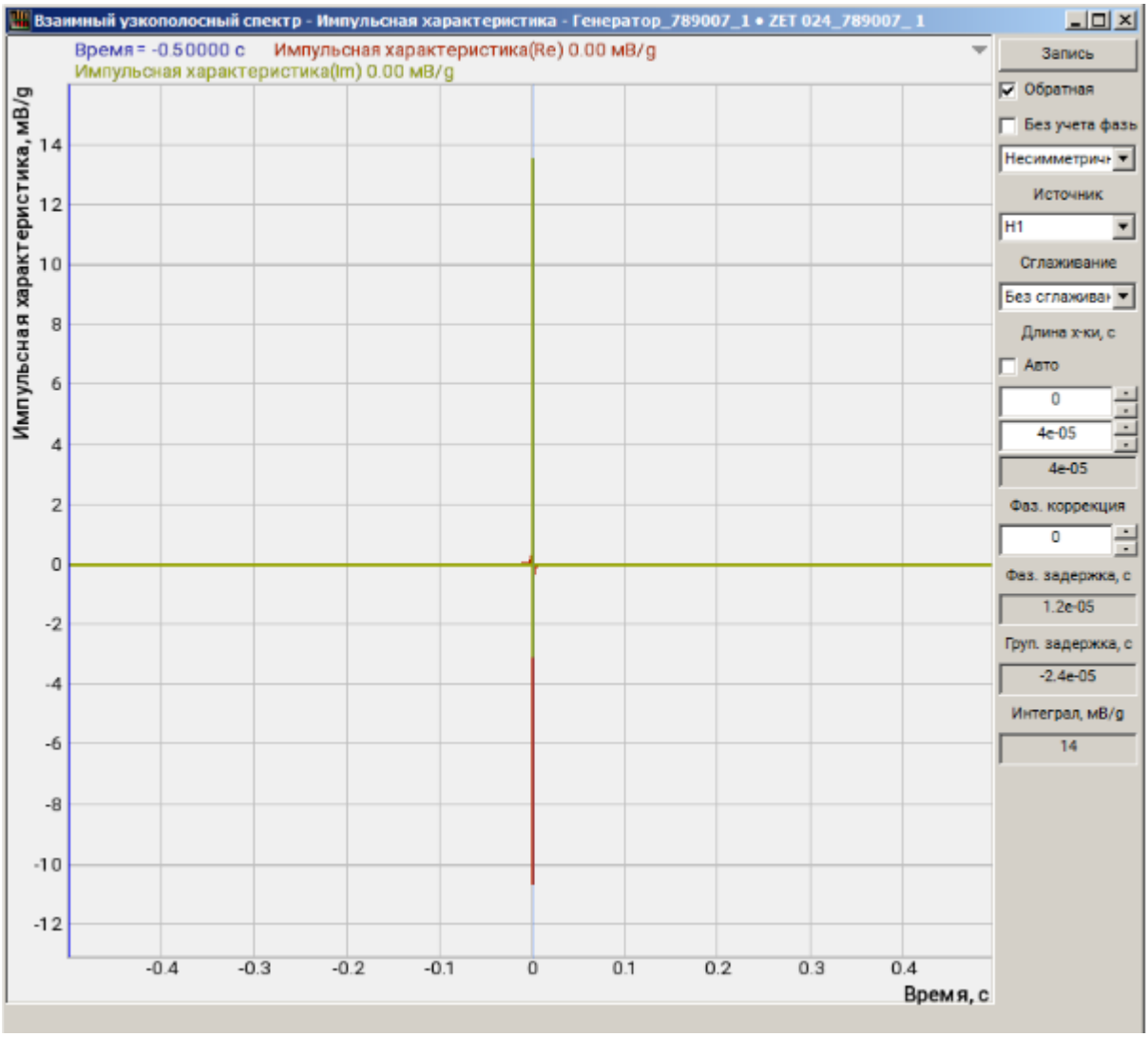


Запустите программу “Взаимный узкополосный спектр”. Выберите в опорным каналам канал генератора, а измерительным каналом тот канала, на котором вы хотите получить задаваемый результат. Включите полосовой фильтр и задайте частоты фильтров соответственно полосе частот в генераторе. Усреднение задайте не менее 10 секунд. Тип обработки и частотное разрешение можете задать по своему усмотрению. Здесь необходимо пояснить, что чем меньше будет частотное разрешением, тем более точным будет результат,

но тем больше будет файл с импульсной характеристикой и тем больше ресурсов компьютера потребуется программе “Генератор сигналов” для вычислений. Не задавайте частотное разрешение больше нижней частоты рабочего диапазона (и соответственно частоты ФВЧ). В разделе “Дополнительные окна” ставим галочку напротив строки “Импульсная характеристика”.

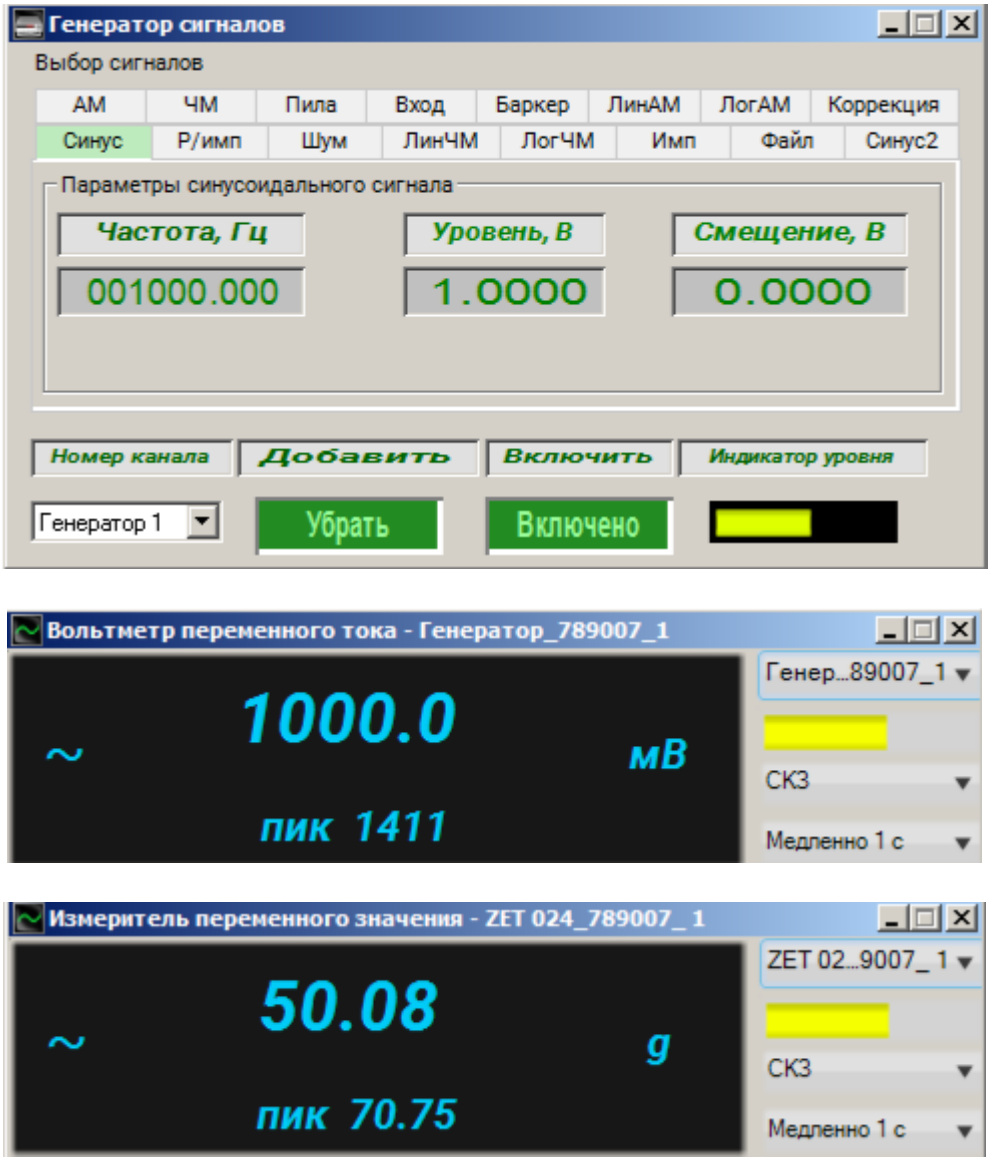



Взаимный узкополосный спектр - Генератор_789007_1 • ZET 024_789007_1
Частота = 1 Гц
Уровень A1 (СКЗ) = 2.68 мВ×мВ
Уровень A2 (СКЗ) = 0.00663 g×g
Уровень A1×A2 (СКЗ) = 0.133 мВ×g
Уровень Vspectr (СКЗ) = 0.133 мВ×g
Уровень (СКЗ)
1000
100
10
1
0.1
0.01
0.001
1
10
100
1000
12500
Частота, Гц
Параметры
Стоп
Запись
Количество
1
VSpectr
A1
A2
A1×A2
Время последнего расчета: 14:42:12, интервал одного расчета 0.200 с, интервал усреднения 1.000 с, количество усреднений 5, размер буфера



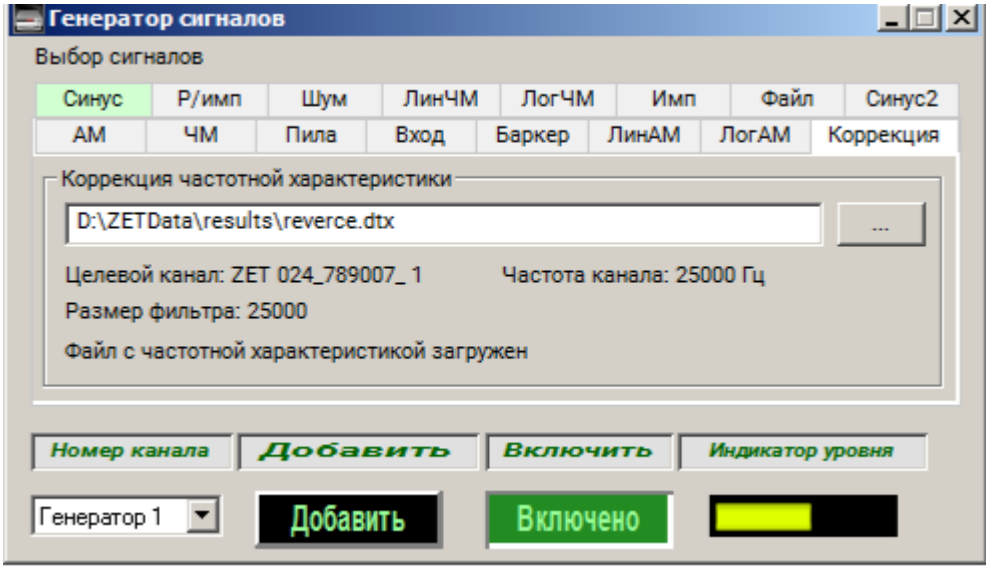
В окне импульсной характеристики поставьте галочку “Обратная”. В выпадающем списке “Источник” выберите вариант “H1”. Нажмите кнопку “Запись” и задайте имя файла для сохранения импульсной характеристики.

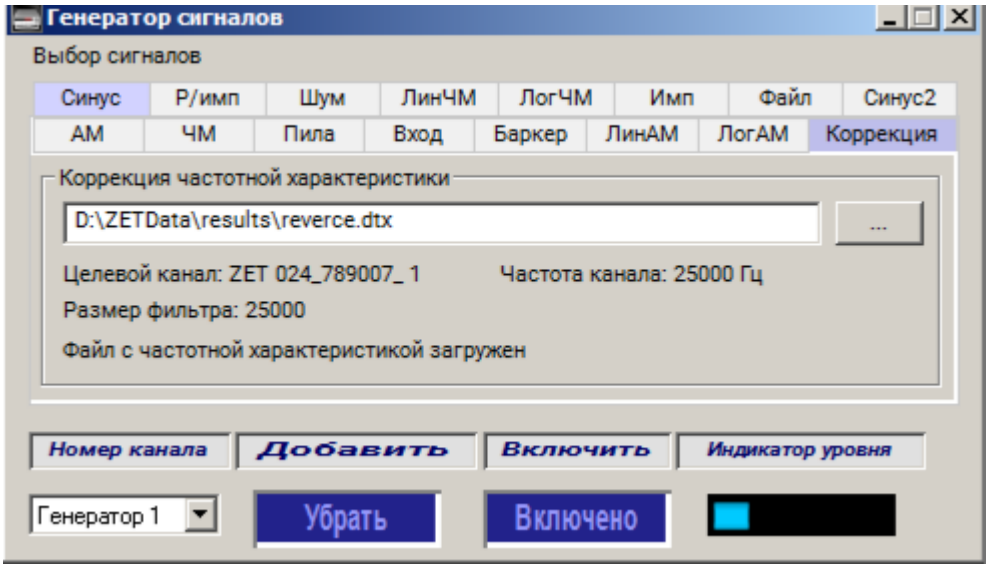
Вернитесь к программе “Генератор сигналов” и отключите генерацию шума. Выберите необходимый вам сигнал и включите его. Например, мы включили синусоидальный сигнал с частотой 1000 Гц и уровнем скз в 1 В. Запустите две программы “Вольтметр постоянного тока”, в первой выберите канал генератора, а вот второй измерительный канал.

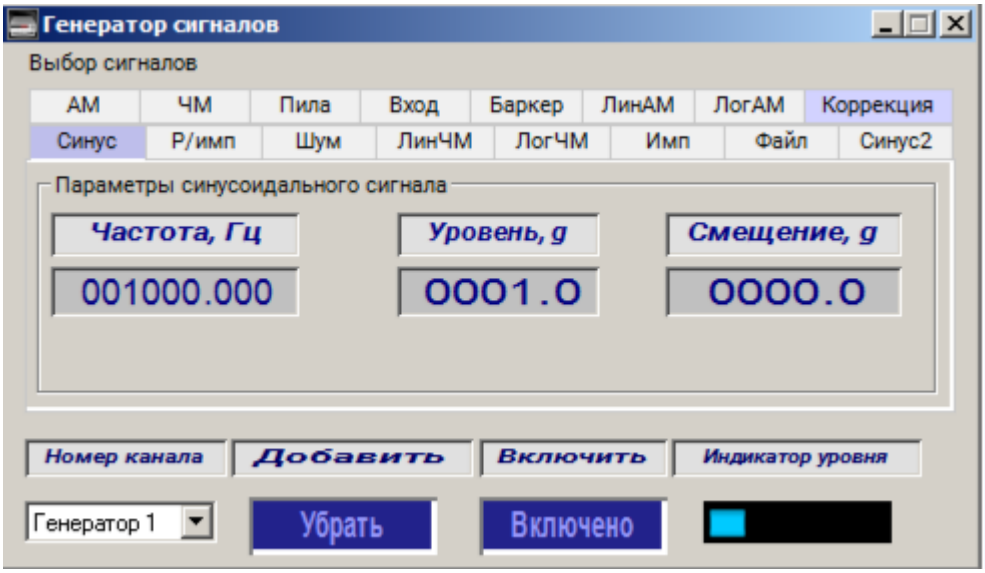


Вольтметр измерительного канала показывает примерно 50 g, что соответствует коэффициенту преобразования 0.02 В/g.

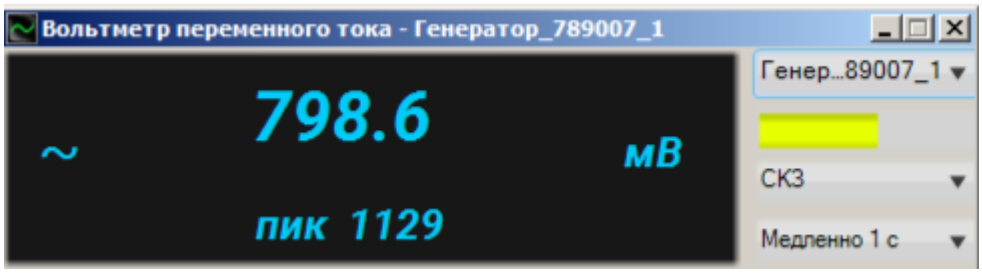
В программе “Генератор сигналов” переключитесь на вкладку “Коррекция”. Кликните по кнопке с тремя точками и выберите сохранённый недавно файл с импульсной характеристикой. Нажмите кнопку “Добавить”. Цвет кнопок и подписей изменится на синий. Вернитесь на вкладку “Синус” и задайте требуемое значение ускорения.

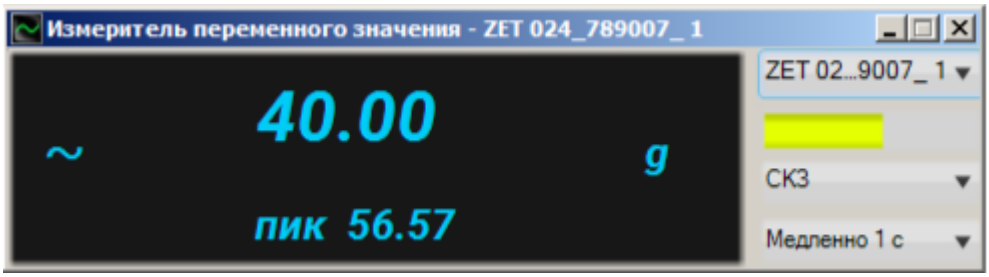

Генератор сигналов
Выбор сигналов
Синус
Р/имп
Шум
ЛинЧМ
ЛогЧМ
Имп
Файл
Синус2
АМ
ЧМ
Пила
Вход
Баркер
ЛинАМ
ЛогАМ
Коррекция
Коррекция частотной характеристики
D:\ZETData\results\reverce.dtx
...
Целевой канал: ZET 024_789007_ 1
Частота канала: 25000 Гц
Размер фильтра: 25000
Файл с частотной характеристикой загружен
Номер канала
Добавить
Включить
Индикатор уровня
Генератор 1
Добавить
Включено

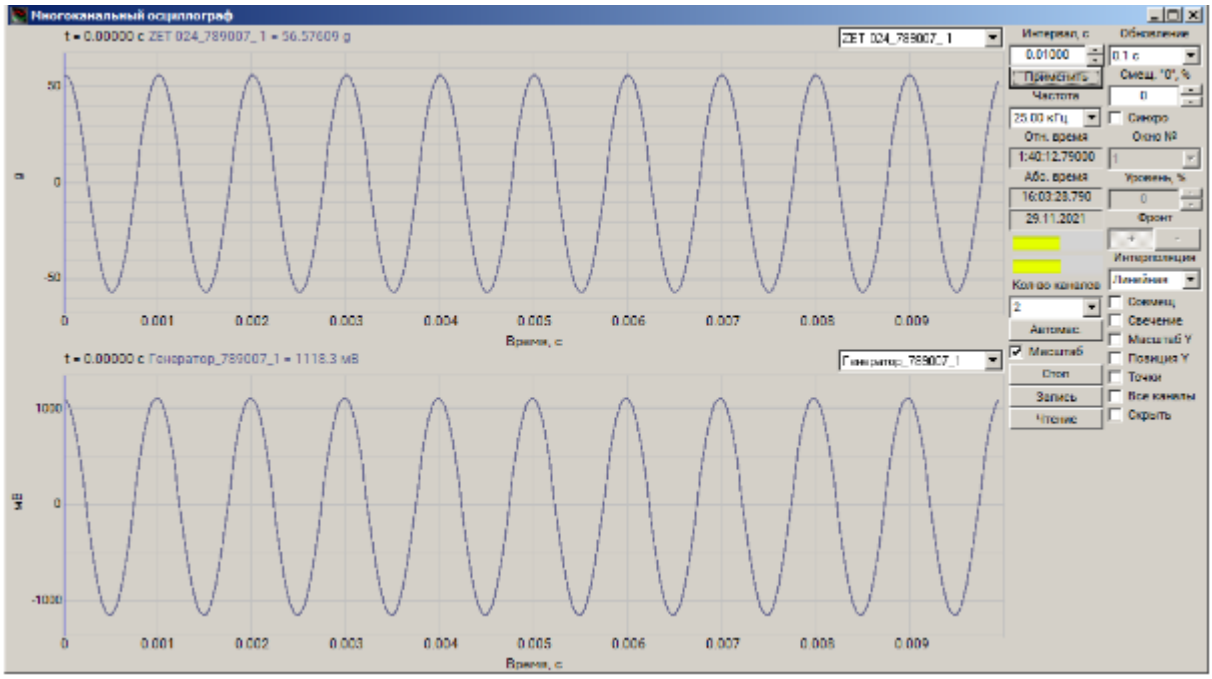

Генератор сигналов
Выбор сигналов
Синус
Р/имп
Шум
ЛинЧМ
ЛогЧМ
Имп
Файл
Синус2
АМ
ЧМ
Пила
Вход
Баркер
ЛинАМ
ЛогАМ
Коррекция
Коррекция частотной характеристики
D:\ZETData\results\reverce.dtx
...
Целевой канал: ZET 024_789007_ 1
Частота канала: 25000 Гц
Размер фильтра: 25000
Файл с частотной характеристикой загружен
Номер канала
Добавить
Включить
Индикатор уровня
Генератор 1
Убрать
Включено


Генератор сигналов
Выбор сигналов
АМ
ЧМ
Пила
Вход
Баркер
ЛинАМ
ЛогАМ
Коррекция
Синус
Р/имп
Шум
ЛинЧМ
ЛогЧМ
Имп
Файл
Синус2
Параметры синусоидального сигнала
Частота, Гц
Уровень, g
Смещение, g
001000.000
0001.0
0000.0
Номер канала
Добавить
Включить
Индикатор уровня
Генератор 1
Убрать
Включено

По вольтметрам проверьте полученные значения. Запустите программу “Многоканальный осциллограф” для проверки формы сигнала.







Вкладка "ЛинАМ" .....

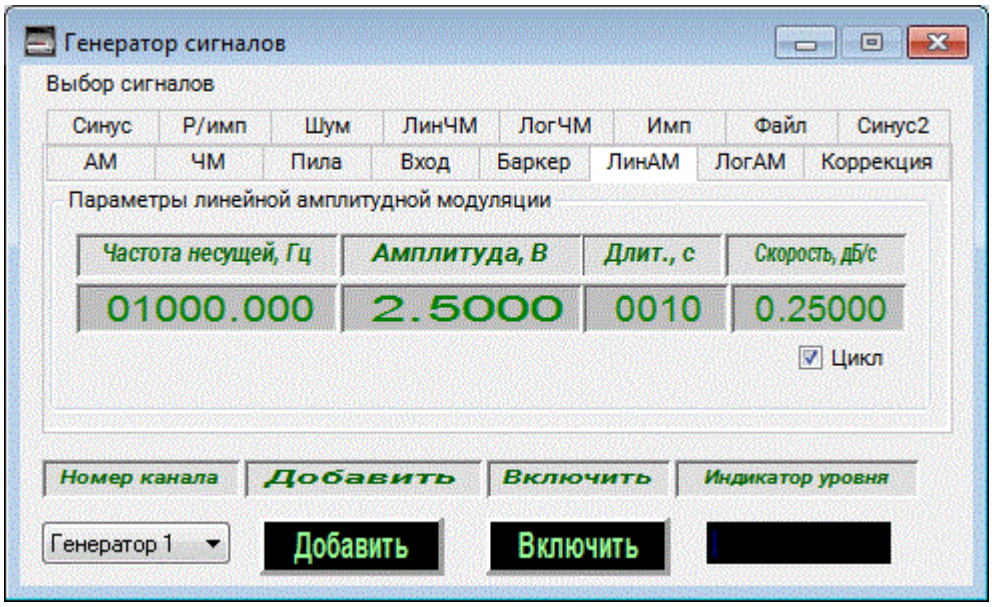
Амплитудно-модулированный сигнал с линейной разверткой по амплитуде (ЛинАМ) представляет собой синусоиду с равномерно увеличивающейся или уменьшающийся по времени частотой.

Для генерирования ЛинАМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку - *ЛинАМ*, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров ЛинАМ:

- *Частота несущей, Гц* – частота несущей, в котором будет генерироваться ЛинАМ. Несущая частота задается в герцах.

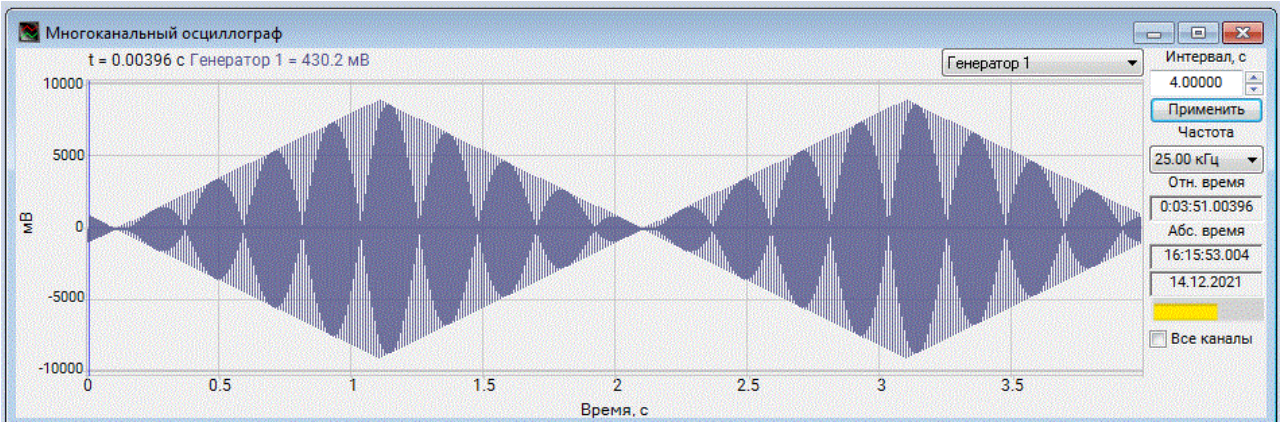
- *Амплитуда, В* - уровень, с которым будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах.
- *Длительность, с* – длительность цикла, с которым будет генерироваться ЛинАМ. Длительность задается в секундах.
- *Скорость,* дБ/с – скорость изменения частоты относительно герца в секунду (дБ/с), с которой будет генерироваться ЛинАМ.
- *Цикл* – флаг установки однократного либо многократного повторения цикла

После установки необходимых параметров ЛинАМ сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке:



Параметры генерируемого сигнала

Форма сигнала с заданными параметрами:



Осциллограмма сигнала

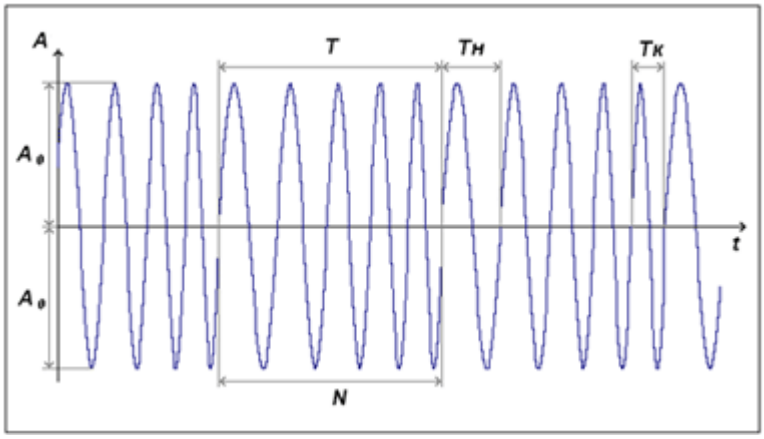
Вкладка "ЛинЧМ" .....

Частотно-модулированный сигнал с линейной разверткой по частоте (ЛинЧМ) представляет собой синусоиду с равномерно увеличивающейся по времени частотой.

ЛинЧМ рассчитывается по формуле:

$$A(t) = A_0 \cdot \sin\left(\omega t + \frac{\mu t^2}{2} + \varphi_0\right)$$

, где $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f=1/T, T - период сигнала), t – текущее время, μ=Δf/T – скорость изменения сигнала, φ_0 – начальная фаза сигнала.



Форма сигнала

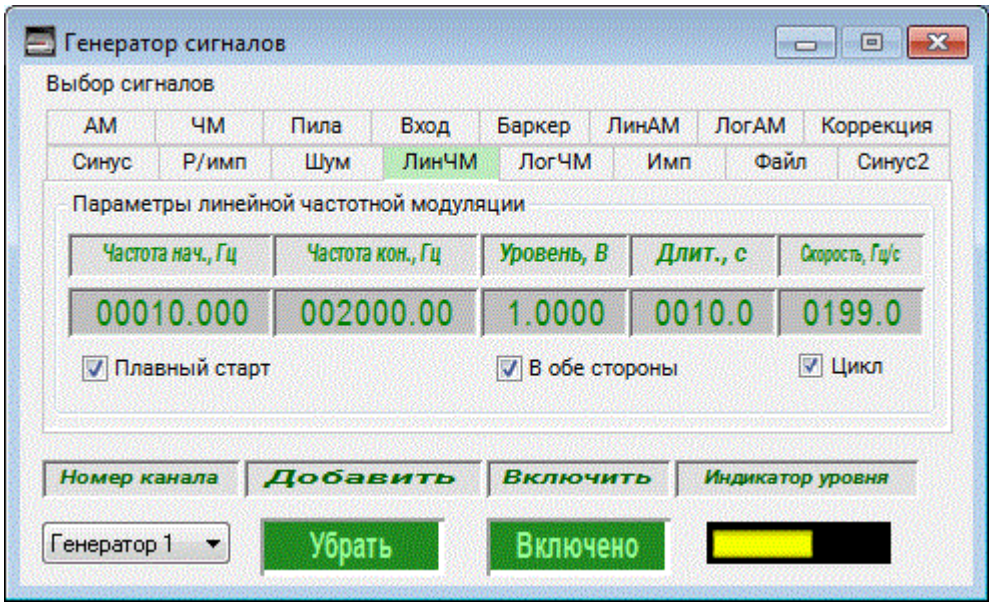
Для генерирования ЛинЧМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку -*ЛинЧМ*, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров ЛинЧМ:

- *Частота начальная, Гц* – начальная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛинЧМ. Связана с периодом Тн на рисунке 1 соотношением fн = 1/Тн. Начальная частота задается в герцах.
- *Частота конечная, Гц* – конечная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛинЧМ. Связана с периодом Тк на рисунке 1 соотношением fк = 1/Тк. Конечная частота задается в герцах
- *Уровень, В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛинЧМ. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- *Длительность, с* – длительность цикла, с которым будет генерироваться ЛинЧМ. Длительность задается в секундах. На рисунке выше длительность одного цикла обозначена T.

- *Скорость,* Гц/с – скорость изменения частоты относительно герца в секунду (Гц/с), с которой будет генерироваться ЛинЧМ. Рассчитывается автоматически исходя из длительности и начальной и конечной частот.
- *Плавный старт* – флаг установки позволяет подавать сигнал без рывков, плавно.
- *В обестроны* – флаг установки позволяет сделать сигнал одинаковый с двух сторон.
- *Цикл* – флаг установки однократного либо многократного повторения цикла

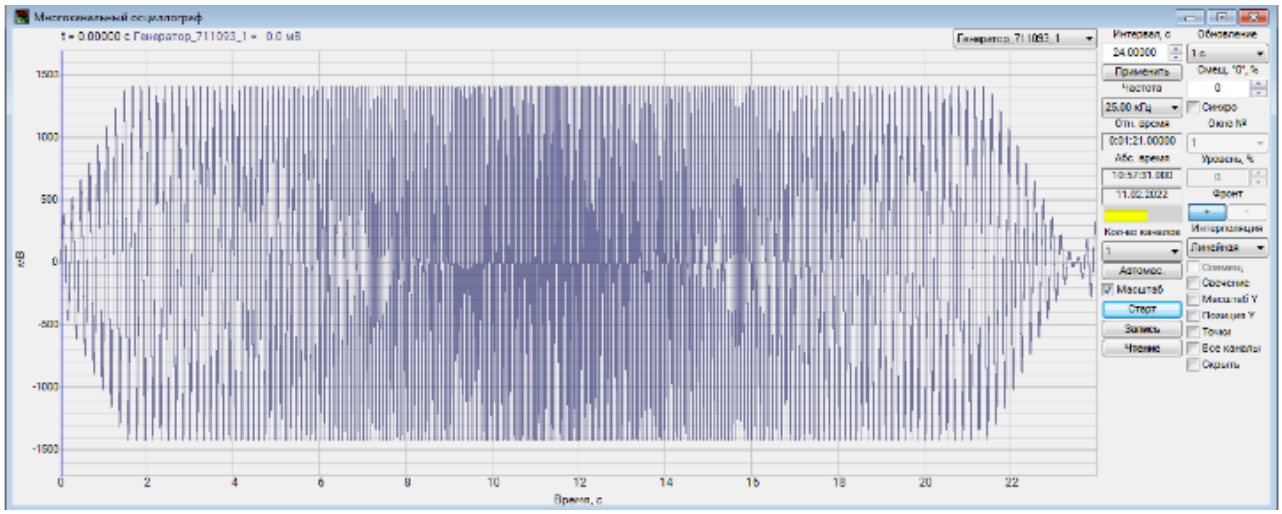
Для раздела “ЛинЧМ” добавлены галочки “Плавный старт” и “В обе стороны”. Галочка “Плавный старт” добавляет в начало и в конец генерируемого сигнала сигнал с плавным изменением амплитуды от 0 до заданного уровня. Галочка “В обе стороны” увеличивает в два раза длительность сигнала - в первой половине частота сигнала изменяется от начального значения до конечного, а во второй от конечного до начального, убирая таким образом скачки при возвращении к начальной частоте.

После установки необходимых параметров ЛинЧМ сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке:



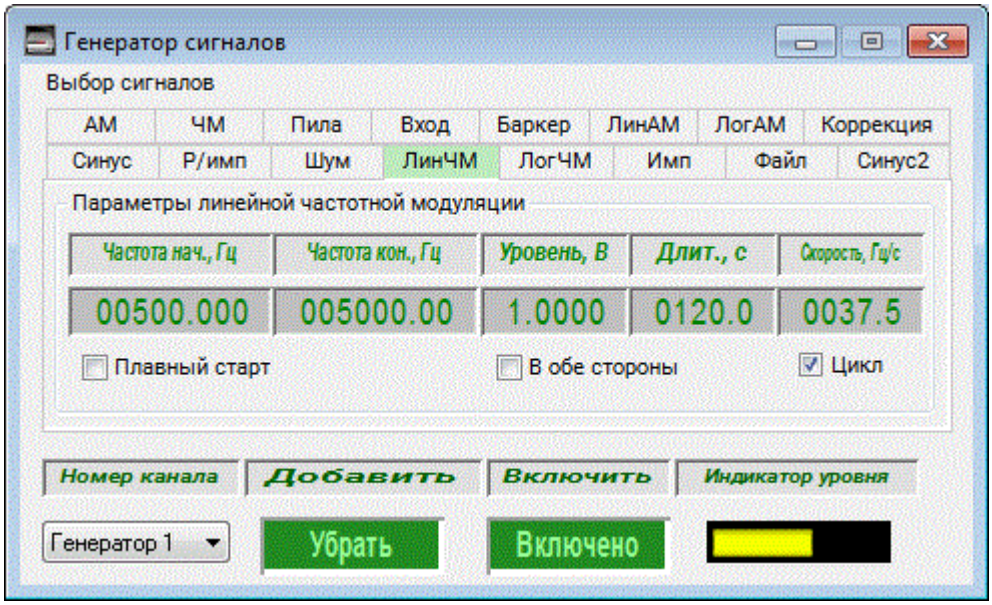
Параметры генерируемого сигнала

Форма сигнала с заданными параметрами:

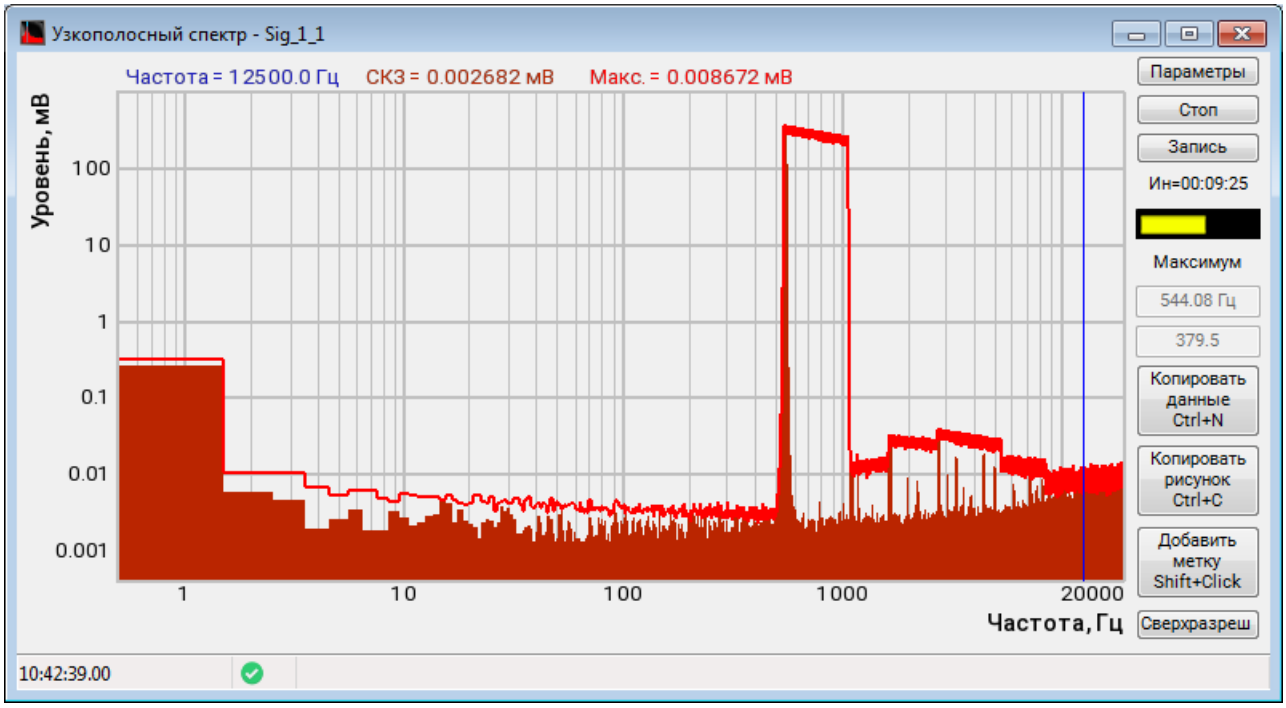


Осциллограмма сигнала

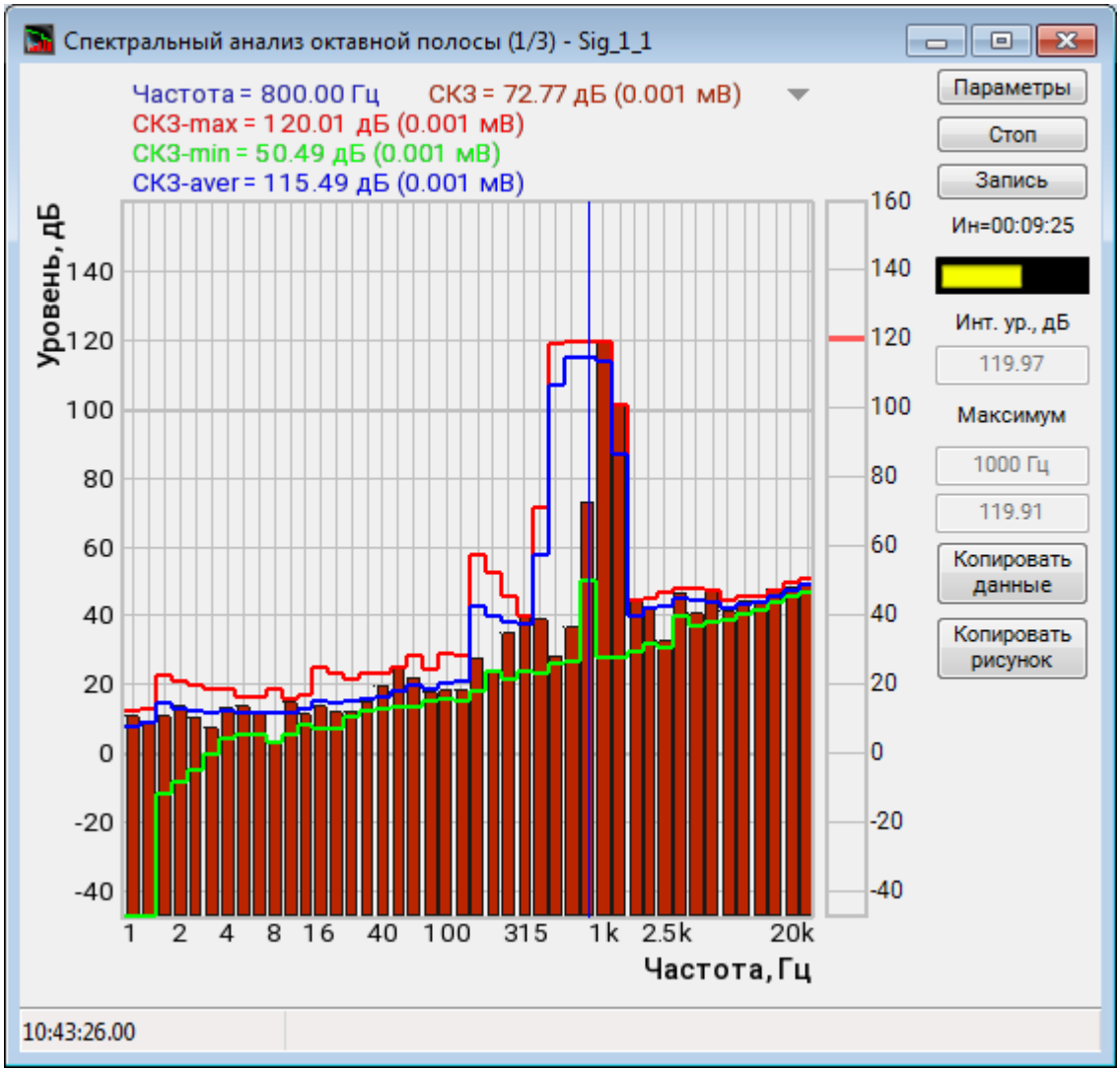
На рисунках ниже показаны узкополосный и 1/3-октавный спектры с их накопленными максимальными значениями в установленном диапазоне частот ЛинЧМ:



Параметры генерируемого сигнала



Узкополосный спектр генерируемого сигнала



Долеоктавный спектр генерируемого сигнала

Вкладка "ЛогАМ" .....

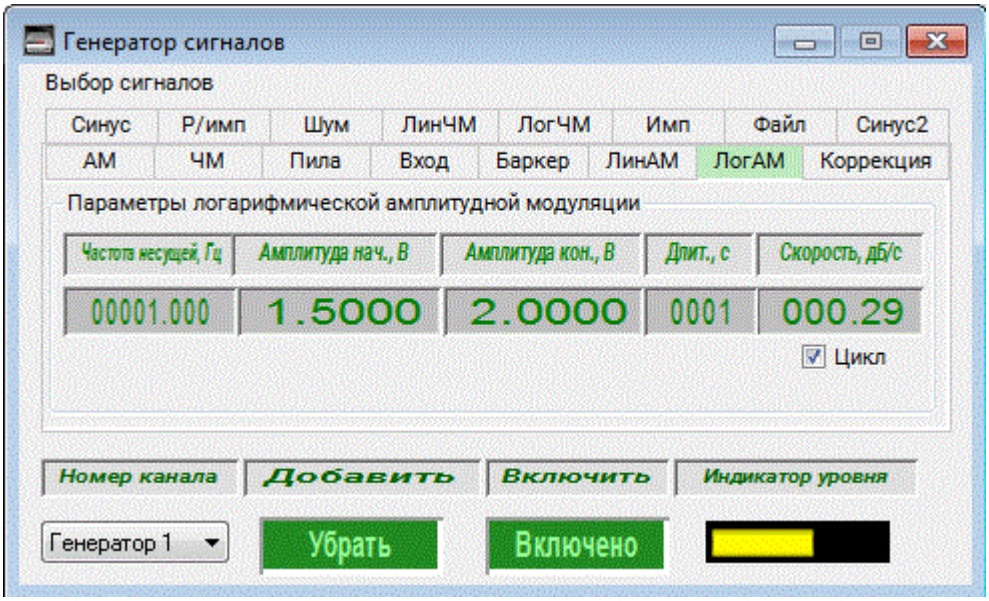
Амплитудно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогАМ) представляет собой синусоиду с частотой, изменяющейся по логарифмическому закону.

Для генерирования ЛогАМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигнала** перейти на вкладку - *ЛогАМ*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров ЛогАМ:

- *Частота несущей, Гц* – частота несущей, в котором будет генерироваться ЛогАМ. Несущая частота задается в герцах.
- *Амплитуда начальная, В* - начальный уровень, с которым будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах.
- *Амплитуда конечная, В* - конечный уровень, с которым будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах.
- *Длительность, с* – длительность цикла, с которым будет генерироваться ЛогАМ. Длительность задается в секундах.

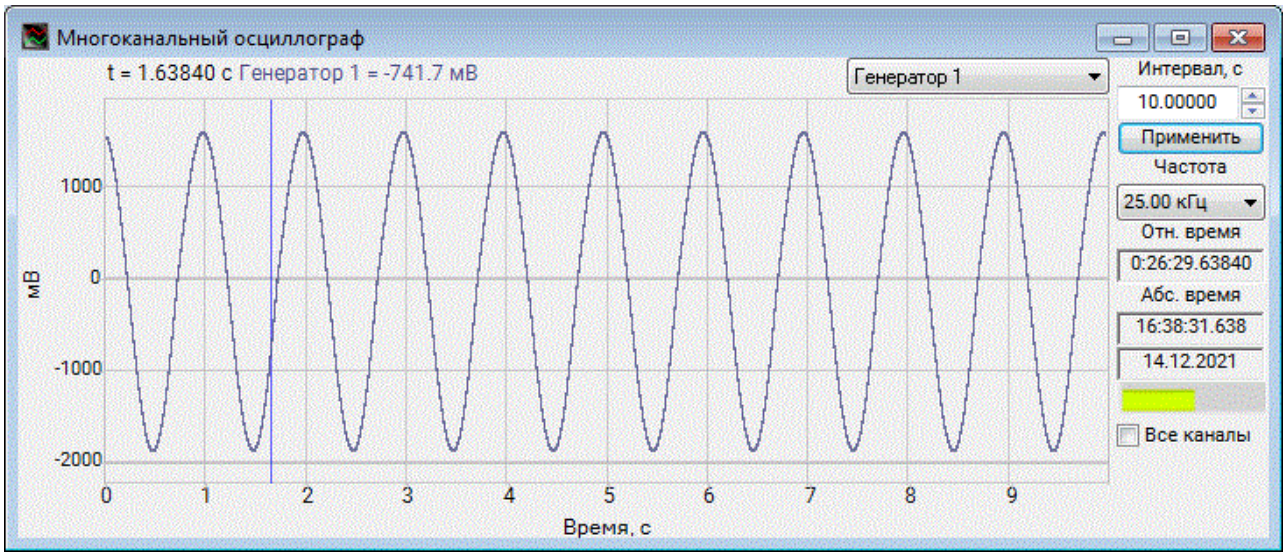
- *Скорость,* дБ/с – скорость изменения частоты относительно герца в секунду (дБ/с), с которой будет генерироваться ЛогАМ.
- *Цикл* – флаг установки однократного либо многократного повторения цикла.

После установки необходимых параметров ЛогАМ сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке:



Параметры генерируемого сигнала

Форма сигнала с заданными параметрами:



Осциллограма сигнала

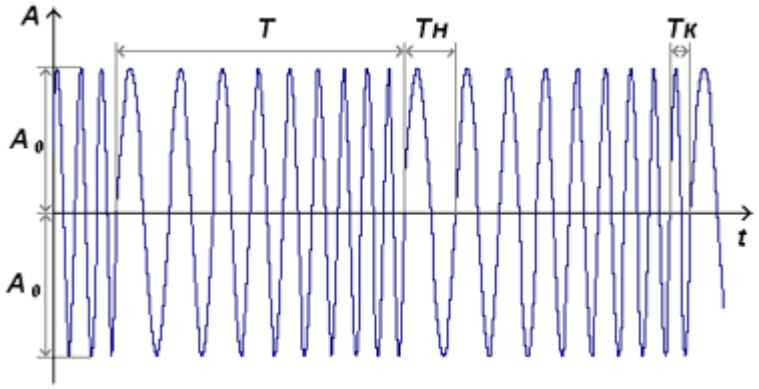
Вкладка "ЛогЧМ" .....

Частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ) представляет собой синусоиду с частотой, изменяющейся по логарифмическому закону.

ЛогЧМ рассчитывается по формуле:

$$A = A_0 \cdot \sin\left(\frac{\omega \cdot T}{\ln\left(\frac{f_k}{f_0}\right)} \cdot \left(\frac{f_k}{f_0}\right)^{\frac{t}{T}} + \varphi_0\right)$$

, *где* $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f=1/T), T - время изменения частоты, f_0 – начальная частота сигнала, f_k – конечная частота сигнала, t – текущее время, φ_0 – начальная фаза сигнала.



Форма сигнала

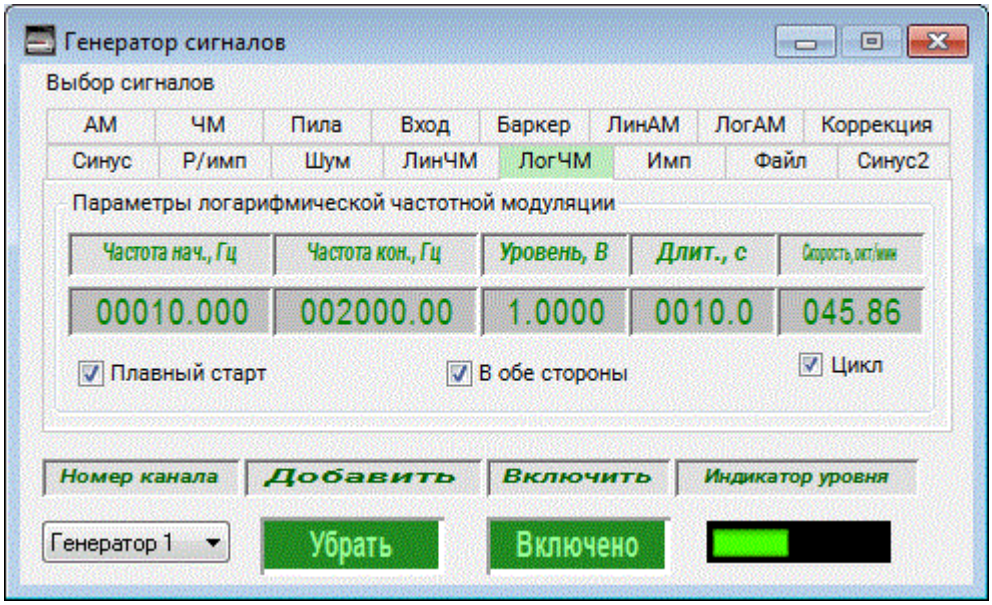
Для генерирования ЛогЧМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигнала** перейти на вкладку -*ЛогЧМ*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров ЛогЧМ:

- *Частота начальная, Гц* – начальная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом *Тн* на рисунке выше соотношением $f_н = 1/Тн$. Начальная частота задается в герцах.
- *Частота конечная, Гц* – конечная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом Тк на рисунке выше соотношением $f_к = 1/Тк$. Конечная частота задается в герцах.
- *Уровень. В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛогЧМ. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- *Длительность, с* – длительность цикла, с которым будет генерироваться ЛогЧМ. Длительность задается в секундах. На рисунке выше длительность одного цикла обозначена *Т*.

- *Скорость,* окт/мин – скорость изменения частоты относительно октав в минуту (окт/мин), с которой будет генерироваться ЛогЧМ. Рассчитывается автоматически исходя из длительности и начальной и конечной частот.
- *Плавный старт* – флаг установки позволяет подавать сигнал без рывков, плавно.
- *В обестроны* – флаг установки позволяет сделать сигнал одинаковый с двух сторон.
- *Цикл* – флаг установки однократного либо многократного повторения цикла.

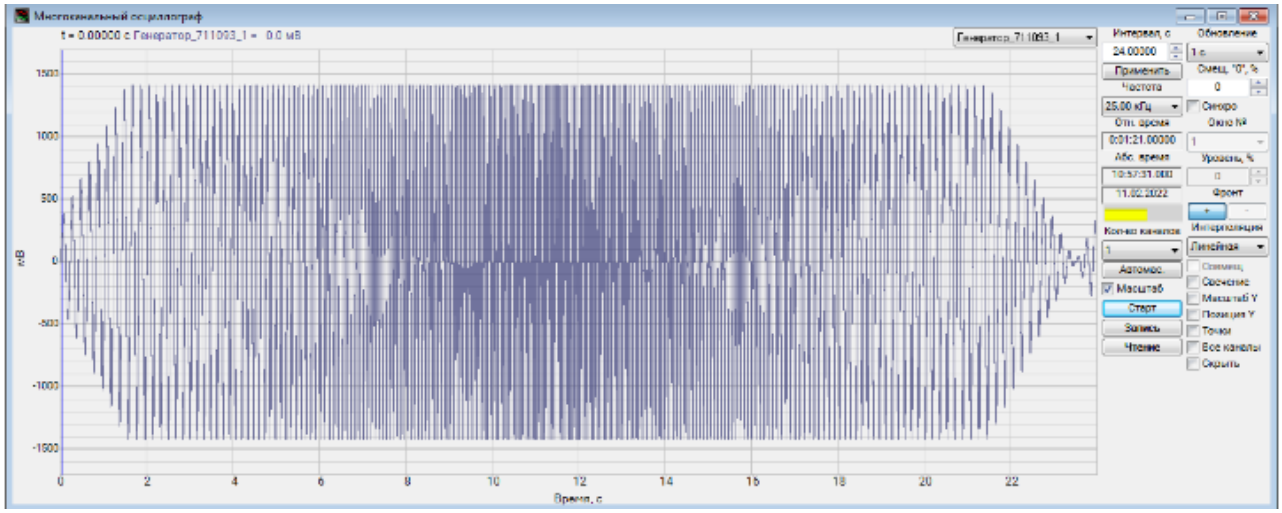
Для раздела “ЛогЧМ” добавлены галочки “Плавный старт” и “В обе стороны”. Галочка “Плавный старт” добавляет в начало и в конец генерируемого сигнала сигнал с плавным изменением амплитуды от 0 до заданного уровня. Галочка “В обе стороны” увеличивает в два раза длительность сигнала - в первой половине частота сигнала изменяется от начального значения до конечного, а во второй от конечного до начального, убирая таким образом скачки при возвращении к начальной частоте.

После установки необходимых параметров ЛогЧМ сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке:



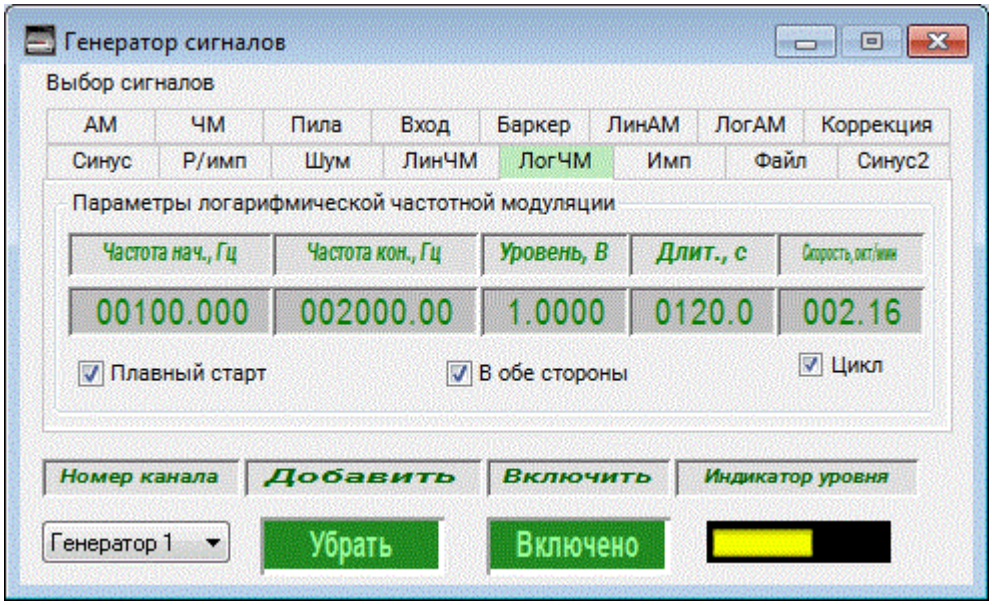
Параметры генерируемого сигнала

Форма сигнала с заданными параметрами:

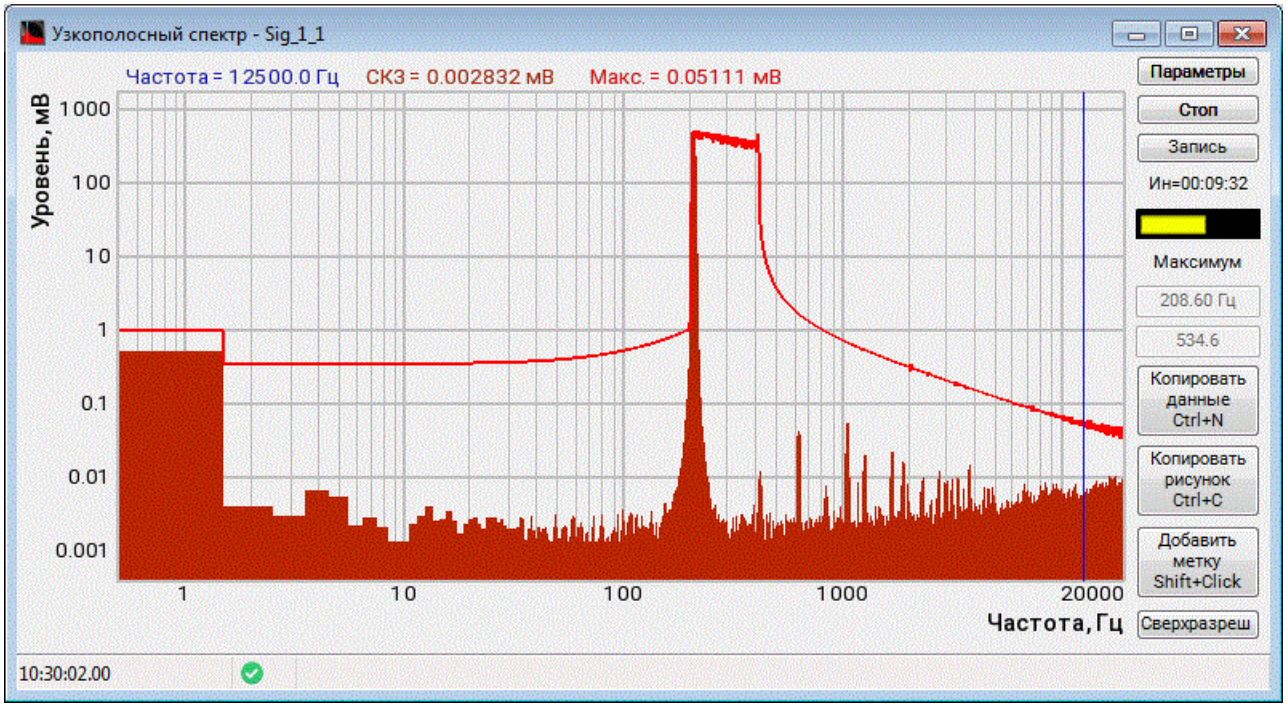


Осциллограма сигнала

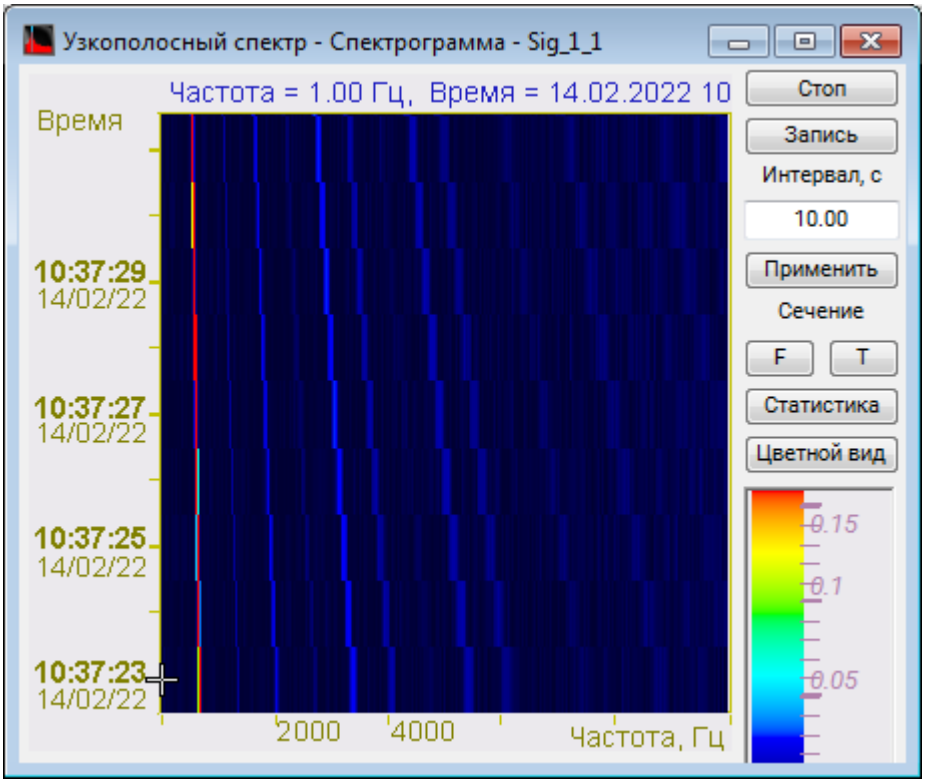
На рисунках ниже показаны Узкополосный спектральный анализ, спектрограмма и 1/3-октавный спектр с их накопленными максимальными значениями в установленном диапазоне частот ЛогЧМ:



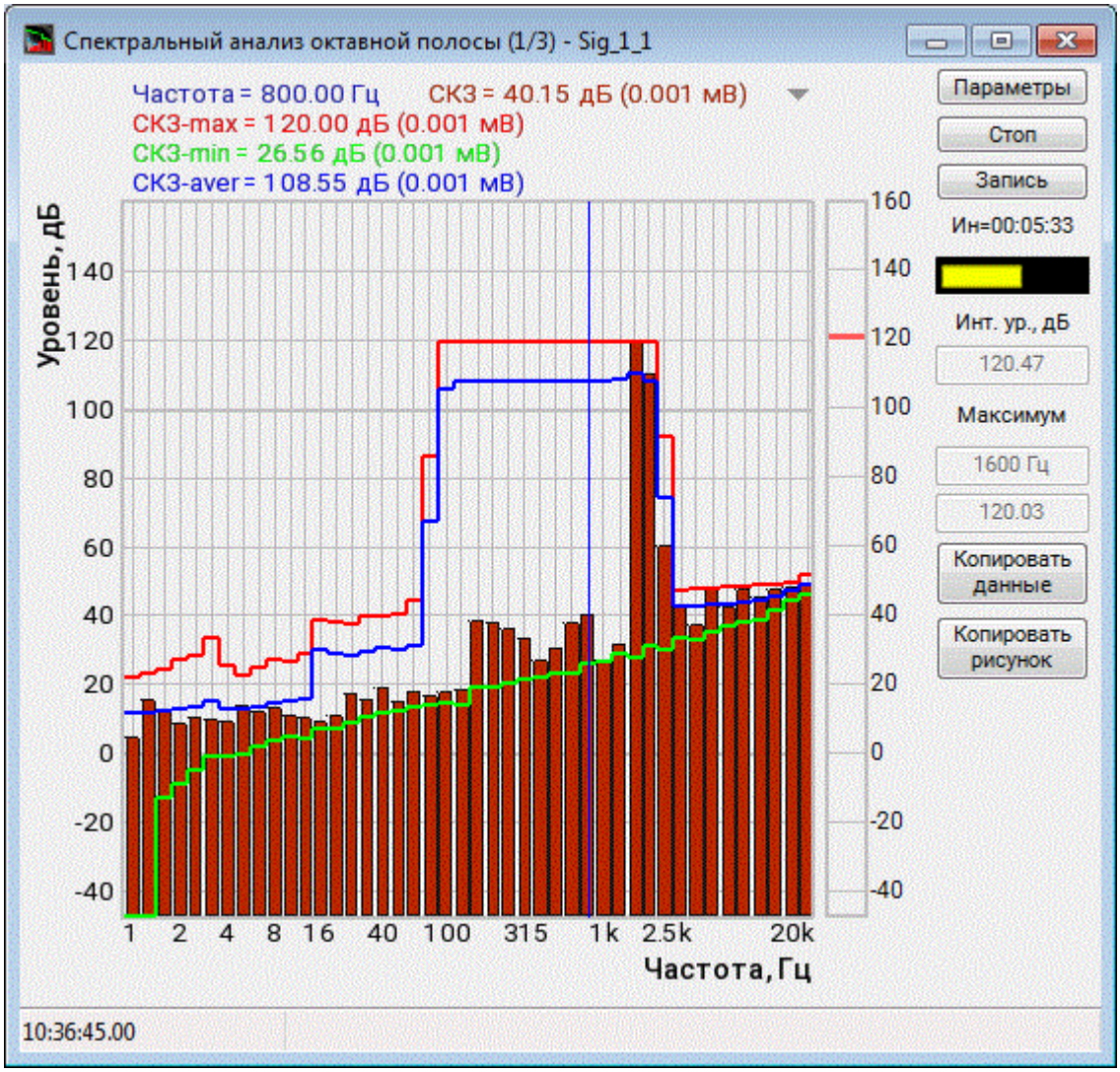
Параметры генерируемого сигнала



Узкополосный спектр генерируемого сигнала



Спектрограмма генерируемого сигнала

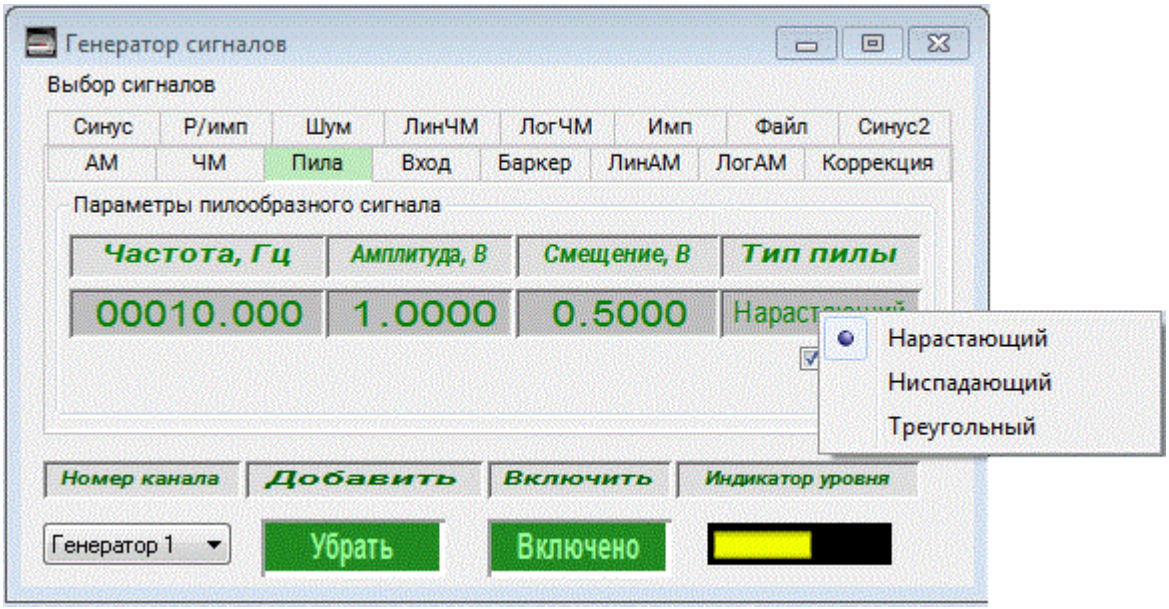


Долеоктавный спектр генерируемого сигнала

Вкладка "Пила" .....

Для генерирования пилообразного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку *–Пила*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров пилообразного сигнала:

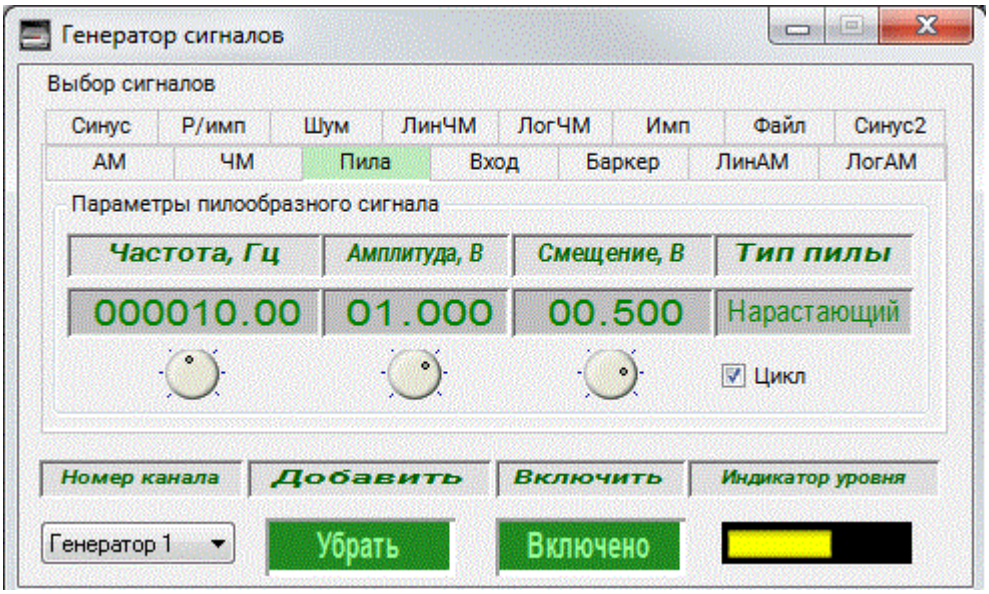
- *Частота, Гц* – частота генерируемого сигнала в герцах. Частота сигнала f связана с его периодом T зависимостью $f=1/T$.
- *Амплитуда, В* - уровень, с которым будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах.
- *Смещение, В* – значение смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах.
- *Тип пилы* – нарастающий, ниспадающий или треугольный. Выбирается из списка, который вызывается правой кнопкой "мыши".



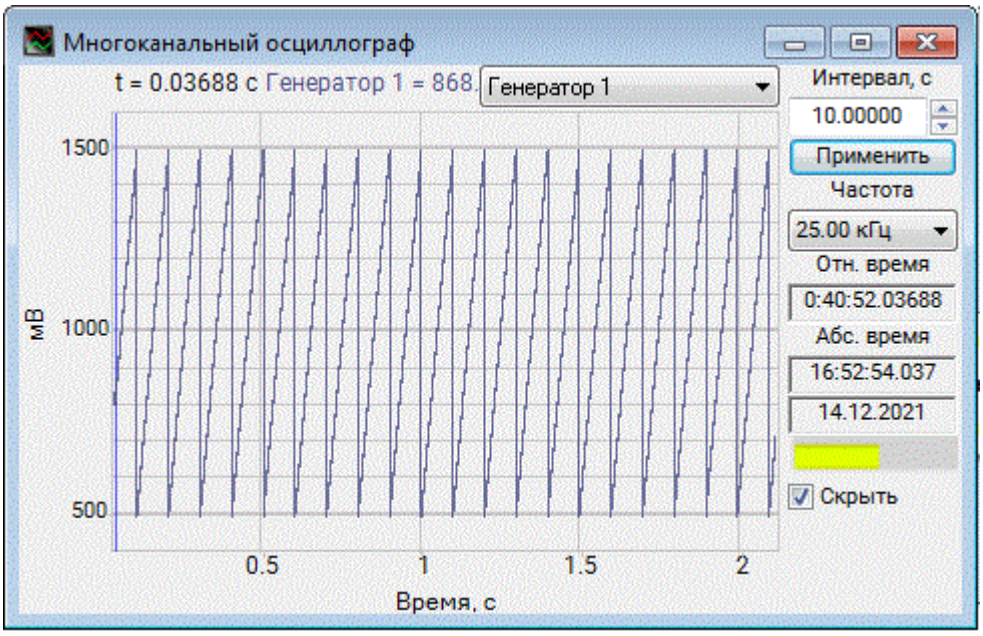
Выбор типа пилы

Начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы.

На рисунках ниже показаны параметры и соответствующие формы сигналов для треугольного, нарастающего и ниспадающего типов пилы.



Форма сигнала



Осциллограмма сигнала

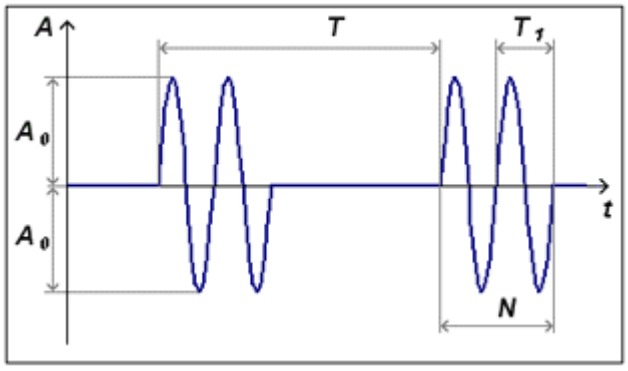
Вкладка "Р/имп" .....

Радиоимпульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Уровень радиоимпульсного сигнала в каждый момент времени вычисляется по формуле:

$$A = \begin{cases} A_0 \sin \omega_1 Nt, & если \quad \omega_1 Nt < \omega t \\ 0 & если \quad \omega_1 Nt > \omega t \end{cases}$$

где: $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала, f – частота сигнала, связана с его периодом T зависимостью $f=1/T$, t – текущее время, N – коэффициент заполнения.

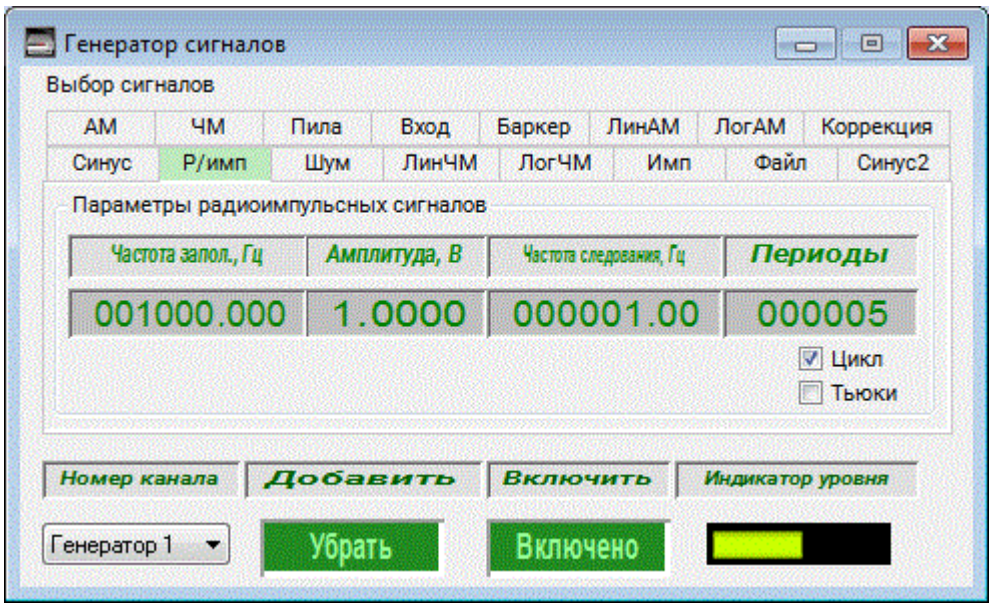


Форма радио-импульсного сигнала

Для генерирования радиоимпульсного сигнала (прерывистые колебания) необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку *-Р/имп*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров радиоимпульсного сигнала:

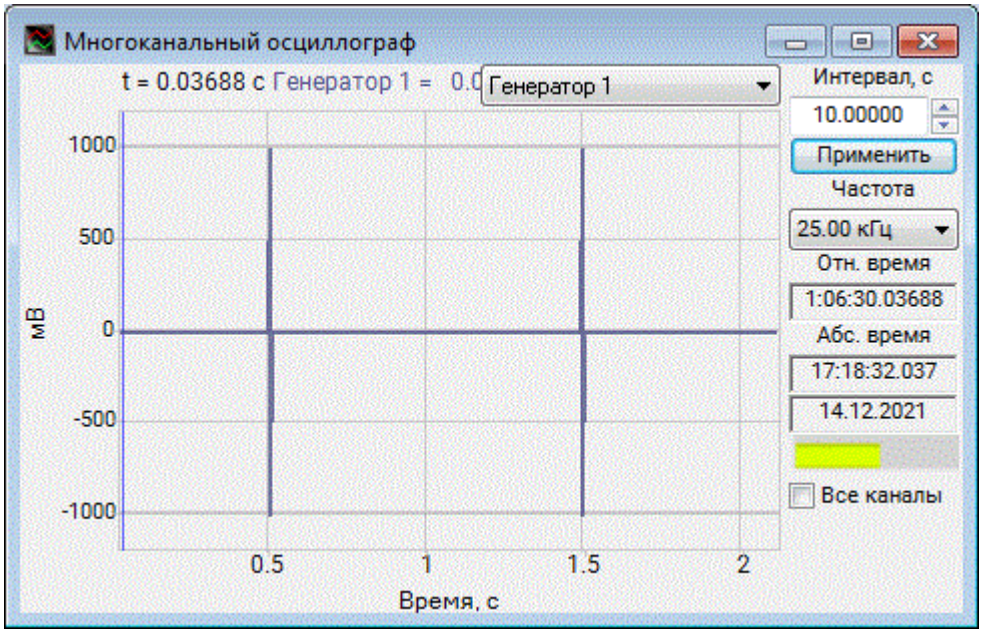
- *Частота заполнения, Гц* – частота заполнения (несущая частота), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота заполнения задается в герцах. Связана с периодом T_1 на рисунке выше.
- *Амплитуда, В* - пиковое значение сигнала, с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Амплитуда задается в вольтах. На рисунке выше амплитуда обозначена A_0.
- *Частота следования, Гц* – частота следования (частота модулирования), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота следования задается в герцах. Связана с периодом T на рисунке выше.
- *Периоды* - ширина, с которой будет генерироваться сигнал - количество импульсов N длительностью T_1 в одном периоде Т.
- Флаг *Цикл*, служит для однократного либо циклического повторения радиоимпульса.

После установки необходимых параметров радиоимпульсного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке:



Параметры генерируемого сигнала

На рисунке ниже показана соответствующая форма сигнала, полученная с помощью программы **Многоканальный осциллограф**.



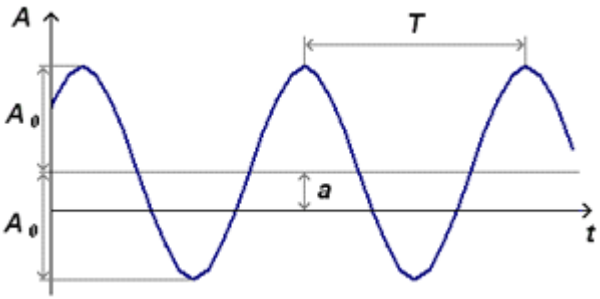
Осциллограмма генерируемого сигнала

Вкладка "Синус" .....

Амплитуда синусоидального сигнала рассчитывается по формуле:

$A(t)= A_0 \cdot \sin(\omega t+\varphi_0)$,

где: $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f=1/T, T - период сигнала), t – текущее время, φ_0 – начальная фаза сигнала.



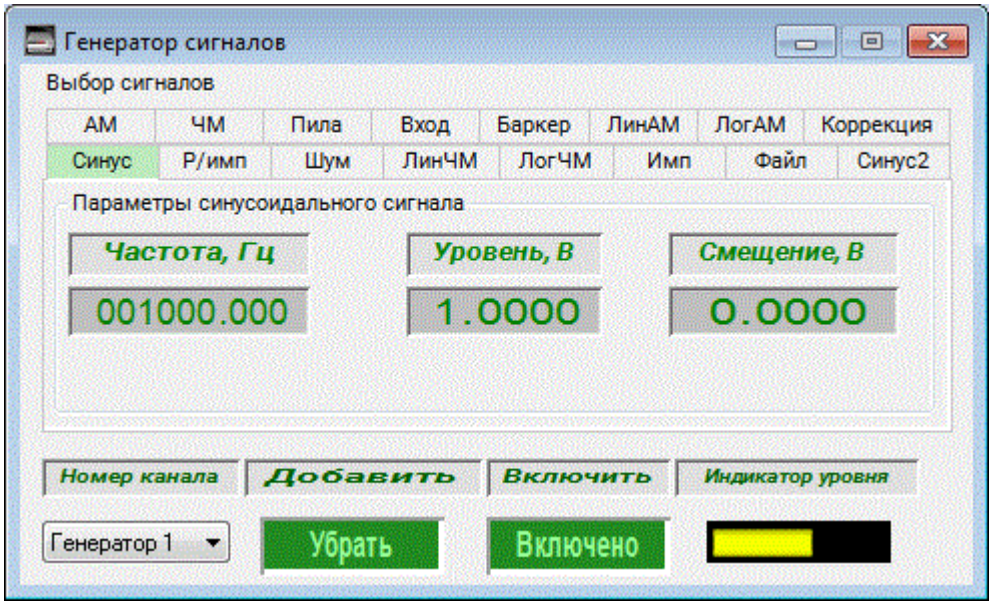
Форма синусоидального сигнала

Для генерирования синусоидального сигнала с заданной частотой, уровнем и смещением постоянной составляющей необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку -*Синус* или вкладку -*Синус2*, после чего в окне программы **Генератор сигналов** отобразятся элементы задания параметров синусоидального сигнала:

- *Частота, Гц* – частота генерируемого сигнала в герцах. Частота сигнала f связана с его периодом T (Рис. выше) зависимостью f=1/T.

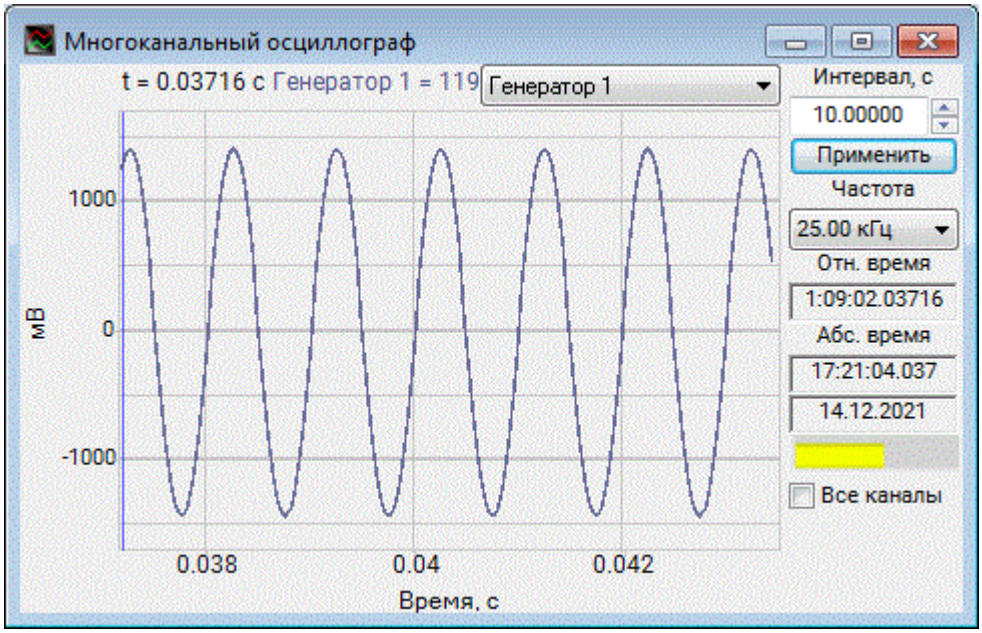
- *Уровень, В* - среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах. На рисунке выше уровень обозначен A_0.
- *Смещение, В* – значение смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах. На рисунке выше смещение обозначено *a*.

После установки необходимых параметров синусоидального сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке ниже.



Параметры генерируемого синусоидального сигнала

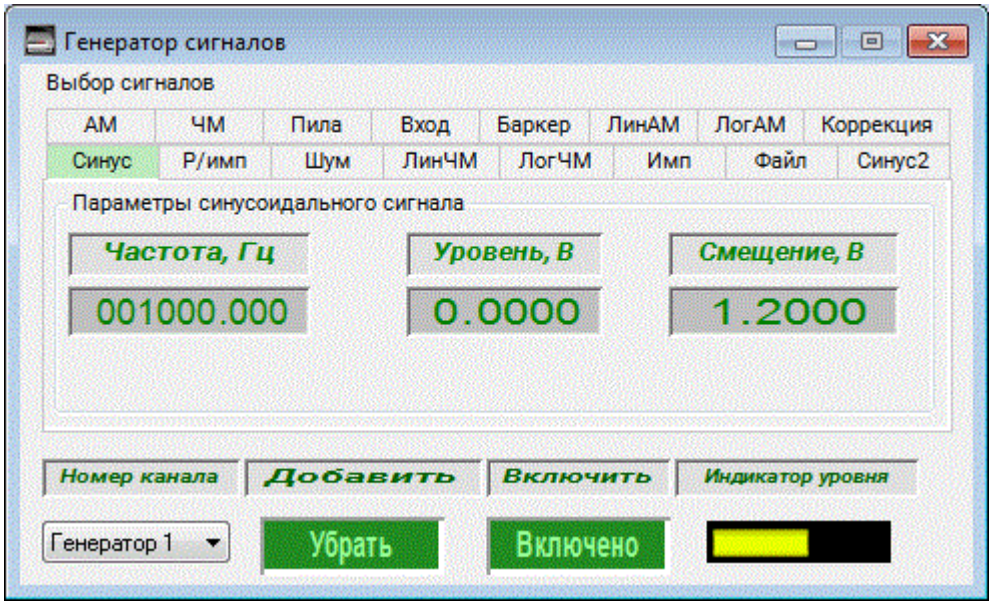
На рисунке ниже показана соответствующая форма сигнала, полученная с помощью программы **Многоканальный осциллограф**.



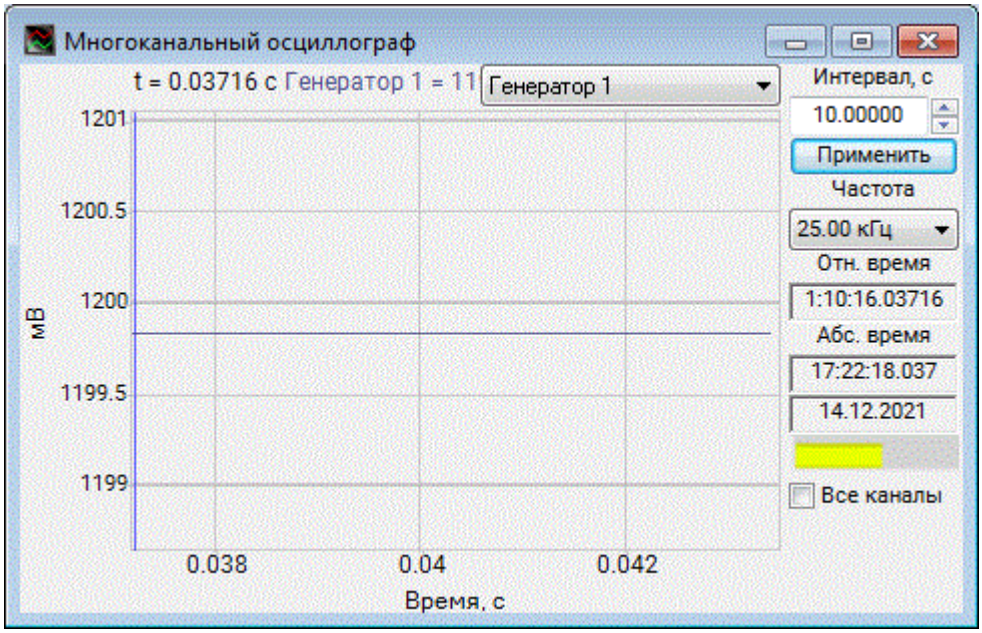
Осциллограмма генерируемого синусоидального сигнала

Обратите внимание на то, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение (СКЗ) сигнала. При этом максимальная амплитуда (пиковое значение) равна СКЗ* √2

При использовании генератора для питания датчиков постоянным током также используется вкладка *Синус*, при этом не уровень сигнала, а его смещение:



Параметры генерируемого сигнала



Осциллограмма генерируемого сигнала

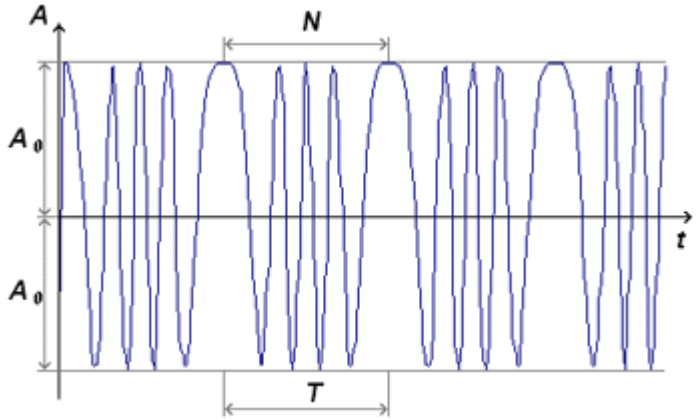
Вкладка "ЧМ" .....

Частотно-модулированный сигнал представляет собой сигнал, у которого частота несущего колебания изменяется во времени по синусоидальному закону.

Амплитуда сигнала в каждый момент времени определяется формулой:

$A=A_0\sin[\omega t+\Delta\omega\sin\omega_1 t+\varphi_0]$

где $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f - частота несущей сигнала), $\omega_1 = 2\pi f_1$ – фаза сигнала (f_1 - частота модуляции сигнала), $\Delta\omega$ – девиации частоты (модуляция), t – текущее время, φ_0 – начальная фаза сигнала.



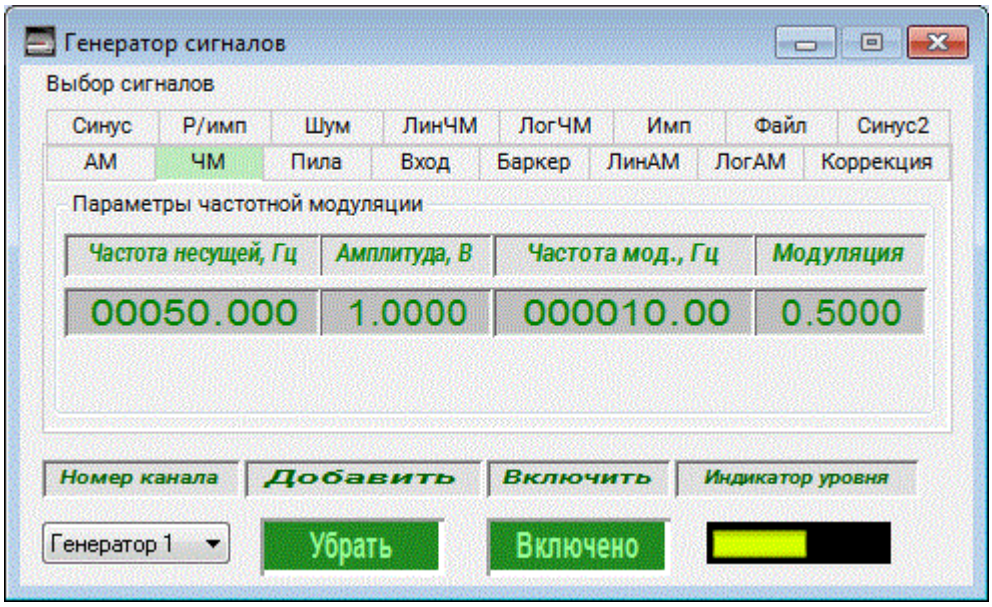
Форма сигнала

Количество импульсов N в одном периоде T (см. рисунок) равно отношению несущей частоты к частоте модуляции.

Для генерирования частотно-модулированного сигнала необходимо в программе **Генератор сигналов** перейти на вкладку -*ЧМ*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров частотно-модулированного сигнала:

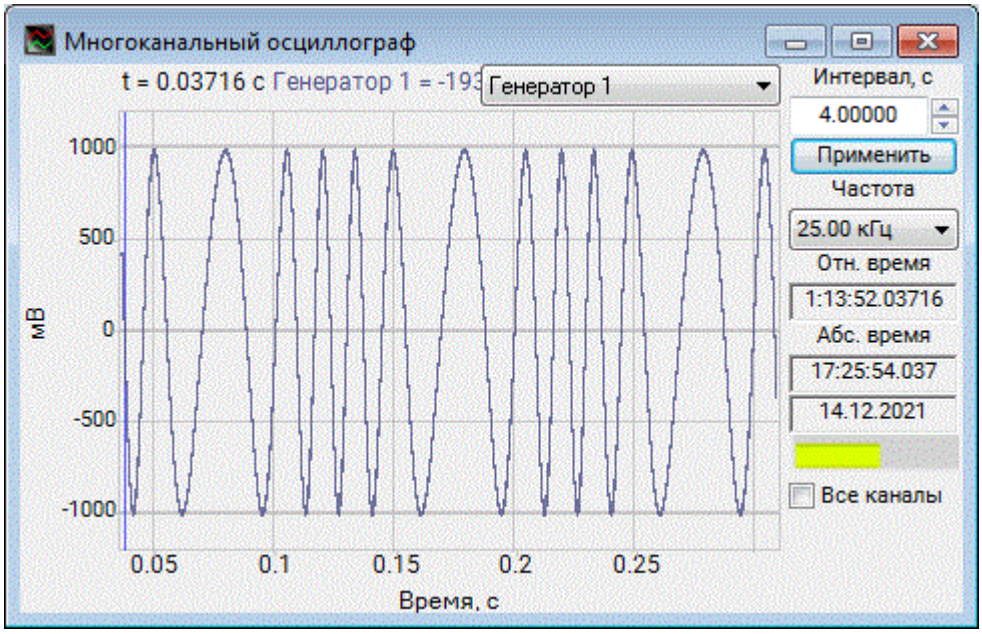
- *Частота несущей, Гц* – несущая частота, с которой будет генерироваться сигнал. Частота заполнения задается в герцах (Гц).
- *Амплитуда, В* – пиковое значение сигнала, с которой будет генерироваться сигнал. Амплитуда задается в вольтах (В). На рисунке выше амплитуда обозначена A_0.
- *Частота модуляции, Гц* – частота модуляции, с которой будет генерироваться сигнал. Частота модуляции задается в герцах (Гц).
- *Модуляция* - глубина модуляции, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в процентах от частоты сигнала.

После установки необходимых параметров частотно-модулированного сигнала и начала генерирования (начало генерирования происходит после последовательного нажатия кнопки *Добавить* сигнал и кнопки *Включить* все сигналы) окно программы примет вид как показано на рисунке ниже.



Параметры генерируемого сигнала

На рисунке ниже показана соответствующая форма сигнала, полученная с помощью программы Многоканальный осциллограф.



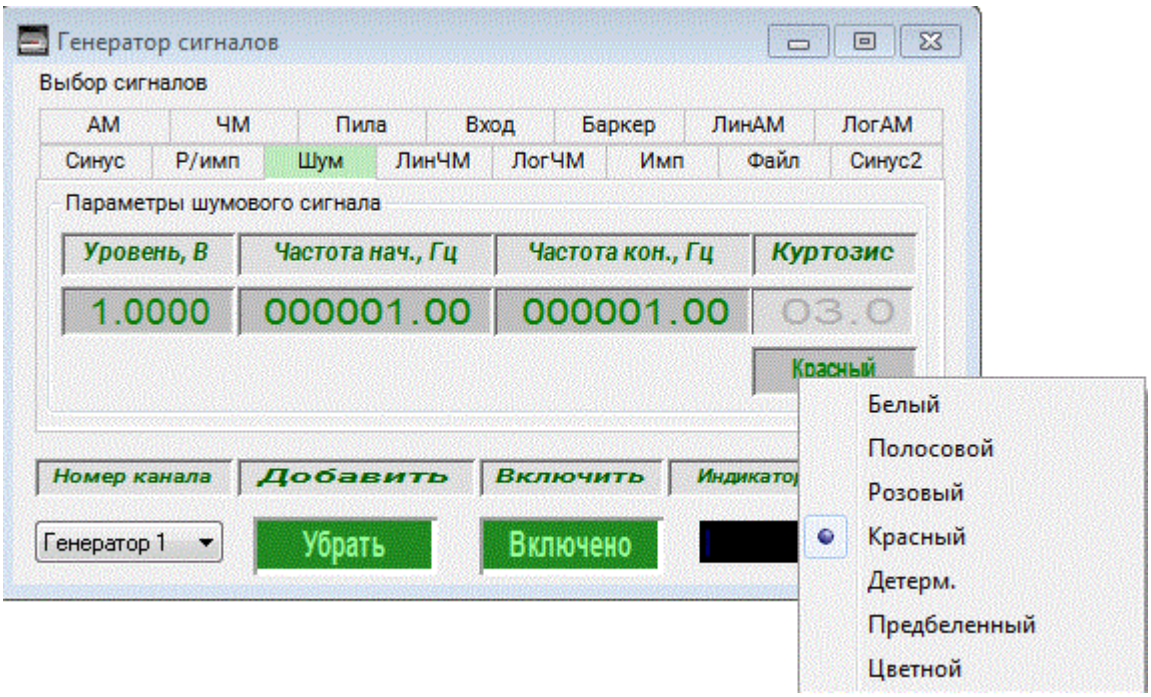
Осциллограмма генерируемого сигнала

Вкладка "Шум" .....

Для генерирования Шум, с заданными параметрами, необходимо в программе **Генератор сигнала** перейти на вкладку *-Шум*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров Шум:

- *Уровень. В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛогЧМ. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- *Частота начальная, Гц* – начальная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться Шум. Связана с периодом *Тн* на рисунке выше соотношением $f_н$ = 1/*Тн*. Начальная частота задается в герцах.
- *Частота конечная, Гц* – конечная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться Шум. Связана с периодом Тк на рисунке выше соотношением $f_к$ = 1/*Тк*. Конечная частота задается в герцах.
- *Уровень. В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться Шум. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- Куртозис. В программе **Генератор сигналов** реализовано 7 типов шума:
  1) Белый;
  2) Полосовой;
  3) Розовый;
  4) Красный;
  5) Детерминированный;
  6) Предбеленный;
  7) Цветной.

Тип шума выбирается из контекстного меню: нажать правой клавишей «мыши» по полю выбора типа шума, расположенному под надписью Куртозис, и в раскрывшемся списке выбрать нужный тип.



Выбор типа шума

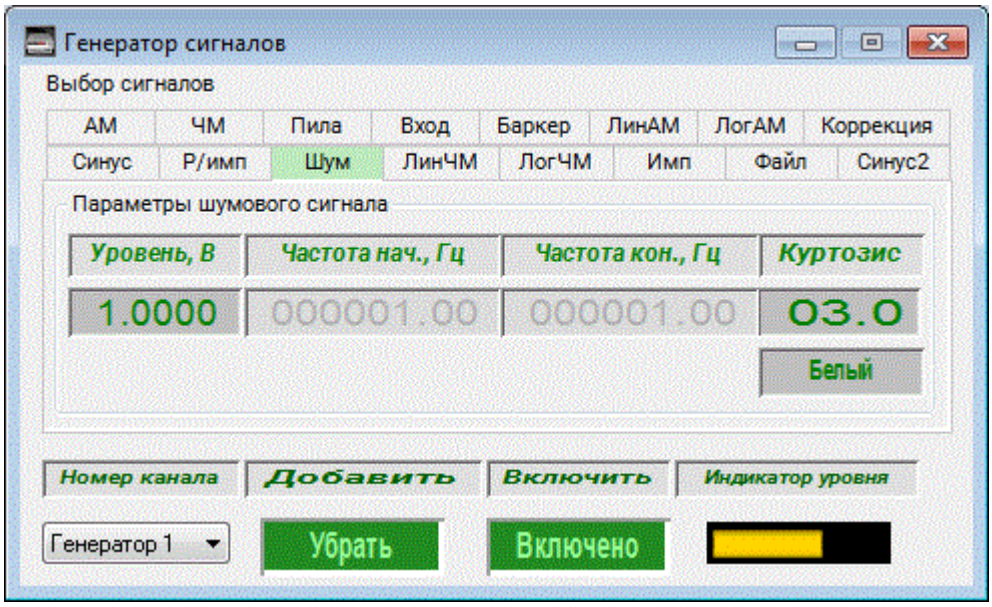
Для полосового, розового и детерминированного указываются начальные и конечные частоты генерирования шума, белый шум генерируется во всей полосе работы генератора (определяется частотой дискретизации ЦАП).

В поле *Уровень, В* задается уровень шума.

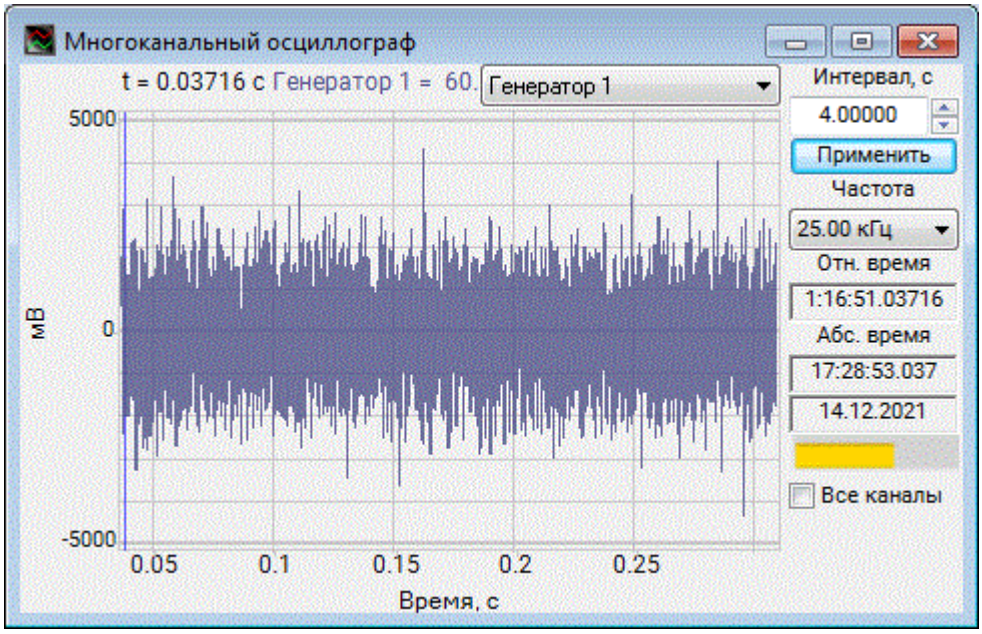
Белый шум - стационарный шум, спектральные составляющие которого равномерно распределены по всему диапазону задействованных частот. Белый шум рассчитывается по формуле:

$$A = A_0 \cdot \left(\sum_{1}^{12} rand() - 6 \right),$$

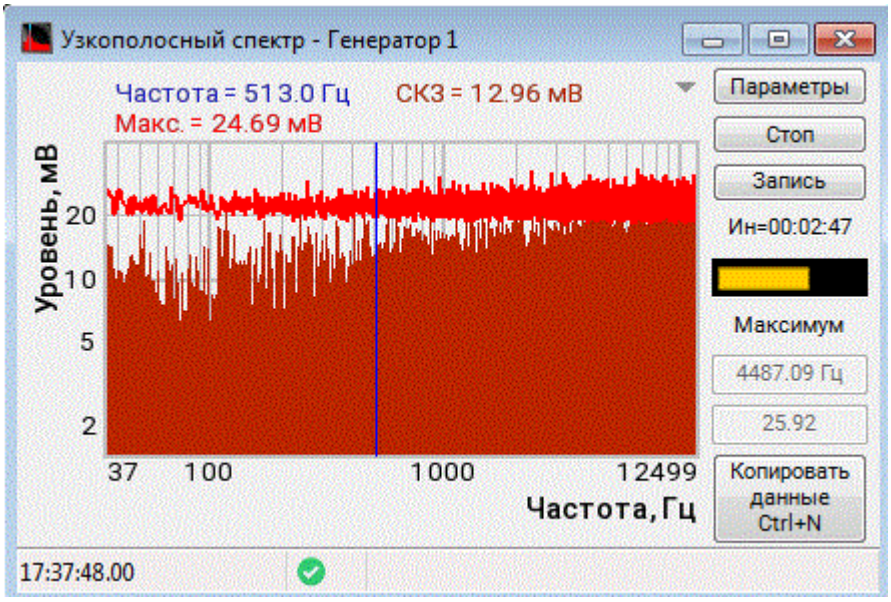
где: $A_0 = 2V_{rms} / \sqrt{2}$ – начальная амплитуда сигнала, *rand*() – функция вычисления случайного числа, причем 0<*rand*()<1.



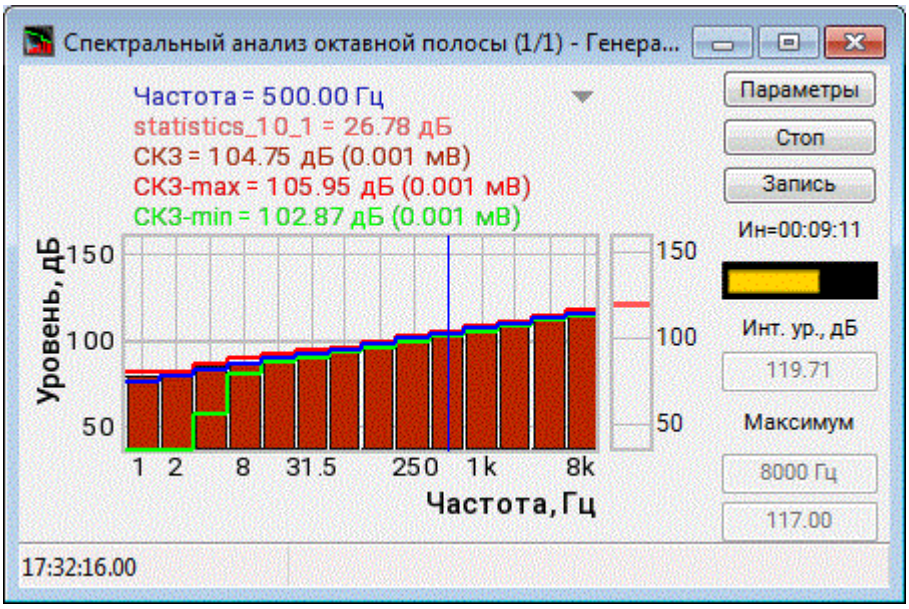
Параметры генерирования белого шума



Осциллограмма генерируемого белого шума

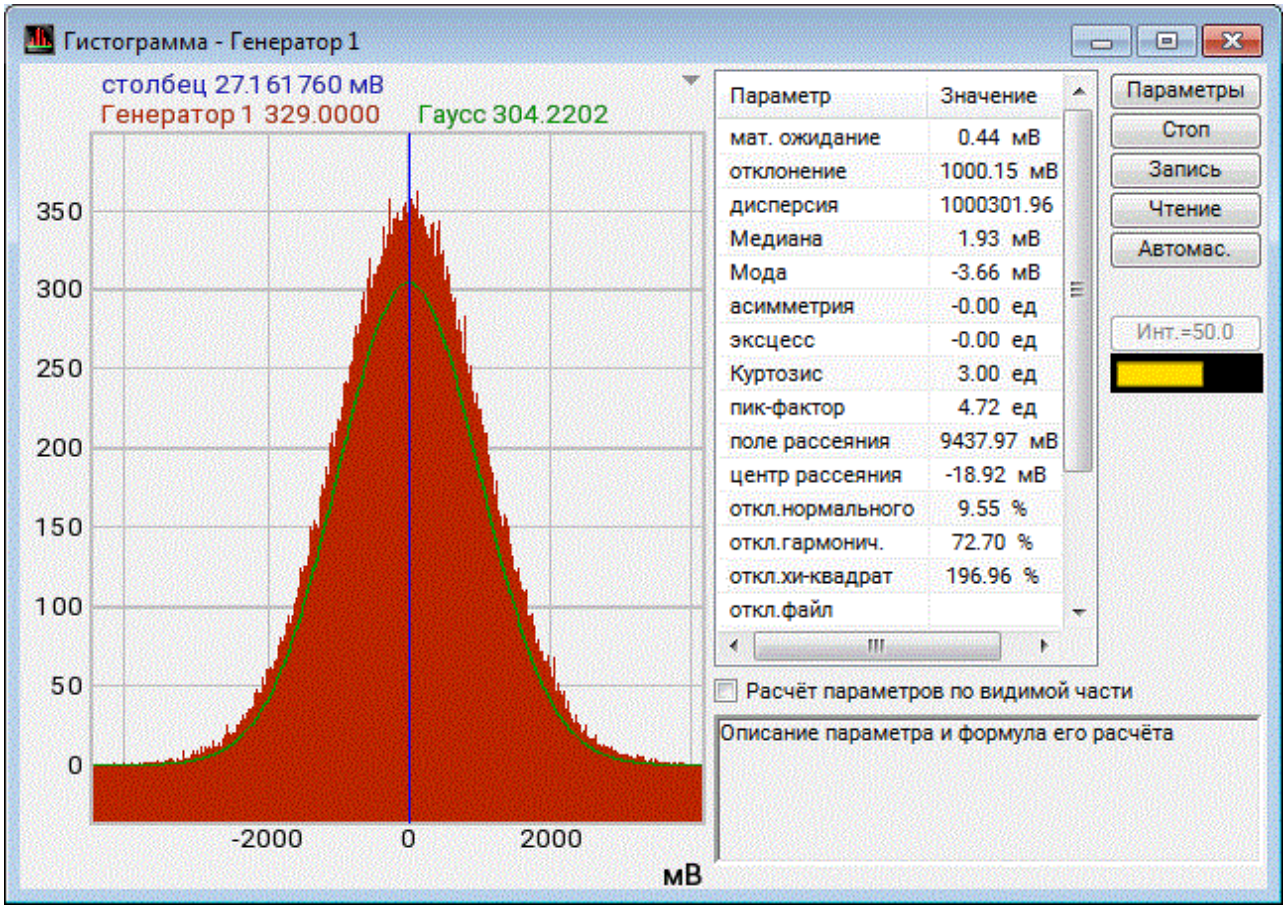


Спектр генерируемого белого шума



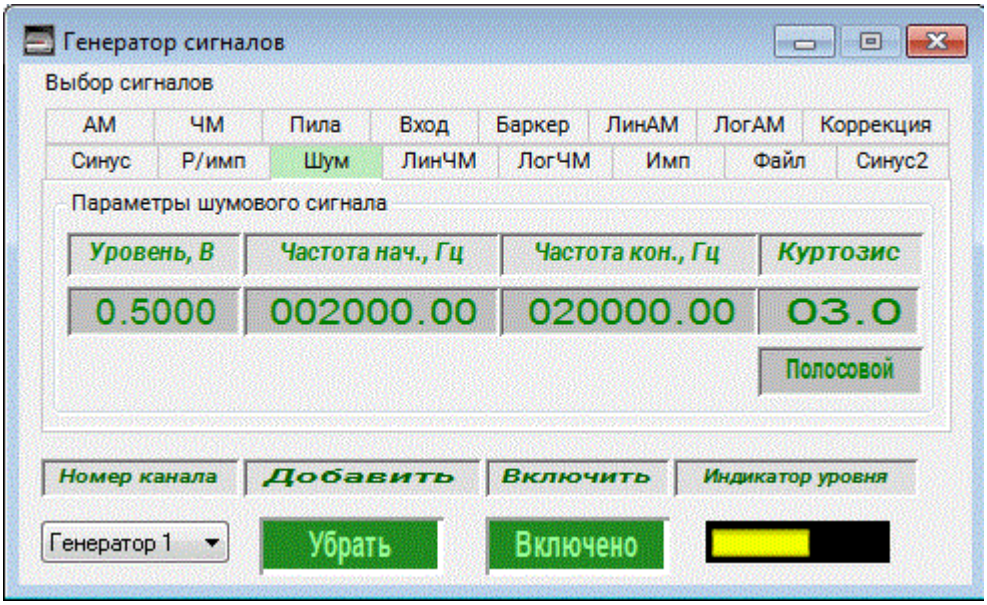
Долеоктавный спектр генерируемого белого шума

Отклонение белого шума от нормального распределения составляет <20 %

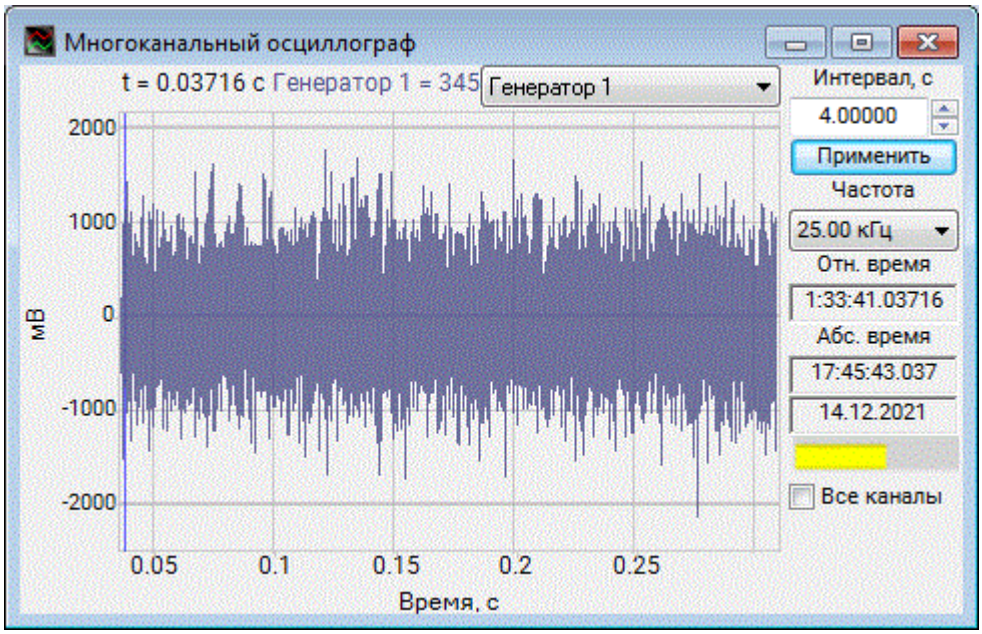


Гистограмма генерируемого белого шума

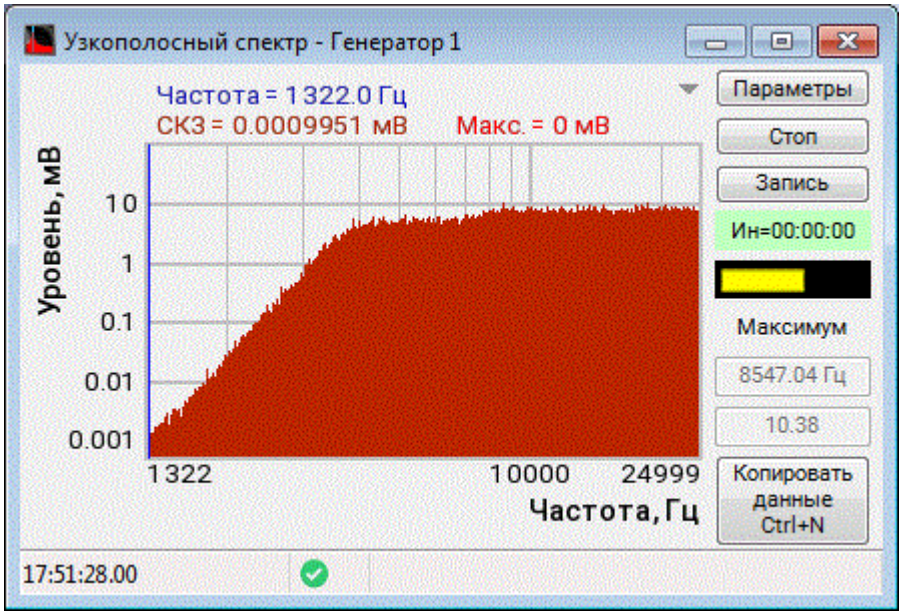
Полосовой шум - шумовой сигнал с ограниченным частотным интервалом.



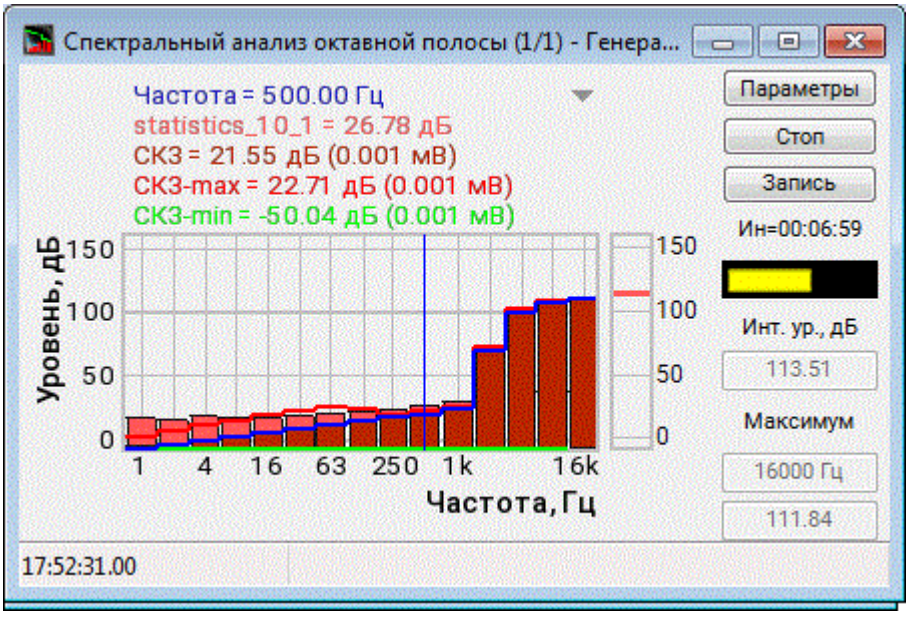
Параметры генерирования полосового шума



Осциллограмма генерируемого полосового шума

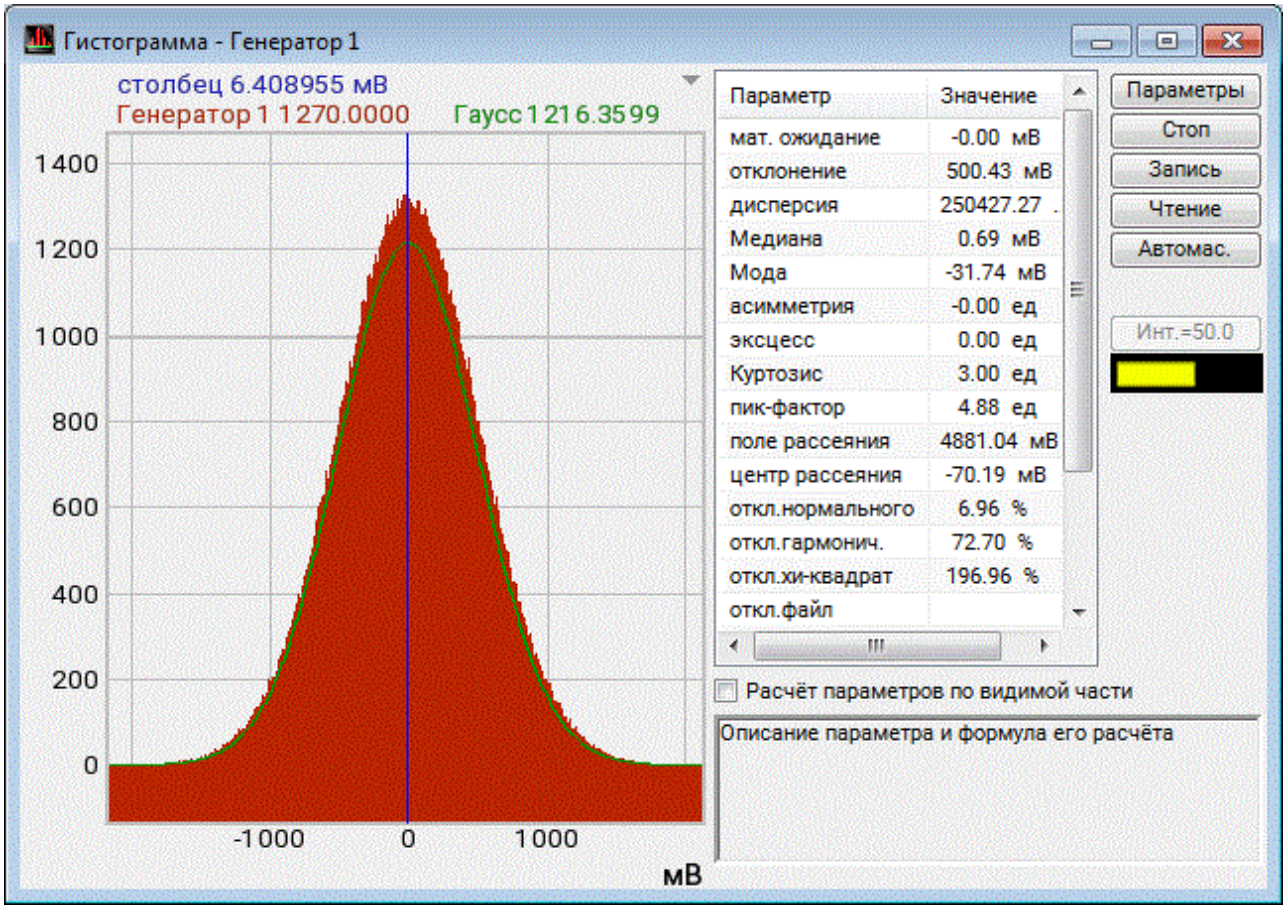


Спектр генерируемого полосового шума



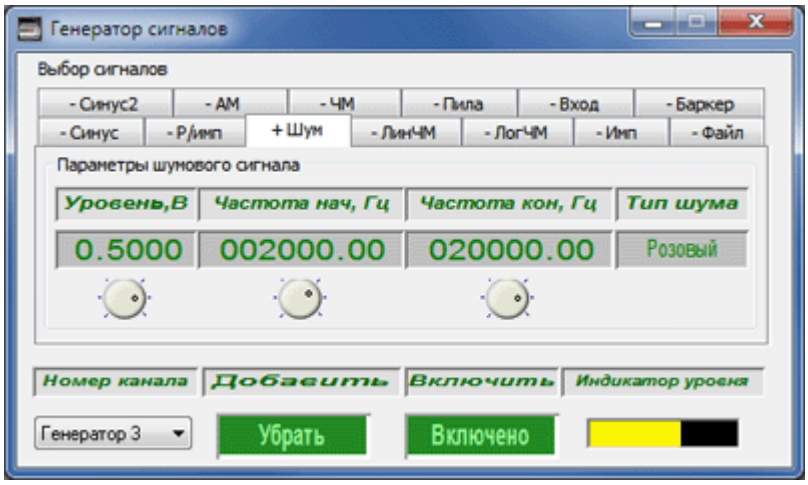
Долеоктавный спектр генерируемого полосового шума

Отклонение полосового шума от нормального распределения составляет <15 %



Гистограмма полосового шума

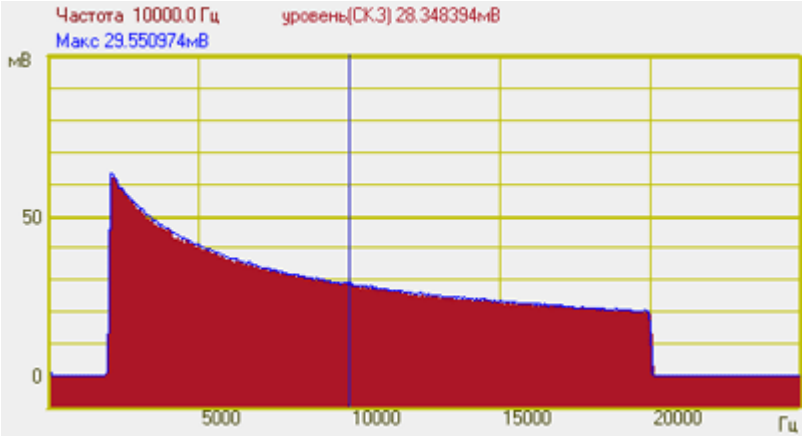
Розовый шум - шумовой сигнал, спектральный уровень которого снижается с увеличением частоты со спадом 3 дБ на октаву.



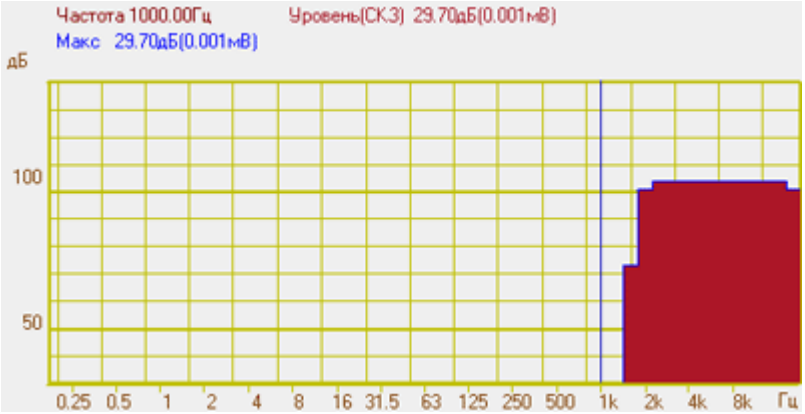
Параметры генерирования розового шума



Осциллограмма генерируемого розового шума

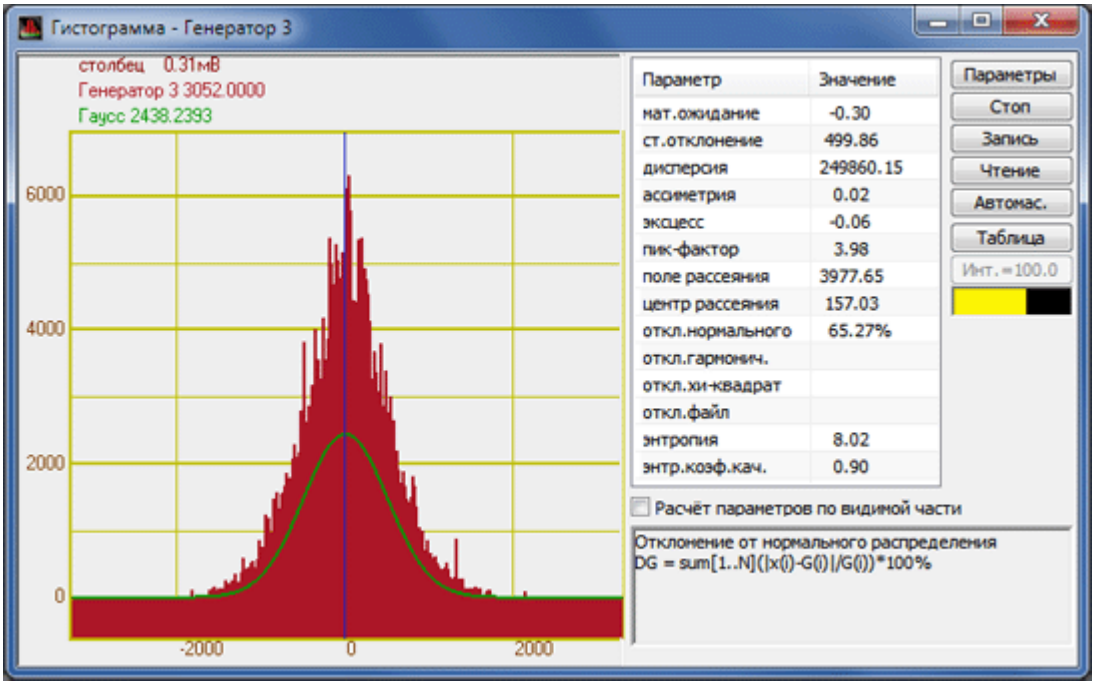


Спектр генерируемого розового шума



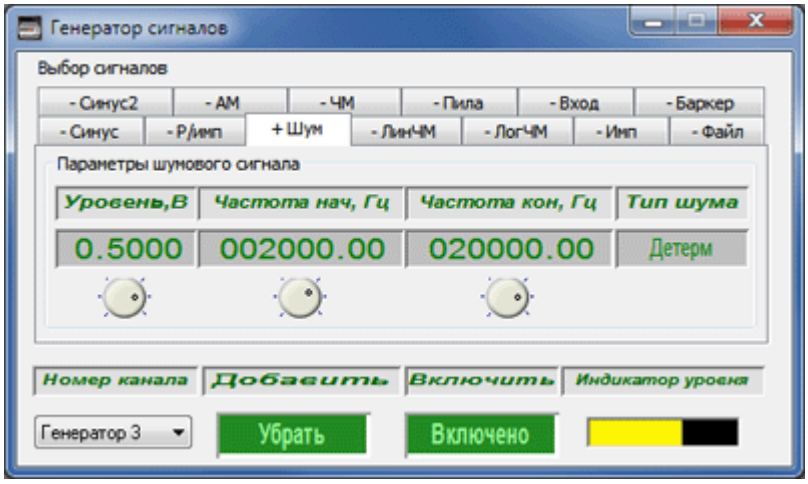
Долеоктавный спектр генерируемого розового шума

Отклонение розового шума от нормального распределения составляет порядка 50%.

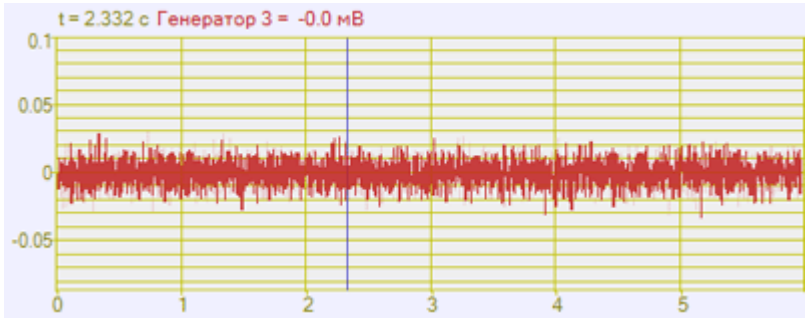


Гистограмма генерируемого розового шума

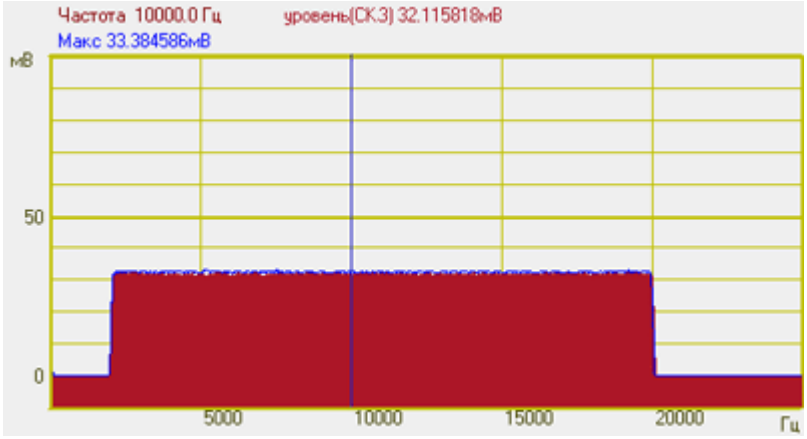
Детерминированный шум - белый шум, ограниченный заданным частотным диапазоном.



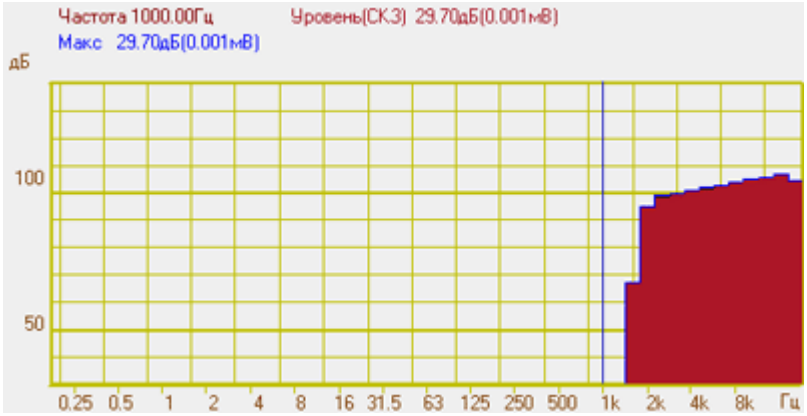
Параметры генерирования детерминированного шума



Осциллограмма генерируемого детерминированного шума

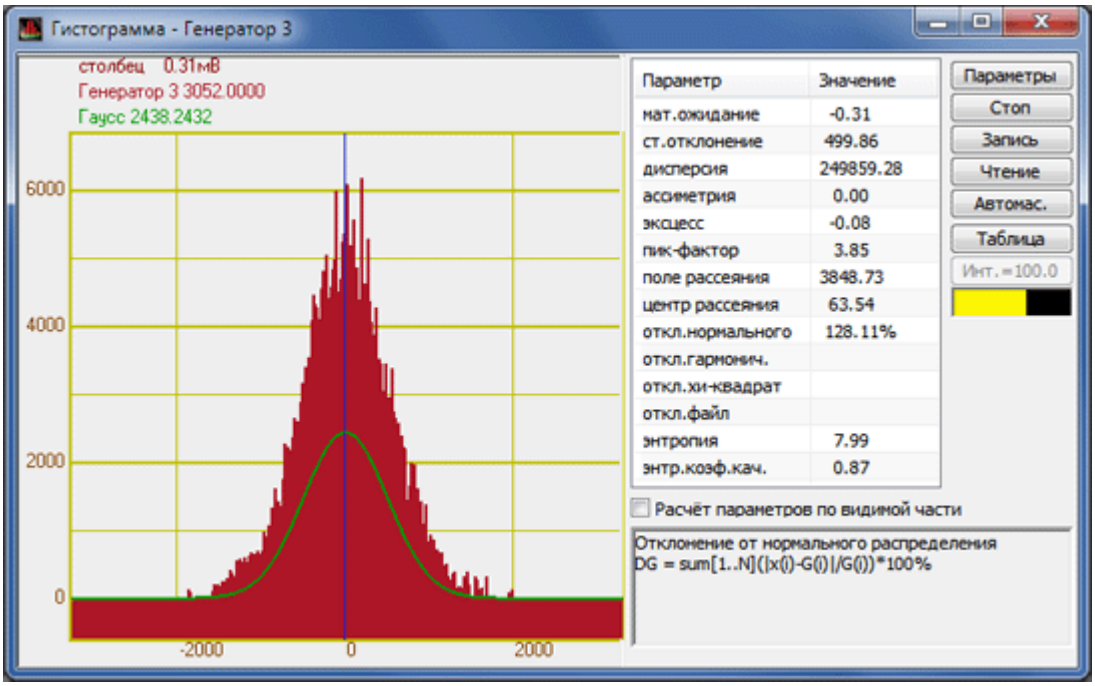


Спектр генерируемого детерминированного шума



Долеоктавный спектр генерируемого детерминированного шума

Детерминированный шум имеет максимальное отклонение от нормального распределения по сравнению с другими видами генерируемого шума.



Гистограмма генерируемого детерминированного шума

Синхронный генератор .....

Программа **Синхронный генератор** предназначена для формирования сигналов на выходных каналах устройств, производимых ООО "Электронные технологии и метрологические системы". Типы генерируемых сигналов: синусоидальный и меандр. Максимальное количество каналов равно количеству выходов ЦАП всех подключенных устройств. Особенностью программы является синхронизация генерируемых сигналов.

Программа **Синхронный генератор** создает виртуальные каналы, которые в списках выбора каналов в программах из состава **ZETLAB** отображаются с названиями *Генератор 1*, *Генератор 2* и т.д. Данными этих виртуальных каналов являются данные с выхода цифро-аналогового преобразователя (выход генератора) и доступны для последующего анализа другим программам **ZETLAB**.

Программа позволяет управление одновременно несколькими выходами генератора сигналов (цифроаналоговыми преобразователями) как одного подключенного устройства, так и нескольких.

Внимание! Программа **Синхронный генератор** поставляется только с устройствами, в состав которых входит цифроаналоговый преобразователь (ЦАП).

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Синхронный генератор** предназначена для формирования сигналов на выходных каналах устройств **ZETLAB**. Типы генерируемых сигналов: синусоидальный и меандр. Максимальное количество каналов равно количеству выходов ЦАП всех подключенных устройств. Особенностью программы является ***синхронизация*** генерируемых сигналов.

Программа **Синхронный генератор** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями.

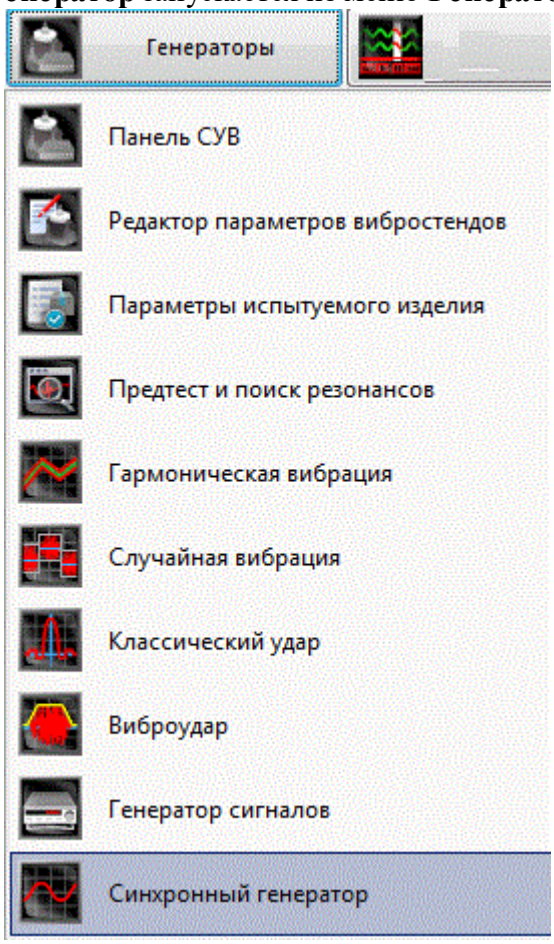
Синхронный генератор входит в группу программ **Генераторы**

Примечание 1. При разности частоты дискретизации АЦП и ЦАП устройства, используемого для генерации сигнала, более чем в 10 раз проявляется эффект пропадания одной точки из виртуального сигнала в **ZETLAB**. При этом генерируемый сигнал полностью соответствует заданным параметрам. Поэтому при таких настройках виртуальный сигнал не может использоваться для расчётов, например, с помощью арифмометра, или в качество опорного сигнала в программе Тензометр. Если использование виртуального канала необходимо, следует снизить частоту дискретизации ЦАП или увеличить частоту дискретизации АЦП.

Примечание 2. При подключении устройств к ПК по Ethernet частота дискретизации ЦАП не должна превышать 100 кГц. Если устройство имеет несколько выходов ЦАП, то частота дискретизации ЦАП не должна превышать 100/N кГц, где N - количество задействованных генераторов.

Интерфейс программы .....

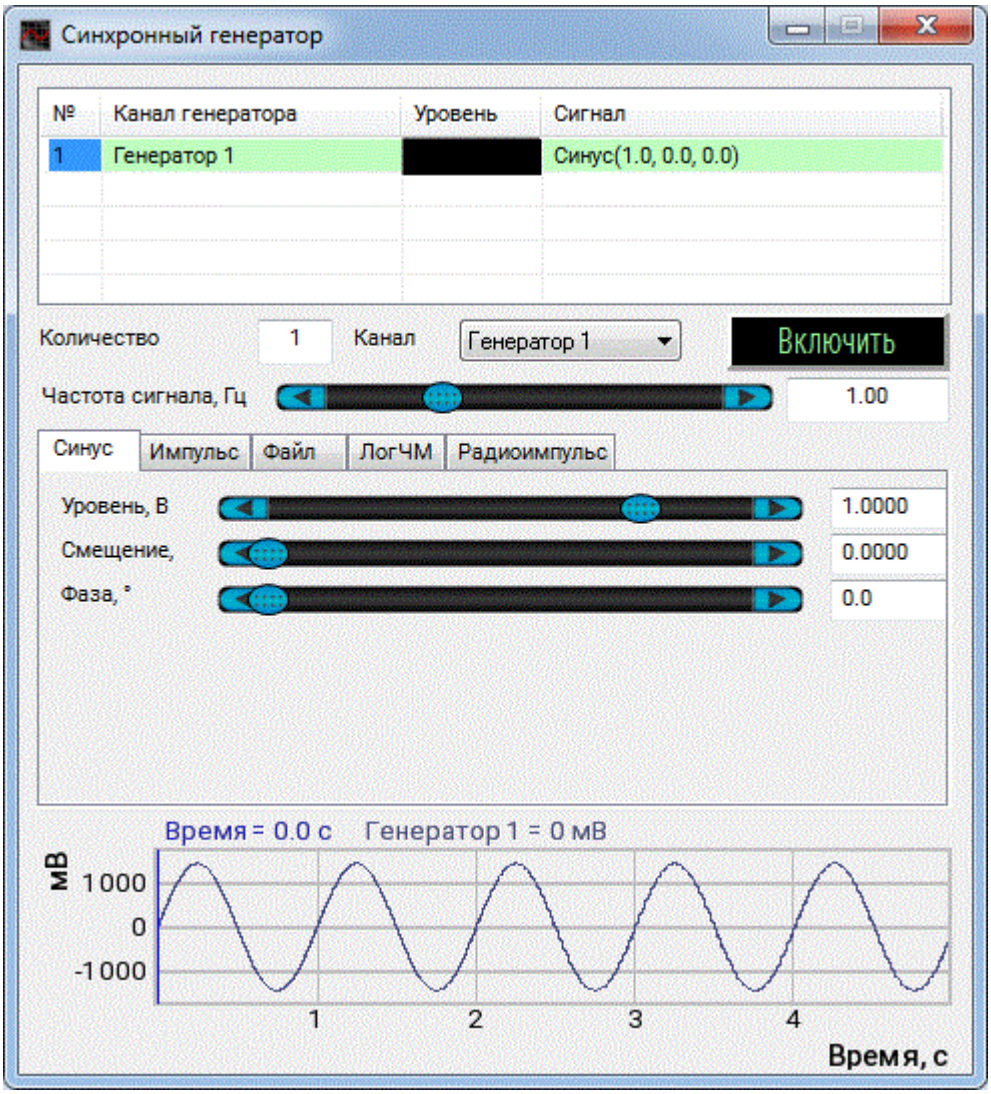
Программа **Синхронный генератор** запускается из меню **Генераторы** панели **ZETLAB**.



Запуск синхронного генератора

*Примечание: программу **Синхронный генератор** можно запустить непосредственно из рабочей директории **ZETLAB** (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: SynchroChanDac.exe.*

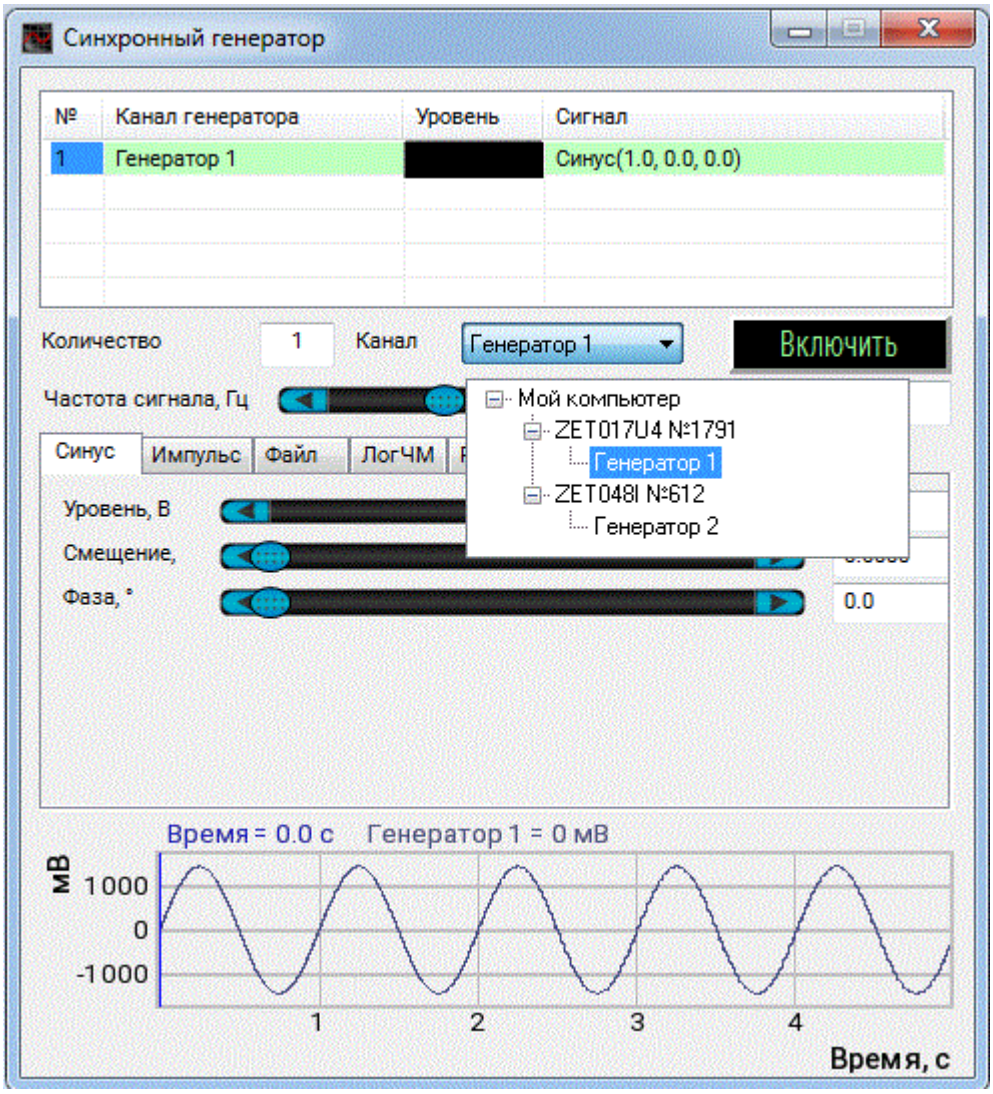
В заголовке программы отображается ее название - **Синхронный генератор**.



Синхронный генератор

Верхнюю часть программы занимает список генераторов, среднюю - параметры генерируемого сигнала, нижнюю - осциллограмма генерируемого сигнала.

В поле *Количество каналов* устанавливается количество генерируемых сигналов, справа от него для каждого канала выбирается генератор, на выходе которого будет формироваться сигнал:



Выбор генератора

Глобальная кнопка *Включить*/*Выключить* (в отжатом состоянии имеет название *Включить*, в нажатом - *Выключить*) включает/выключает генерирование всех сигналов.

В поле *Частота сигнала, Гц* задается частота всех сигналов синусоидальной и импульсной формы.

Программа **Синхронный генератор** позволяет генерировать следующие типы сигналов:

- Синусоидальный сигнал
- Импульсный сигнал
- Сигнал из файла
- Частотно-модулированный сигнал
- Радио-импульсный сигнал

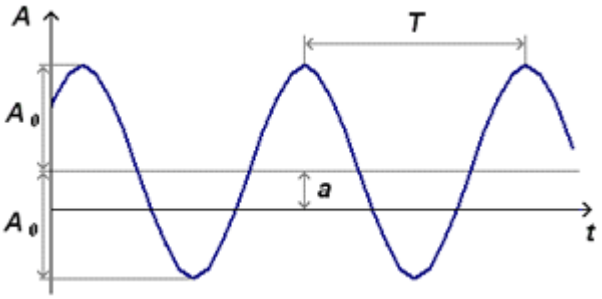
Параметры сигналов описываются в соответствующих разделах.

Синусоидальный сигнал .....

Амплитуда синусоидального сигнала рассчитывается по формуле:

$A(t)= A_0 \cdot \sin(\omega t+\varphi_0)$,

где: $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f – частота сигнала, $f=1/T$, T – период сигнала), t – текущее время, φ_0 – начальная фаза сигнала.

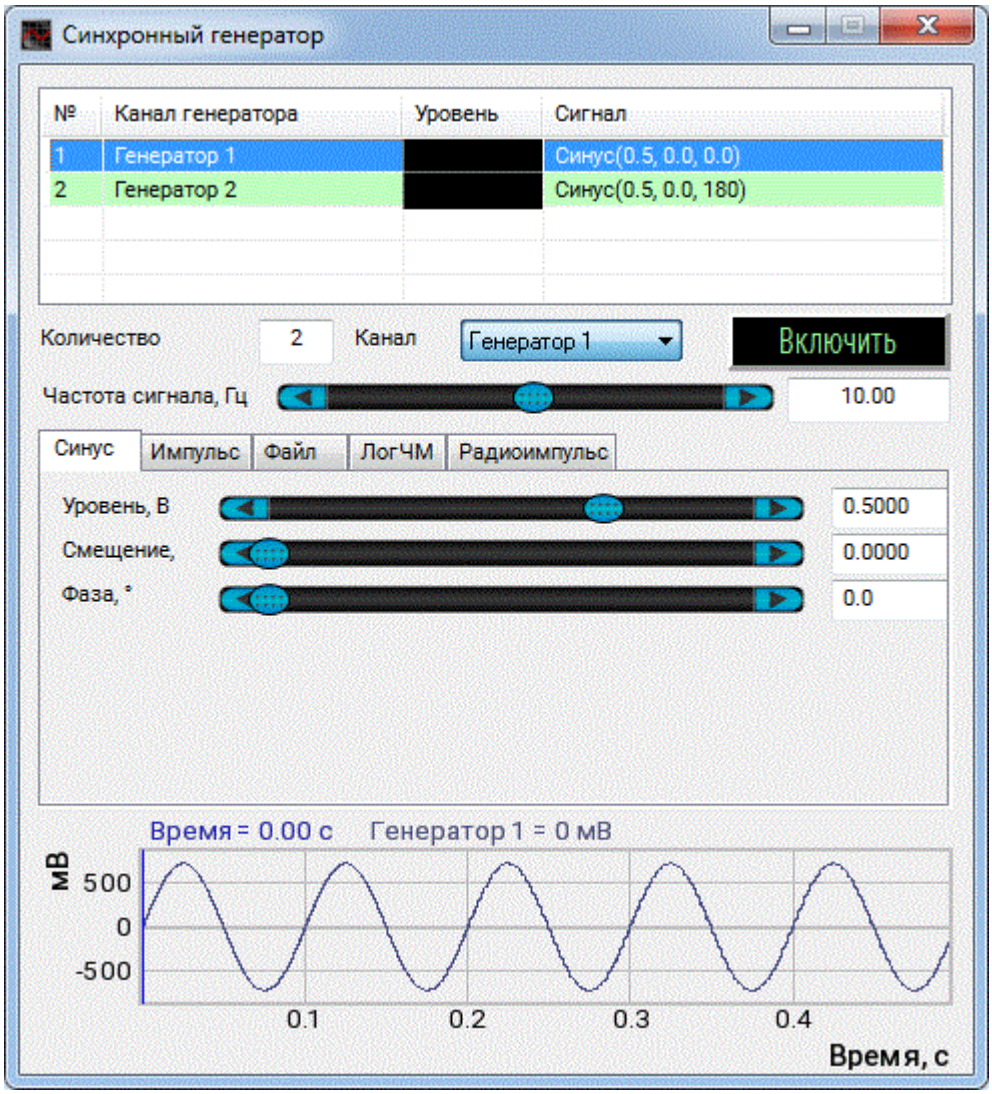


Форма синусоидального сигнала

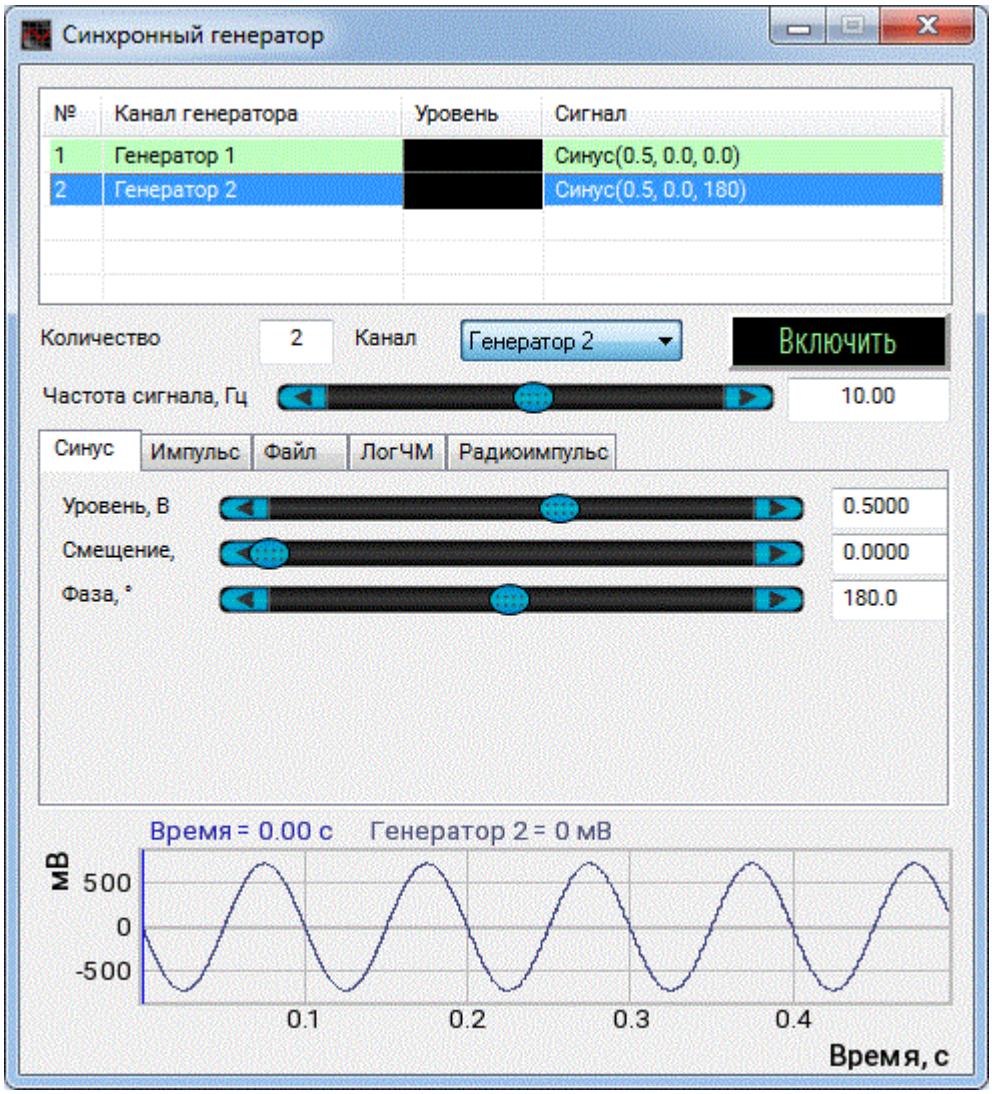
В программе **Синхронный генератор** частота всех генерируемых синусоидальных сигналов задается в поле *Частота сигнала, Гц* (располагается над вкладками сигналов). Изменить частоту также можно с помощью горизонтального регулятора.

В поле *Уровень, В* задается СКЗ генерируемого сигнала в вольтах. В поле *Смещение, В* задается постоянная составляющая сигнала (на рисунке выше обозначена *a*). В поле *Фаза, град*, задается начальная фаза сигнала φ_0.

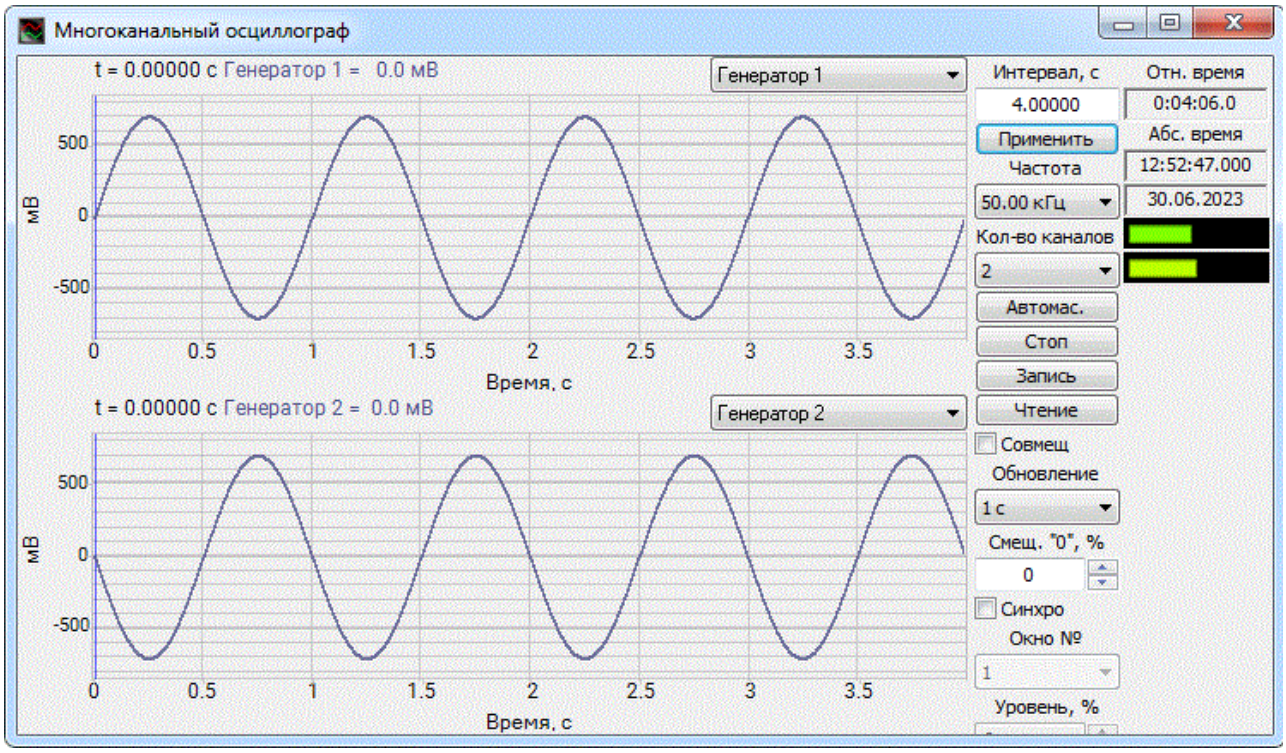
На рисунках ниже приводится пример генерирования двух синусоидальных сигналов в противофазе.



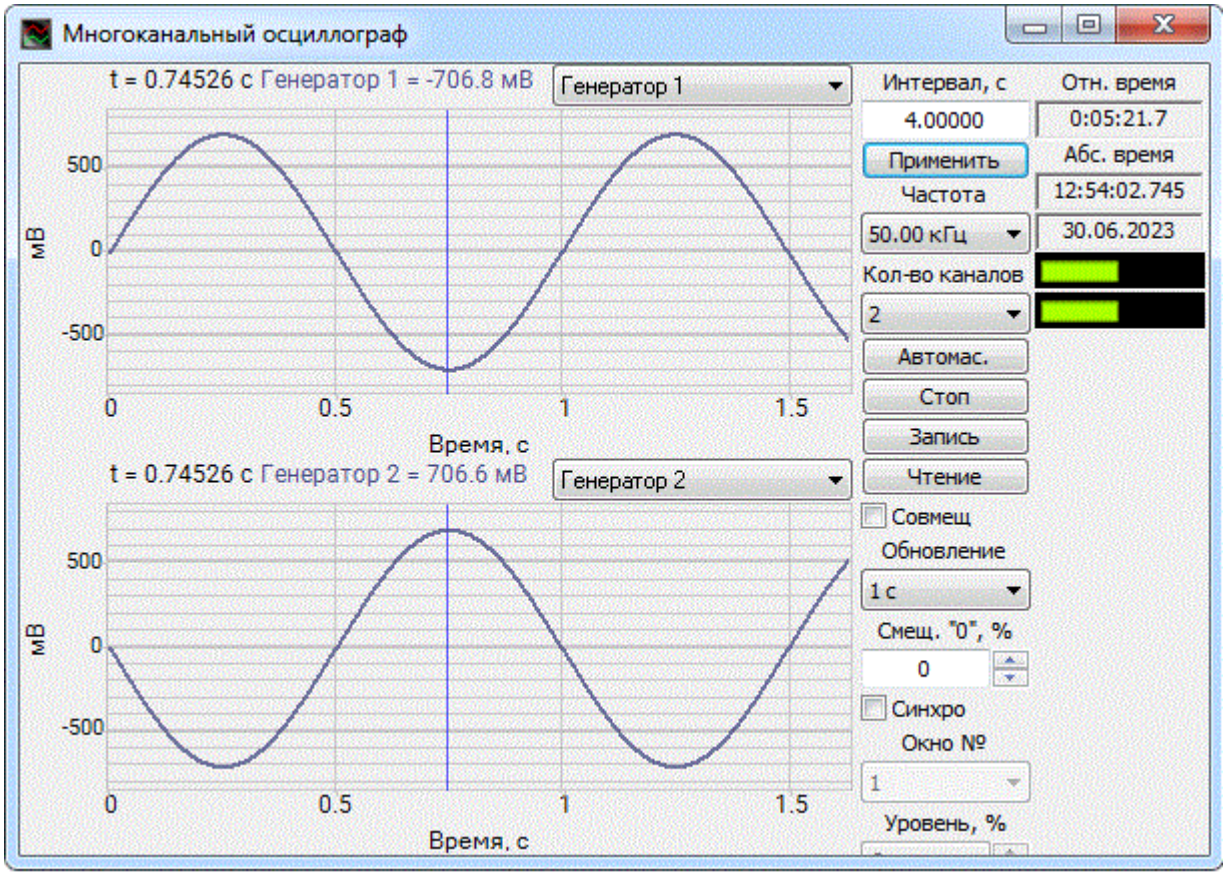
Параметры генерируемого сигнала, канал 1



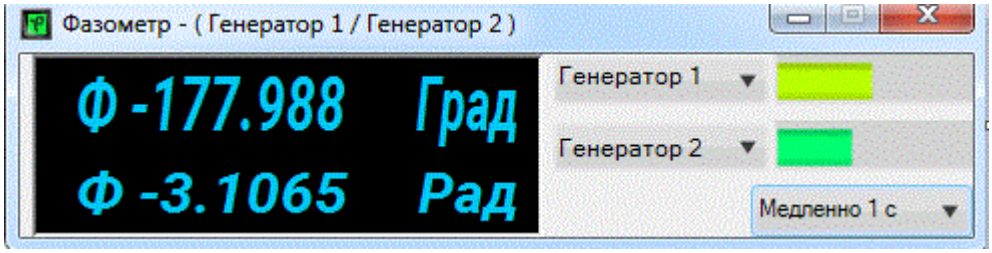
Параметры генерируемого сигнала, канал 2



Осциллограммы генерируемых сигналов



Осциллограмма генерируемых сигналов



Разность фаз генерируемых сигналов: измерение программой Фазометр

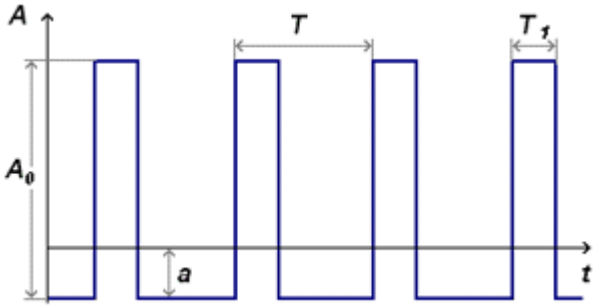
Импульсный сигнал .....

Импульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Импульс вычисляется по формуле:

$$A = \begin{cases} 1, \ если \ \ \omega t < 2\pi \cdot S \\ 0, \ если \ \ \omega t > 2\pi \cdot S \end{cases}$$

где $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f – частота сигнала, $f=1/T$, T – период сигнала), t – текущее время, S – коэффициент заполнения (скважность, T1/T).

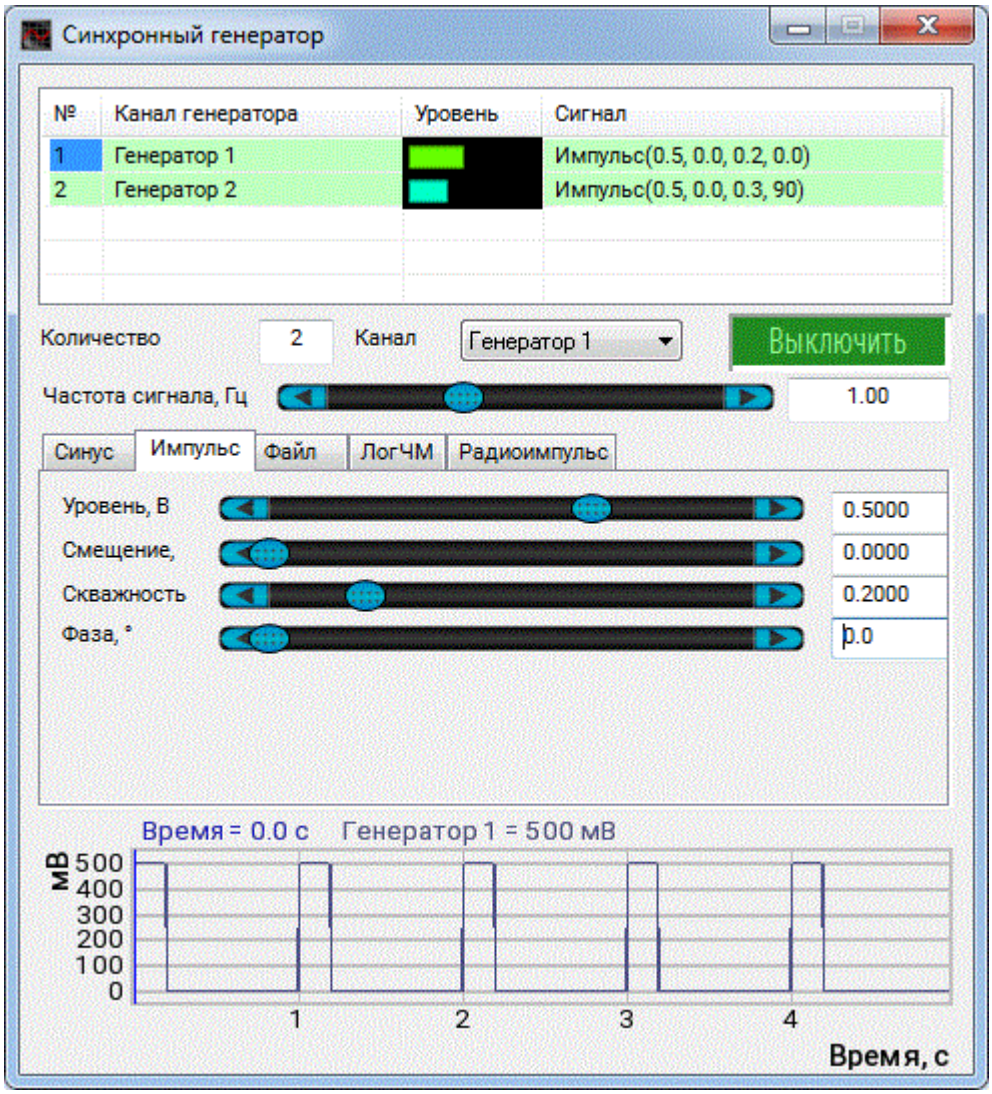


Форма импульсного сигнала

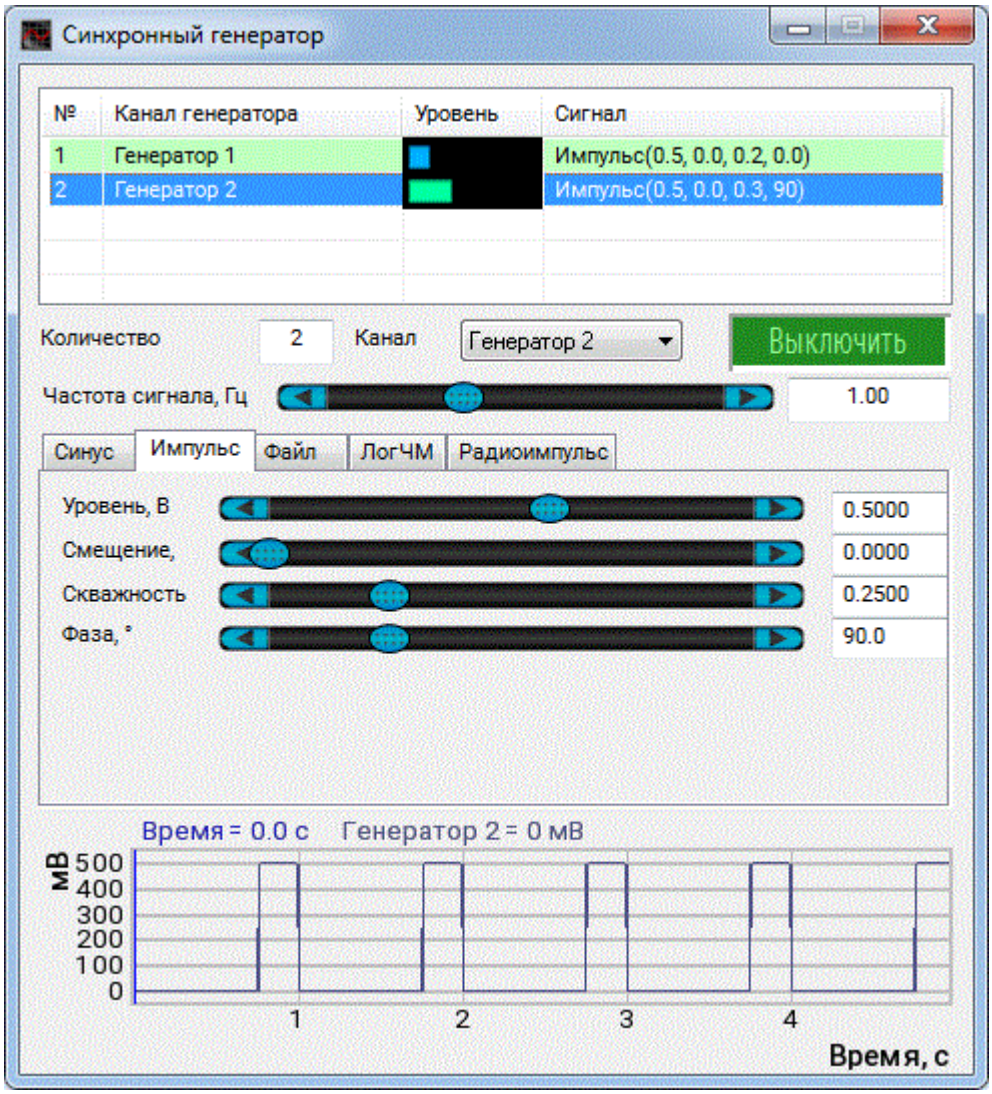
В программе **Синхронный генератор** частота всех генерируемых импульсных сигналов задается в поле *Частота сигнала, Гц* (располагается над вкладками сигналов). Изменить частоту также можно с помощью горизонтального регулятора.

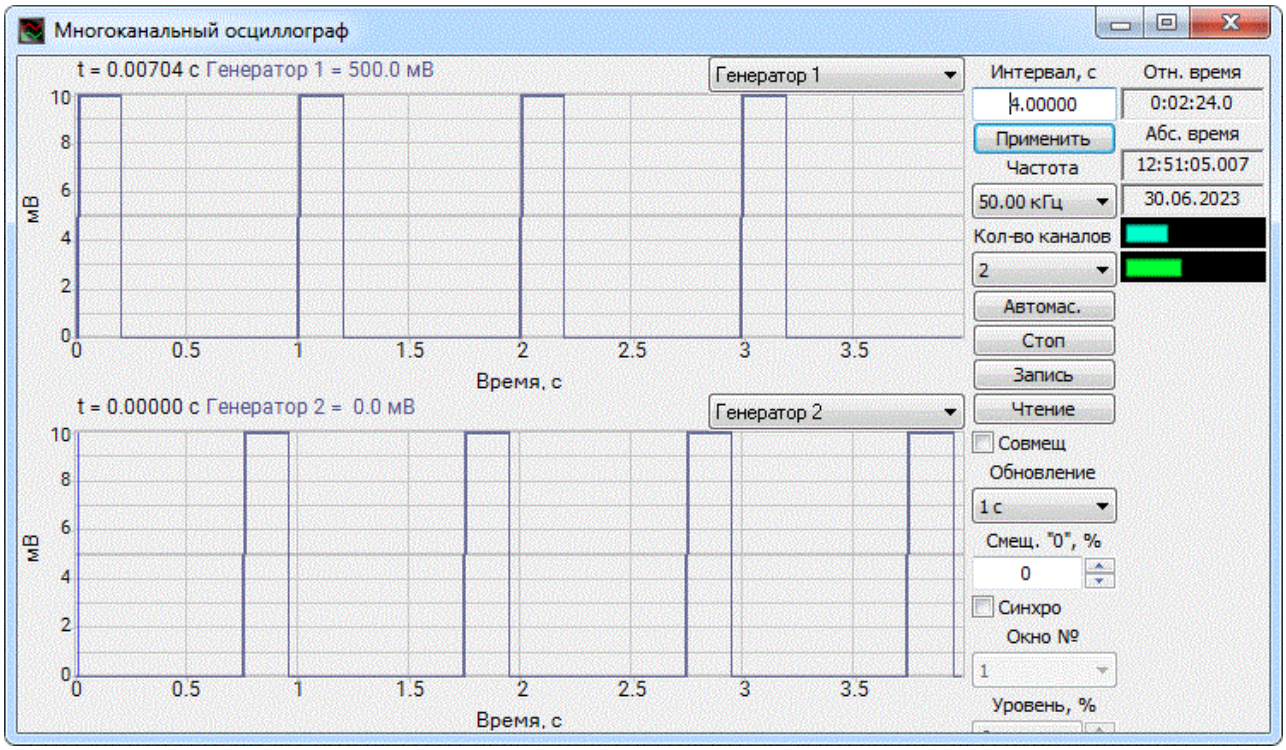
В поле *Уровень, В* задается амплитуда генерируемого сигнала в вольтах (на рисунке выше обозначена A_0). В поле *Смещение, В* задается постоянная составляющая сигнала (на рисунке выше обозначена *a*). В поле *Скважность* задается коэффициент заполнения как отношение длительности импульса к его периоду. В поле *Фаза, град*, задается начальная фаза сигнала φ_0.

На рисунках ниже приводится пример генерирования двух импульсных сигналов со сдвигом в четверть периода.



Параметры генерируемого сигнала, канал 1

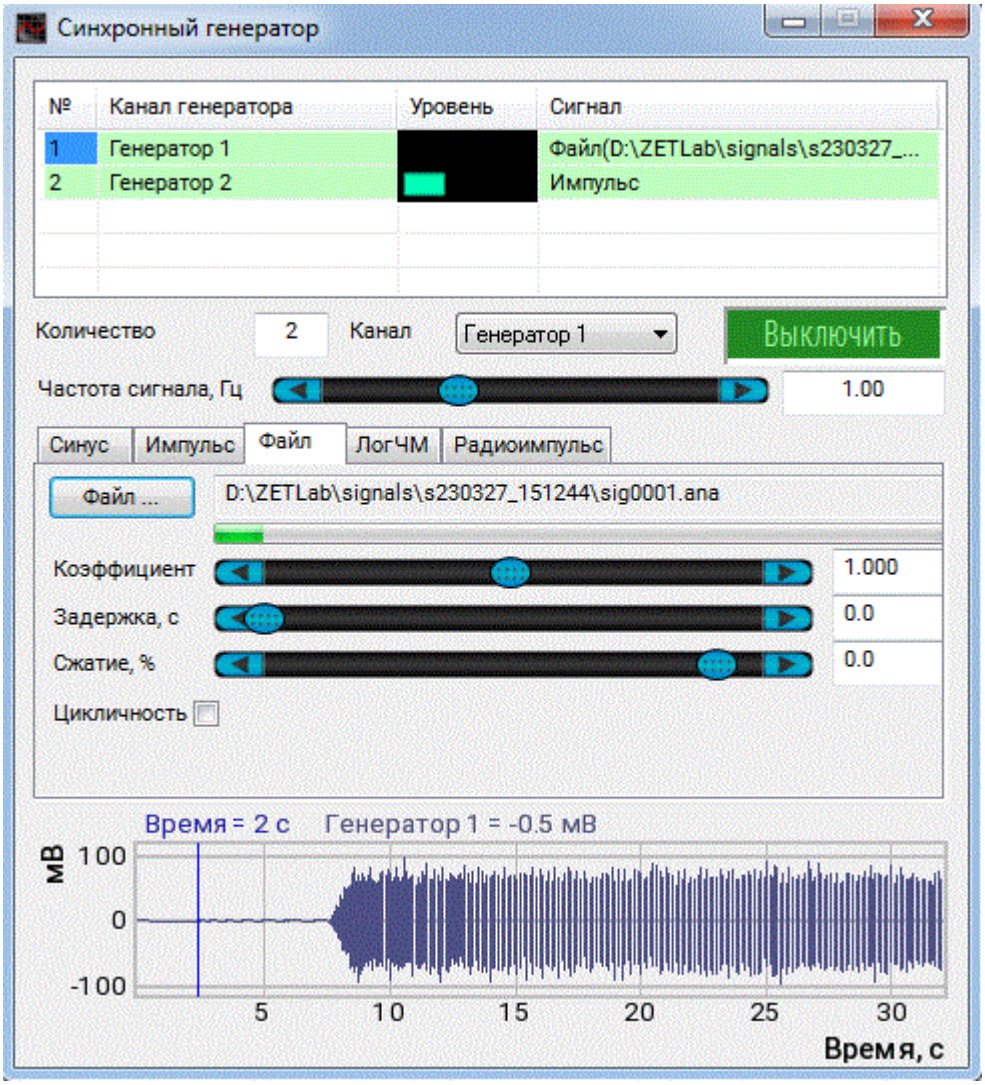

Синхронный генератор
№
Канал генератора
Уровень
Сигнал
1
Генератор 1
Импульс(0.5, 0.0, 0.2, 0.0)
2
Генератор 2
Импульс(0.5, 0.0, 0.3, 90)
Количество
2
Канал
Генератор 2
Выключить
Частота сигнала, Гц
1.00
Синус
Импульс
Файл
ЛогЧМ
Радиоимпульс
Уровень, В
0.5000
Смещение,
0.0000
Скважность
0.2500
Фаза, °
90.0
Время = 0.0 с
Генератор 2 = 0 мВ
мВ
500
400
300
200
100
0
1
2
3
4
Время, с



Осциллограммы генерируемых сигналов

Сигнал из файла .....

Для синхронного воспроизведения записанных сигналов используется функция генерирования сигнала из файла в программе **Синхронный генератор**.



Параметры генерации записанного файла

При нажатии на кнопку *Файл* открывается окно выбора файла, который будет воспроизведен на выходе генератора с указанным коэффициентом усиления/ослабления напряжения (поле *Коэффициент*) и коэффициентом сжатия по времени (поле *Сжатие*, %). Воспроизведение начинается после нажатия кнопки *Включить* по истечении указанного времени задержки (поле *Задержка*). Флаг *Цикличность* включает/отключает цикличное воспроизведение сигнала.

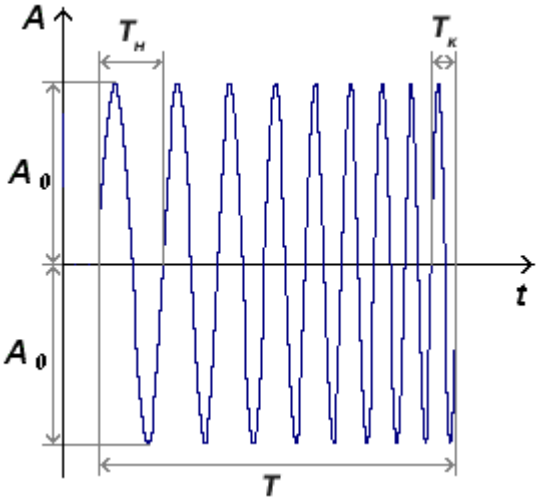
ЛогЧМ .....

Частотно-модулированный сигнал с логарифмической разверткой по частоте (ЛогЧМ) представляет собой синусоиду с частотой, изменяющейся по логарифмическому закону.

ЛогЧМ рассчитывается по формуле:

$$A = A_0 \cdot \sin\left(\frac{\omega \cdot T}{\ln\left(\frac{f_k}{f_0}\right)} \cdot \left(\frac{f_k}{f_0}\right)^{t/T} + \varphi_0\right)$$

где $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала (f=1/T), T - время изменения частоты, f_0 – начальная частота сигнала, f_k – конечная частота сигнала, t – текущее время, φ_0 – начальная фаза сигнала.



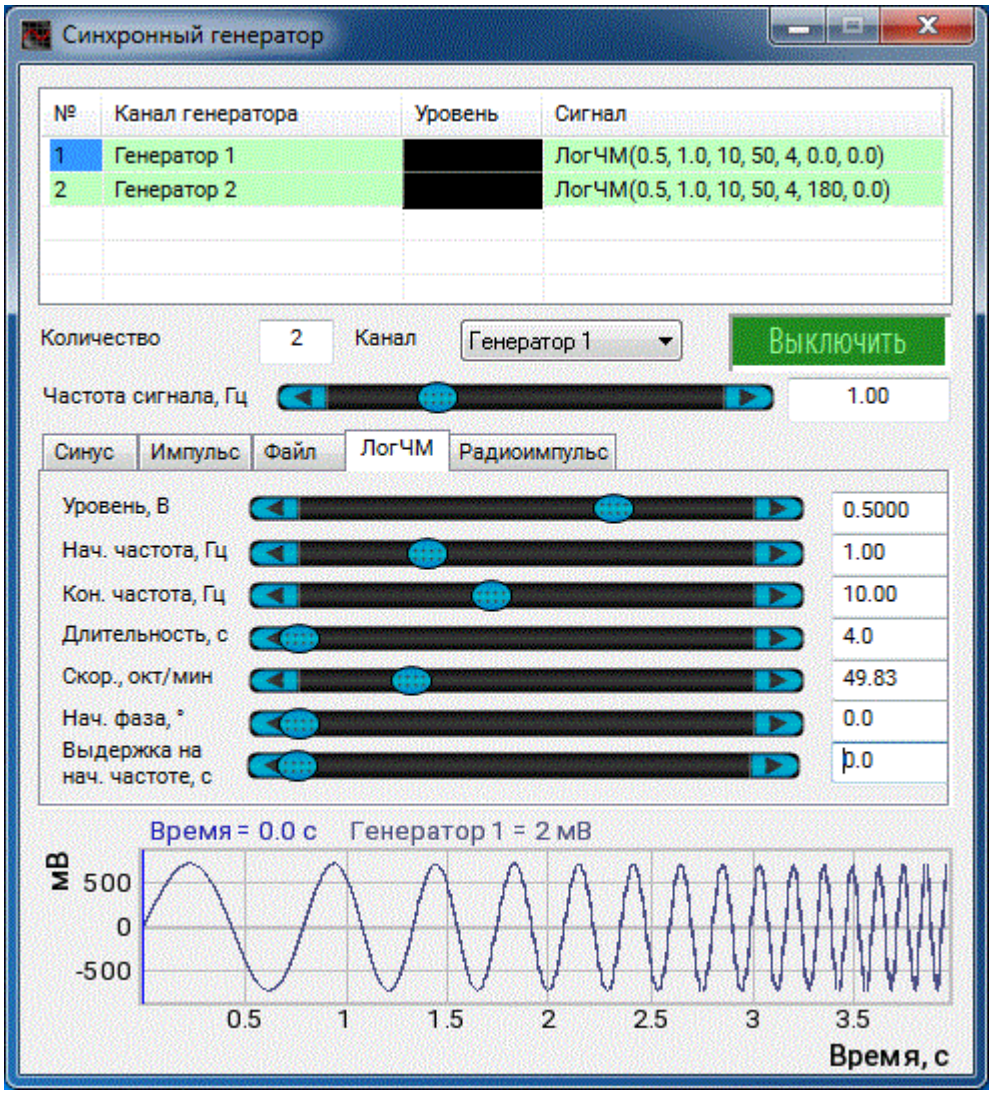
Форма ЛогЧМ сигнала

Для генерирования ЛогЧМ, с заданными параметрами, необходимо в программе **Синхронный генератор** перейти на вкладку *ЛогЧМ*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров ЛогЧМ:

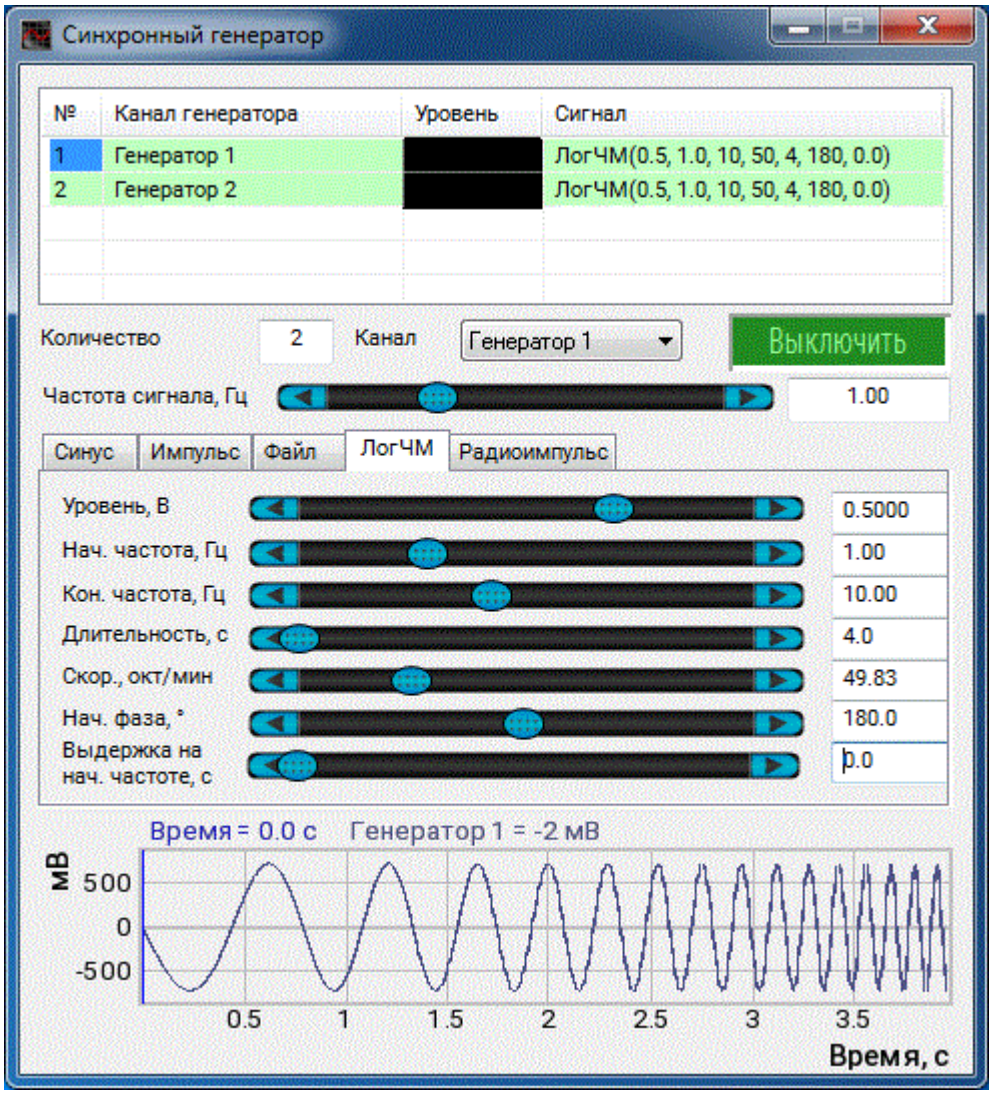
- *Уровень* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться ЛогЧМ. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2.
- *Нач. частота, Гц* – начальная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом *Тн* на рисунке выше соотношением $f_н = 1/Тн$. Начальная частота задается в герцах.
- *Кон. частота, Гц* – конечная частота частотного диапазона, в котором будет генерироваться ЛогЧМ. Связана с периодом *Тк* на рисунке выше соотношением $f_к = 1/Тк$. Конечная частота задается в герцах.
- *Длительность, с* – длительность цикла, с которым будет генерироваться ЛогЧМ. Длительность задается в секундах. На рисунке выше длительность обозначена *T*.
- *Скорость* – скорость изменения частоты относительно октав в минуту (окт/мин), с которой будет генерироваться ЛогЧМ. Рассчитывается автоматически исходя из длительности и начальной и конечной частот.

- *Нач. фаза, град* – начальная фаза сигнала (φ_0).

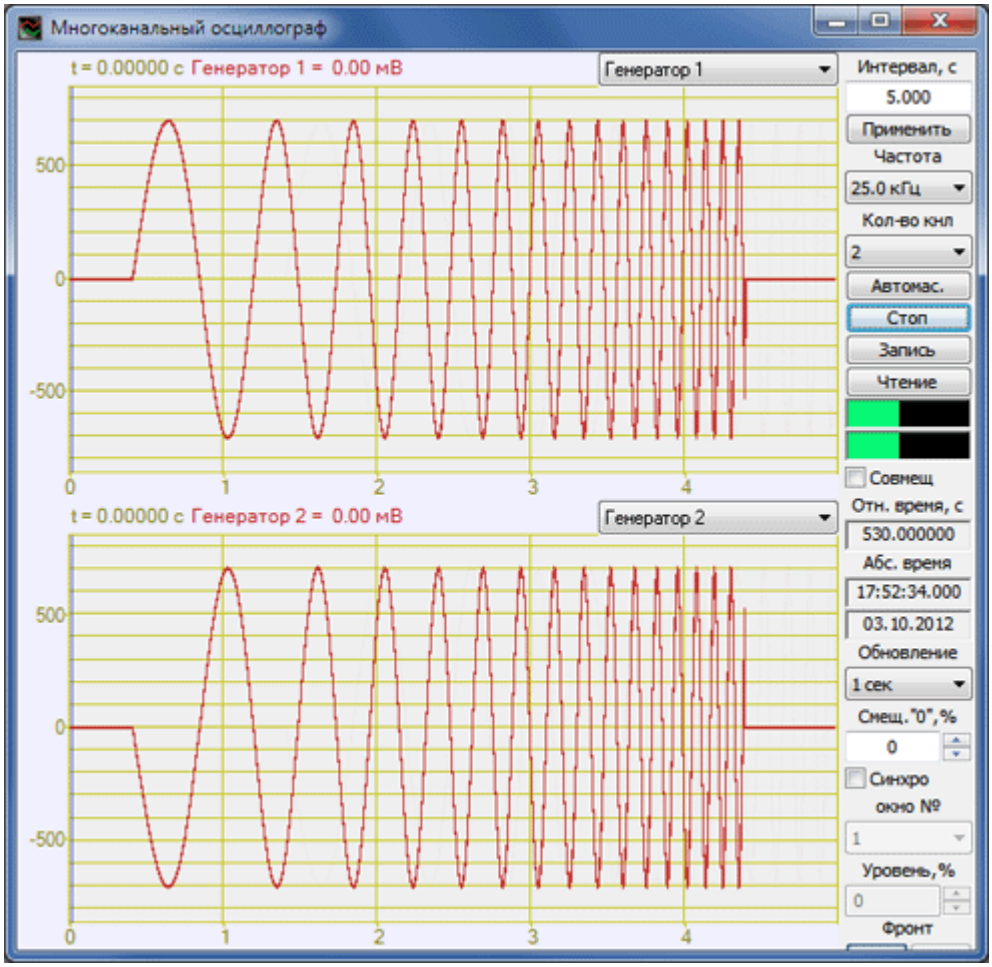
На рисунках ниже приводится пример генерирования двух частотно-модулированных сигналов в противофазе:



Параметры генерируемого сигнала, канал 1



Параметры генерируемого сигнала, канал 2



Осциллограммы генерируемых сигналов

Радиоимпульс .....

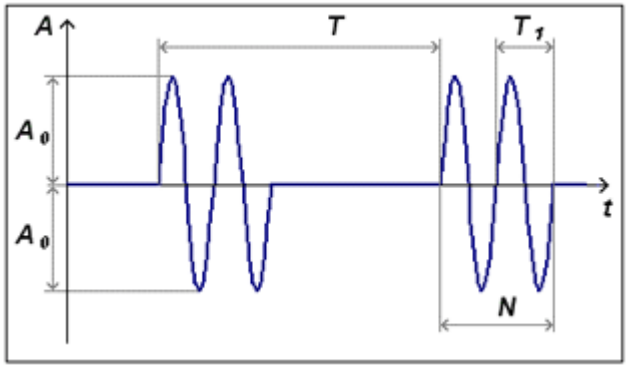
Радиоимпульсный сигнал представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Уровень радиоимпульсного сигнала в каждый момент времени вычисляется по формуле:

$$A = \begin{cases} A_0 \sin \omega_1 N t, & если \quad \omega_1 N t < \omega t \\ 0 & если \quad \omega_1 N t > \omega t \end{cases}$$

где: $A_0 = 2V_{rms}/\sqrt{2}$ – амплитуда сигнала, $\omega = 2\pi f$ – фаза сигнала, f – частота сигнала (несущая частота), связана с его периодом T зависимостью $f=1/T$, t – текущее время, N – коэффициент заполнения (отношение несущей частоты к частоте следования).

Примечание: на рисунке ниже N обозначено количество импульсов в одном периоде.



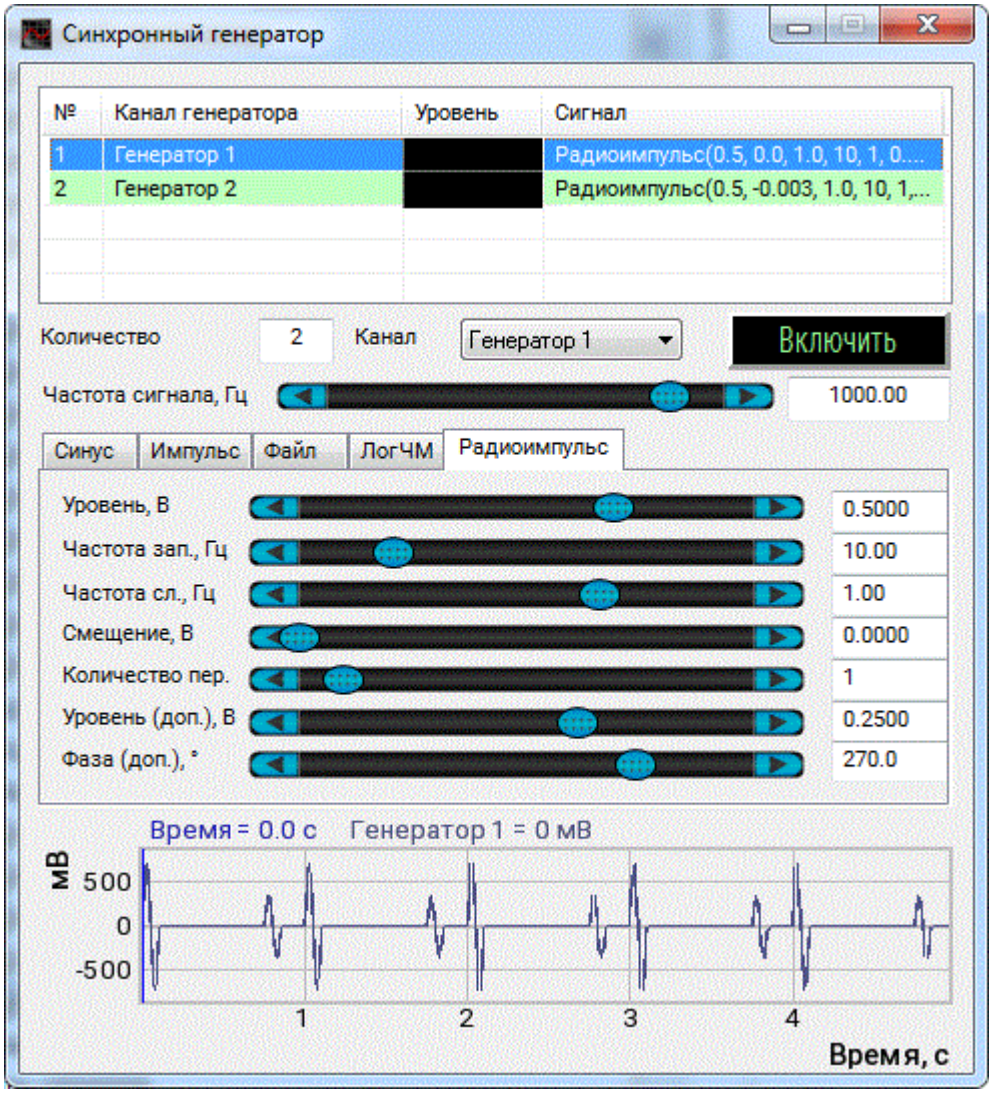
форма радио-импульсного сигнала

Для генерирования радиоимпульсного сигнала (прерывистые колебания) необходимо в программе **Синхронный генератор** перейти на вкладку *-Радиоимпульс*, после чего в окне программы отобразятся элементы задания параметров радиоимпульсного сигнала:

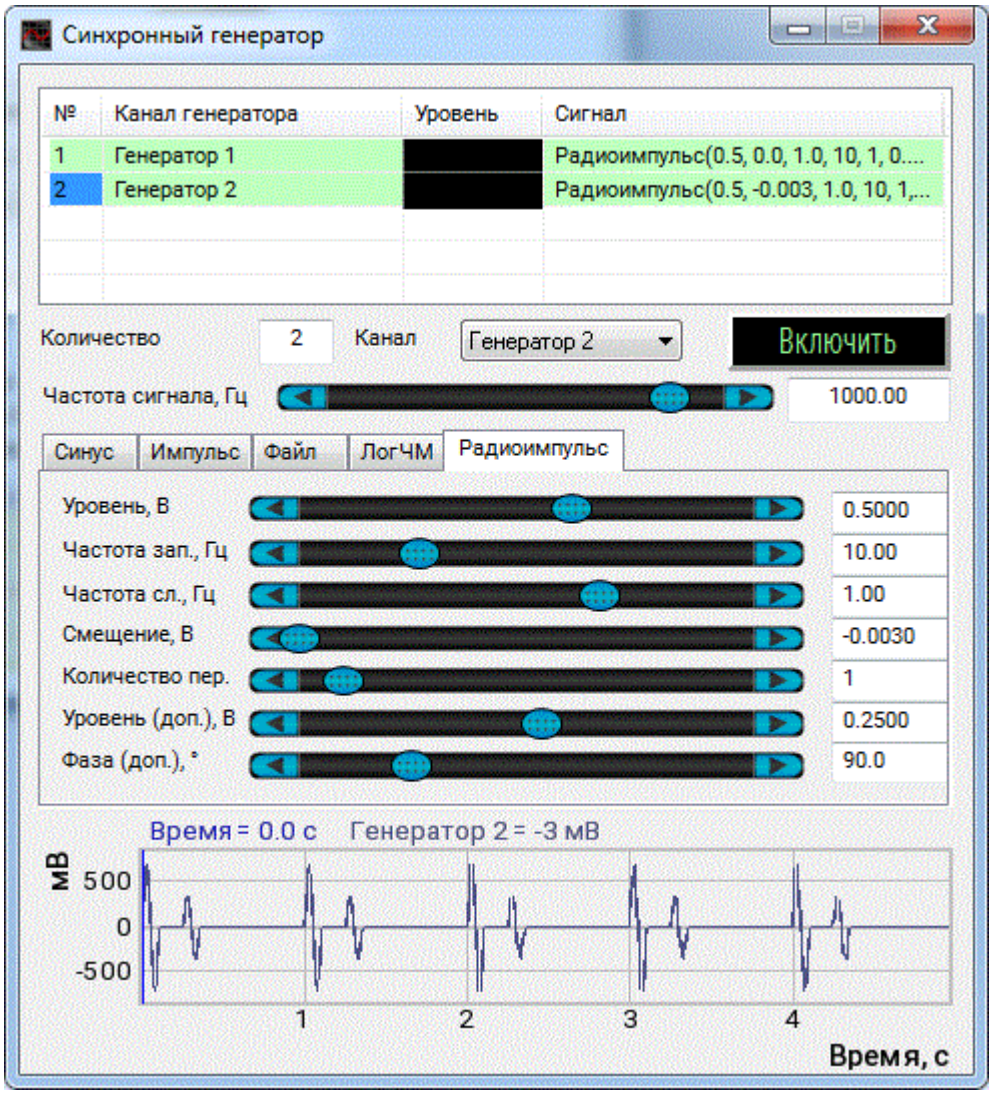
- *Уровень, В* – среднеквадратичное значение (СКЗ) уровня, с которым будут генерироваться сигнал. Уровень задается в вольтах. Обратите внимание, что в качестве уровня задается среднеквадратичное значение. Пиковое значение (на рисунке выше обозначено как A_0) связано с СКЗ соотношением A_0 = СКЗ * √2
- *Частота зап., Гц* – частота заполнения (несущая частота), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота заполнения задается в герцах. Связана с периодом T_1 на рисунке выше.
- *Частота сл., Гц* – частота следования (частота модулирования), с которой будут генерироваться радиоимпульсы. Частота следования задается в герцах. Связана с периодом *T* на рисунке выше.
- *Смещение, В* – значение смещения постоянной составляющей, с которой будет генерироваться сигнал. Задается в вольтах
- *Количество пер.* – ширина, с которой будет генерироваться сигнал - количество импульсов *N* длительностью T_1 в одном периоде *T*.
- *Уровень (доп.) В* – СКЗ дополнительного импульса.
- *Фаза (доп.), град* – фазовое смещение дополнительного импульса относительно основного импульса.

Радиоимпульсный сигнал генерируется циклично.

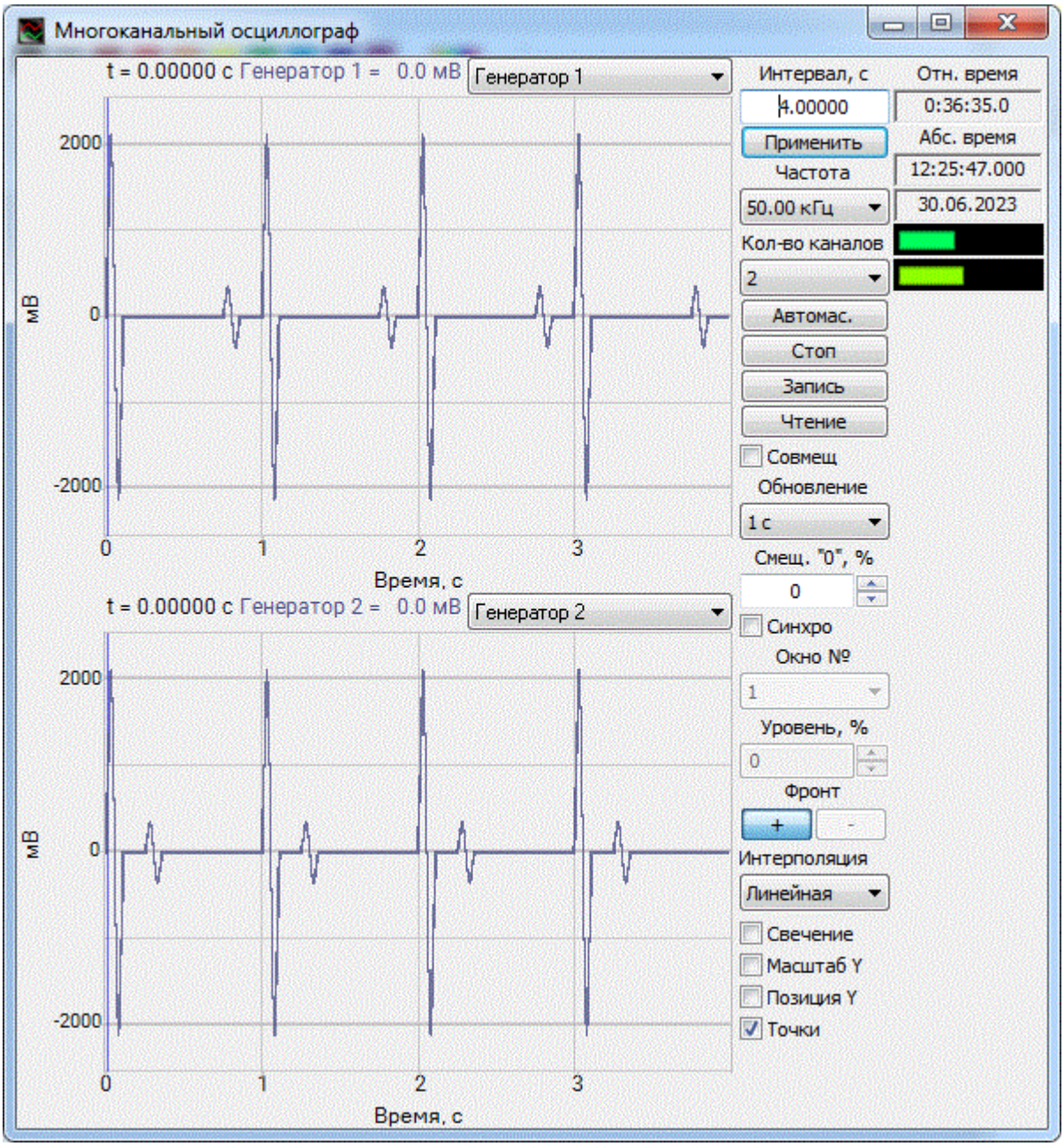
На рисунках ниже приводится пример генерирования радиоимпульсных сигналов с дополнительным импульсом с разным фазовым сдвигом:



Параметры генерируемого сигнала, канал 1



Параметры генерируемого сигнала, канал 2



Осциллограмма генерируемых сигналов

Регистрация

Раздел **Регистрация** содержит настроечные и вспомогательные средства **ZETLAB**.

Запись сигналов предназначена для непрерывной регистрации сигналов в реальном масштабе времени, поступающих на входные каналы измерительных приборов. Для удобства последующей обработки сигналов предусмотрена возможность неограниченного числа записей текстовых и голосовых комментариев. Запись сигналов может осуществляться в кольцевой или прямой буфер оперативной памяти с последующей перезаписью на накопитель. Запись в таком режиме позволяет зарегистрировать с предысторией любое заранее неизвестное событие.

Конвертация сигналов предназначена для конвертирования записанных сигналов компании ZETLab формата - ana/anp в сжатые данные, а с сейсмических устройств

в формат: MiniSEED.

Воспроизведение сигналов предназначена для воспроизведения сигналов, записанных с помощью программы **Запись сигналов**. При включении воспроизведения проигрываемые сигналы становятся доступны для анализа и измерений во всех программах **ZETLAB**.

Просмотр трендов представляет из себя график, который позволяет проводить анализ длительных записей измеренных значений с датчиков (за часы, дни, месяцы, года). В зависимости от частоты дискретизации выполняется n-ое количество отсчетов в секунду, а в год их количество равно 31 556 926*n. Если пользователю нужно оценить кратковременные моменты исходного сигнала, то трудностей не возникает. Но гораздо труднее, когда стоит задача оценить параметры за весь год или даже несколько лет, тут не хватит ни размеров монитора, ни терпения. Именно в таких ситуациях построение тренда выручает.

Просмотр исторических событий позволяет осуществлять просмотр и анализ исторических событий, записанных при помощи программного обеспечения ZETLAB за долгосрочный период времени.

Многоканальный самописец предназначена для длительной регистрации и отображения параметров сигналов, поступающих на входные каналы контроллеров, анализаторов спектра (входит в комплект поставки), цифровых датчиков и модулей АЦП/ЦАП (поставляется опционно).

Групповой многоканальный самописец предназначена для длительной регистрации и отображения параметров сигналов, поступающих на входные каналы контроллеров, анализаторов спектра (входит в комплект поставки), цифровых датчиков и модулей АЦП/ЦАП (поставляется опционно).

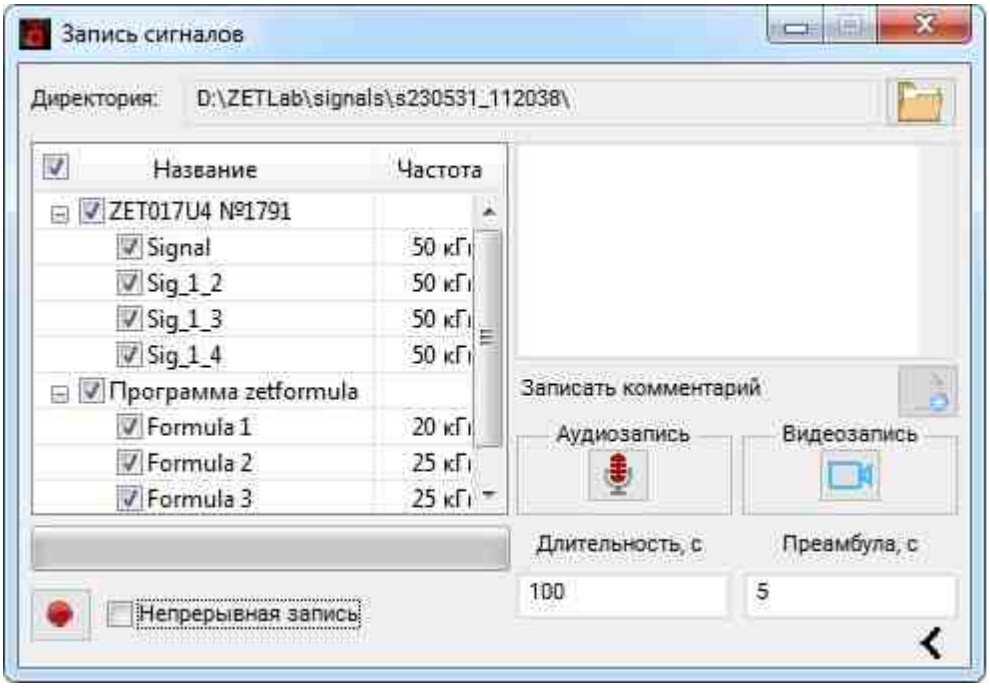
Запись сигналов .....

Программа **Запись сигналов** в файлы предназначена для непрерывной регистрации сигналов в реальном масштабе времени, поступающих на входные каналы измерительных приборов. Для удобства последующей обработки сигналов предусмотрена возможность неограниченного числа записей текстовых и голосовых комментариев. Запись сигналов может осуществляться в кольцевой или прямой буфер оперативной памяти с последующей перезаписью на накопитель. Запись в таком режиме позволяет зарегистрировать с предысторией любое заранее неизвестное событие.

Дополнительные возможности программы Запись сигналов

- Добавление текстовых комментариев к записи
- Добавление голосовых комментариев к записи

К одному файлу записи можно добавить несколько текстовых и голосовых комментариев. Голосовые комментарии можно записать через микрофон. Начало записи сигналов и голосового комментария может осуществляться автоматически при запуске программы.



Записанные файлы проигрываются с помощью программы **Воспроизведение сигналов** и при этом обрабатываются программами из состава ZETLAB также, как в режиме реального времени. Кроме того, записанные файлы могут быть конвертированы в текстовый формат и открыты программой **Просмотр и обработка результатов**.

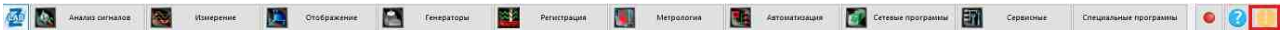
Просмотр трендов возможен только для сигналов, записанных в режиме непрерывной записи.

Внимание! **В Демо-режиме Запись сигналов делает только короткую запись для ознакомления с программой, использование программ ZETLAB без подключенного прибора.**

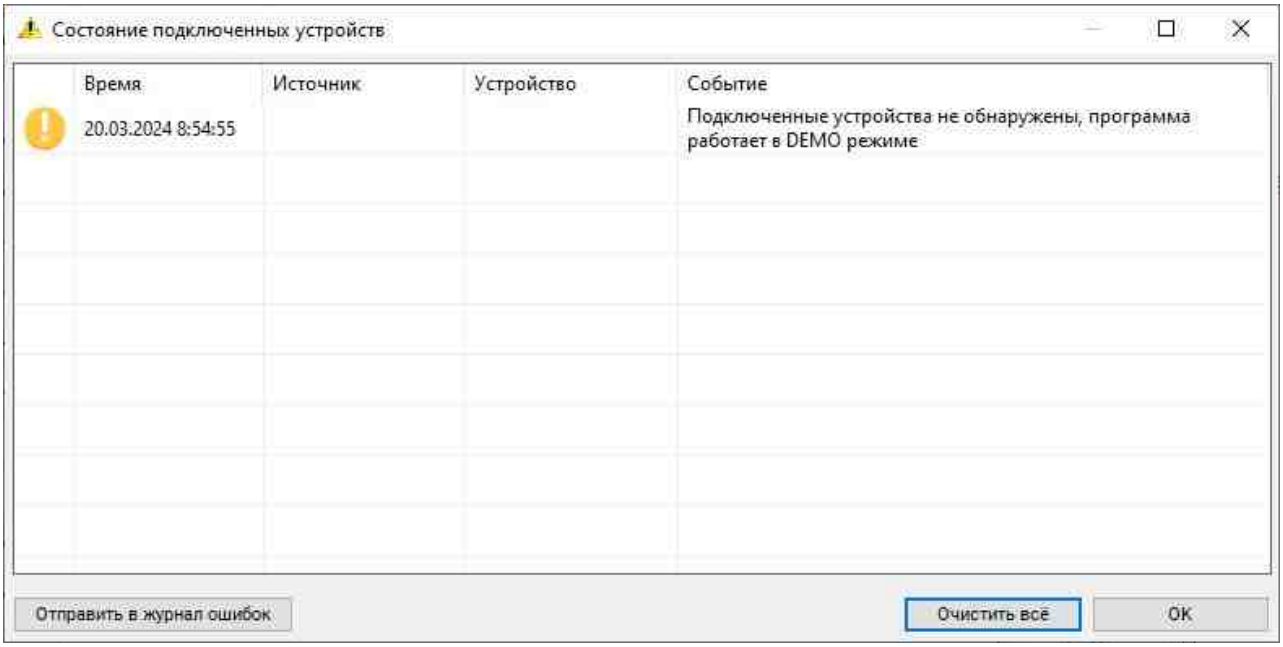
В Демо-режиме Запись сигналов делает только короткую запись для ознакомления с программой, использование программ ZETLAB без подключенного прибора.

Возможности работы с программой Запись сигналов ограничена.

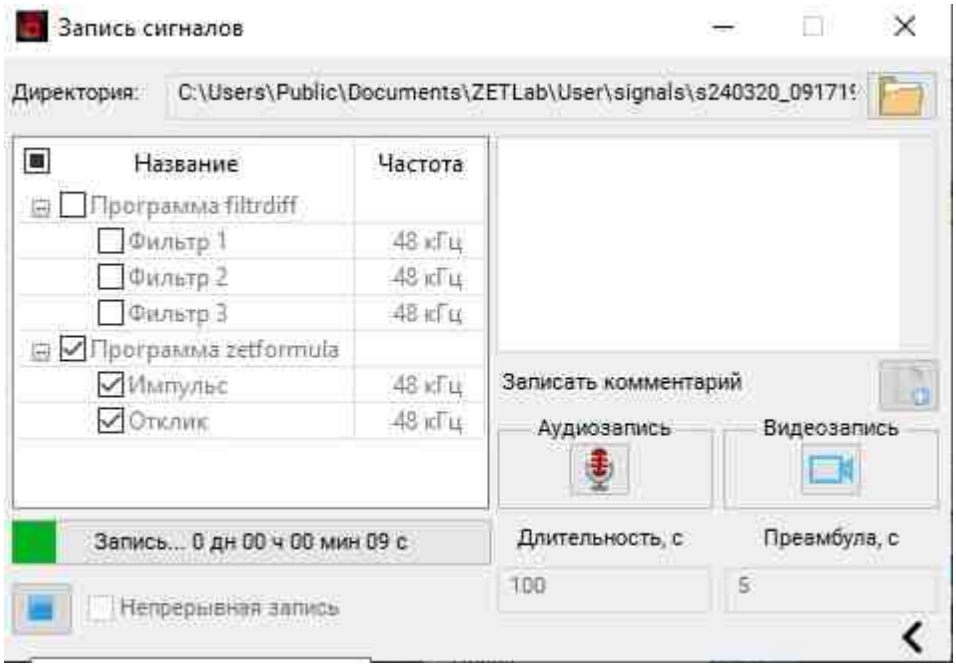
1) В ZETLab в индикации Состояние подключенных устройств стоит Восклицательный знак на оранжевом поле.



2) Нажимаем на кнопку и программа позволяет увидеть, что прибор работает в демо-режиме.

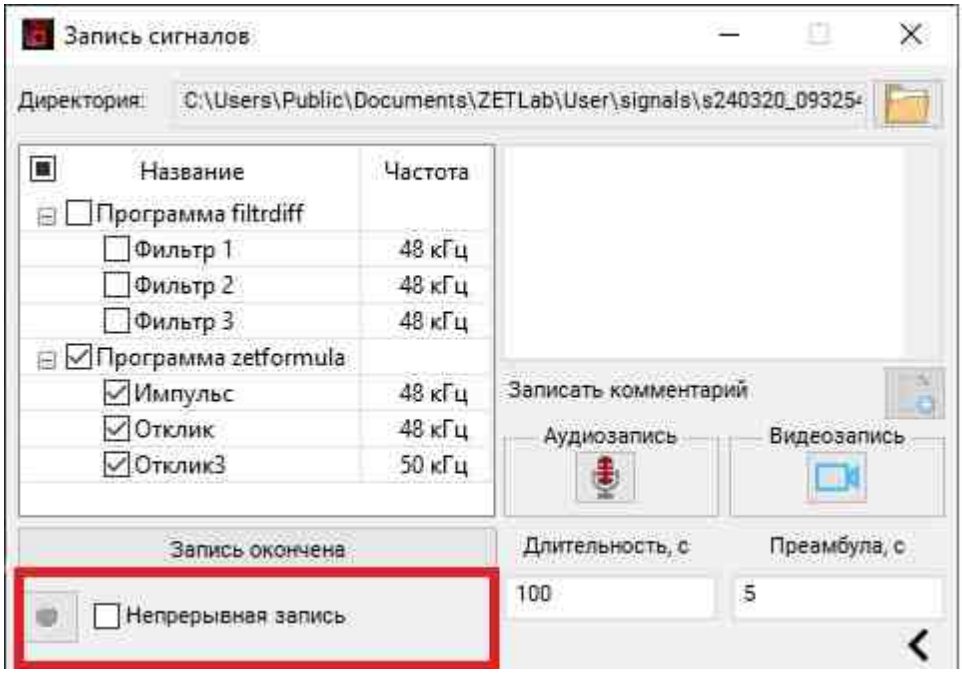


Состояние подключенных устройств



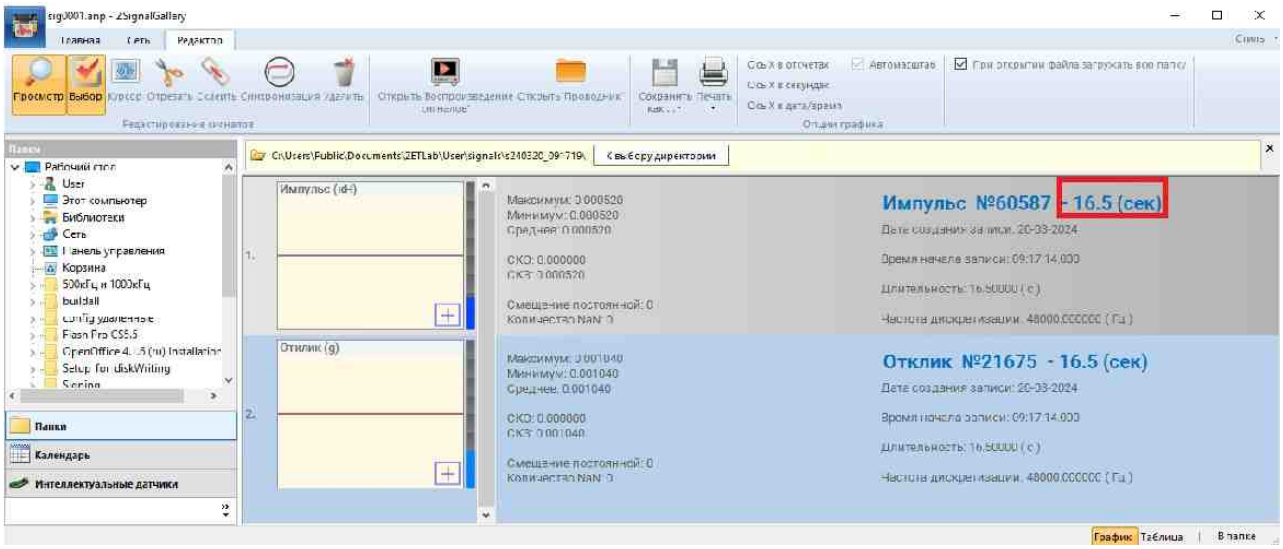
Начинаем запись

3) В программе Запись сигналов предупреждение о демо-режиме сделана невозможностью сделать полноценную запись. Запись начинается, но до конца требуемого диапазона не доходит.



После окончания записи в Демо-режиме управляющие кнопки проммы не доступны.

4) В Галерея сигналов представлена короткая запись, записанная в Демо-режиме программой Запись сигналов.



В Галерея сигналов просмотр Запись сигналов, записанная в Демо-режиме.

5) После подключения прибора в индикации Состояние подключенных устройств стоит знак Галочки на зеленом поле.



О программе .....

Программа записи сигналов в файлы предназначена для непрерывной регистрации сигналов в реальном масштабе времени, поступающих с входных каналов модулей АЦП и анализаторов спектра. Для удобства последующей обработки сигналов предусмотрена возможность неограниченного числа записей текстовых и голосовых комментариев. Запись сигналов может осуществляться в кольцевой или прямой буфер оперативной памяти с последующей перезаписью на накопитель. Запись в таком режиме позволяет зарегистрировать с предысторией любое заранее неизвестное событие.

Примечание: *программа* ***Запись сигналов*** *входит в состав программного* обеспечения ZETLab для анализаторов спектра и ZETLab **Регистрация** *(средства регистрации и воспроизведения).*

Пуск/останов записи сигналов и комментариев может осуществляться как вручную, так и автоматически. Для пуска/останова записи вручную предусмотрено три варианта: нажатие на соответствующие кнопки программы мышкой, нажатие комбинации "горячих клавиш" или запуск/останов при управлении по локальной вычислительной сети (ЛВС). В последнем случае два компьютера (удаленная станция и рабочий терминал) могут быть соединены

кабельной или беспроводной ЛВС. На рабочем терминале запускается программа-образ регистратора и все управление осуществляется с нее. Оператор может изменять директории для записи сигналов на удаленной станции, записывать сигналы, текстовые и голосовые комментарии. параллельно на удаленной станции ведется протокол всех команд, полученных с рабочего терминала.

Записанные файлы проигрываются с помощью программы **Воспроизведение сигналов** и при этом обрабатываются программами из состава **ZETLAB** также, как в режиме реального времени. Кроме того, записанные файлы могут быть конвертированы в текстовый формат и открыты программой **Просмотр и обработка результатов**.

Просмотр трендов возможен только для сигналов, записанных в режиме непрерывной записи.

Примечание: *одновременная работа программ* ***Запись сигналов*** *и* ***Воспроизведение сигналов*** *невозможна.*
Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.
Регистратор является виртуальным измерительным прибором, входящим в состав тензометрической станции и анализатора спектра. Используется для сбора данных и последующего их анализа.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Запись сигналов** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Запись сигналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

С модулями АЦП-ЦАП и цифровыми датчиками ZETSENSOR программа может быть доступна в составе опции Запись и воспроизведение сигналов.

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Запись сигналов** необходимо в меню *Регистрация* (*Рис. 1)* панели ***ZETLab*** выбрать команду **Запись сигналов** . На экране монитора отображается рабочее окно программы **Запись сигналов** (*Рис. 2*). Сверху, в заголовке окна, отображается название программы

Примечание: программу **Запись сигналов** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: SignalWriter.exe.

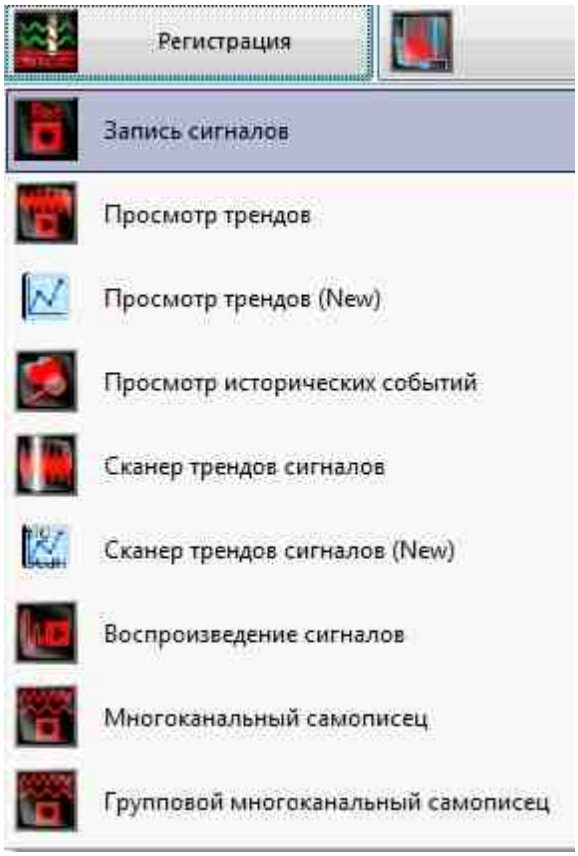


Рис. 1 Запуск программы Запись сигналов из вкладки "Регистрация"

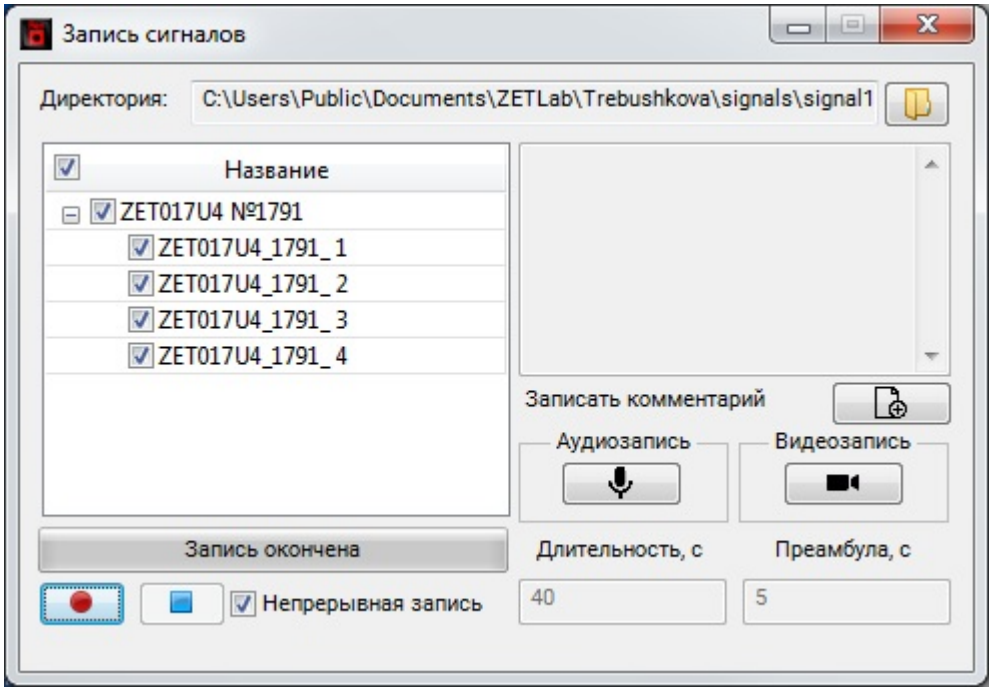


Рис. 2. Внешний вид программы «Запись сигналов».

В окне программы располагаются следующие элементы:

Поле "**Директория**" - текущая директория для записи файлов сигналов.

Кнопка **"Текущая директория"** - осуществляет переход в текущую директорию для записи сигналов. Настроить другую текущую директорию для записи можно, поменяв пути в файлах конфигурации пользователей в ZETLab.

Файлы конфигурации пользователей в ZETLab
Файлы конфигурации пользователей отображаются в окне Настройка путей конфигурации, которая запускается командой *Пути конфигурации* из главного меню панели ZETLAB. Путь к файлам отображается в поле *Пути конфигурации*, слева от пути располагается кнопка, позволяющая открыть соответствующую директорию, справа - кнопка, позволяющая ее изменить (выбрать другую папку).

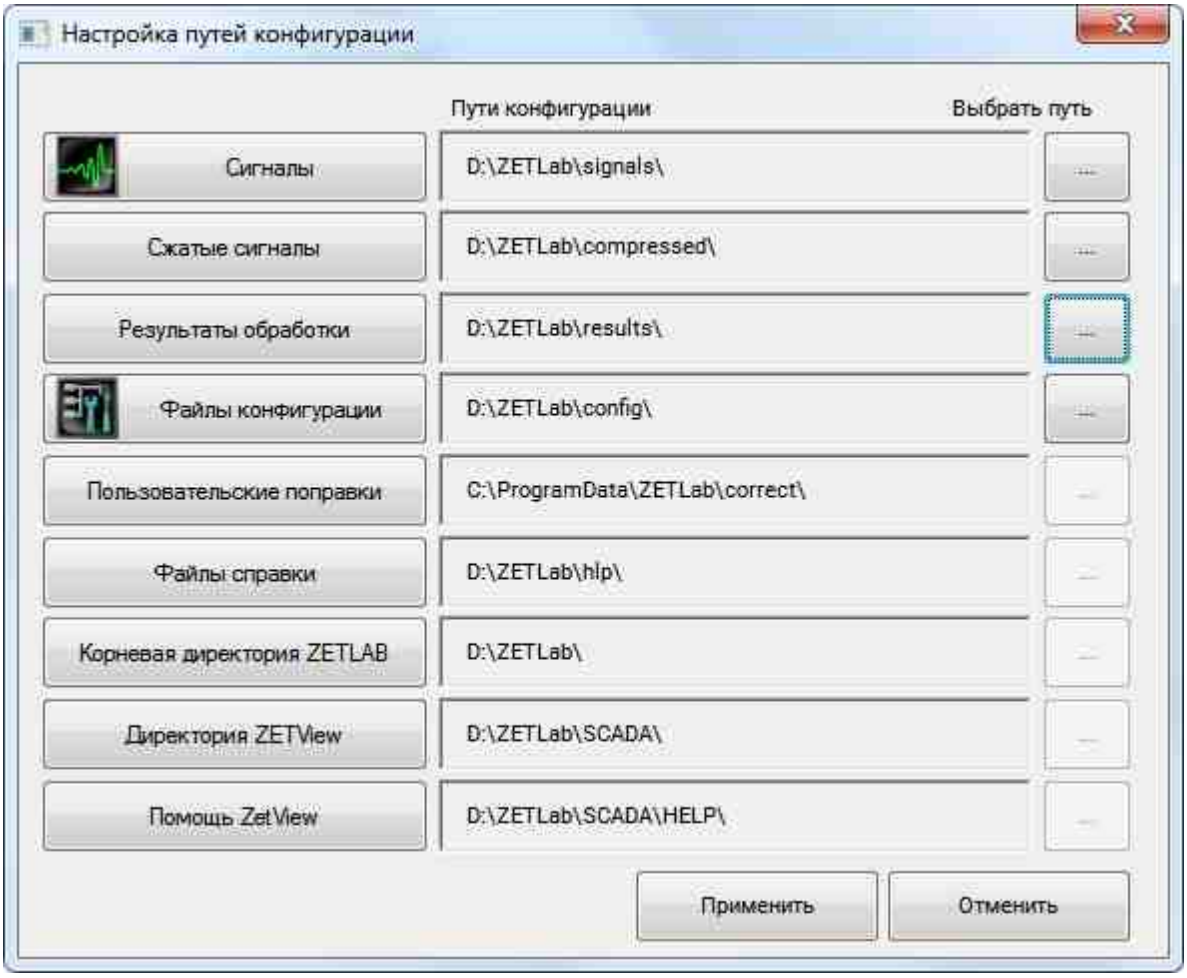


Рис. 3. Внешний вид Настройки путей конфигурации.

Настройка путей конфигурации пользователей

Директория *Сигналы* предназначена для сохранения файлов сигналов, записываемых программой Запись сигналов. Сигналы сохраняются в двоичном виде (файл в формате "ana") в паре файлом-описателем (в формате "anp").

Директория *Сжатые сигналы* предназначена для сохранения сжатый файлов Тренд для работы программ ZETLAB.
Директория Результаты обработки предназначена для сохранения файлов результатов работы программ ZETLAB. Файлы сохраняются в формате "dtu" и могут открываться программами Галерея сигналов и *Просмотр результатов*, а также любым текстовым редактором.

В директории *Файлы конфигурации* хранятся файлы с настройками программ ZETLAB. Это значительно упрощает работу с ZETLAB, поскольку не требует от пользователя ежедневной настройки программ - даже при использовании нескольких экземпляров программ, при их последующем запуске каждая программа "помнит" свои настройки.

В директории *Пользовательские поправки* хранятся файлы калибровки измерительных каналов и каналов генераторов используемого ZET-прибора.

Директория *Файлы справки* содержит файл-справку (данное руководство оператора в формате "chm") по программному обеспечение ZETLAB и примеры, используемые в данном руководстве оператора.

В корневой директории ZETLAB хранятся файлы всех программ ZETLAB и используемым ими компонентам.

Директория ZETView содержит файлы по программному обеспечение ZETView и примеры, используемые в описании программы.

Директория С*правка ZETView* содержит файл-справку (данное руководство оператора ZETView в формате "chm") по программному обеспечение ZETView и примеры, используемые в данном руководстве оператора.

Внимание! Изменения в настройках путей конфигурации пользователей вступают в силу только после нажатия кнопки "Применить", иначе выбранные пути не вступят в силу.

Таблица, содержащая следующие поля:

Выбор - признак включения/выключения канала для записи. Включение/выключение этого признака осуществляется нажатием на соответствующую ячейку таблицы.

Канал - порядковый номер канала АЦП;

Название канала - текстовое название (комментарий) канала АЦП;

Кнопка "**Записать комментарий**" - запись текстового комментария в файл. Поле "**Текстовый комментарий**" - комментарий, который характеризует записываемые сигналы. Таких комментариев может быть несколько.

Поле "**Аудиозапись**" - включение/выключение записи голосовой записи на микрофон, подключенный к звуковой карте анализатора спектра. Таких записей может быть несколько.

Поле "**Видеозапись**" - включение/выключение видеозаписи на камеру, подключенной к компьютеру. Таких записей может быть несколько.

Поле "**Длительность, с**" - длительности записи сигналов (в секундах), которую можно изменять нажатием стрелками вверх/вниз или непосредственно с клавиатуры. При изменении длительности записи размер файлов, необходимый для сохранения записываемых сигналов на накопителе пользователя, рассчитывается автоматически. При превышении определенного порога, равного половине свободного места на диске пользователя, осуществить запись становится невозможно (кнопки начала записи перестают быть доступными для нажатия (Рис. 5). При запуске программы длительность записи

считывается из файла SignalWriter01.cfg, находящемся в директории конфигурационных файлов.

Справа от поля "**Длительность, с**" располагаются **кнопки** для включения/выключения записи (*Рис. 4 и Рис. 5*) соответственно). При запуске программы кнопки включения записи имеет вид, как показано на (*Рис. 4* и *Рис. 5*) (т.е. кнопка выключения записи недоступна). При включении записи их внешний вид меняется как показано на (*Рис. 6* и *Рис. 7*) (кнопка включения записи недоступна).



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7

В программе действует система всплывающих подсказок. Т.е. при нахождении курсора мыши над определенными элементами окна появляется подсказка, характеризующая данный элемент, его свойства и назначение.

Если галочка в поле **Непрерывная запись снята**, то запись производится единичная запись заданной длительности.

Галочка в поле **Непрерывная запись осуществляет запись** зарегистрированных параметров за длительный период времени, запись трендов.
В программном обеспечении ZETLab функция записи трендов реализована в приложениях Запись сигналов и Многоканальный самописец. Обе программы записывают исходный сигнал с частотой дискретизации и делают выжимки с указанными степенями уплотнения, но многоканальный самописец помимо этого позволяет посмотреть изменения СКЗ сигнала, частоты и т.п.

Каждому каналу, включенному в программе «Запись сигналов», соответствует два файла: с расширением «ANP» - описание канала (название, частота дискретизации, код устройства, коэффициент чувствительности, смещение и прочее), с расширением «ANA» - данные с АЦП в бинарном виде. Все отсчёты АЦП имеют вес 32 бита или 4 байта. Поэтому 1 секунда записи 200 канальной системы, работающей с частотой дискретизации 10 Гц требует места на диске:

1 секунда	$200 \times 10 \times 4 = 8000 = 8\,кБ$
1 час	$200 \times 10 \times 4 \times 3600 = 28800000 = 28\,МБ$
1 день	$200 \times 10 \times 4 \times 3600 \times 24 = 691200000 = 690\,МБ$

Поэтому необходимо перед записью проверить наличие свободного места на диске.

Примечание:

1. Программа «Запись сигналов» начнет непрерывную запись, если свободного места на диске достаточно, чтобы произвести трёх - часовую запись.

2. Если программа «Запись сигналов» уже ведет непрерывную запись и свободного места на диске недостаточно для трёхчасовой записи, то записи начнут перезаписываться начиная с более ранних записей к более поздним.

3. **ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММЫ ЗАПИСЬ СИГНАЛОВ**
- ДОБАВЛЕНИЕ ТЕКСТОВЫХ КОММЕНТАРИЕВ К ЗАПИСИ
- ДОБАВЛЕНИЕ ГОЛОСОВЫХ КОММЕНТАРИЕВ К ЗАПИСИ

К одному файлу записи можно добавить несколько текстовых и голосовых комментариев. Голосовые комментарии можно записать через микрофон. Начало записи сигналов и голосового комментария может осуществляться автоматически при запуске программы.

Комментарии записываются в папку в Signal только когда уже осуществляется запись и нажата кнопка сохранить Комментарий.



Примечание: В случае если набрать комментарий, а еще запись не начата, то комментарий не записывается или не нажать кнопку **Сохранить комментарий**, то комментарий то же не запишется.

Программа Воспроизведение сигналов при Воспроизведении сигналов при открытии данной папки с комментарием показывает записанный комментарий.

Дополнительная информация .....

Дополнительная информация:

- по использованию флага "Непрерывная запись",
- по использованию трендов.

по использованию флага "Непрерывная запись" .....

Дополнительная информация по использованию флага "Непрерывная запись":

Открываем программу "Регистрация"->"Запись сигналов" выставляем галочку "Непрерывная запись" (*Рис. 1*), и делаем запись в течение нужного нам времени. Для завершения записи, нажимаем кнопку «СТОП».

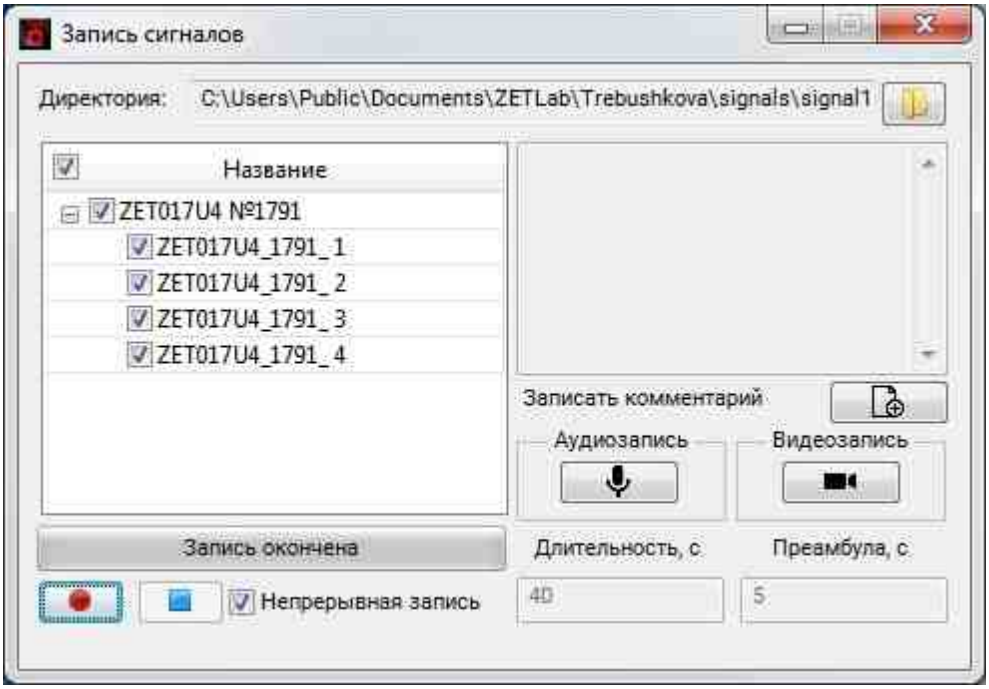


Рис. 1. Флаг "Непрерывная запись"

После записи данных переходим в программу "Регистрация"->"Просмотр трендов" выбираем временной интервал, который нас интересует (*Рис. 3*). Предварительно выбираем записанные сигналы, нажав кнопку "Выбор сигналов" и осуществляем выбор нужных каналов (*Рис. 2*).

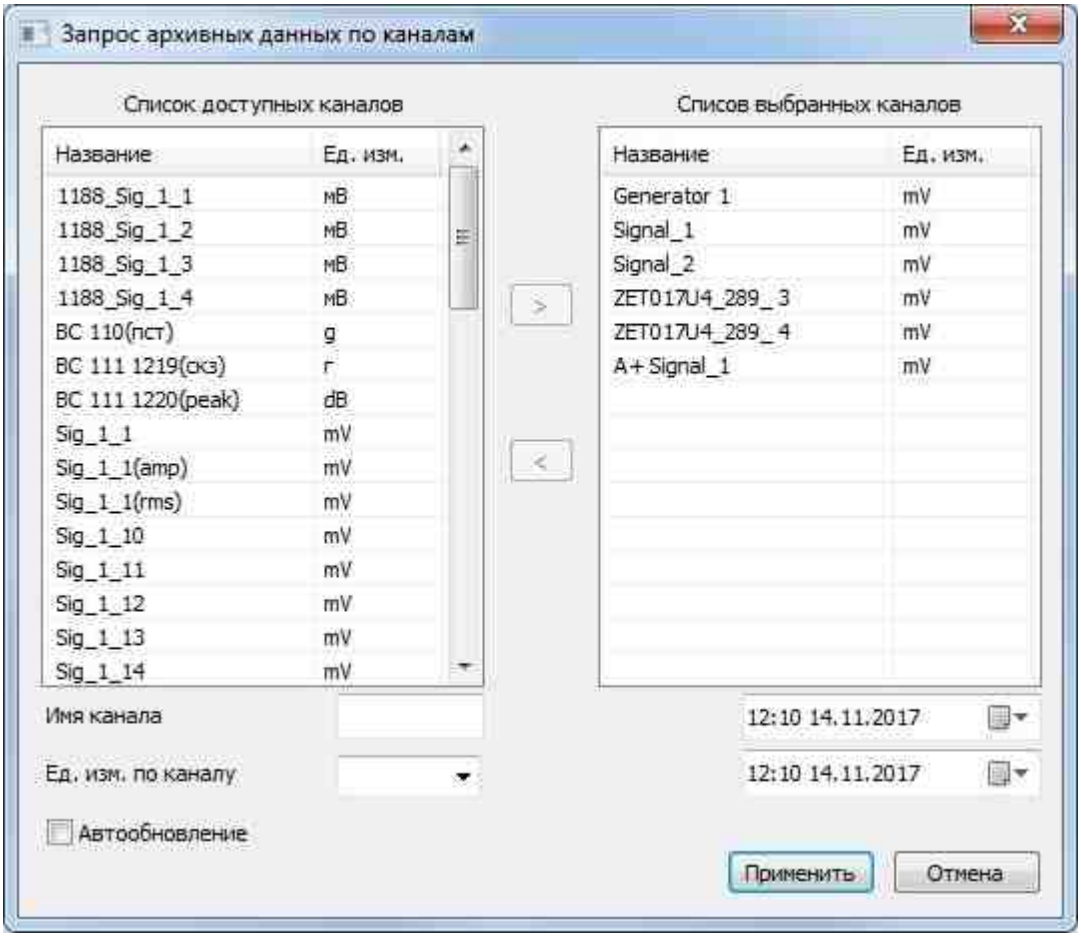


Рис. 2. Запрос архивных данных по каналам

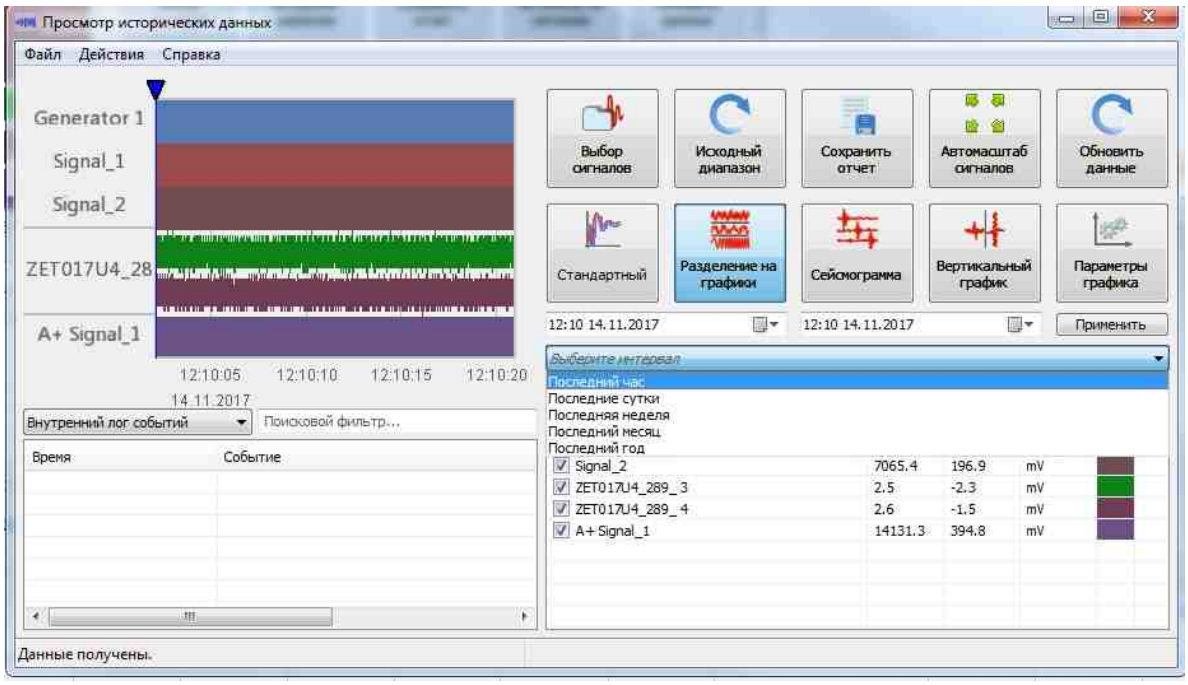


Рис. 3. Просмотр исторических событий

Далее выбираем "Действия"->"Воспроизведение сигналов". в Программе "Воспроизведение сигналов" нажимаем на "play"(*Рис. 4*). Программа "Запись сигналов" перед запуском "Воспроизведение сигналов" должна быть закрыта.

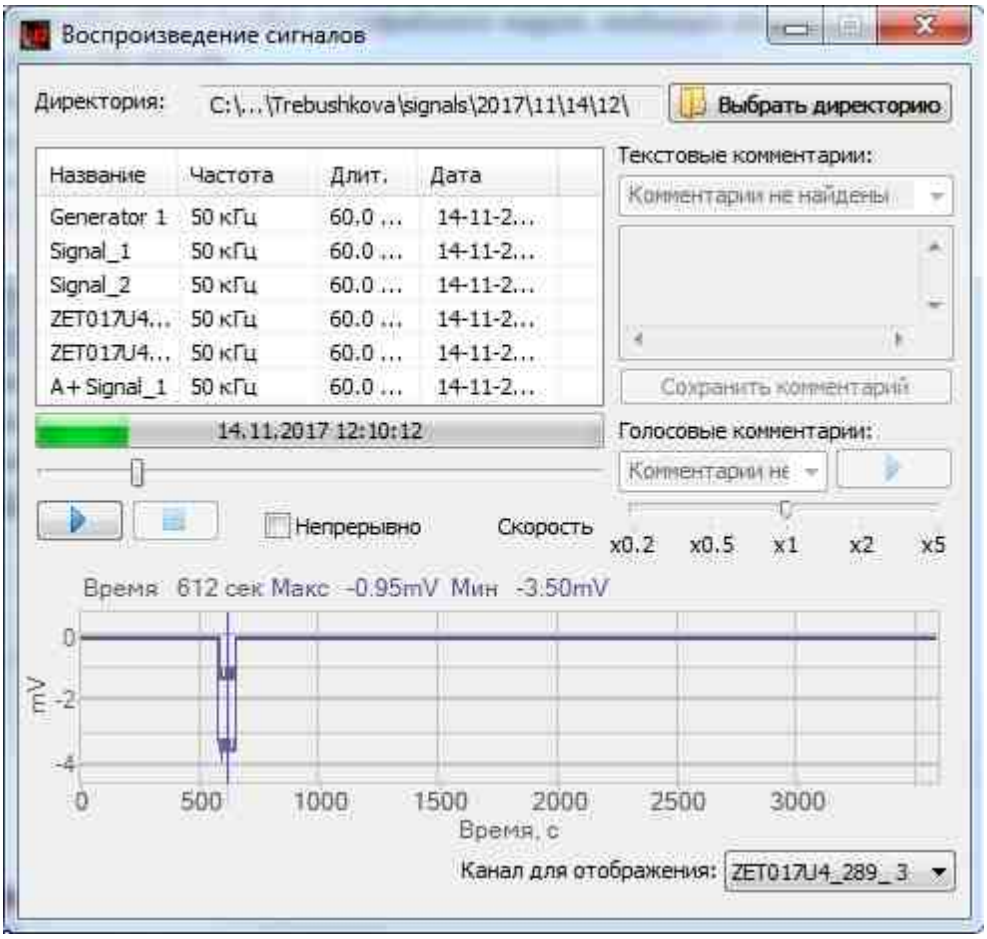


Рис. 4. Программе "Воспроизведение сигналов" нажимаем на "play"

Открываем программу "Отображение"->"Многоканальный осциллограф" и нажимаем кнопку "СТОП" и "Запись" (*Рис. 5*).

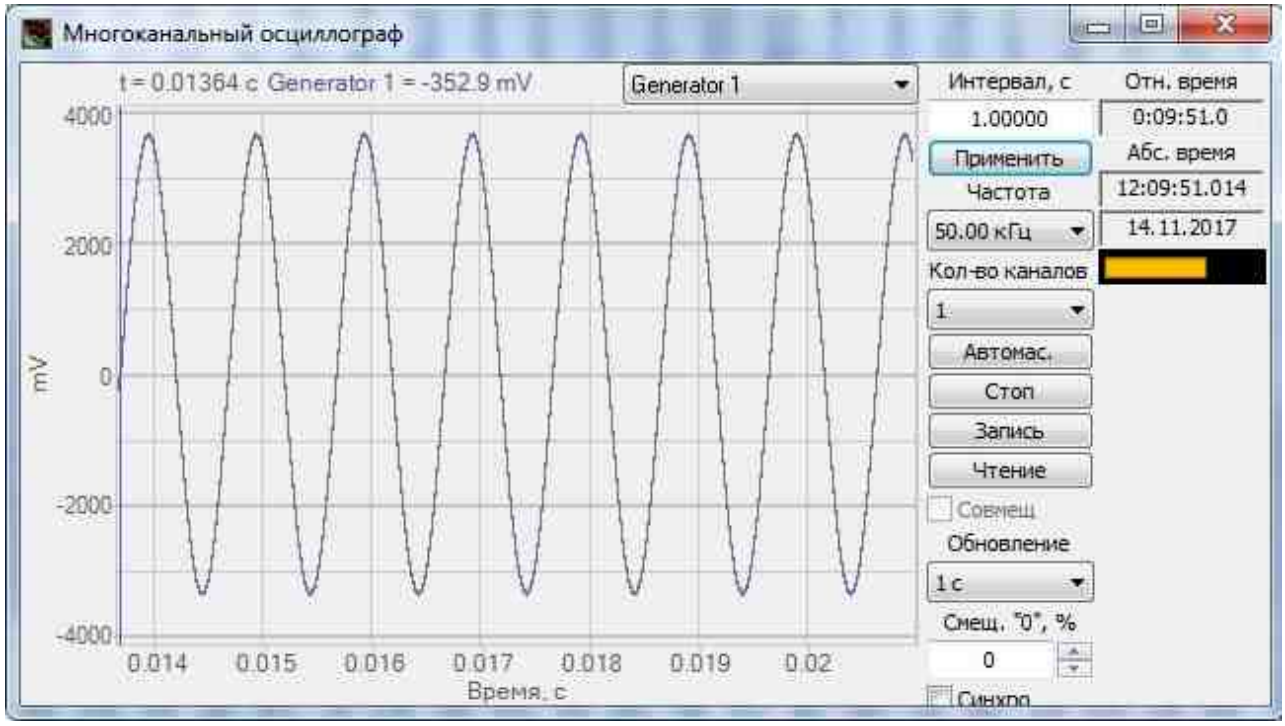


Рис. 5. Отображение сигнала в Многоканальном осциллографе

Открываем сохраненный файл через программу "Отображение"->"Просмотр результатов"(*Рис. 6*).

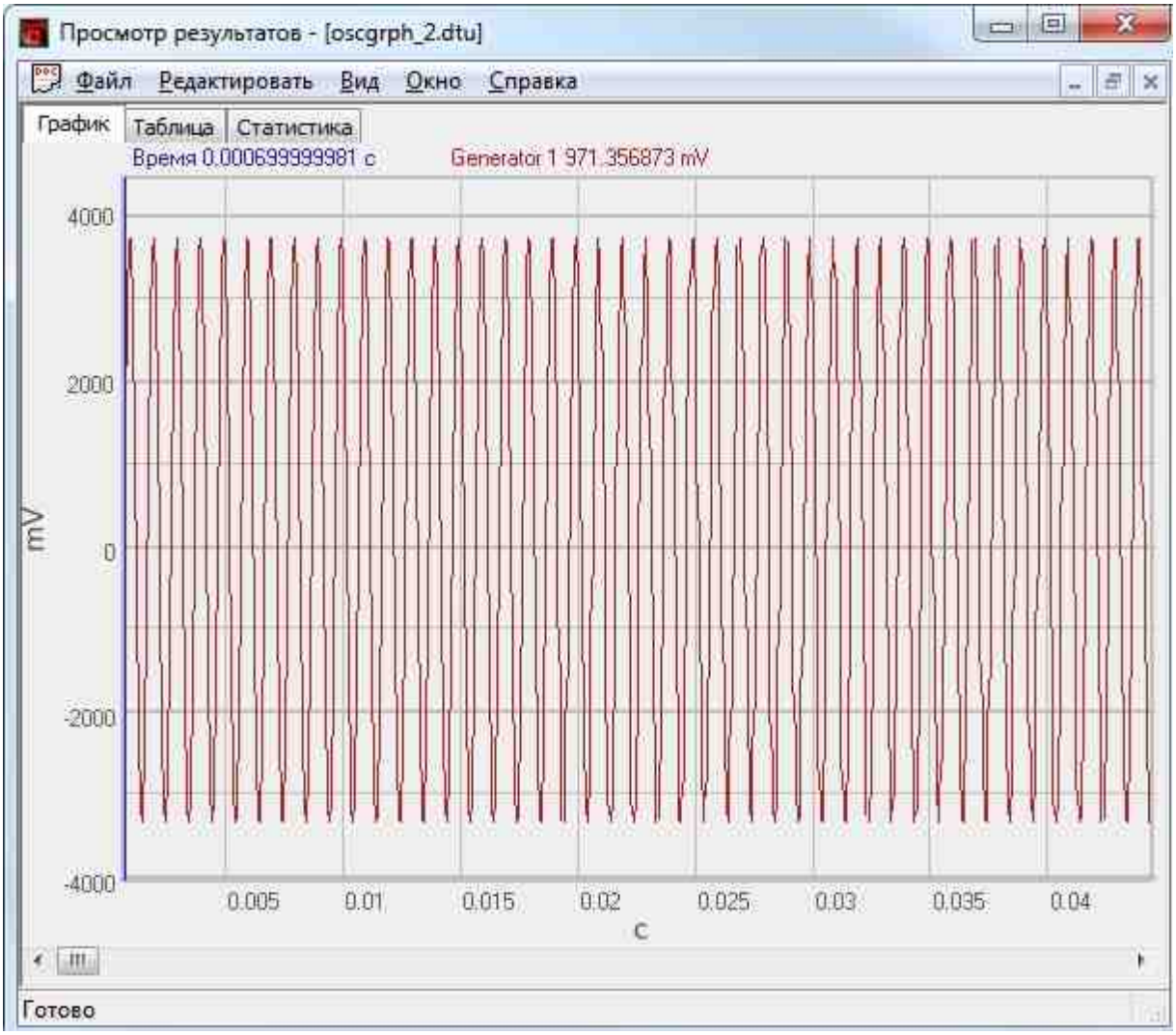


Рис. 6. Отображение сигнала в "Просмотр результатов"

Для наложения графиков друг на друга, на вкладке "Таблица" нужно вставить данные из другого сохранённого файла (*Рис. 7*).

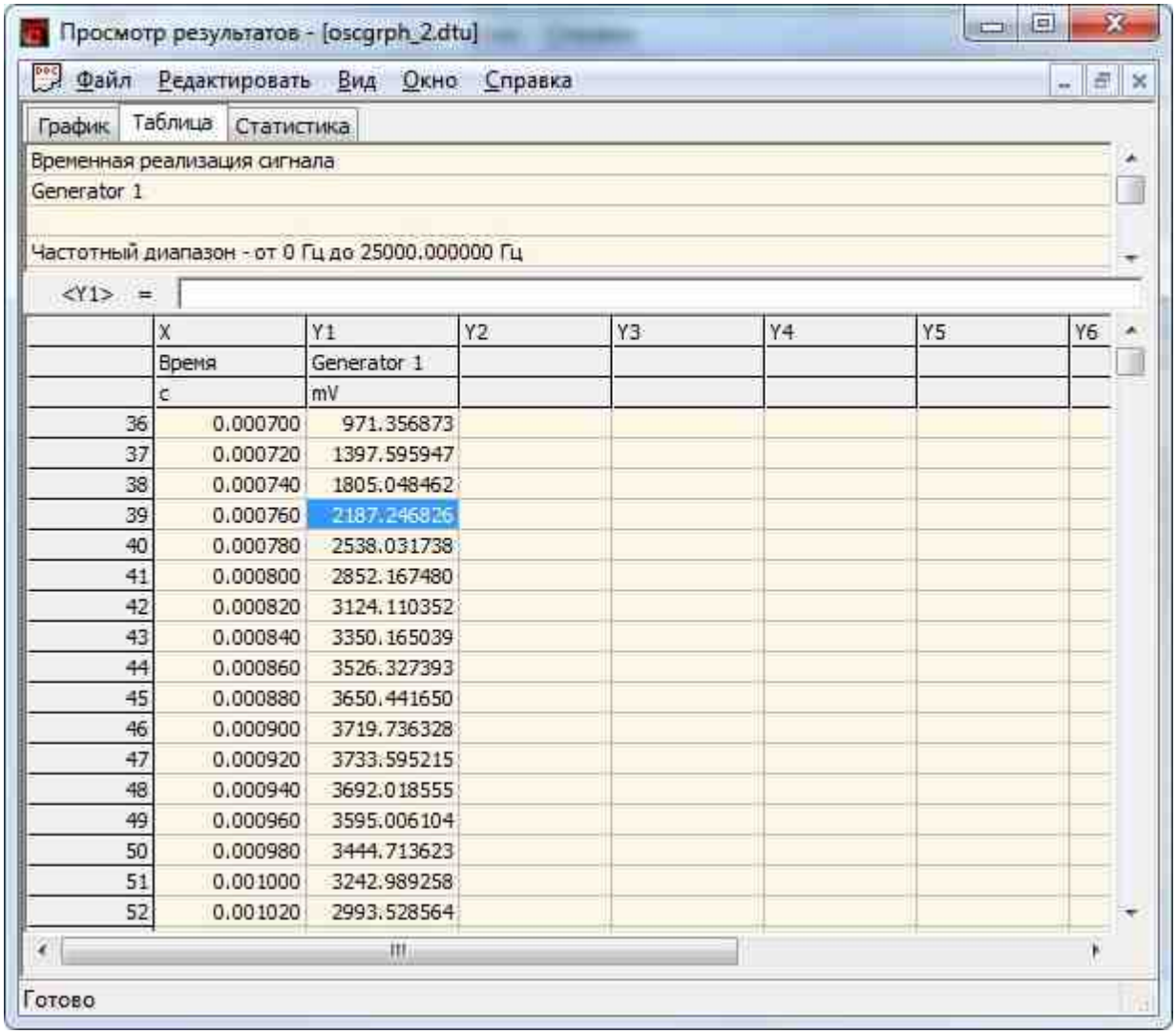


Рис. 7. Во вкладке "Таблица" нужно вставить данные из другого сохранённого файла

по использованию трендов .....

Дополнительная информация по использованию трендов:

Для построения трендов применяются несколько степеней сжатия: 1 секунда, 10 секунд, 1 минута, 10 минут и т.д. В зависимости от длительности выборки возможны разные степени уплотнения, например, при просмотре тренда за год или более – уплотнение 10 минут, в то время как за день – сжатие может доходит и до 1 секунды. Имеется возможность сброса нулей, что позволяет измерять относительные значения.

Записанные данные структурированы по папкам: года, месяцы, дни, часы. Отличительная особенность часовых записей – это привязка ко времени на ПК, т.е. при начале новой записи сначала создается новый файл с часовой записью, в котором в первые минуты отсутствуют данные сигнала (поскольку программа осуществляет их накопление).

Усредненные, т.е. сжатые сигналы записываются в другую директорию, имеются лишь папки Год и Месяц. Такие значения записываются сразу за целый месяц, разные файлы имеют разную степень уплотнения: 1с, 10с, 1 мин, 10 мин, 1 час, 4 часа и т.д.

Функции чтения и отображения трендов реализованы в разных приложениях, поскольку очень часто сведения находятся на серверах, а просмотр сигналов осуществляется на автоматизированных рабочих местах. Приложение, которое сканирует записи, формирует их и отправляет. На АРМе же осуществляется прием сформированных данных и отображение тренда.

Для подключения к серверу в приложении отображения трендов следует ввести ip адрес сервера, если же сервер и АРМ являются одним компьютером, необходимо ввести local host: 127.0.0.1. После подключения на мониторе автоматически загружается тренд за все время пока велся сбор данных с датчиков. (Рис.2).

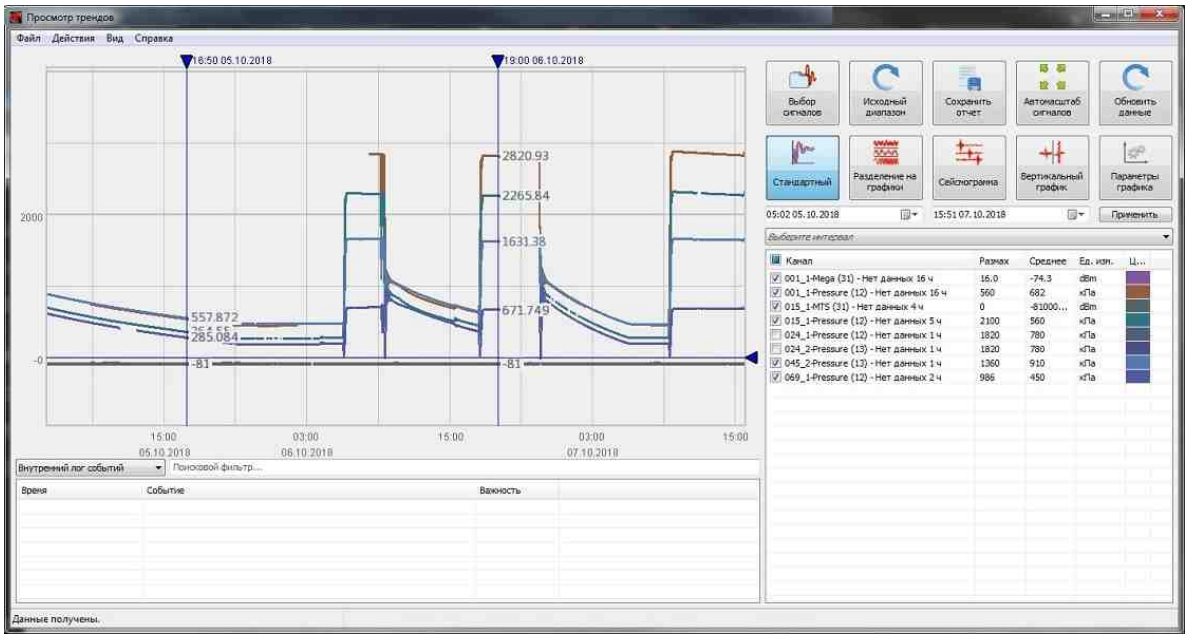


Рис.2 Вид окна с трендом за длительный промежуток времени

Для более детального отображения (Рис.3) тренда имеется возможность выбора периода времени и определенных сигналов по наименованию и по единицам измерения. При просмотре тренда можно увеличивать или уменьшать график кликом мыши, при этом сама программа рассчитывает сколько данных запросить для построения детального отображения, с каким уплотнением и т.д.

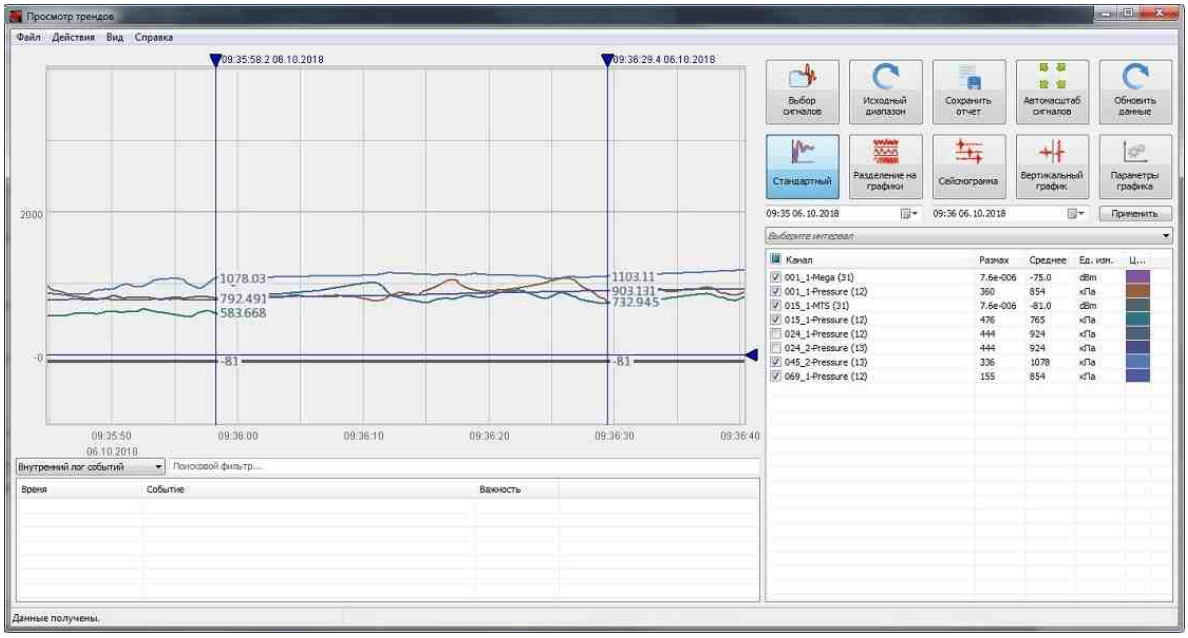


Рис. 3 Более детальный просмотр тренда

Программа позволяет ранжировать абсолютные и относительные измеренные значения, возвращаться в исходный диапазон (т.е. к первоначальному виду), сохранять отчет в формате .csv, осуществлять печать, обращаться к базе данных событий, просматривать исторические данные.

Тренд позволяет просмотреть не только кратковременную регистрацию значений, но и длительную, при этом отображать результаты измерений выбранного параметра. Степень уплотнения сигнала дает возможность просматривать зарегистрированные данные в большом промежутке времени, видеть примерную форму/огибающую сигнала. В программе реализован удобный интерфейс для полной навигации по сигналу.

Использование тренда помогает во многих областях применения, измерение температур, контроль раскрытия трещин и т.д. Измерение трещины конструкции на сжатие и растяжение в зависимости от температуры с помощью тензодатчиков станет намного проще, поскольку процесс изменения параметров достаточно медленный, а с возможностью просмотра тренда результаты измерений становятся более очевидными.

Для пользователей предыдущих версий программного обеспечения ZETLab, где функции записи и отображения трендов еще не было, реализована возможность конвертировать уже записанные ранее сигналы с дальнейшей возможностью просматривать тренды.

Диалог для выбора сигналов:

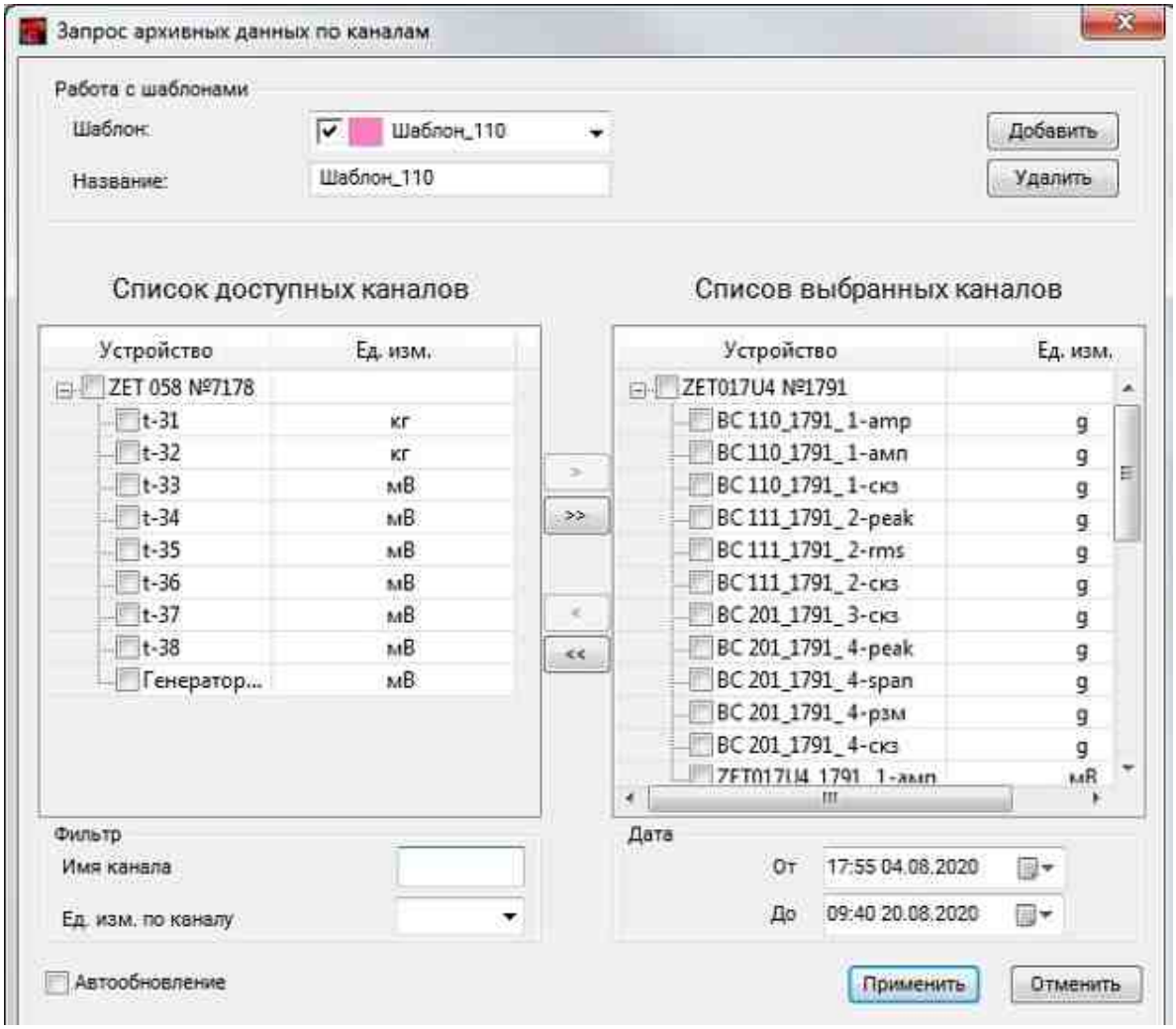


Рис.4 Диалог для выбора сигналов

Список доступных сигналов - список всех сигналов в базе.
Выбранные сигналы - выбранные для просмотра в данный момент сигналы.
Можно задать временной интервал для отображения.
Быстрый поиск сигналов по маске по названию и единицам измерения, маска может использовать следующие спецсимволы:
? - один любой символ;
* - произвольное количество любых символов;
; - разделитель между разными масками.

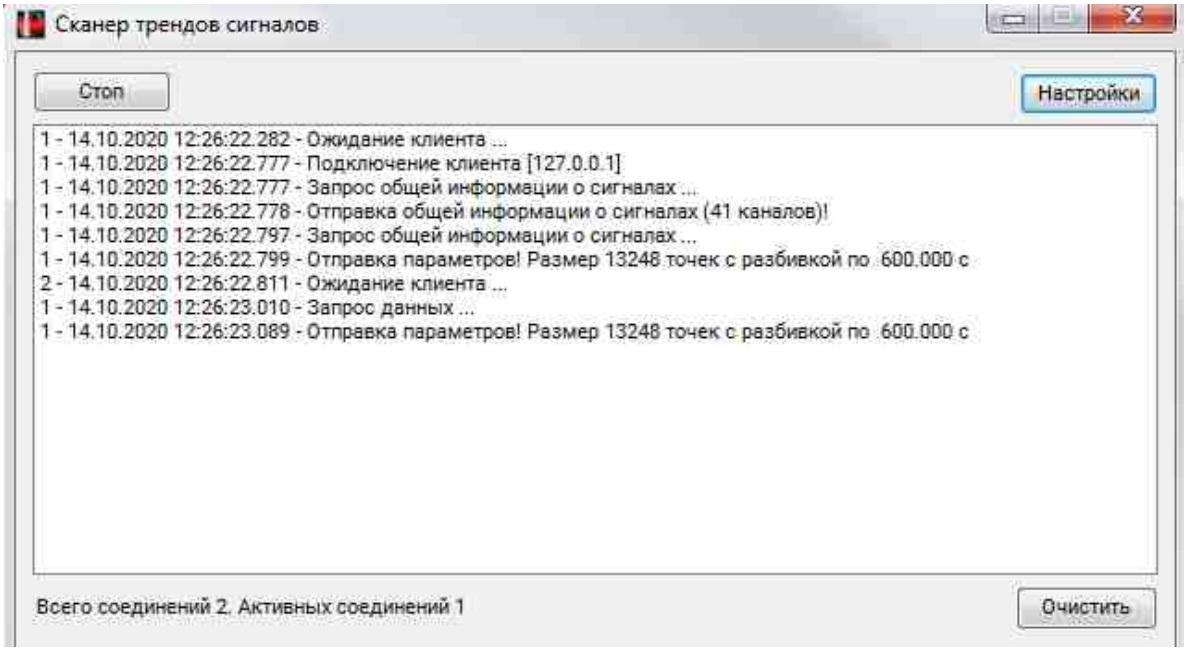


Рис. 5 Тренд сканер

Вопрос и ответ:
Вопрос: Функции "просмотр трендов и исторических событий", что-то у меня не получилось в них ничего увидеть/отобразить.
Что-то там ничего не работает, ни выбор папки с записями, ни установка дат.
Ответ: Просмотр трендов служит для просмотра записанных сигналов в непрерывном режиме. Если Вы пишете отдельными записями, то в этой программе посмотреть не получится. Обычно тренды пишутся, если идет непрерывный мониторинг чего-нибудь. Возможность редактирования записей доступна в программе Галерея сигналов.

Осуществление записи сигналов .....

Перед началом записи сигналов необходимо произвести настройку параметров программы.

В поле "Директория" отображается текущая директория для записи файлов сигналов.
При нажатии на кнопку "Запись" создается следующая по дате и времени директория для записи сигналов. Расположение директории можно увидеть и перенастроить папку Сигналы, через выбранный путь в **Главном меню**, которое позволяет сохранять/открывать проекты, вызывать диспетчер программ ZETLab, просматривать пути конфигурации текущего пользователя

Далее нужно выбрать каналы для записи путем включения/выключения опции столбца "Выбор" таблицы каналов и длительность записи (стрелками вверх/вниз или с клавиатуры). При изменении длительности записи размер файлов, необходимый для сохранения

записываемых сигналов на накопителе пользователя, рассчитывается автоматически. При превышении определенного порога, равного половине свободного места на диске пользователя, осуществить запись становится невозможно (кнопки начала записи перестают быть доступными для нажатия (Рис. 3).


Рис. 1


Рис. 2


Рис. 3


Рис. 4

При необходимости можно ввести общий текстовый комментарий к файлам сигналам, а также просто текстовые комментарии, которых может быть несколько. Для этого в поле "Текстовый комментарий" необходимо набрать текст и нажать кнопку "Запись текста". Также можно записать один или несколько голосовых комментариев через микрофон, подключенный к звуковой карте анализатора спектра.

Для включения записи необходимо нажать на кнопку начала записи (Рис. 1). При этом под окном параметров включенных каналов начнет заполняться индикатор хода работы. Справа от него будет отображаться текущее время записи.

Примечания:
1. При нажатии на любую из кнопок начала записи сигналов, голосового, текстового или видео комментария проверяется наличие директории, указанной в поле "Директория".

2. Голосовые, текстовые или видео комментарии записываются в ту же директорию, что и файлы сигналов и имеют расширения "*.wav*", "*.txt*" , "*.avi*" соответственно. Файлы типа *WAV* могут быть воспроизведены через динамики анализатора программой чтения файлов или проигрывателем Windows Media Player. Файлы типа *TXT* могут быть просмотрены в любом текстовом редакторе. Файл формата AVI проигрывается проигрывателем Windows Media Player или любым сторонним проигрывателем, стандартный видео плеер "Кино и ТВ", который входит в операционную систему Windows10 - не поддерживается.

3. Голосовые, текстовые и видео комментарии могут быть записаны как перед началом записи, так и вовремя и после нее.

4. Если при нажатии на кнопку Аудио или Видео запись, запись не происходит, проверьте подключенное устройство и/или его настройки в Панели управления.

Формат файлов сигналов и файлов-описателей .....

При включении записи сигналов в созданной директории s130425_094633 создаются наборы файлов *SIGXXXX.ANA* и *SIGXXXX.ANP*. Номера *XXXX* принимают значения 0001, 0002, 0003 и т.д.
Название директории s130425_094633 содержит информацию о дате и времени записи.

SIGXXXX.ANA является файлом оцифрованных данных. Данные представляют собой 16-разрядные целые числа в двоично-дополнительном коде. Эти числа – последовательные оцифрованные отсчеты сигнала по одному выбранному каналу модуля АЦП.

SIGXXXX.ANP является файлом-описателем записанных сигналов. Структура такого файла-описателя приведена ниже:

----- начало -----

Строки файла	Описание
BC 201	- название канала ввода сигнала
COMMENT Точка 5 в акватории Черного моря	- комментарий
GAIN 1.000000	- коэффициент усиления программируемого усилителя, расположенного на платах усилителей и фильтров
ABSVOLT 0.000318757	- вес младшего разряда АЦП, измеряемого в Вольтах
FRQ 50000.000000	- частота дискретизации сигнала в Гц
TMI 0	- начальный временной сдвиг сигнала при вводе
FRL 0.00	- частота среза фильтра нижних частот
FRH 25000.00	- частота среза фильтра верхних частот
FORMAT f2	- формат представленных данных – целое со знаком 16 бит
START 9:41:38.000	- время начала ввода сигнала
DATE 25-04-2013	- дата начала ввода сигнала
CHANNEL 1 TypeAdc 16 NumberAdc 0 Serial 428 GroupName ZET048I №428	- номер канала ввода, тип устройства, серийный номер устройства, названии серии устройств
MAXLEVEL 23.3298	- максимально допустимый уровень сигнала.
SENSE 0.5	- чувствительность первичного преобразователя физической величины в напряжение, измеренного в Вольт/CONVERT
CONVERT м/с²	- название единицы измерения физической величины
AMPL 0.003162	- коэффициент усиления предварительного или промежуточного усилителя
REFER 0.02	- пороговая величина для расчета дБ. Для электричества эта величина составляет 1 мкВ, для гидроакустики – 20 мкПа, для вибрации – 300 мкм/с²
AFCH g26	- файл поправок АЧХ измерительного тракта
DC 0	- смещение постоянной составляющей в сигнале

----- конец -----

Примеры к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Сценарий «Короткая запись»

Сценарий «Долговременная запись»

Сценарий «Короткая запись» .....

Сценарий «Короткая запись» рекомендуется применять в случаях регистрации кратковременных быстротекущих процессов. Как правило, для данного сценария работы длительность зарегистрированных сигналов не должна превышать 5-10 минут, что позволяет без особого труда проводить анализ зарегистрированных сигналов. При работе по сценарию «Короткая запись» выполняется следующая последовательность действий:

1. Запустить программу «Запись сигналов» из меню «Регистрация» панели ZETLAB.
2. В открывшемся окне программы «Запись сигналов» (*Рис. 1.1*):
   - ✍ Выбрать измерительные каналы, сигналы которых требуется зарегистрировать;
   - ✍ В поле «Длительность» установить длительность записи сигналов;
   - ✍ Для начала записи нажать кнопку «  ».

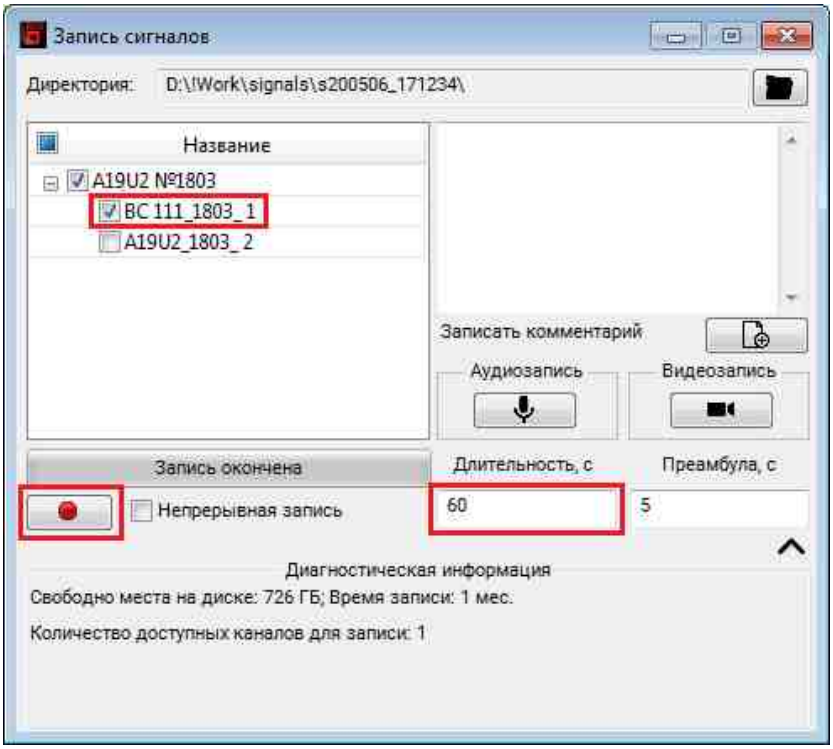


Рис. 1.1 Программа «Запись сигналов»

3. Дождаться окончания записи сигналов. Для просмотра результатов записи следует в окне программы «Запись сигналов» открыть папку с зарегистрированными сигналами, нажав на кнопку «  ». Из открывшейся директории открыть файл с расширением *«.ana»* программой «Галерея сигналов»» из меню «Отображение» панели ZETLAB (*Рис. 1.2*).

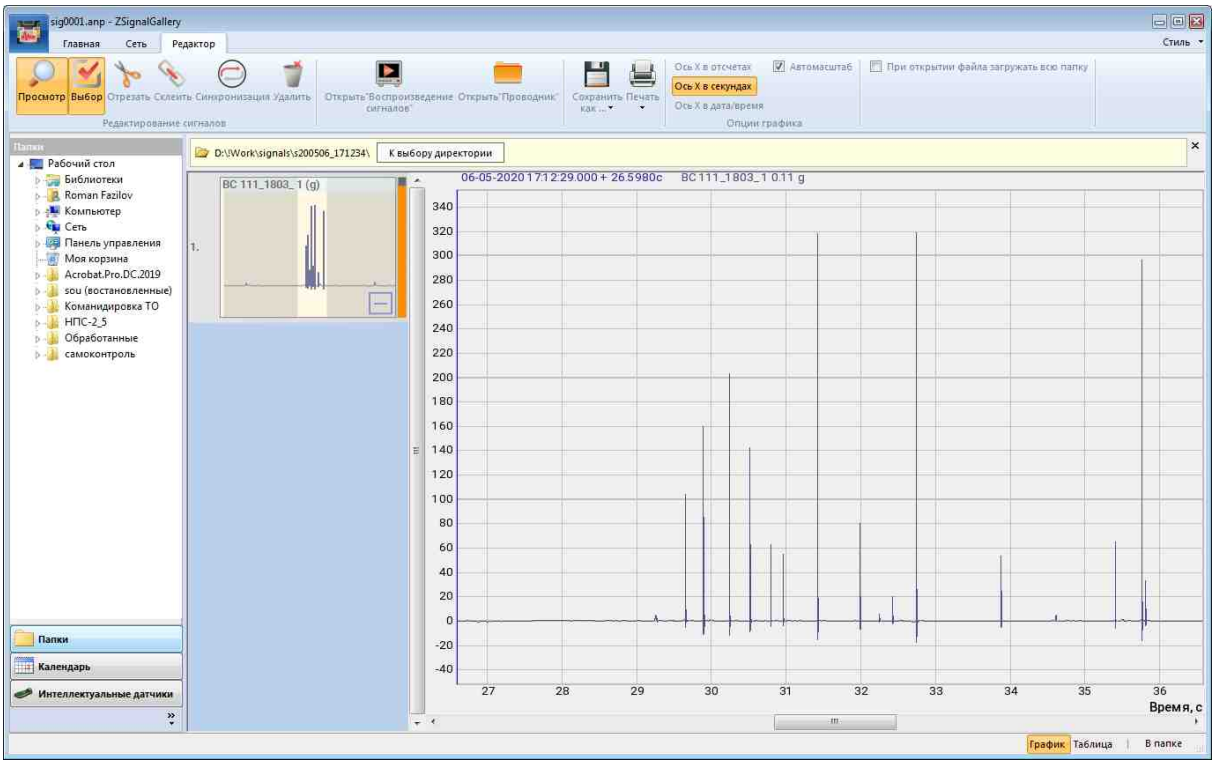


Рис. 1.2 Программа «Галерея сигналов»

4. При необходимости провести анализ и обработку временных реализаций зарегистрированных сигналов в режиме реального времени следует открыть программу «Воспроизведение сигналов» из меню «Регистрация» панели ZETLAB. В окне программы «Воспроизведение сигналов» (*Рис. 1.3*):

- Нажать кнопку «Выбрать директорию» и в открывшемся окне выбрать директорию зарегистрированных сигналов;
- При необходимости воспроизведения записи сигнала с определенного момента времени на графике предварительного просмотра установить курсор на соответствующей временной отметке;
- Для автоповтора воспроизведения записанного сигнала установить отметку в поле «Циклическая»;
- Для начала воспроизведения нажать кнопку «  ».

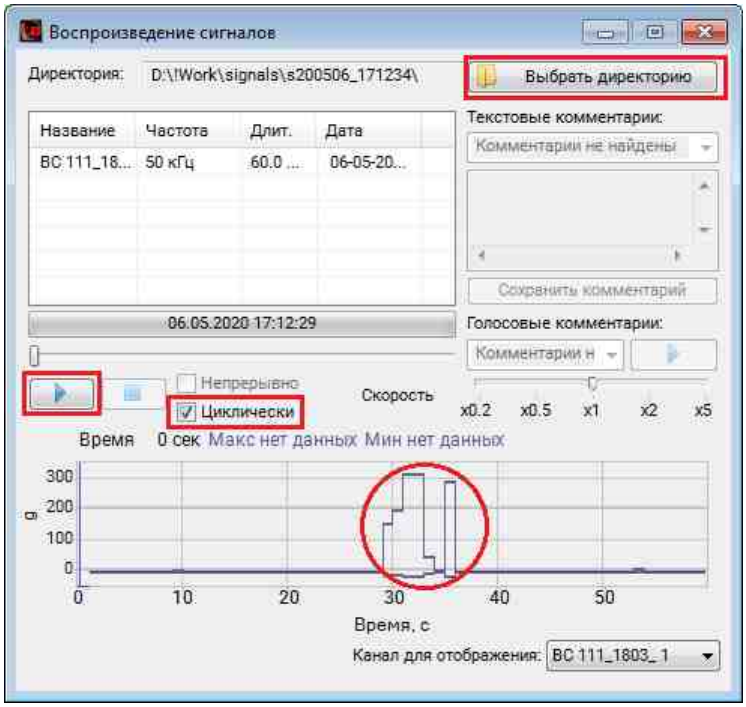


Рис. 1.3 Программа «Воспроизведение сигналов»

5. После запуска воспроизведения записанные сигналы становятся доступными для программ из состава ПО ZETLAB, используемые для обработки сигналов. Наиболее востребованные программы:

- «Многоканальный осциллограф» (панель ZETLAB, раздел «Отображение»);
- «Узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Взаимный узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Модальный анализ» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Взаимный корреляционный анализ» (панель ZETLAB, «Анализ сигналов») и др.

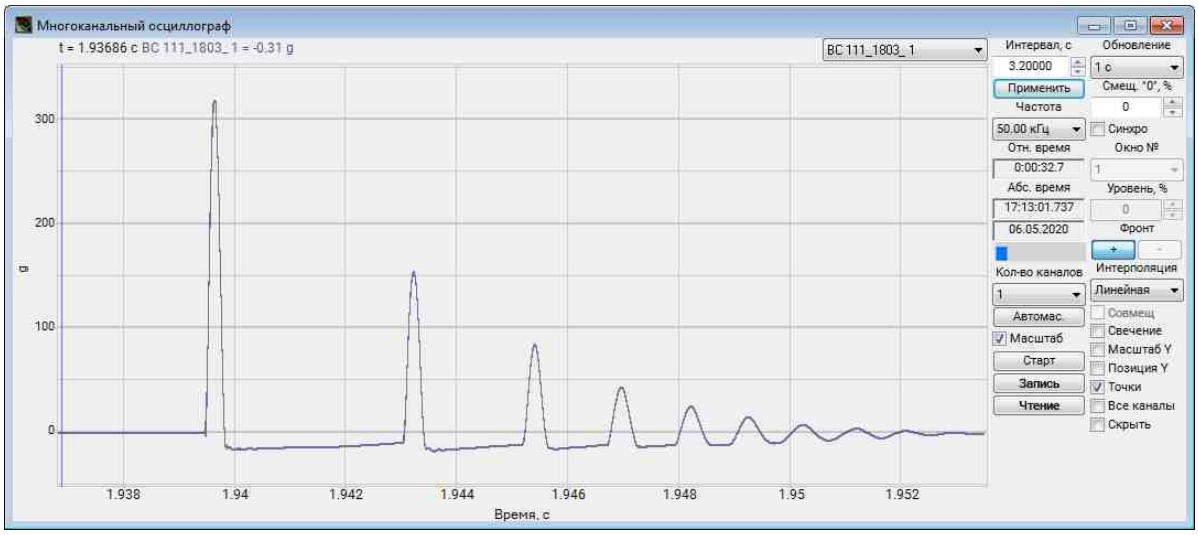


Рис. 1.4 Программа «Многоканальный осциллограф»

Сценарий «Долговременная запись» .....

Сценарий «Долговременная запись» рекомендуется применять в случаях регистрации длительных процессов, когда выполняется длительная запись сигналов (вплоть до непрерывного мониторинга), с последующим анализом зарегистрированных сигналов во временных областях, соответствующих зарегистрированным событиям.

При работе по сценарию «Долговременная запись» выполняется следующая последовательность действий:

1. Запустить программу «Запись сигналов» из меню «Регистрация» панели ZETLAB.
2. В открывшемся окне программы «Запись сигналов» (*Рис. 2.1*):
   - ✍ Выбрать измерительные каналы, сигналы которых требуется зарегистрировать;
   - ✍ Установить отметку в ячейке «Непрерывная запись»;
   - ✍ Для начала записи нажать кнопку «  ».

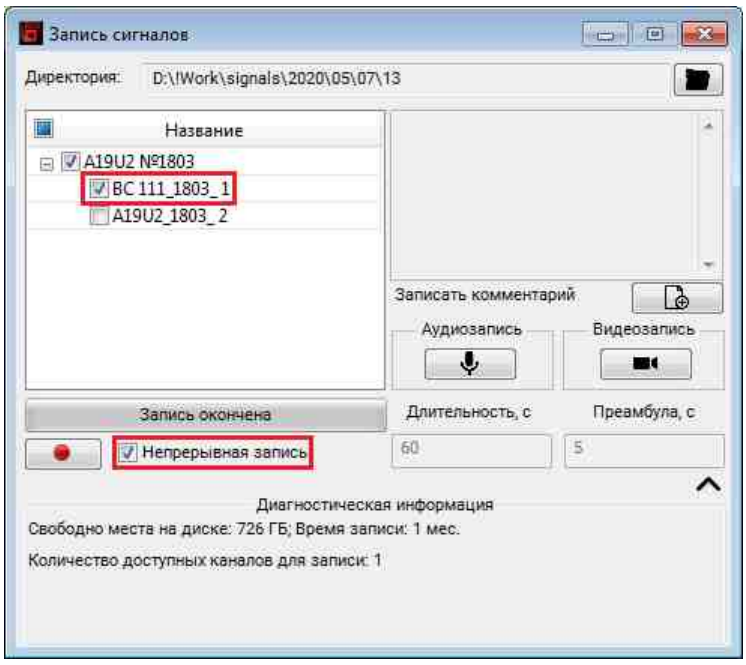


Рис. 2.1 Программа «Запись сигналов»

3. При работе в режиме непрерывной записи программой «Запись сигналов» создаются файлы часовой длительности по границе часа. Даже при старте и завершении записи в произвольное время, то время часа, в которое запись не производилась, дополняется в файле кодом, означающим отсутствие данных. Такой подход позволяет связывать как непрерывно

записываемые сигналы, так и периодически записываемые сигналы от единых источников (от неизменных идентификаторов измерительных каналов) в единые долговременные тренды.

4. Просмотр сигналов, зарегистрированных в режиме непрерывной записи удобно производить с помощью программы «Просмотр трендов» (*Рис. 2.2*), запуск которой выполняется из меню «Регистрация» панели ZETLAB.

5. Для просмотра сигналов в программе «Просмотр трендов» следует подключиться к серверу данных и выбрать измерительные каналы для отображения соответствующих сигналов на графике. При просмотре графиков можно приближать, либо отдалять область отображения (масштаб), что позволяет детально просматривать интересующий фрагмент сигнала.

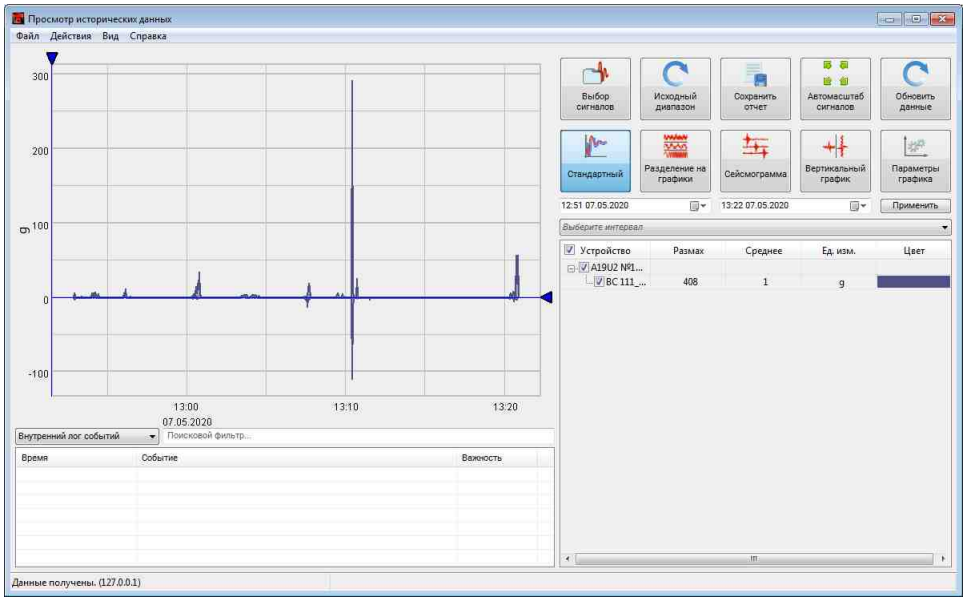


Рис. 2.2 Программа «Просмотр трендов»

6. При необходимости провести анализ и обработку временных реализаций зарегистрированных сигналов следует на графике приблизить интересуемую область и из меню «Действия» (*Рис. 2.3*) программы «Просмотр трендов» запустить программу «Воспроизведение сигналов».

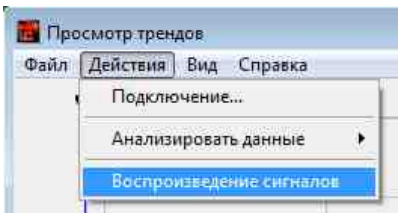


Рис. 2.3 Меню «Действия»

7. В открывшемся окне программы «Воспроизведение сигналов» (*Рис. 2.4*) автоматически откроется директория с часовой записью, содержащая интересующую область. Для воспроизведения записи сигнала с определенного момента времени на графике предварительного просмотра следует установить курсор на соответствующей временной отметке. Если необходимо воспроизведение записи длительностью более 1 часа, то следует установить отметку в поле «Непрерывно. Для начала воспроизведения нажать кнопку «  ».

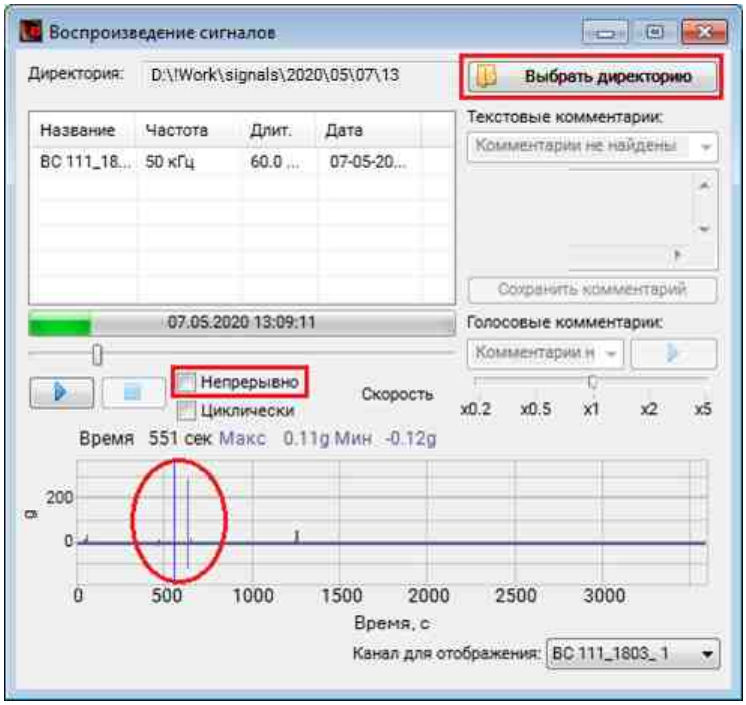


Рис. 2.4 Программа «Воспроизведение сигналов»

8. После запуска воспроизведения записанные сигналы становятся доступными для программ из состава ПО ZETLAB, используемые для обработки сигналов. Наиболее востребованные программы:

- «Многоканальный осциллограф» (панель ZETLAB, раздел «Отображение»);
- «Узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Взаимный узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Модальный анализ» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов»);
- «Взаимный корреляционный анализ» (панель ZETLAB, «Анализ сигналов») и др.

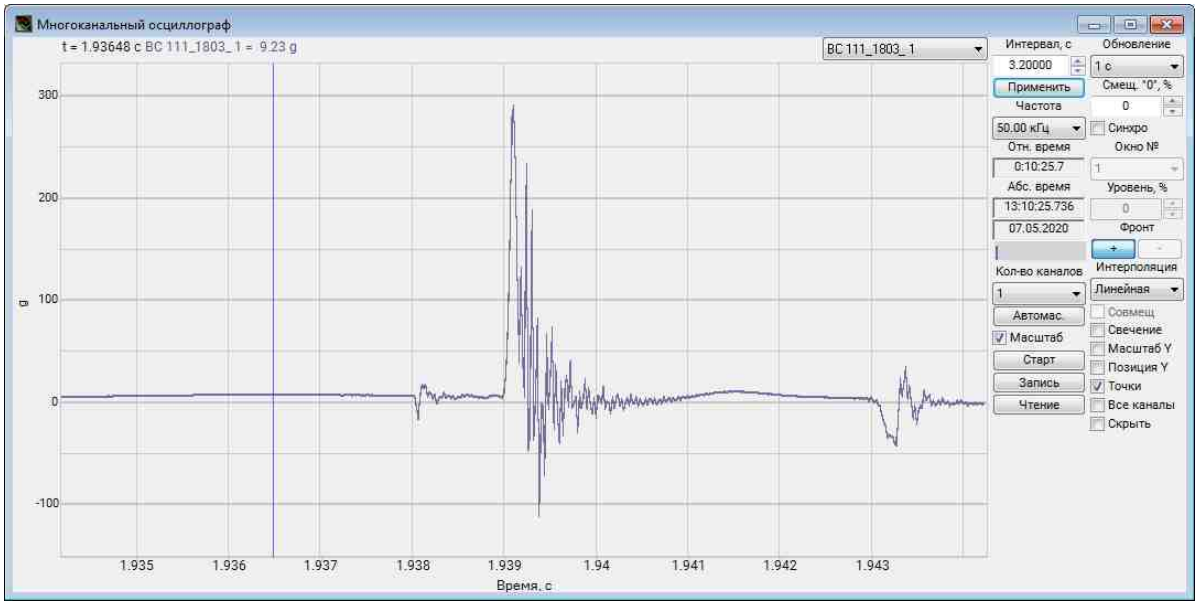


Рис. 2.5 Программа «Многоканальный осциллограф»

Конвертация сигналов .....

Программа **Конвертер архива сигналов** предназначена для конвертирования записанных сигналов компании ZETLab формата - ana/anp в сжатые данные, а с сейсмических устройств в формат: MiniSEED.

Дополнительные возможности программы Конвертер архива сигналов

- Объединение каналов без привязки к устройству
- Объединение каналов без привязки к имени каналов

Конвертация в формат MiniSEED .....

Открыть программу **Конвертер архива сигналов** можно через "Мой компьютер" - > "Локальный диск" -> "ZETLab" -> "SignalConverter.exe"

Диалоговое окно программы представлено (*Рис. 1*).

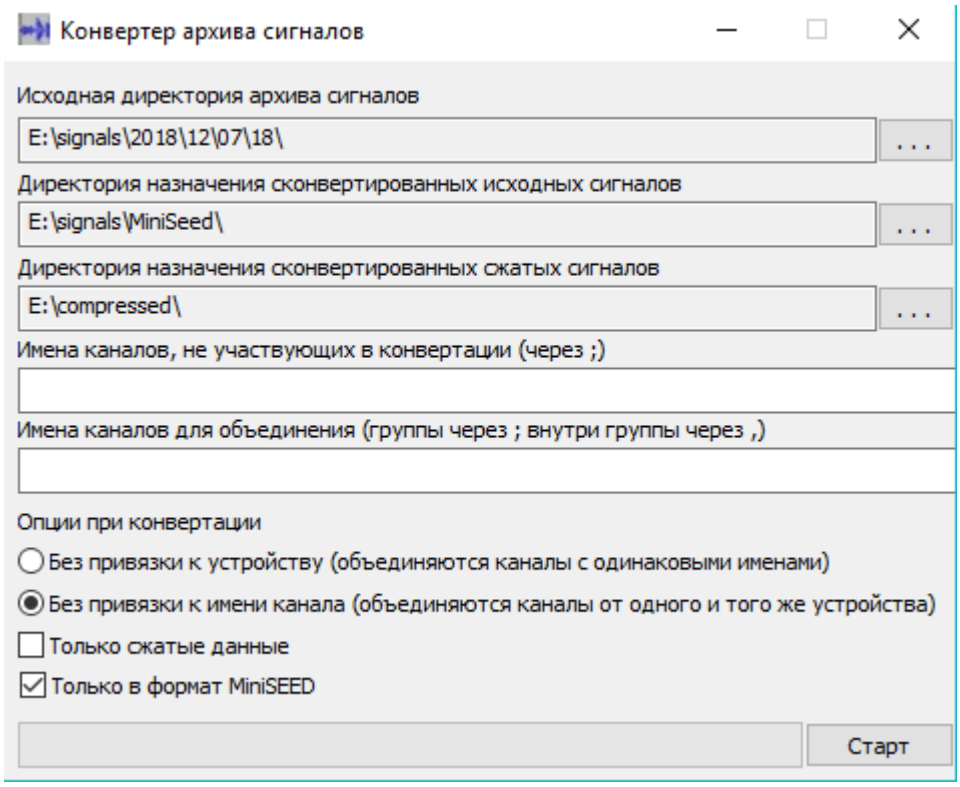


Рис. 1 Диалоговое окно программы SignalConverter

Для конвертации данных в MiniSEED должна стоять галочка в поле "Только в формат MiniSEED", как представлено (*Рис. 2*).

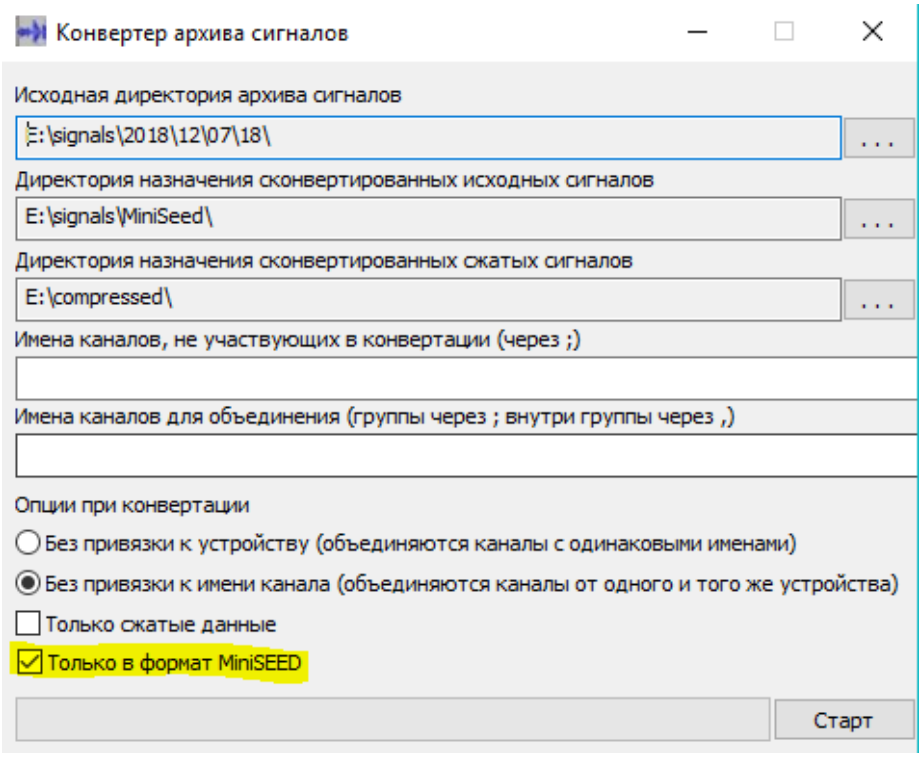


Рис. 2 Состояние галочки формата MiniSEED

Важным этапом является выбор данных для конвертации. Укажите путь, где находятся данные в формате ana/anp.

Примечания:

- Устройство, с которого были записаны данные, должно быть **СЕЙСМОГРАФОМ.**
- Частота дискретизации должна быть меньше 1кГц.
- Единицы измерения по каналу:

1. Скорость;
2. Ускорение;
3. Перемещение.

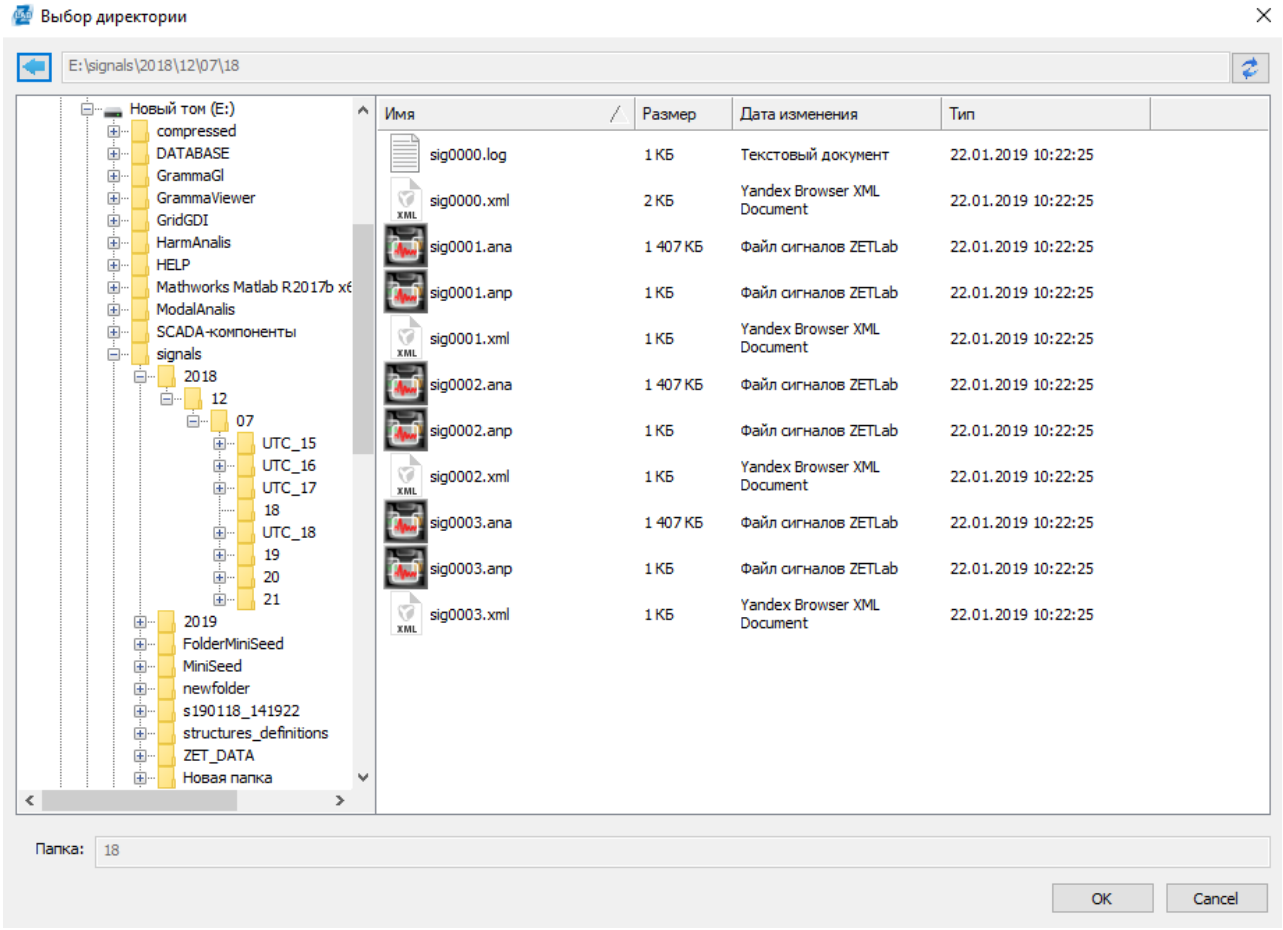


Рис. 3 Выбор директории архива сигналов

Так же важным этапом является директория назначения сконвертированных сигналов.

Примечания:

- Русские символы и пробелы в названии папки - недопустимы.
- Конвертер, внутри выбранной директории, создаст папки вида: год\месяц\день\час (в формате UTC)\Тип устройства_Серийный номер_дата записи ana/anp файлов.

Далее нажмите на кнопку Старт и дождитесь окончания процесса конвертации (*Рис. 4*).

Учтите, что каналы группируются по устройству, из 3 файлов ana/anp получается 1 файл MiniSEED.

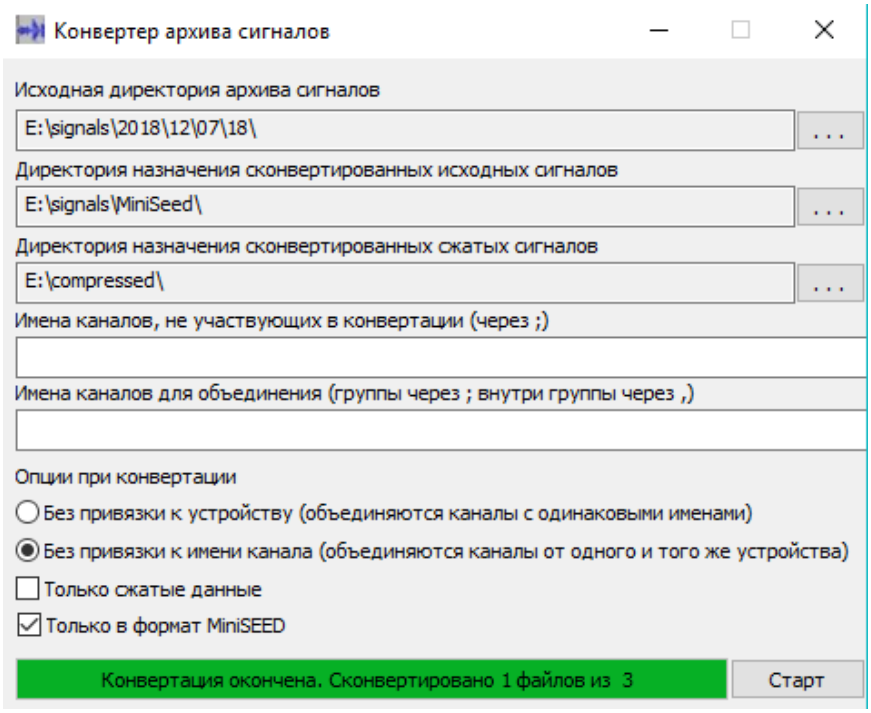


Рис. 4 Окончание процесса конвертации

Содержимое директории с исходными файлами представлено (*Рис. 5*).

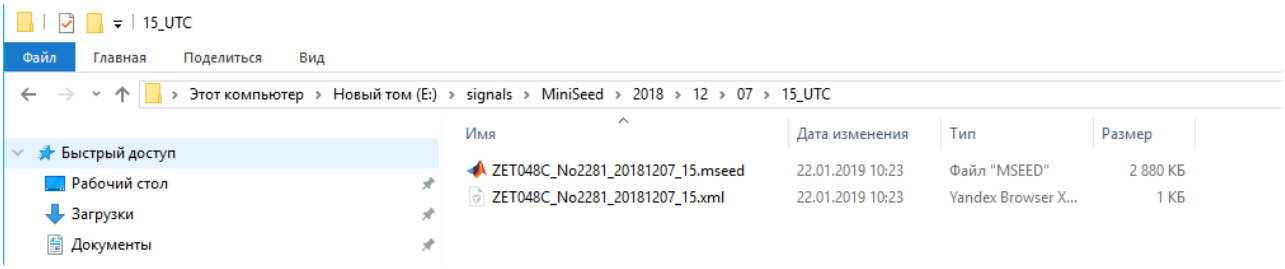


Рис. 5 Результат конвертации данных в формат MiniSEED

Далее представлено изображение исходных данных и результат сконвертированных данных в формат MiniSEED.

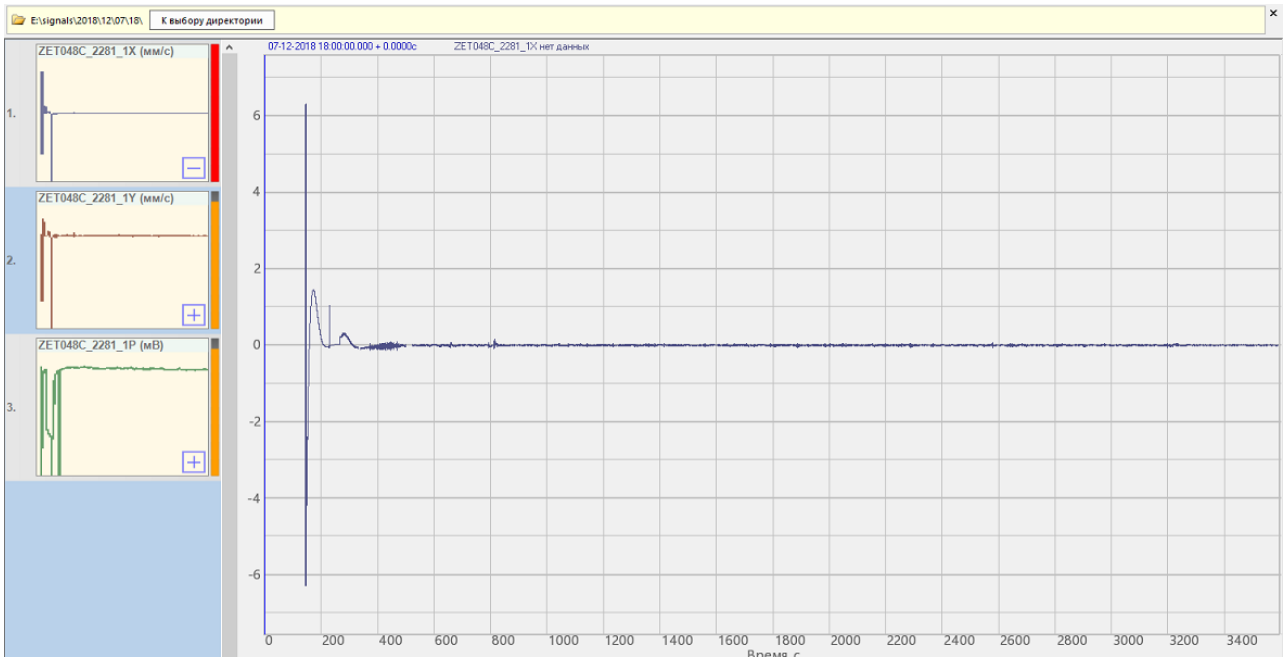


Рис. 6 Изначальные данные в формате ana/anp

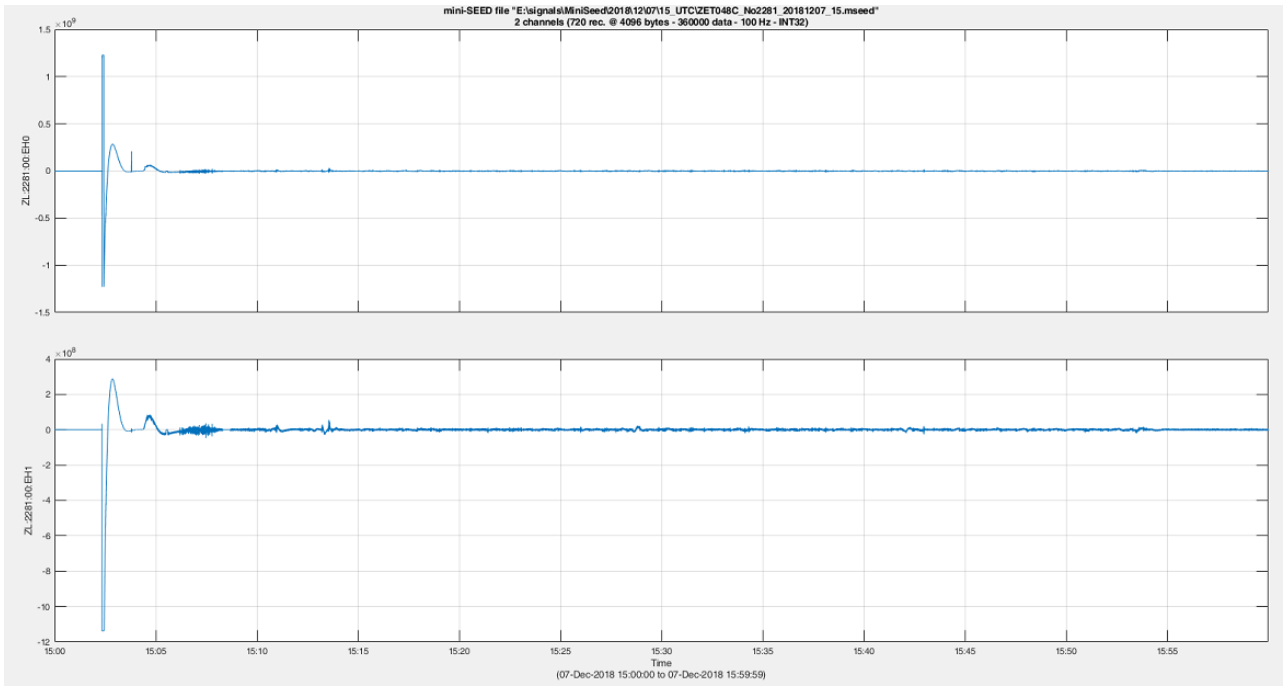


Рис. 7 Результат конвертации

Просмотр трендов .....

Тренд представляет из себя график, который позволяет проводить анализ длительных записей измеренных значений с датчиков (за часы, дни, месяцы, года). В зависимости от частоты дискретизации выполняется n-ое количество отсчетов в секунду, а в год их количество равно 31 556 926*n. Если пользователю нужно оценить кратковременные моменты исходного сигнала, то трудностей не возникает. Но гораздо труднее, когда стоит задача оценить параметры за весь год или даже несколько лет, тут не хватит ни размеров монитора, ни терпения. Именно в таких ситуациях построение тренда выручает.

Тренд – это некая сжатая огибающая исходного сигнала, построенная на основе измеренных данных, с несколькими степенями сжатия. Одна трендовая точка включает в себя минимальное и максимальное значения отсчетов за секунду. Основная задача отрисовки огибающей – это в целом просмотреть изменения зарегистрированных параметров за длительный период времени, оценить динамику сигнала, с возможностью приблизить график до конкретной даты, конкретной минуты.

В программном обеспечении ZETLAB функция записи трендов реализована в приложениях **Запись сигналов,** **Многоканальный самописец** и **Групповой многоканальный самописец**. Обе программы записывают исходный сигнал с частотой дискретизации и делают выжимки с указанными степенями уплотнения, но многоканальный самописец помимо этого позволяет посмотреть изменения СКЗ сигнала, частоты и т.п.

Функции чтения и отображения трендов реализованы в разных приложениях, поскольку очень часто сведения находятся на серверах, а просмотр сигналов осуществляется на автоматизированных рабочих местах. Приложение, которое сканирует записи, формирует их и отправляет, запускается на сервере. На АРМе же осуществляется прием сформированных данных и отображение тренда.

Для подключения к серверу в приложении отображения трендов следует ввести ip адрес сервера, если же сервер и АРМ являются одним компьютером, необходимо ввести local host: 127.0.0.1. После подключения на мониторе автоматически загружается тренд за все время пока велся сбор данных с датчиков (Рис. 1).

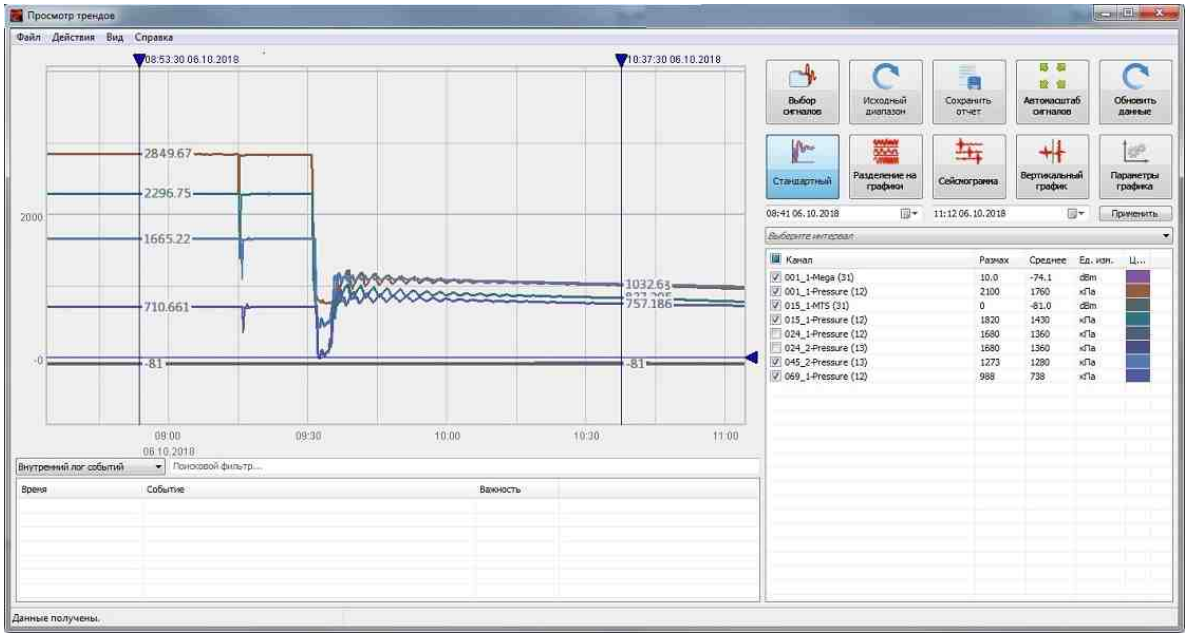


Рис. 1. Вид окна с трендом за длительный промежуток времени

Для более детального отображения (Рис. 2) тренда имеется возможность выбора периода времени и определенных сигналов по наименованию и по единицам измерения. При просмотре тренда можно увеличивать или уменьшать график кликом мыши, при этом сама программа рассчитывает сколько данных запросить для построения детального отображения, с каким уплотнением и т.д.

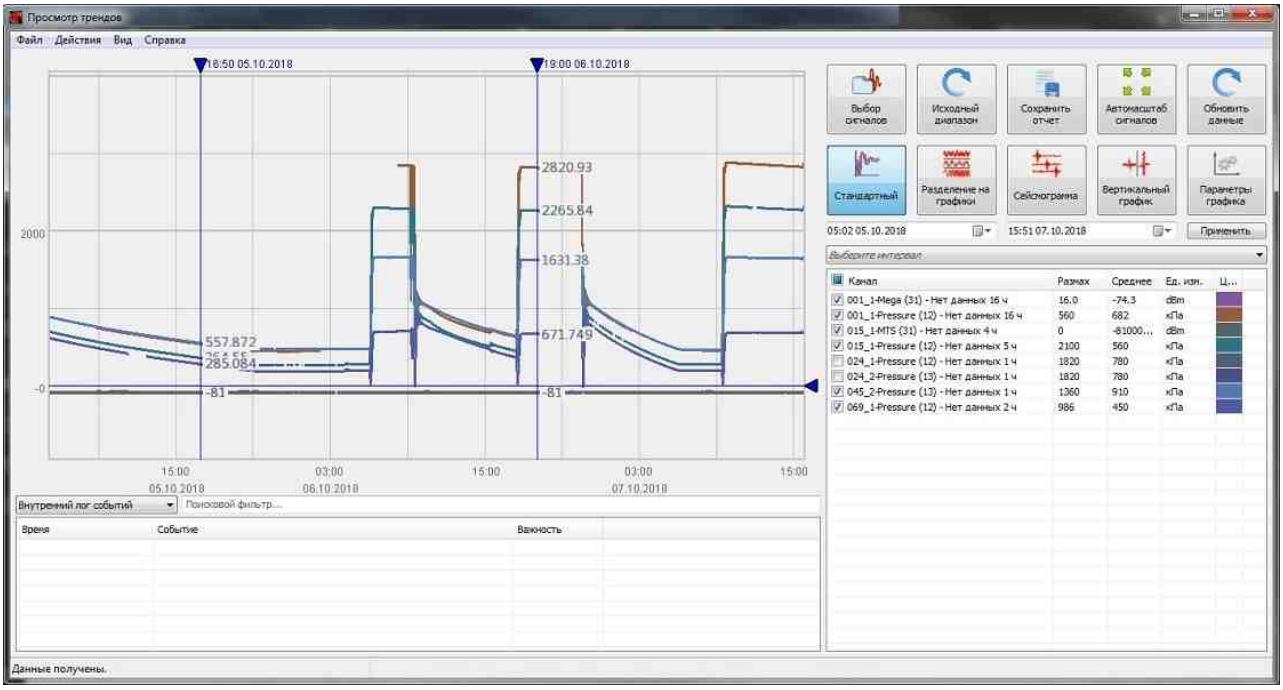


Рис. 2. Более детальный просмотр тренда

Программа позволяет ранжировать абсолютные и относительные измеренные значения, возвращаться в исходный диапазон (т.е. к первоначальному виду), сохранять отчет в формате .csv, осуществлять печать, обращаться к базе данных событий, просматривать исторические данные.

Тренд позволяет просмотреть не только кратковременную регистрацию значений, но и длительную, при этом отображать результаты измерений выбранного параметра. Степень уплотнения сигнала дает возможность просматривать зарегистрированные данные в большом промежутке времени, видеть примерную форму/огибающую сигнала. В программе реализован удобный интерфейс для полной навигации по сигналу.

Использование тренда помогает во многих областях применения, измерение температур, контроль раскрытия трещин и т.д. Измерение трещины конструкции на сжатие и растяжение в зависимости от температуры с помощью тензодатчиков станет намного проще, поскольку процесс изменения параметров достаточно медленный, а с возможностью просмотра тренда результаты измерений становятся более очевидными.

Для пользователей предыдущих версий программного обеспечения ZETLAB, где функции записи и отображения трендов еще не было, реализована возможность конвертировать уже записанные ранее сигналы с дальнейшей возможностью просматривать тренды.

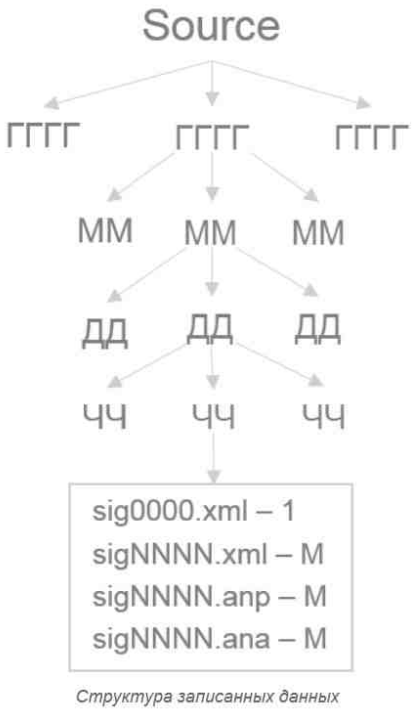
Структура данных

Для построения трендов применяются несколько степеней сжатия: 1 секунда, 10 секунд, 1 минута, 10 минут и т.д. В зависимости от длительности выборки возможны разные степени уплотнения, например, при просмотре тренда за год или более – уплотнение 10 минут, в то время как за день – сжатие может доходит и до 1 секунды. Имеется возможность сброса нулей, что позволяет измерять относительные значения.

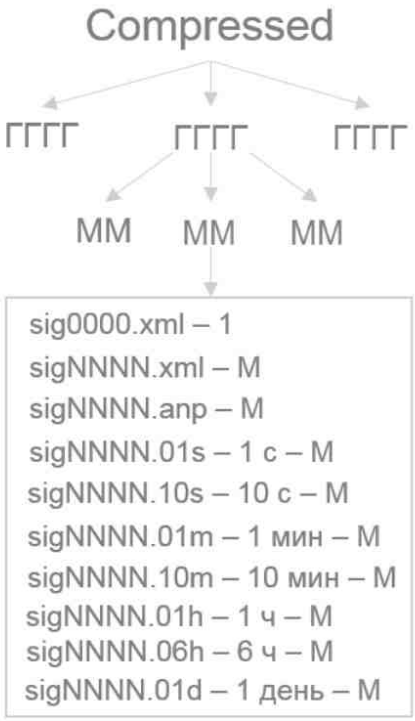
Записанные данные структурированы по папкам: года, месяцы, дни, часы. Отличительная особенность часовых записей – это привязка ко времени на ПК, т.е. в любой момент начала записи все равно заводится часовая запись, в которой первые минуты данные будут отсутствовать (их просто нет), а дальше пойдет запись сигнала. Данный формат данных не поддерживает выгрузку записанных значений в формат Excel, поскольку количество точек значительно превышает количество строк, возможных для записи в Excel.

Усредненные, т.е. сжатые сигналы записываются в другую директорию, имеются лишь папки Год и Месяц. Такие значения записываются сразу за целый месяц, разные файлы имеют разную степень уплотнения: 1с, 10с, 1 мин, 10 мин, 1 час, 6 часов и т.д.

На рисунках ниже схематично представлены структуры записанных и сжатых данных:



Структура записанных данных



Структура сжатых данных

N — наименование канала
M — количество записанных сигналов по каждому каналу

Скачать руководство оператора

Программа ZETTrends

https://file.zetlab.com/Document/08_ZETLAB/%D0%A0%D0%9E_ZETTrends.pdf

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Просмотр трендов** входит в состав следующего ПО:

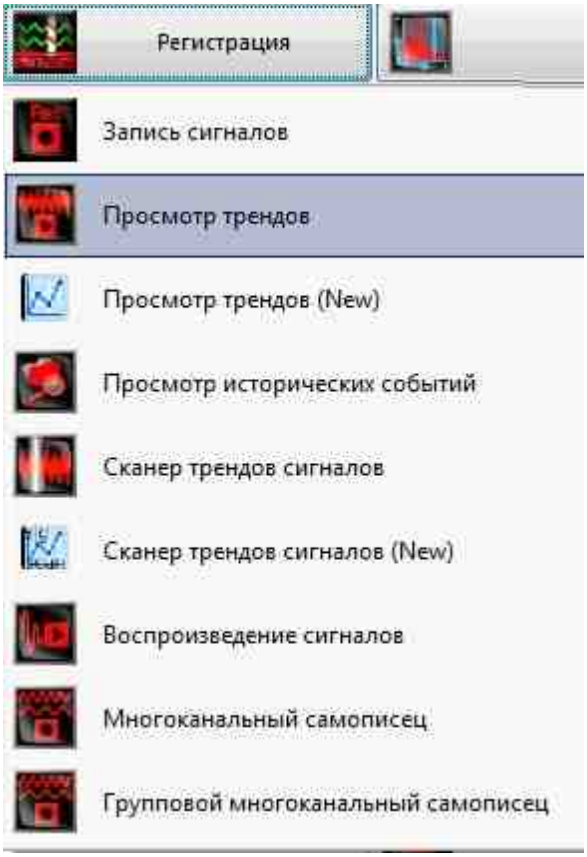
- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Просмотр трендов входит в группу программ **Регистрация**

Интерфейс программы .....

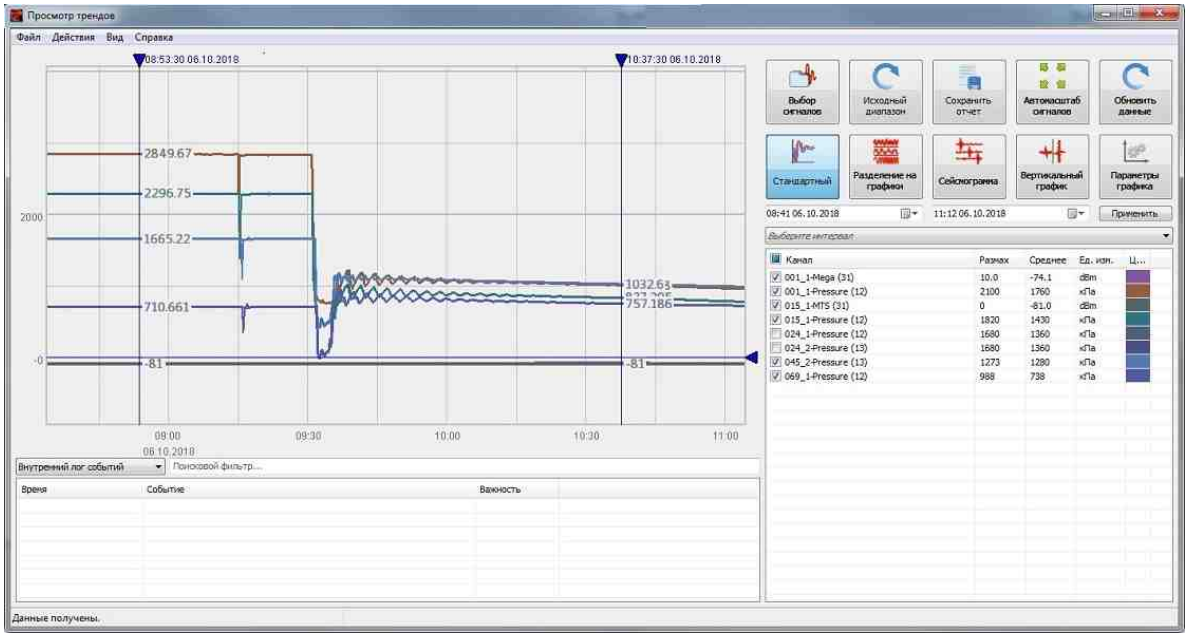
Программа ***Просмотр трендов*** запускается из меню **Регистрации** панели **ZETLAB**.



Запуск программы Просмотр трендов из вкладки "Регистрация"

*Примечание: программу **Просмотр трендов** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETTrends.exe.*

В заголовке окна программы будет отображаться название программы **Просмотр трендов**.



Тренд сигналов

Кнопки и элементы управления располагаются в правой части окна программы.

Описание:

- просмотр изменений зарегистрированных параметров за длительный период времен

- оценка динамики сигнала

- возможность приблизить график до конкретной даты, конкретной минуты

Принцип работы:

Тренд представляет из себя график, который позволяет проводить анализ длительных записей измеренных значений с датчиков (за часы, дни, месяцы, года). В зависимости от частоты дискретизации выполняется n-ое количество отсчетов в секунду, а в год их количество равно 31 556 926*n. Если пользователю нужно оценить кратковременные моменты исходного сигнала, то трудностей не возникает. Но гораздо труднее, когда стоит задача оценить параметры за весь год или даже несколько лет, тут не хватит ни размеров монитора, ни терпения. Именно в таких ситуациях построение тренда выручает.

Тренд – это некая сжатая огибающая исходного сигнала, построенная на основе измеренных данных, с несколькими степенями сжатия. Одна трендовая точка включает в себя минимальное и максимальное значения отсчетов за секунду. Основная задача отрисовки огибающей – это в целом просмотреть изменения зарегистрированных параметров за длительный период времени, оценить динамику сигнала, с возможностью приблизить график до конкретной даты, конкретной минуты.

В программном обеспечении ZETLab функция записи трендов реализована в приложениях Запись сигналов и Многоканальный самописец. Обе программы записывают исходный сигнал с частотой дискретизации и делают выжимки с указанными степенями

уплотнения, но многоканальный самописец помимо этого позволяет посмотреть изменения СКЗ сигнала, частоты и т.п.

Для построения трендов применяются несколько степеней сжатия: 1 секунда, 10 секунд, 1 минута, 10 минут и т.д. В зависимости от длительности выборки возможны разные степени уплотнения, например, при просмотре тренда за год или более – уплотнение 10 минут, в то время как за день – сжатие может доходит и до 1 секунды. Имеется возможность сброса нулей, что позволяет измерять относительные значения.

Записанные данные структурированы по папкам: года, месяцы, дни, часы. Отличительная особенность часовых записей – это привязка ко времени на ПК, т.е. в любой момент начала записи все равно заводится часовая запись, в которой первые минуты данные будут отсутствовать (их просто нет), а дальше пойдет запись сигнала. Усредненные, т.е. сжатые сигналы записываются в другую директорию, имеются лишь папки Год и Месяц. Такие значения записываются сразу за целый месяц, разные файлы имеют разную степень уплотнения: 1 с, 10 с, 1 мин, 10 мин, 1 час, 4 часа и т.д.

Функции чтения и отображения трендов реализованы в разных приложениях, поскольку очень часто сведения находятся на серверах, а просмотр сигналов осуществляется на автоматизированных рабочих местах. Приложение, которое сканирует записи, формирует их и отправляет, запускается на сервере. На АРМе же осуществляется прием сформированных данных и отображение тренда.

Для подключения к серверу в приложении отображения трендов следует ввести ip адрес сервера, если же сервер и АРМ являются одним компьютером, необходимо ввести local host: 127.0.0.1. После подключения на мониторе автоматически загружается тренд за все время пока велся сбор данных с датчиков. (Рис.2)

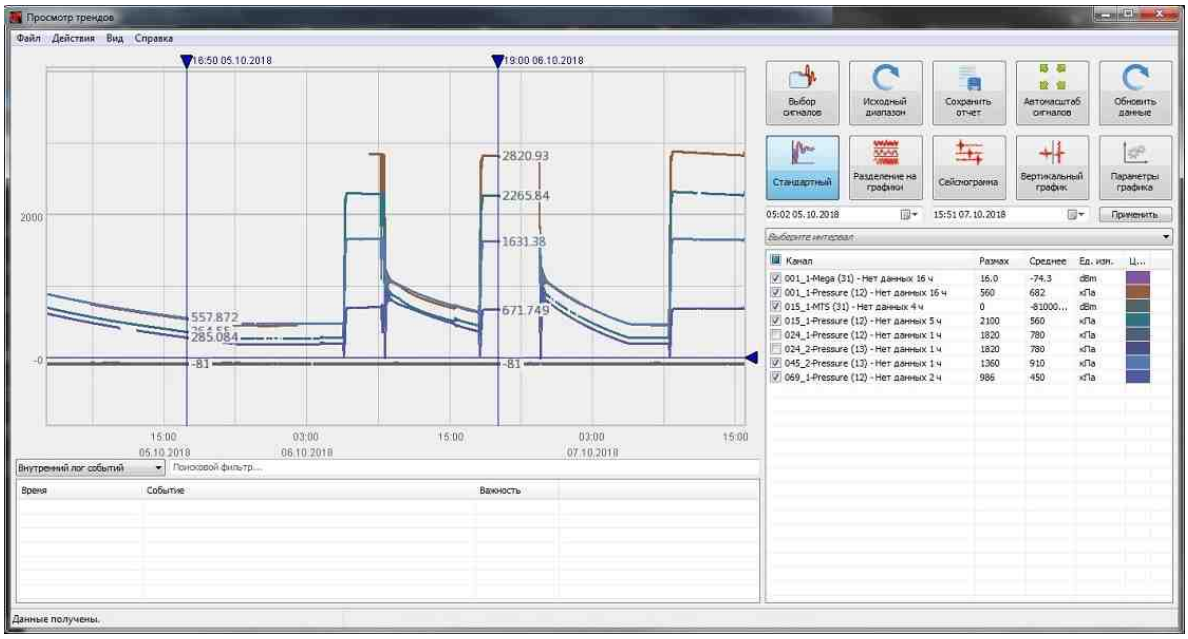


Рис.2 Вид окна с трендом за длительный промежуток времени

Для более детального отображения (Рис.3) тренда имеется возможность выбора периода времени и определенных сигналов по наименованию и по единицам измерения. При просмотре тренда можно увеличивать или уменьшать график кликом мыши, при этом сама программа рассчитывает сколько данных запросить для построения детального отображения, с каким уплотнением и т.д.

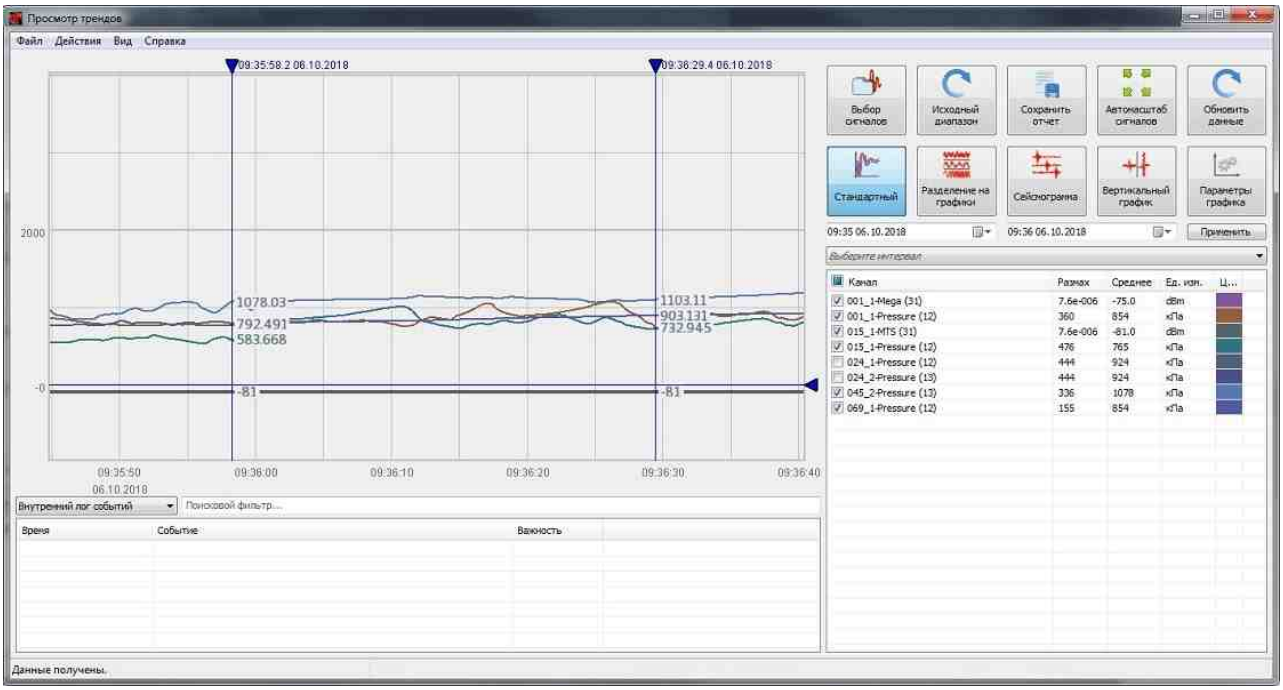


Рис. 3 Более детальный просмотр тренда

Программа позволяет ранжировать абсолютные и относительные измеренные значения, возвращаться в исходный диапазон (т.е. к первоначальному виду), сохранять отчет в формате .csv, осуществлять печать, обращаться к базе данных событий, просматривать исторические данные.

Тренд позволяет просмотреть не только кратковременную регистрацию значений, но и длительную, при этом отображать результаты измерений выбранного параметра. Степень уплотнения сигнала дает возможность просматривать зарегистрированные данные в большом промежутке времени, видеть примерную форму/огибающую сигнала. В программе реализован удобный интерфейс для полной навигации по сигналу.

Использование тренда помогает во многих областях применения, измерение температур, контроль раскрытия трещин и т.д. Измерение трещины конструкции на сжатие и растяжение в зависимости от температуры с помощью тензодатчиков станет намного проще, поскольку процесс изменения параметров достаточно медленный, а с возможностью просмотра тренда результаты измерений становятся более очевидными.

Для пользователей предыдущих версий программного обеспечения ZETLab, где функции записи и отображения трендов еще не было, реализована возможность конвертировать уже записанные ранее сигналы с дальнейшей возможностью просматривать тренды.

Диалог для выбора сигналов:

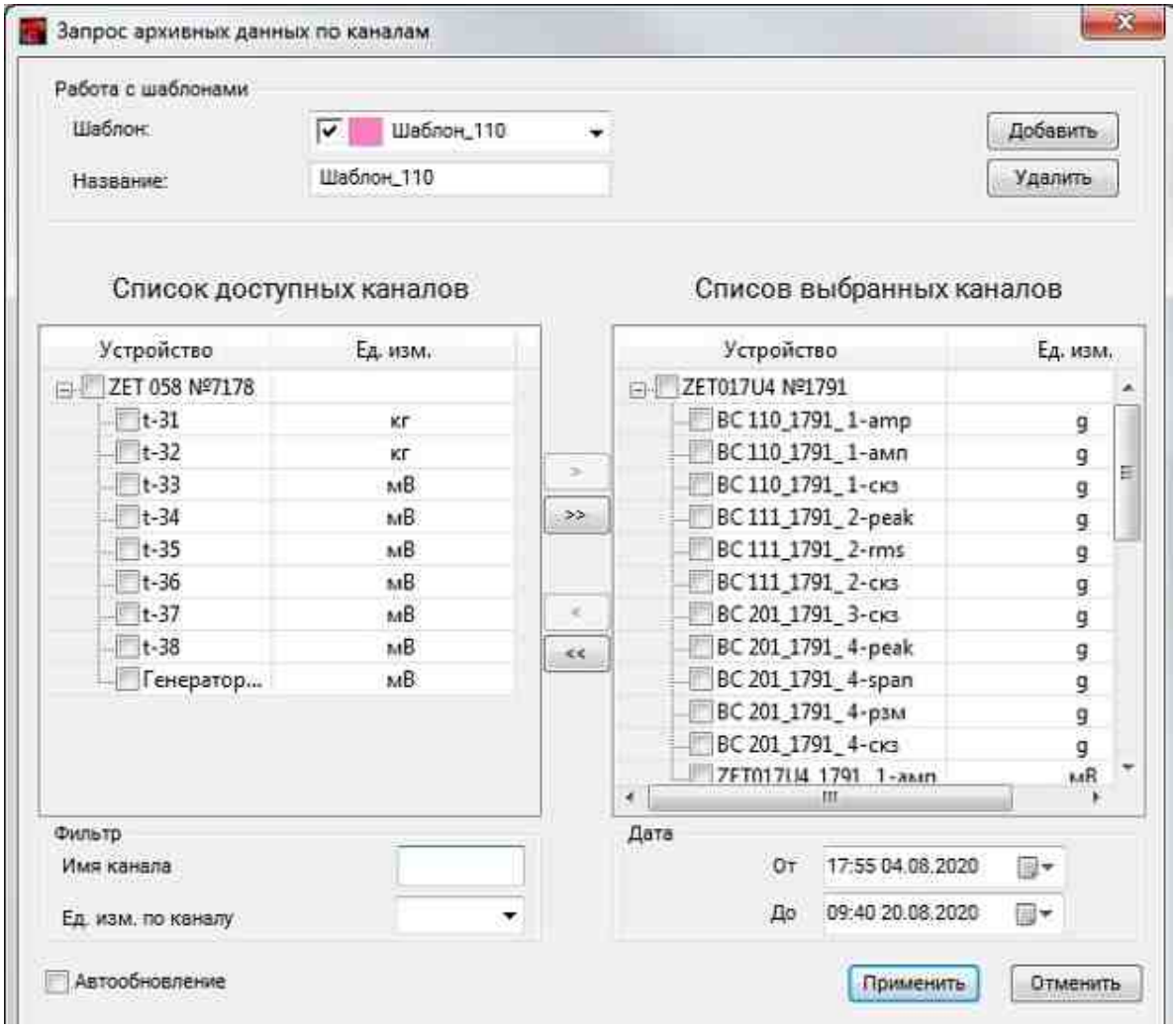


Рис.4 Диалог для выбора сигналов

Список доступных сигналов - список всех сигналов в базе.
Выбранные сигналы - выбранные для просмотра в данный момент сигналы.
Работа с шаблонами.
Можно задать временной интервал для отображения.
Быстрый поиск сигналов по маске по названию и единицам измерения, маска может использовать следующие спецсимволы:
? - один любой символ;
* - произвольное количество любых символов;
; - разделитель между разными масками.

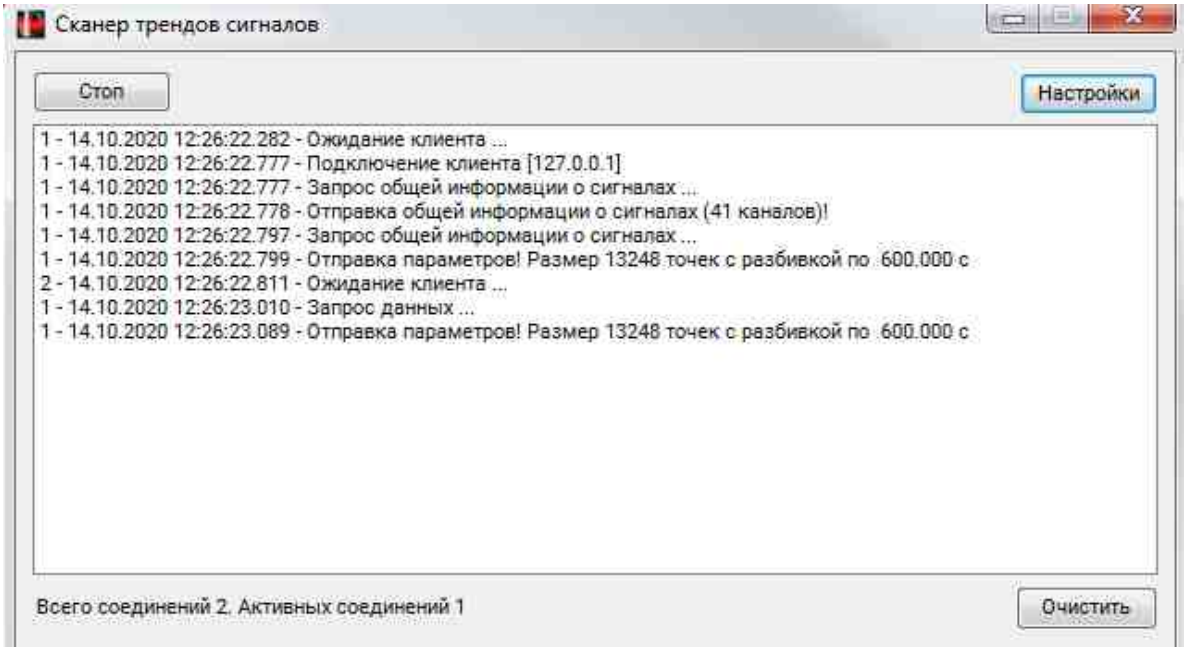
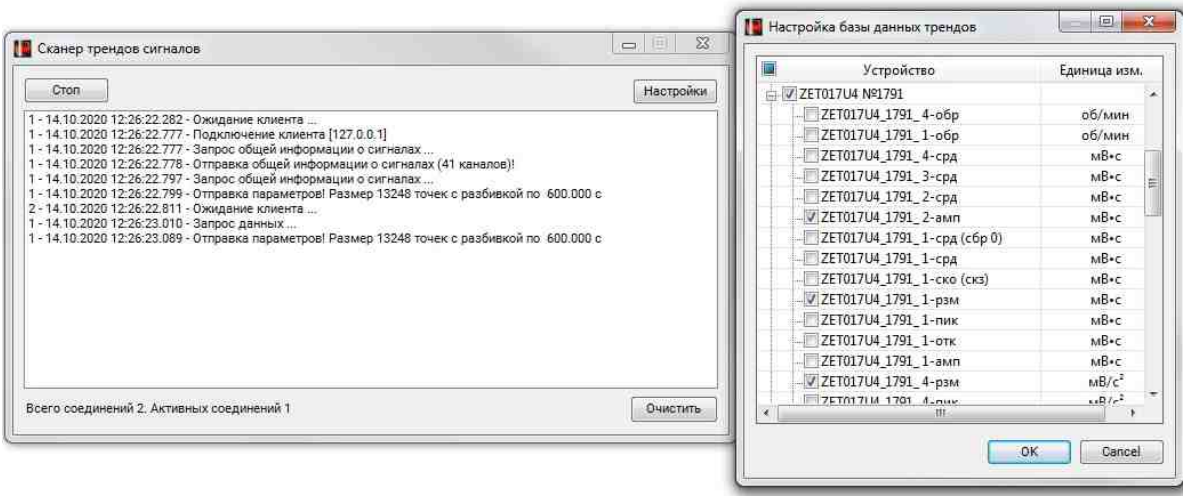


Рис. 5 Тренд сканер

Для настроек каналов трендов нужно выбрать необходимые каналы, что можно сделать в Настройках базы данных трендов



Настройки тренд сканера

Вид представления данных:

- Стандартный;

- Разделение на графики;

- Сейсмограмма.

- Множественные оси.

Режим "Множественные оси" позволяет отображать одновременно до 6 групп графиков с разными единицами измерения (например, В, Па, КПа, Шт, °С и Мв). Каждый график от

масштабирован на всю доступную область, что позволяет удобно рассматривать зависимости между данными, например, температуру (°C) и давление (Па). Если график принадлежит 7й группе и более - он не отображается на графике.

Дополнительные режимы для отображения:

- *сортировка по типу (доступен при режиме "Разделение на графики");*
- *вертикальный график;*
- *развернуть график на полный экран F11.*

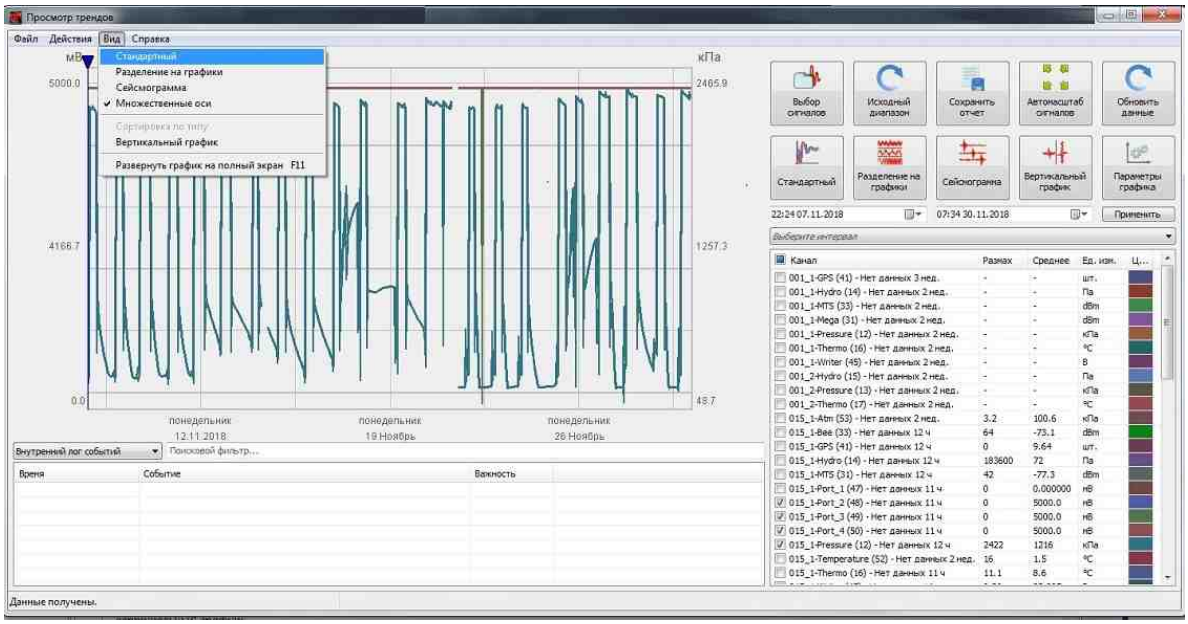


Рис. 6 Меню "Вид"

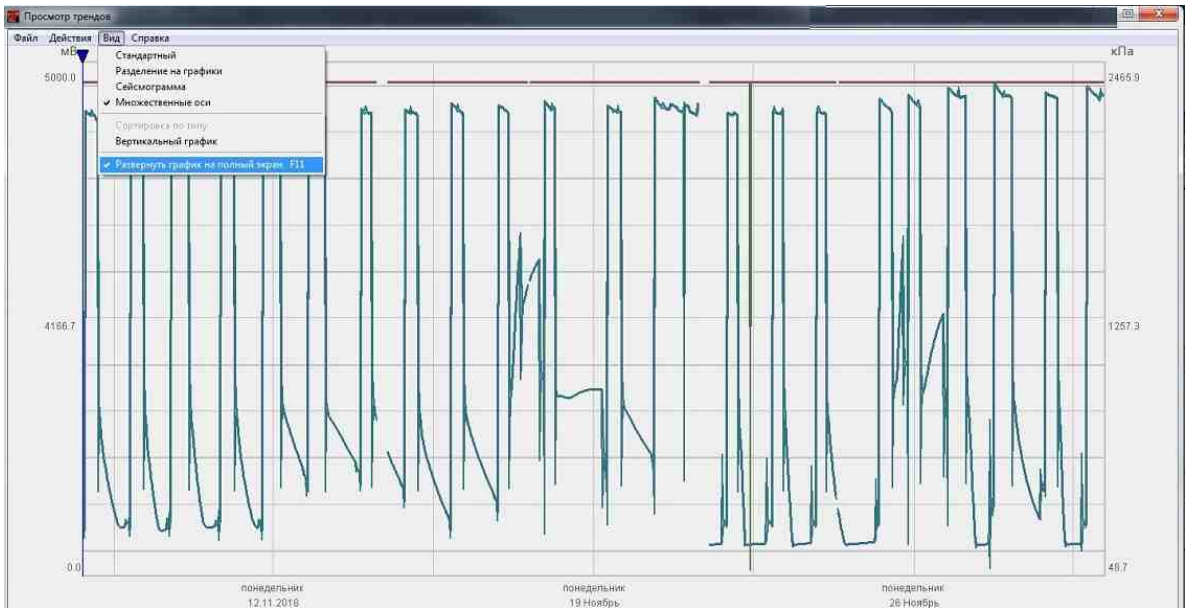


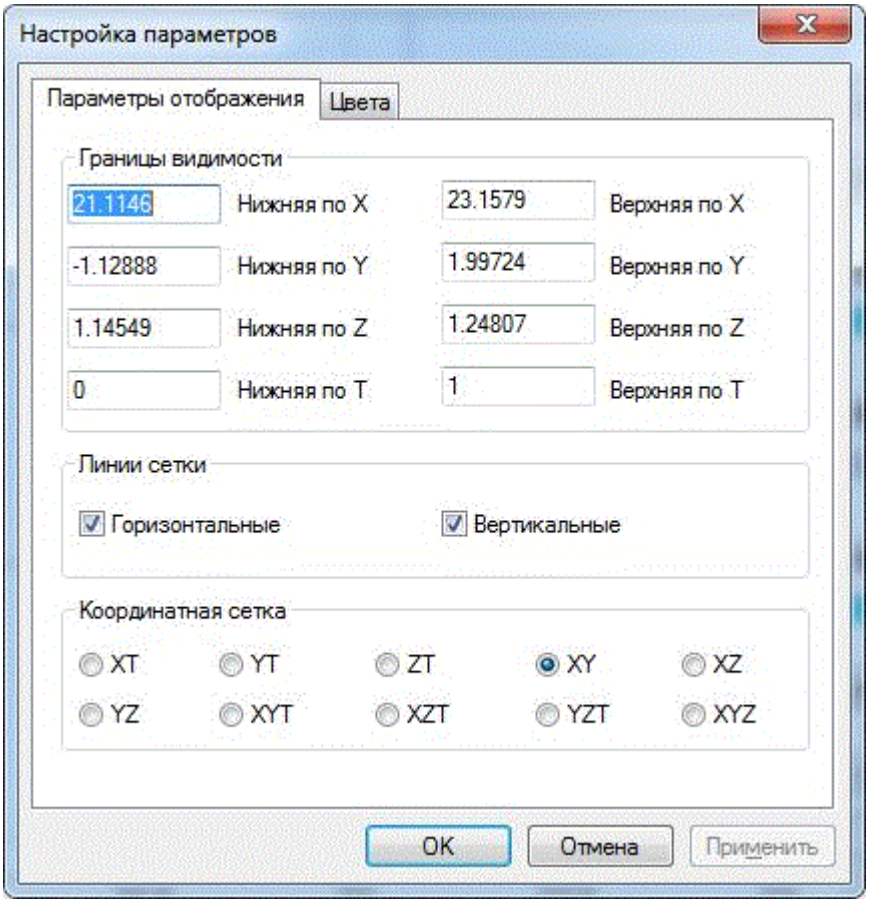
Рис. 7 Меню "Вид" Развернуть график на полный экран

Вопрос и ответ:
Вопрос: Функции "просмотр трендов и исторических событий", что-то у меня не получилось в них ничего увидеть/отобразить.
Что-то там ничего не работает, ни выбор папки с записями, ни установка дат.
Ответ: Просмотр трендов служит для просмотра записанных сигналов в непрерывном режиме. Если Вы пишете отдельными записями, то в этой программе посмотреть не получится. Обычно тренды пишутся, если идет непрерывный мониторинг чего-нибудь. Возможность редактирования записей доступна в программе Галерея сигналов.

Возможности графика .....

При нажатии правой кнопкой "мыши" в рабочей области графика программы **Просмотр трендов** открывается окно настройки параметров отображения, в котором можно изменять конфигурацию.

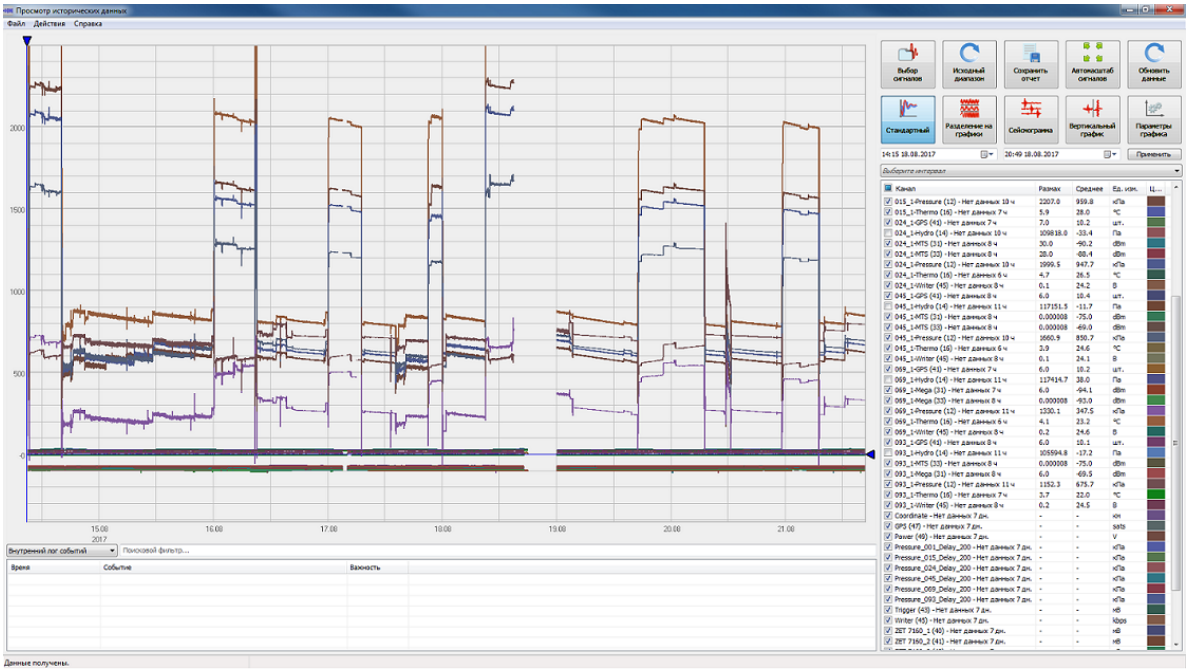
Настройки графика



Настройка границ отображения

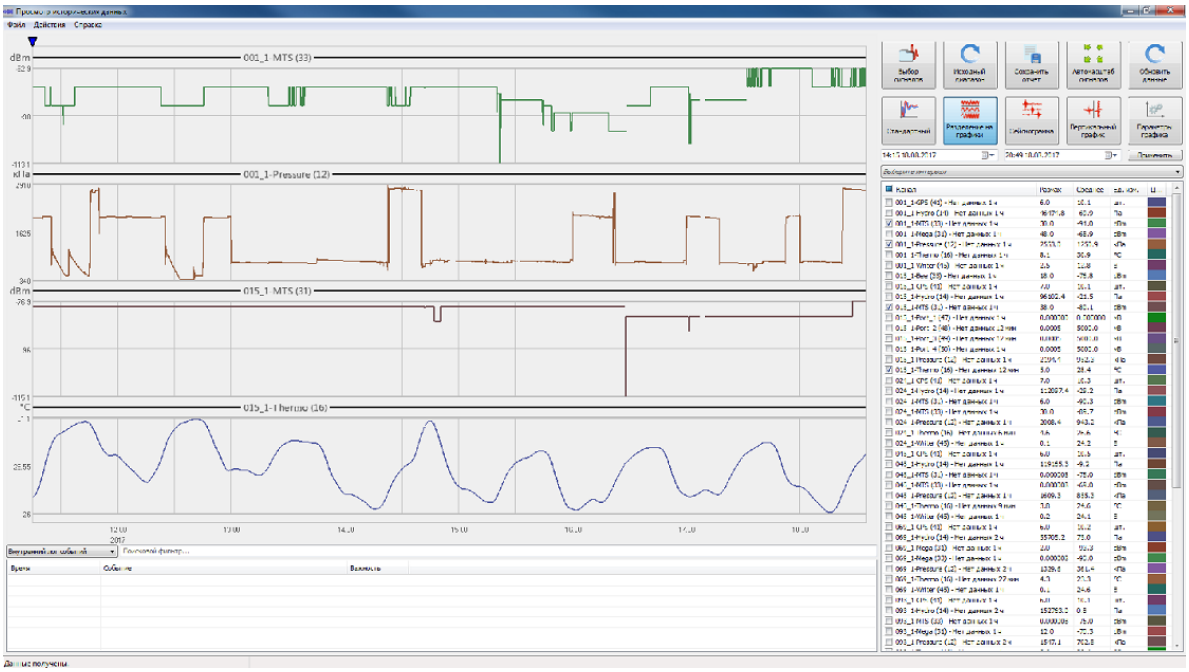
Режимы отображения:

1. ***Стандартный*** - все графики отображаются в едином масштабе.



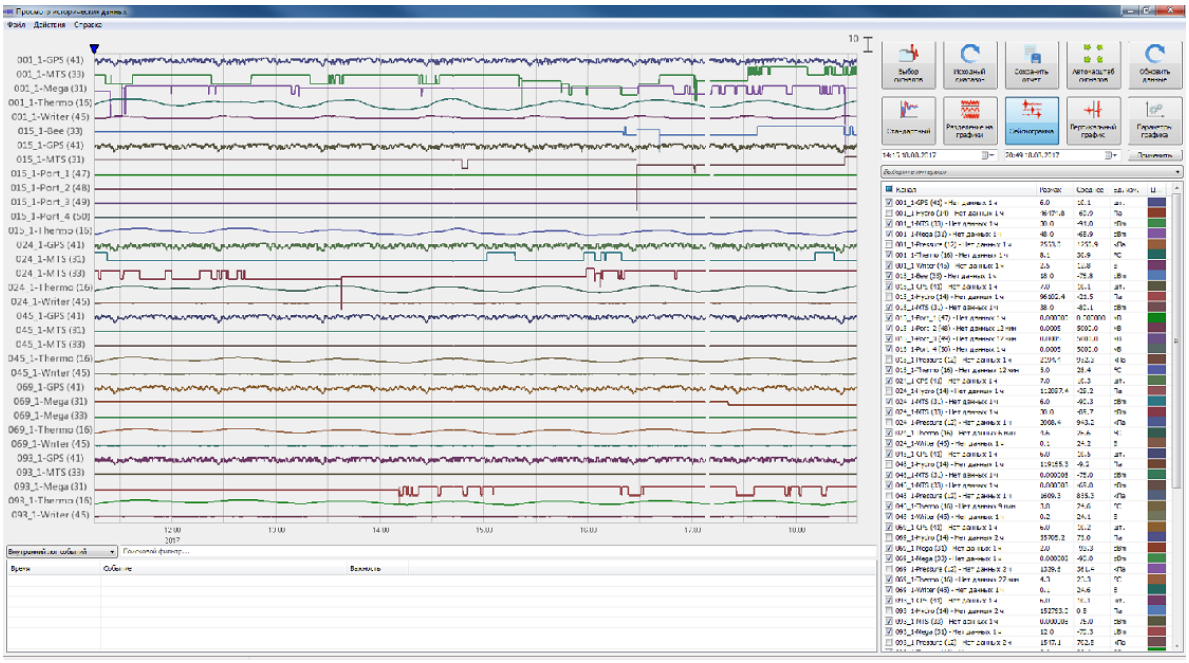
Стандартный - все графики отображаются в едином масштабе.

2) ***Разделения на графики*** - для каждого канала выделяется область на графике, в которой он рисуется, все графики находятся в одинаковом масштабе по времени. Графики автоматически масштабируются по вертикали.



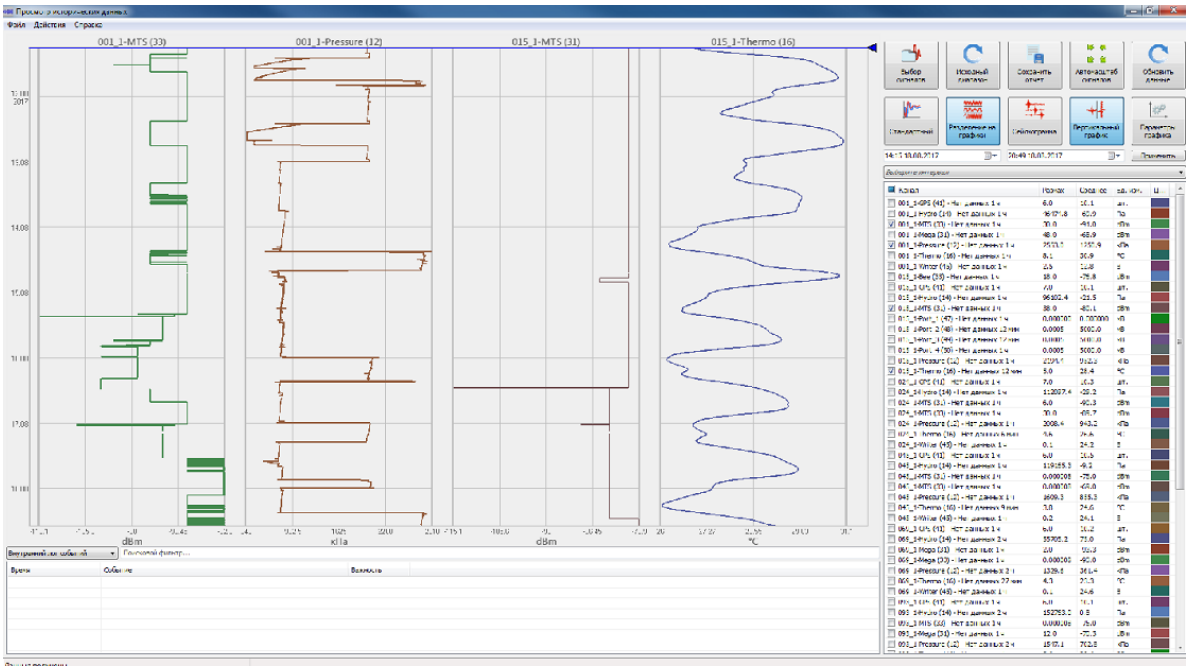
Разделения на графики - для каждого канала выделяется область

3) ***Сейсмограмма*** - позволяет оценить форму сигнала и на сколько данные по каналам отличаются друг от друга.



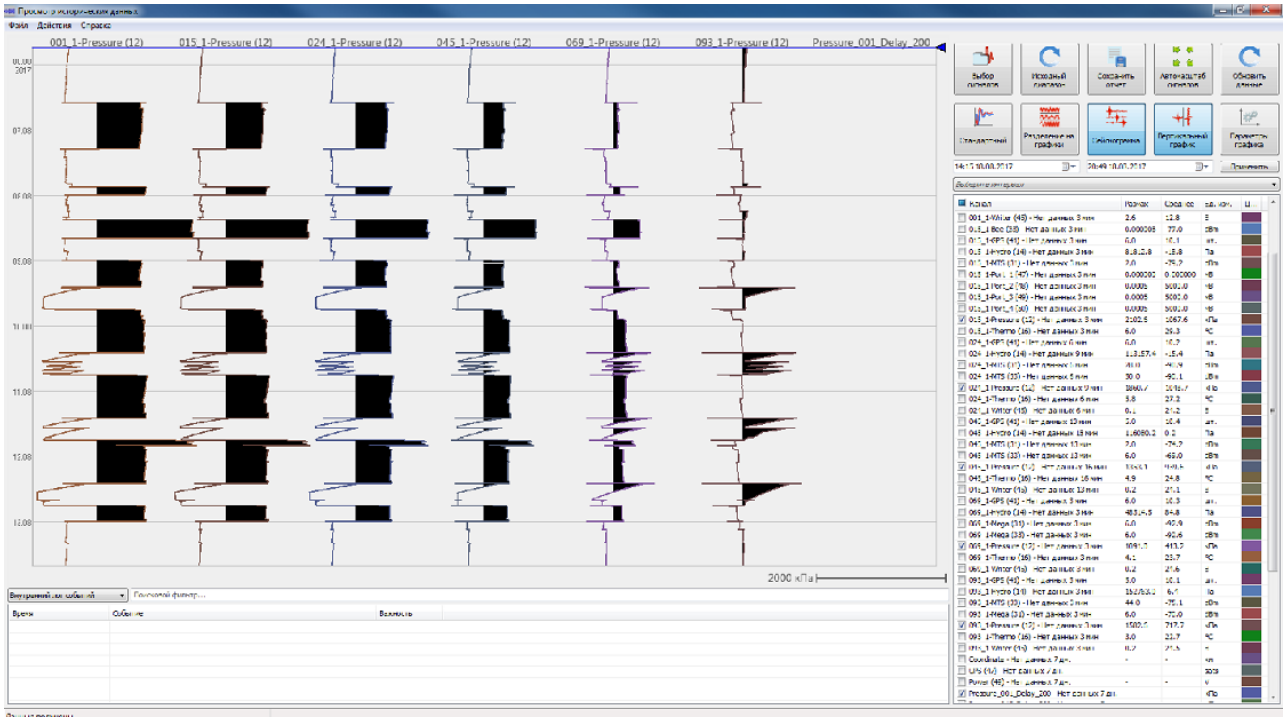
Сейсмограмма - позволяет оценить форму сигнала

Вертикальный график – позволяет отобразить графики вертикально, может быть полезен для визуализации зависимостей различных процессов.



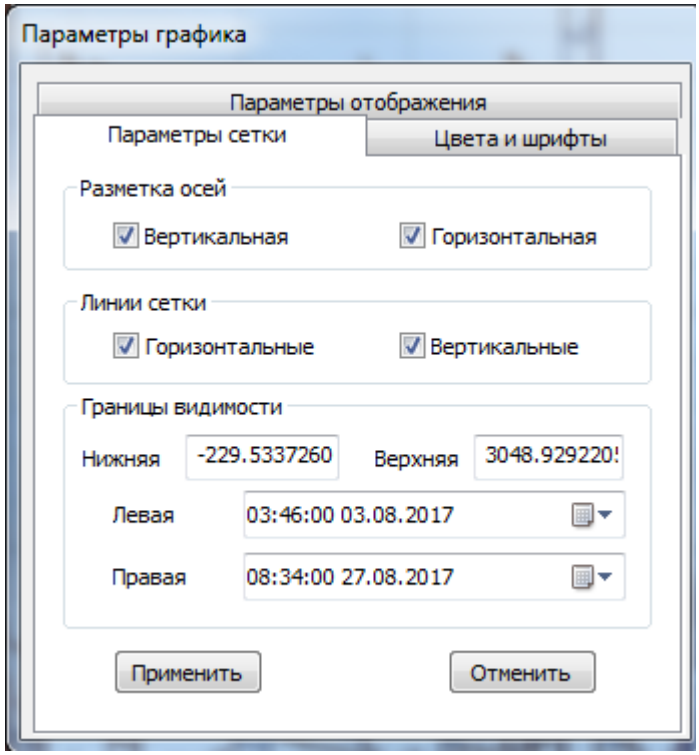
Вертикальный график – позволяет отобразить графики вертикально

Заполнение цветом наибольшей части графика – данная функция предназначена для визуализации происходящих процессов, она доступна в режимах разделения на графики и сейсмограммы.



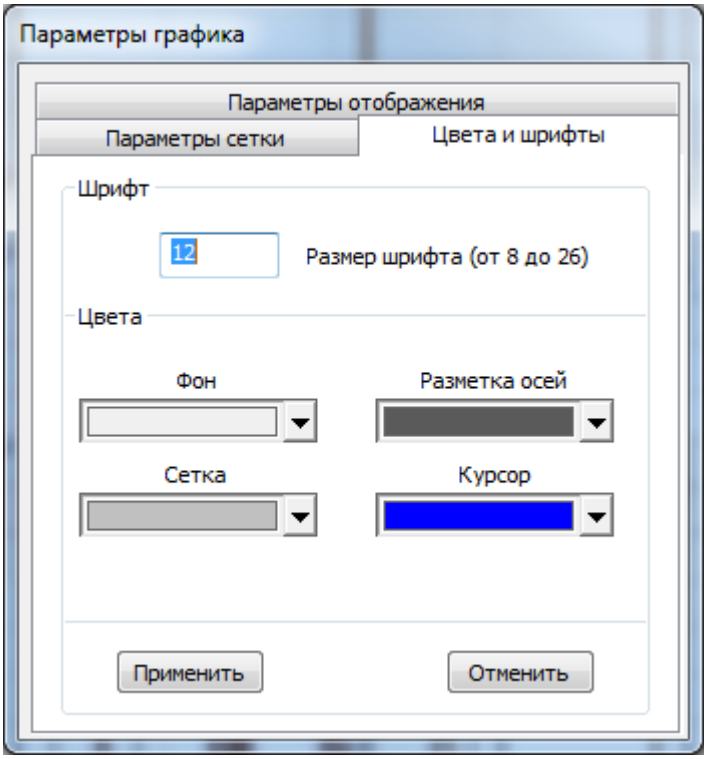
Заполнение цветом наибольшей части графика

Настройки сетки



Данная вкладка позволяет настроить текущие отображаемые границы и включить/выключить разметку осей и линий сетки.

Цвета и шрифты



Данная вкладка позволяет настраивать размер текста и менять цвета графика.

Масштабирование

Рабочие области:

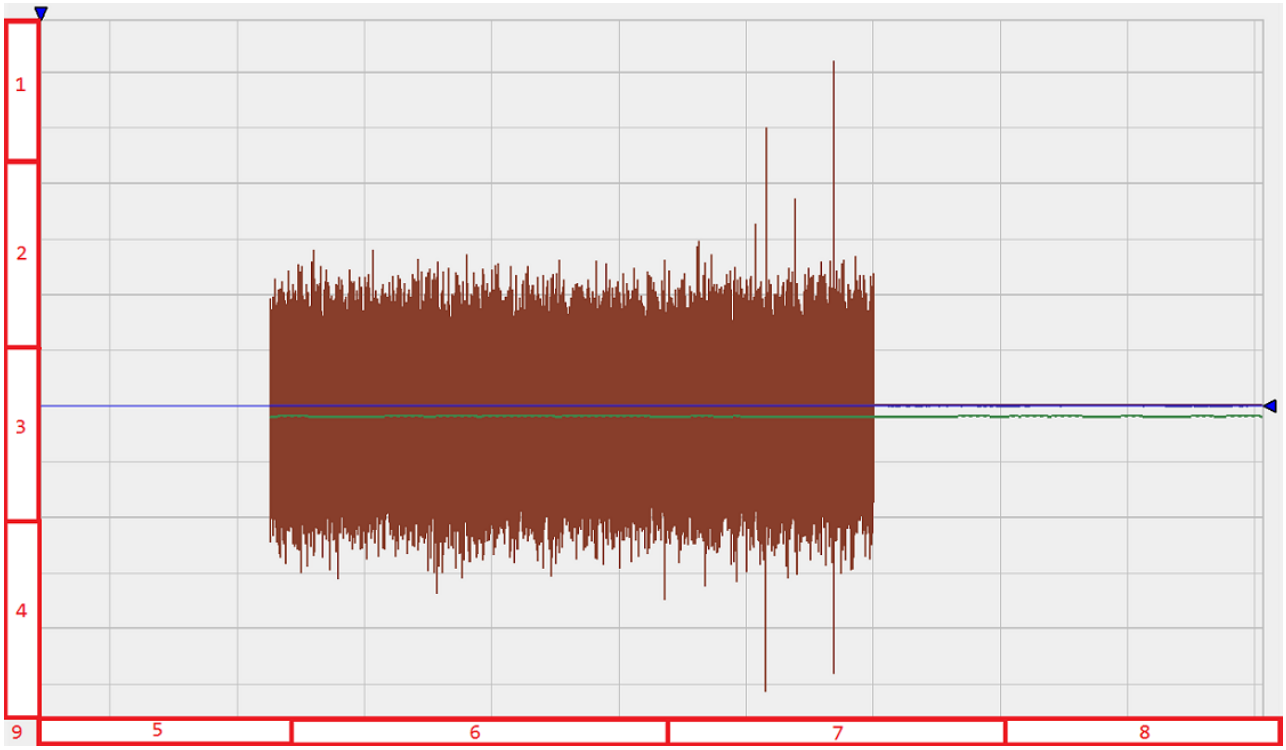


График разделен на рабочие области, которые отмечены на рисунке. Нажатие ЛКМ (левой кнопки мыши) на них изменяет текущий отображаемый диапазон.

1. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вверх.
2. Увеличение масштаба по вертикали.
3. Уменьшение масштаба по вертикали.
4. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вниз.
5. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график влево.
6. Уменьшение масштаба по горизонтали.
7. Увеличение масштаба по горизонтали.
8. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график вправо.
9. Автомасштабирование графика. Нажатие ЛКМ – масштабирует видимую часть графика, если ничего не отображается, применяет автомасштаб всего графика. Нажатие ЛКМ с зажатой клавишей Shift – автомасштабирует графики только по вертикальной

оси. Нажатие ЛКМ с зажатой клавишей Ctrl – масштабирует относительно всех данных, загруженных в график по вертикальной и горизонтальной оси.

Верхняя и правая часть графика предназначена для перемещения курсоров.

Горячие клавиши:

«Shift + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по вертикальной оси.

«Ctrl + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по горизонтальной оси.

«Ctrl + C» – сохранение текущего изображения на графике в буфер обмена.

«Ctrl + N» – сохранение данных для всех отображаемых графиков в буфер обмена, с форматированием, позволяющим вставить полученные данные в Excel

«Ctrl + F» – сохранение графика в виде изображения в файл формата png. Файл сохраняется в месте, откуда запущена программа, по умолчанию это место установки программного обеспечения ZETLab.

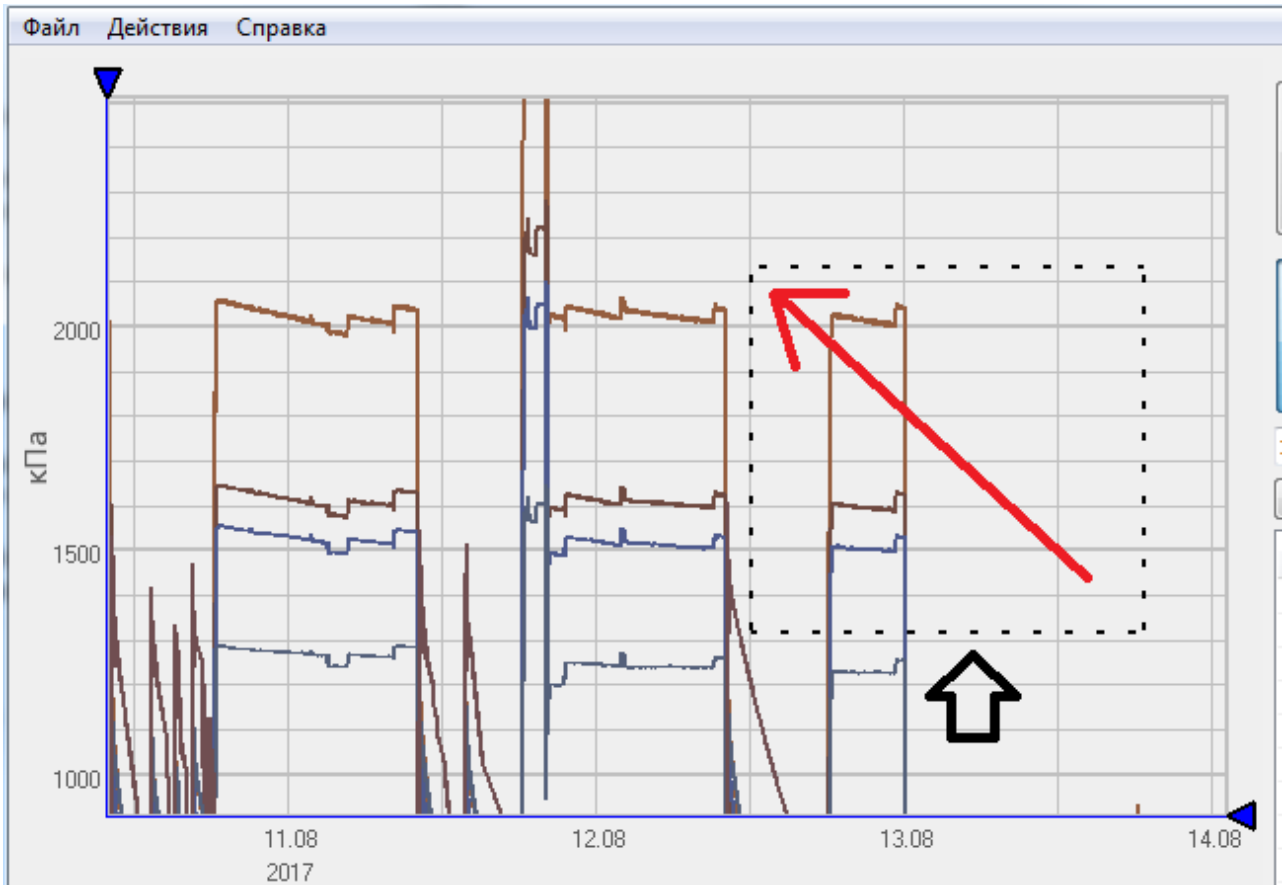
Изменение масштаба с помощью мыши

Зажав ЛКМ в рабочей области графика и перемещая мышь, вы можете передвигать график.

«Зажатие Ctrl + зажатие ЛКМ» - позволяет пользователю выделить диапазон на графике. Появится специальная рамка, которая отображает область, которая будет отмасштабирована.



При создании рамки как показано на рисунке, после того как пользователь отожмет ЛКМ график масштабируется в выбранную пользователем область.



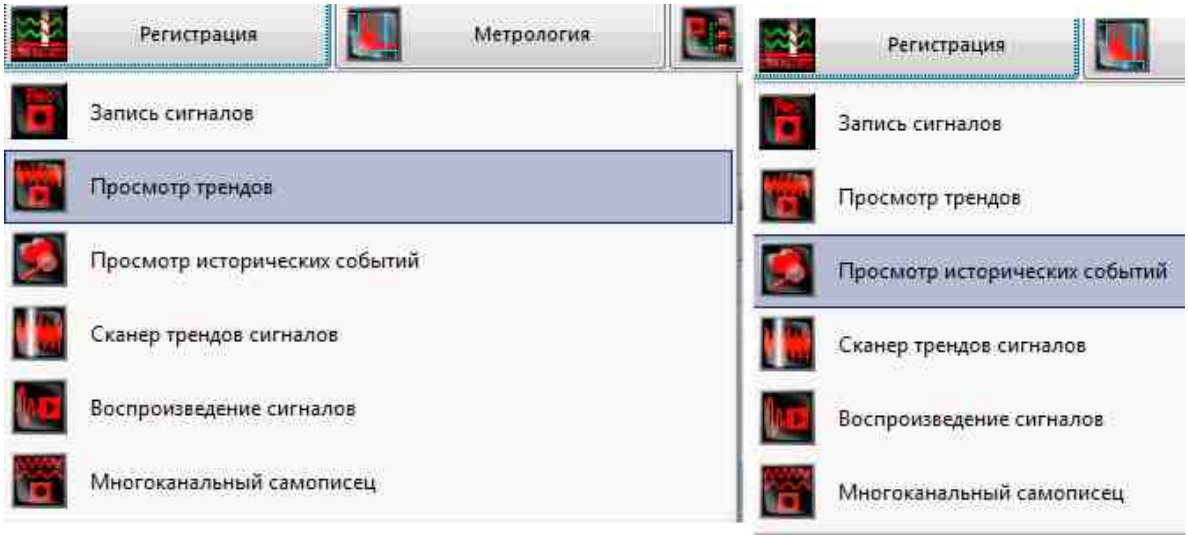
При таком создании рамки, после того как пользователь отожмет ЛКМ график вернется в состояние, предшествующее предыдущему масштабированию рамкой.

Просмотр демо-трендов и демо-событий, многопользовательский доступ к трендам .....

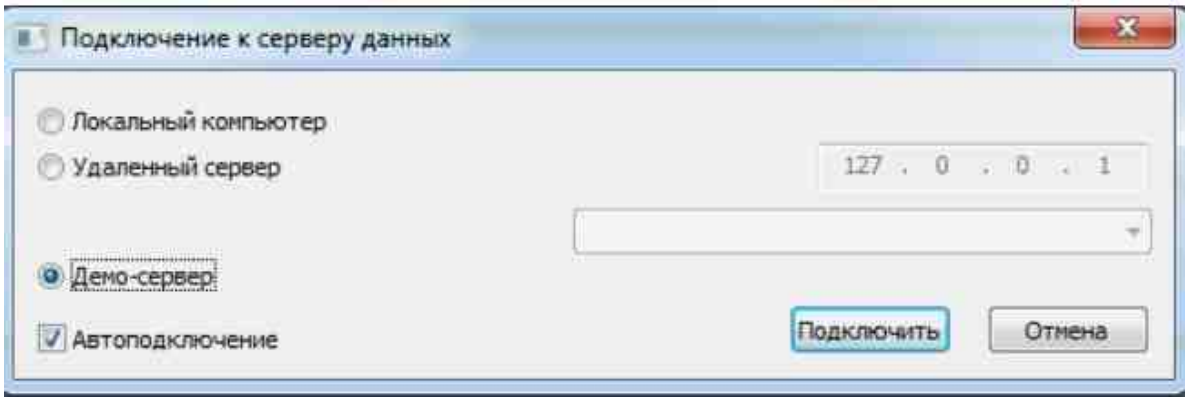
Просмотр демо-трендов и демо-событий, многопользовательский доступ к трендам

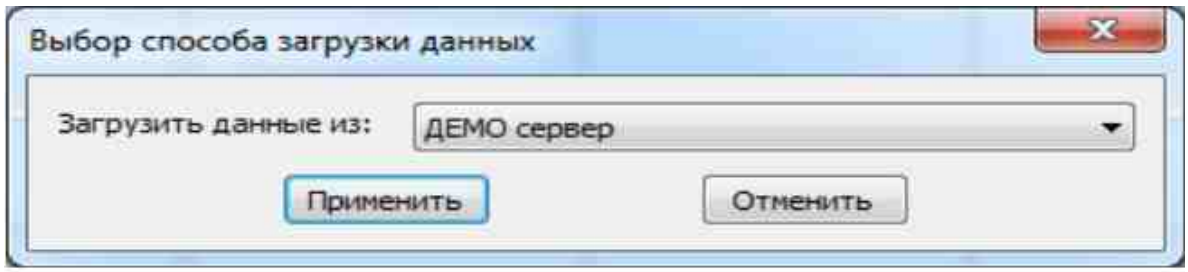
Как попробовать функционал просмотра тренда сигналов или событий, если нет устройства или ключа? Достаточно иметь соединение через интернет, и можно подключаться к демо-серверу сигналов и событий, который в онлайн режиме работает специально для Вас 24 часа в сутки. Подключиться к демо-серверу очень просто:

а) запускаем программу просмотра трендов или просмотра событий

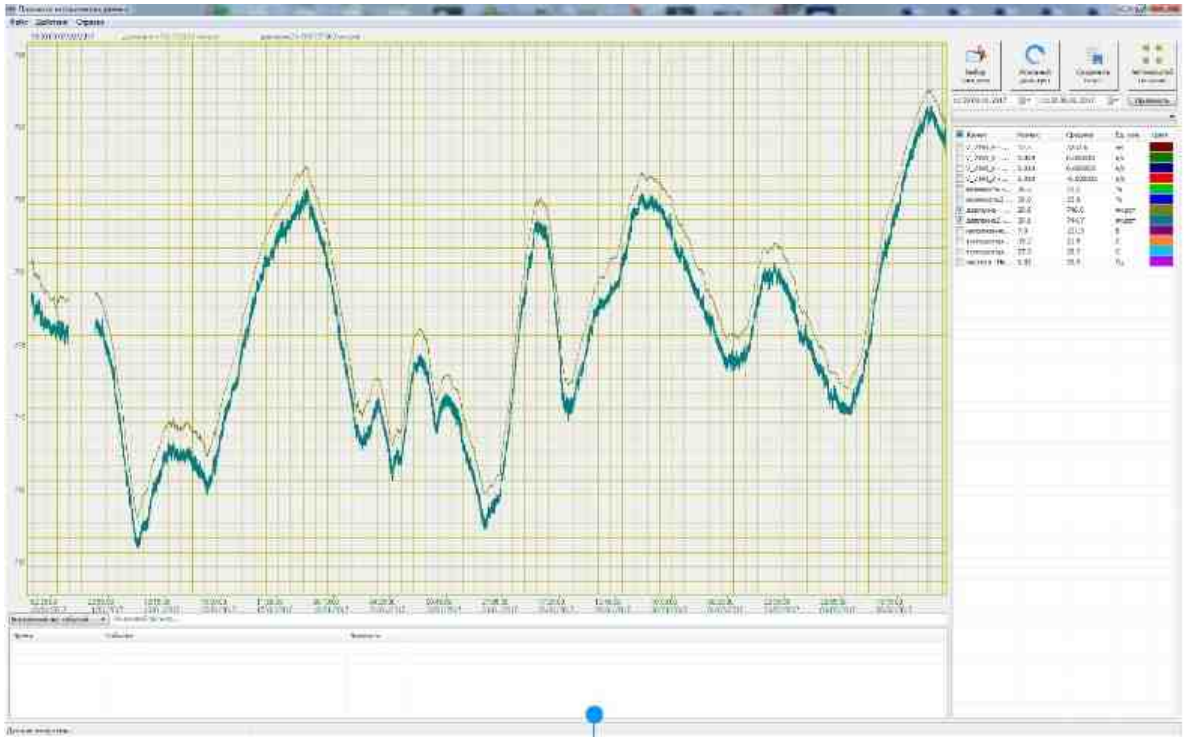


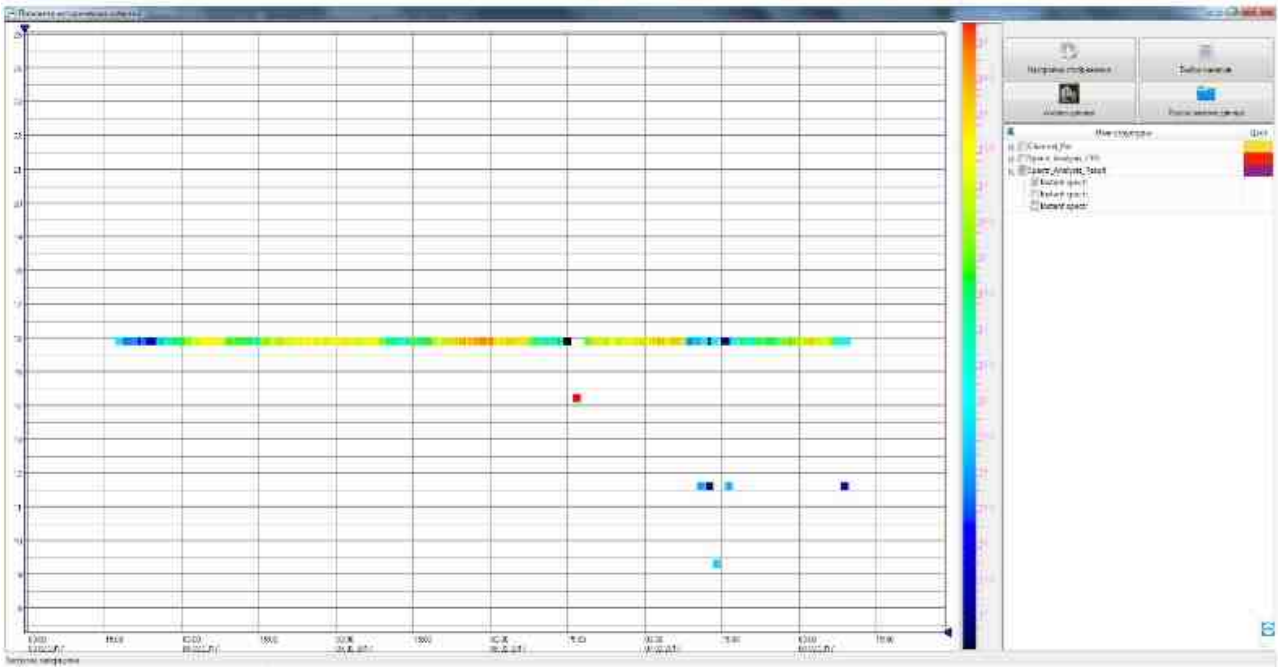
б) выбираем подключение к демо-серверу,





в) смотрим сигналы или события

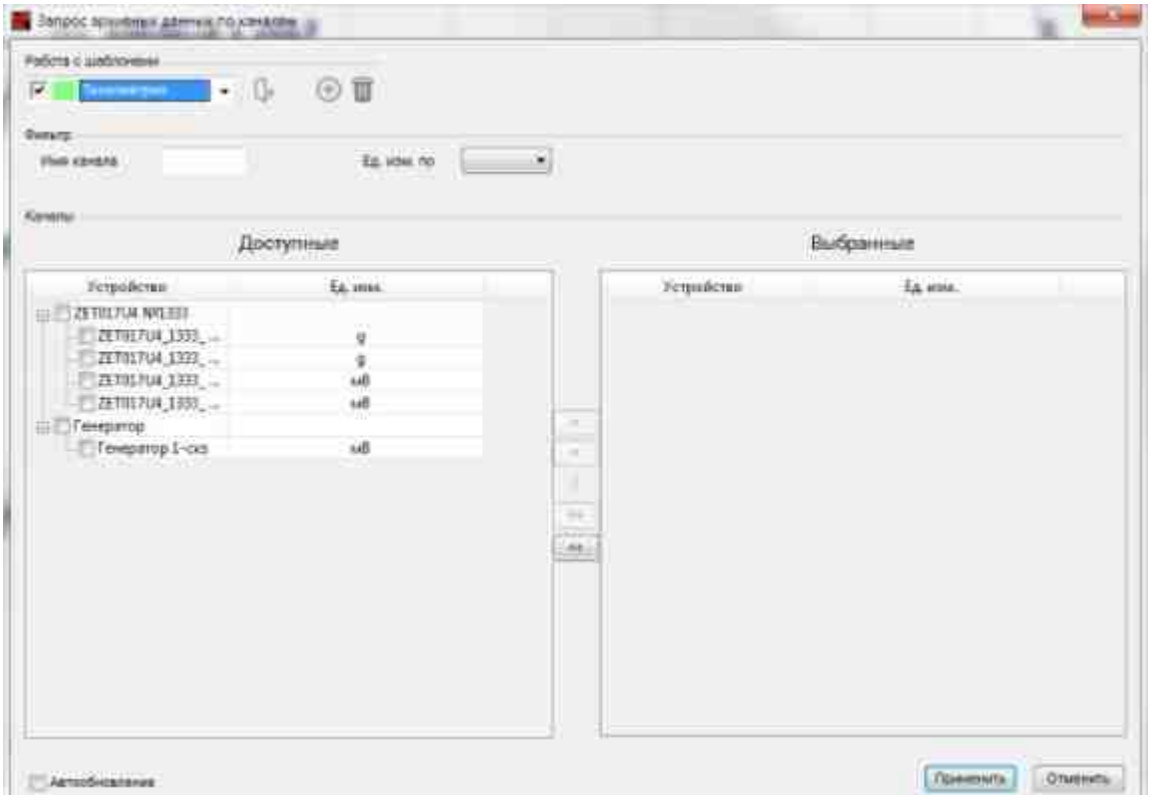




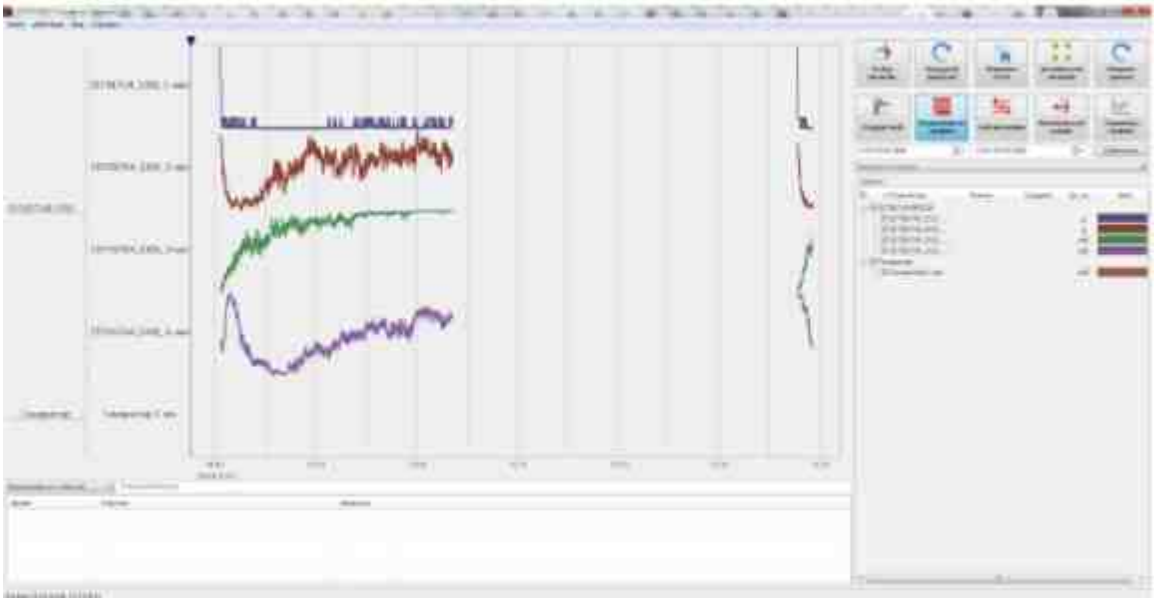
Новые возможности программы просмотра трендов .....

Новые возможности программы просмотра трендов

Добавлена возможность задавать шаблоны при выборе сигналов:



Группировка каналов, возможность изменять порядок следования каналов, простым перетаскиванием (Drag-n-Drop).



Просмотр трендов (New) .....

Просмотр трендов (New)

Поддерживаемое оборудование

Назначение и общие сведения

Подготовка к работе

Работа с программным обеспечением

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Просмотр трендов (New)** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Просмотр трендов (New) входит в группу программ **Регистрация**

Назначение и общие сведения .....

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство пользователя предназначено для изучения принципов работы с программным обеспечением (далее по тексту – ПО) «Просмотр трендов», содержит общие правила работы, а также указания по установке и запуску.

При работе с программой «Просмотр трендов» следует руководствоваться данным документом. Разработчик оставляет за собой право вносить в программное обеспечение изменения, не ухудшающие его функциональность, без коррекции эксплуатационно-технической документации.

В случае возникновения вопросов по работе с ПО «Просмотр трендов» следует обращаться в службу технической поддержки компании ZETLAB по электронной почте info@zetlab.com.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Назначение приложения

Программное обеспечение «Просмотр трендов» входит в состав программного обеспечения ZETLAB и представляет собой набор программных средств, предназначенных для графического отображения исторических данных, зарегистрированными на компьютере устройствами сбора данных, за произвольный период времени (часы, дни, месяцы, года) и последующего анализа полученных данных.

В программном обеспечении «Просмотр трендов» реализован удобный графический интерфейс, предоставляющий пользователю возможность полной навигации по зарегистрированным сигналам датчиков. Программа позволяет обращаться к базе данных событий, просматривать исторические данные, изменять масштаб отображения графика по двум осям, возвращаться в исходный диапазон (т.е. к первоначальному виду), сохранять отчет.

1.2. Принцип работы

График, реализованный в ПО «Просмотр трендов» – это некая сжатая огибающая исходного сигнала, построенная на основе измеренных данных, с несколькими степенями сжатия. Одна точка включает в себя минимальное и максимальное значения отсчетов за секунду. Основная задача отрисовки огибающей – это в целом просмотреть изменения зарегистрированных параметров за длительный период времени, оценить динамику сигнала, с возможностью приблизить график до конкретной даты, конкретной минуты.

Для построения графиков применяются несколько степеней сжатия: 1 секунда, 10 секунд, 1 минута, 10 минут и т.д. В зависимости от длительности выборки возможны разные степени уплотнения, например, при просмотре графика за год или более – уплотнение 10 минут, в то время как за день – сжатие может доходит и до 1 секунды.

Записанные данные структурированы по папкам: года, месяцы, дни, часы. Отличительная особенность часовых записей – это привязка ко времени на ПК, т.е. в любой момент начала записи все равно заводится часовая запись, в которой первые минуты данные будут отсутствовать (их просто нет), а дальше пойдет запись сигнала. Усредненные, т.е. сжатые, сигналы записываются в другую директорию, имеются лишь папки Год и Месяц. Такие значения записываются сразу за целый месяц, разные файлы имеют разную степень уплотнения: 1с, 10с, 1 мин, 10 мин, 1 час, 4 часа и т.д.

1.3. Технические требования

Программное обеспечение ZETLAB предназначено для использования на персональных компьютерах типа IBM PC Intel® Pentium®/Celeron®/ или совместимые с ними, работающих под управлением русскоязычной (локализованной), либо корректно русифицированной версии операционных систем:

- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2016 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2019 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® Server 2022 64 разрядная.

Рекомендуемые параметры конфигурация компьютера для установки и запуска программного обеспечения *ZETLAB* и драйверов устройств:

- Двухъядерный процессор или более;
- Тактовая частота процессора – не менее 1,6 ГГц;
- Оперативная память – не менее 8 Гб;
- Свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- Видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 1 Гб памяти;
- Разрешение экрана не менее 1920Ч1080;
- Наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства;
- Наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет);
- Интерфейс USB 2.0 для установки программного обеспечения.

Подготовка к работе .....

2.1. Установка программного обеспечения ZETLAB

Для установки программного обеспечения *ZETLAB* необходимо на компьютере запустить файл-установщик ZETLAB.msi (поставляется на USB флеш-накопителе) и следуя инструкциям установить *ПО ZETLAB* в директорию C:\ZETLab.

2.2. Запуск панели управления ZETLAB

Для запуска панели управления *ZETLAB* необходимо активировать «ярлык» *ZETLAB* (*Рис. 2.1*), расположенный на рабочем столе ОС Windows.



Рис. 2.1 Внешний вид «иконки» ZETLAB

В верхней части экрана откроется панель управления *ZETLAB* (*Рис. 2.2*).



Рис. 2.2 Панель управления ZETLAB

Панель управления *ZETLAB* разбита на разделы, что позволяет оперативно выбирать требуемые программы. Для выбора программы следует активировать название соответствующего раздела панели управления *ZETLAB* и из развернувшегося списка выбрать необходимую программу.

В списке рядом с названиями программ находятся графические пиктограммы, упрощающие поиск требуемой программы.

Для работы с программами, входящими в состав ПО ZETLAB, необходимо вставить в любой незадействованный USB-порт компьютера аппаратный ключ ZETKey с соответствующей программной лицензией.

2.3. Получение справочной информации

В любой момент работы с программным обеспечением *ZETLAB* можно воспользоваться справочной информацией по работе с ним. Доступ к справочной информации организован по типу древовидной структуры.

Для доступа к справочной информации (находясь в окне той из программ, по которой необходимо получить справочную информацию) следует активировать на клавиатуре клавишу <F1>.

2.4. Настройка пользовательских директорий

Программному обеспечению *ZETLAB* требуется для работы несколько директорий на диске компьютера, при этом часть из директорий определяются программным обеспечением и не могут быть изменены пользователем, а часть из директорий доступны для изменения.

Для изменения доступны директории, в которых будут располагаться сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки и файлы конфигурации.

Для определения пользовательских директорий на диске компьютера следует создать (в случае отсутствия необходимых) пользовательские директории, после чего в программном обеспечении настроить пути конфигурации к ним.

Для настройки путей конфигурации, в «Панели управления *ZETLAB*» *(Рис. 2.2*) необходимо активировать раздел с логотипом «*ZETLAB» (на панели слева)* и в открывшемся окне «Главное меню панели управления» (*Рис. 2.3*) активировать панель «Пути конфигурации пользователя».

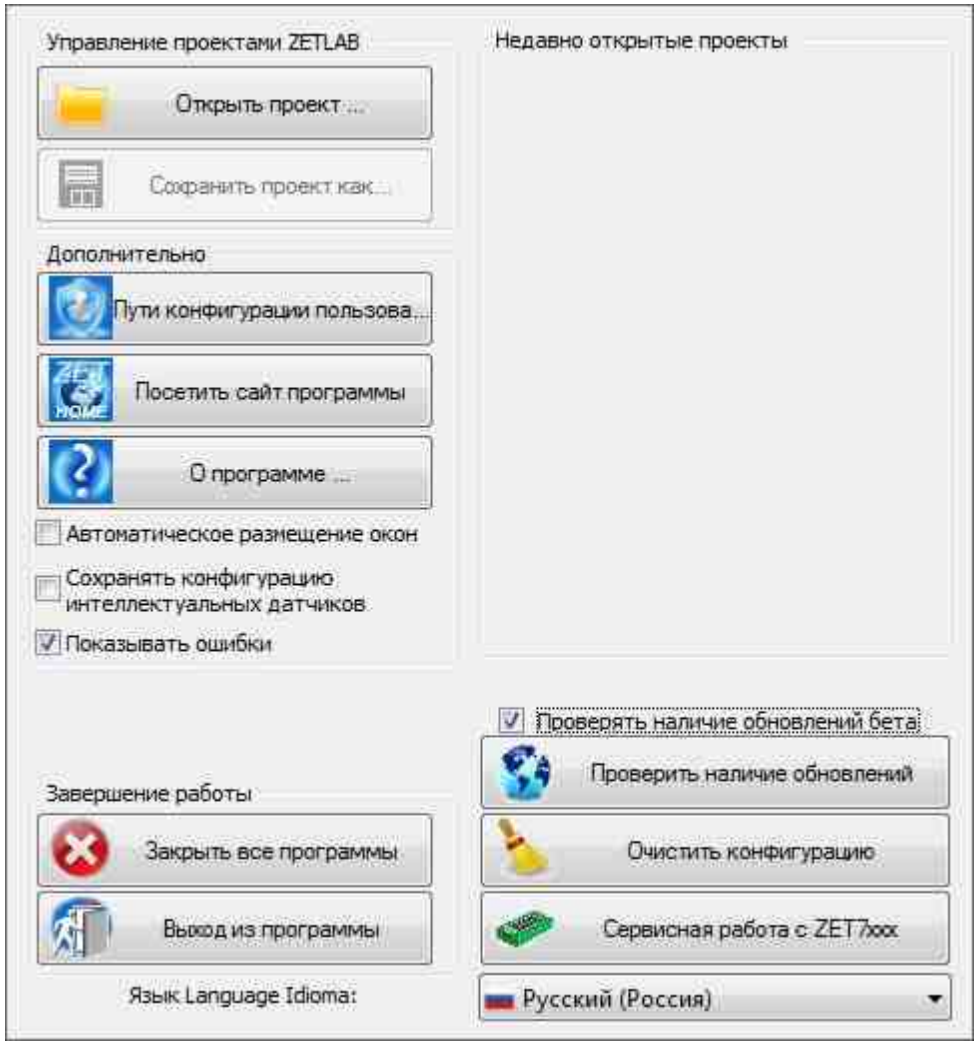


Рис. 2.3 Главное меню панели управления ZETLAB

В открывшемся окне «Настройка путей конфигурации» (*Рис. 2.4*) для каждой определяемой пользователем директории последовательно активировать панель «...», соответствующую виду сохраняемых данных (сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки, файлы конфигурации) и в открывшемся окне «Выбор директории» назначить требуемый путь конфигурации, после чего активировать «Применить».

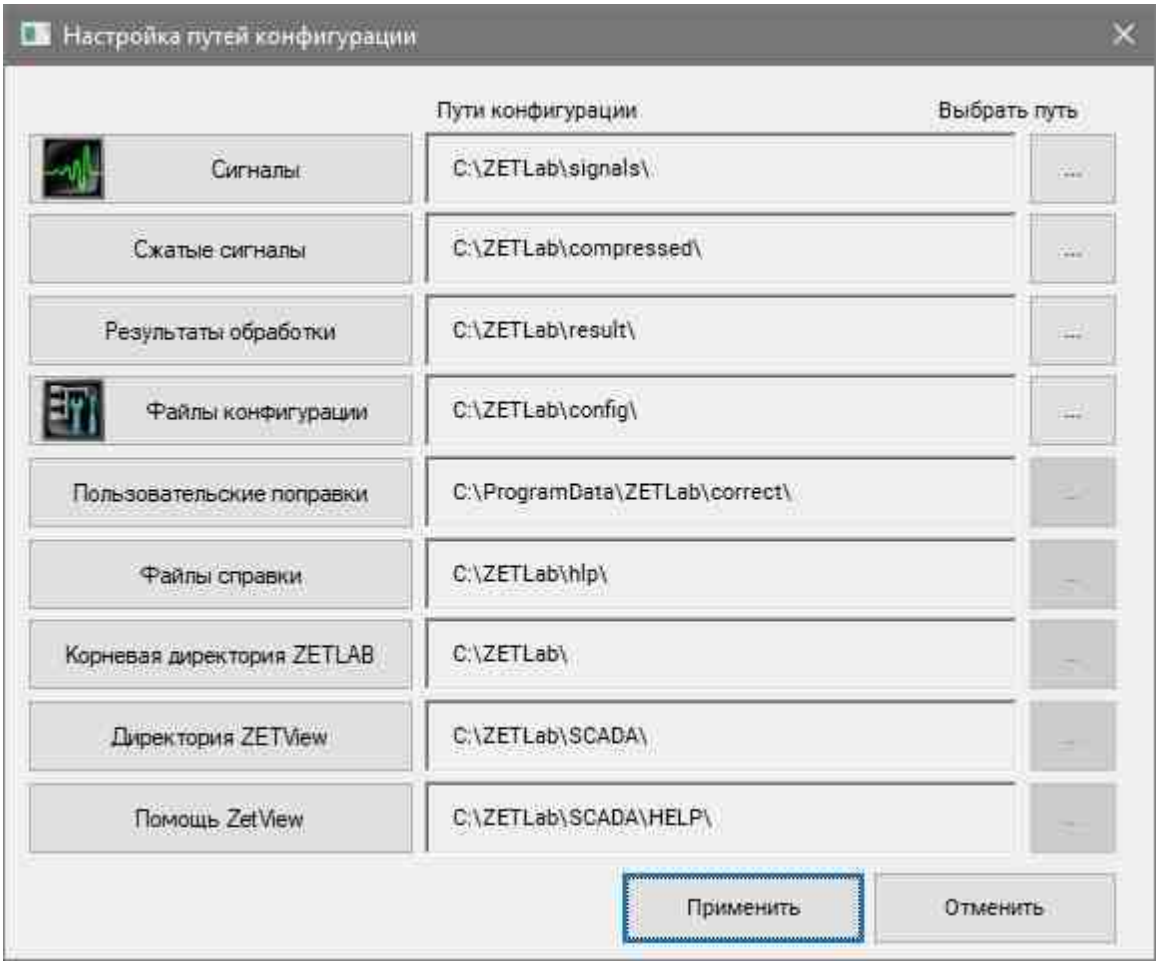


Рис. 2.4 Окно «Настройка путей конфигурации»

2.5. Запись сигналов

Для записи сигналов в формате ПО «Просмотр трендов» необходимо:

- Открыть программу «Запись сигналов» из меню «Регистрация» панели ZETLAB.
- Выбрать каналы, сигналы которых следует зарегистрировать, активировав соответствующие ячейки (*Рис. 2.5*).

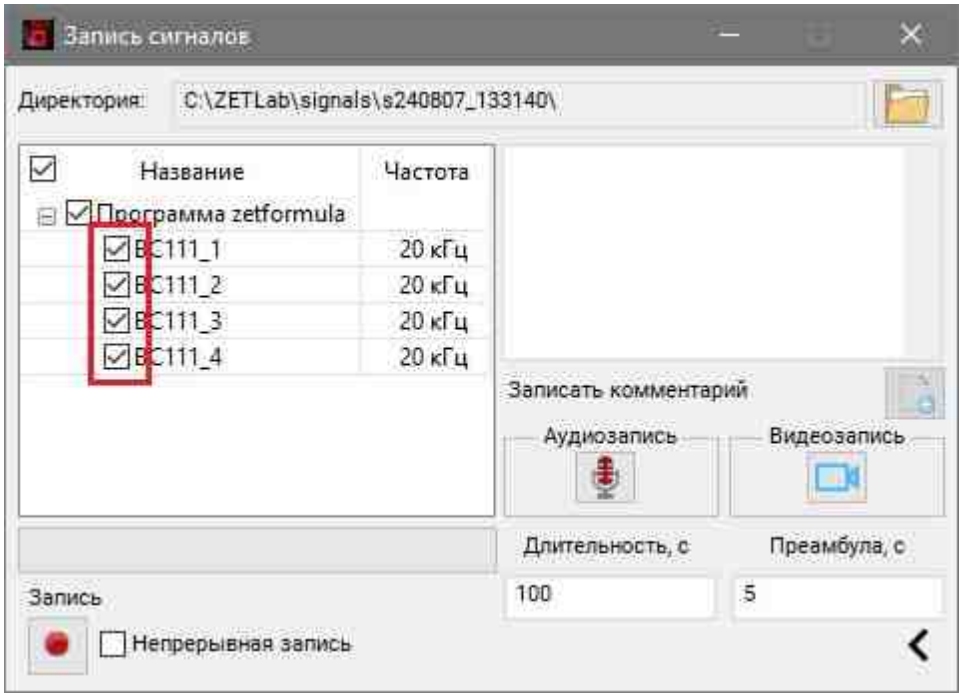


Рис. 2.5 Выбор каналов для записи

- Активировать поле в ячейке «Непрерывная запись» (*Рис. 2.6*), после чего нажать кнопку  .

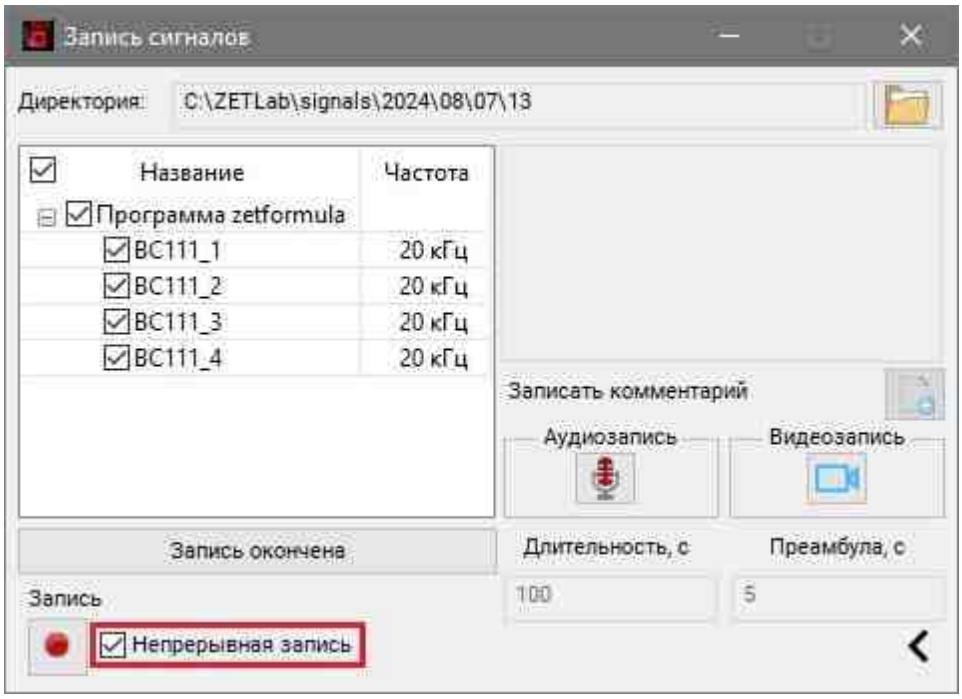


Рис. 2.6 Непрерывная запись в программе «Запись сигналов»

2.6. Запуск программного обеспечения «Просмотр трендов»

Запуск программного обеспечения «Просмотр трендов» осуществляется из меню «Регистрация» панели ZETLAB (*Рис. 2.7*).



Рис. 2.7 Запуск программы «Просмотр трендов»

Работа с программным обеспечением .....

3.1. Описание интерфейса программы

Программное обеспечение «Просмотр трендов» состоит из нескольких рабочих областей: панель управления, графическая область и список каналов (*Рис. 3.1*).

1. Панель управления;
2. Графическая область;
3. Список каналов.

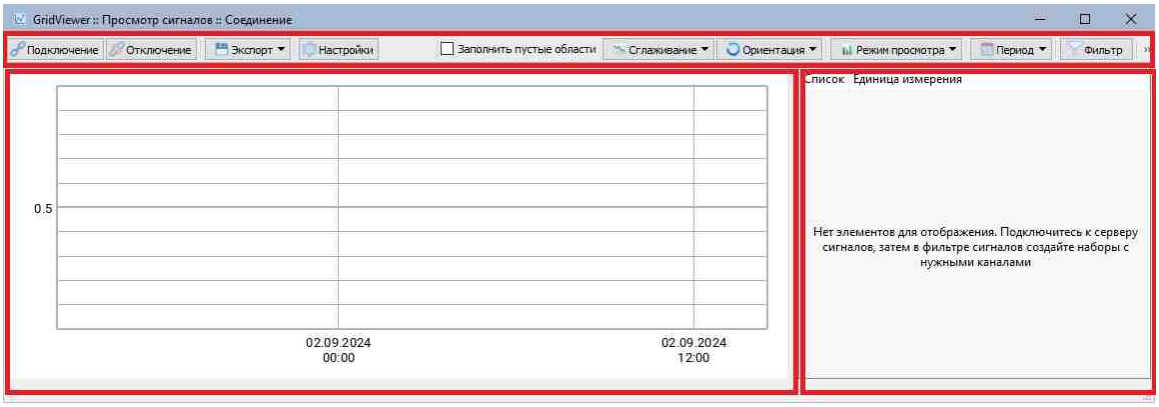


Рис. 3.1 Окно программы «Просмотр трендов»

3.1.1. ***Панель управления***

Панель управления расположена в верхней части программы и представляет собой набор инструментов, предназначенных для управления параметрами программы «Просмотр трендов». Панель управления состоит из следующих пунктов меню: «Подключение»,

«Отключение», «Экспорт», «Настройки», «Сглаживание», «Ориентация», «Режим просмотра», «Период», «Фильтр», «Автообновление».

Меню «Подключение» и «Отключение» (*Рис. 3.2*) предназначены для подключения и отключения программы «Просмотр трендов» от сервера данных, на котором хранятся записи сигналов.



Рис. 3.2 Меню «Подключение» и «Отключение»

Вкладка «Экспорт» состоит из двух пунктов меню: «Экспорт данных» и «Снимок области» (*Рис. 3.3*).

Меню «Экспорт данных» предназначено для экспортирования данных, отображаемых на графике, в форматы: ANA/ANP, CSV, XLSX, DTU, MSEED, SEGY.

Меню «Снимок области» позволяет сделать снимок графической области в формате PNG.

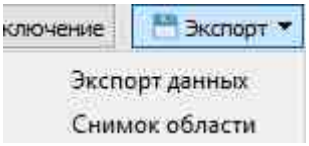


Рис. 3.3 Вкладка «Экспорт»

Меню «Настройки» (*Рис. 3.4*) предназначено для установки параметров оформления элементов графика.

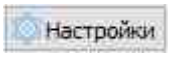


Рис. 3.4 Меню «Настройки»

Параметры окна «Настройки» приведены на *Рис. 3.5*.

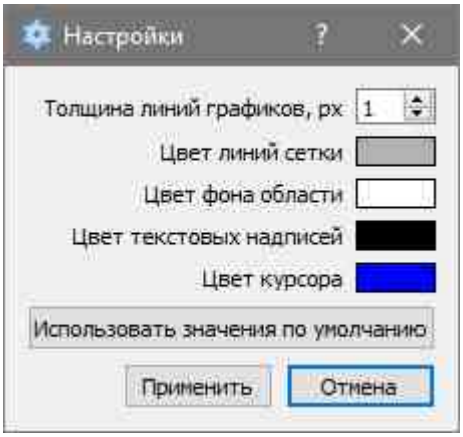


Рис. 3.5 Окно «Настройки»

Меню «Сглаживание» (*Рис. 3.6*) предназначено для устранения ступенчатости на графиках параметров сигналов. Для включения сглаживания активировать ячейку «Использовать сглаживание» и задать временной период.

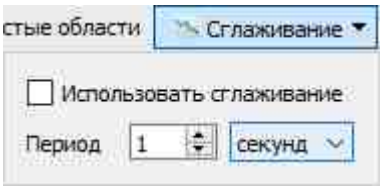


Рис. 3.6 Меню «Сглаживание»

Меню «Ориентация» (*Рис. 3.7*) предназначено для изменения представления графика на горизонтальное (*Рис. 3.8*) или вертикальное положение (*Рис. 3.9*).

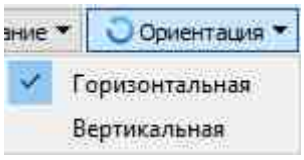


Рис. 3.7 Меню «Ориентация»

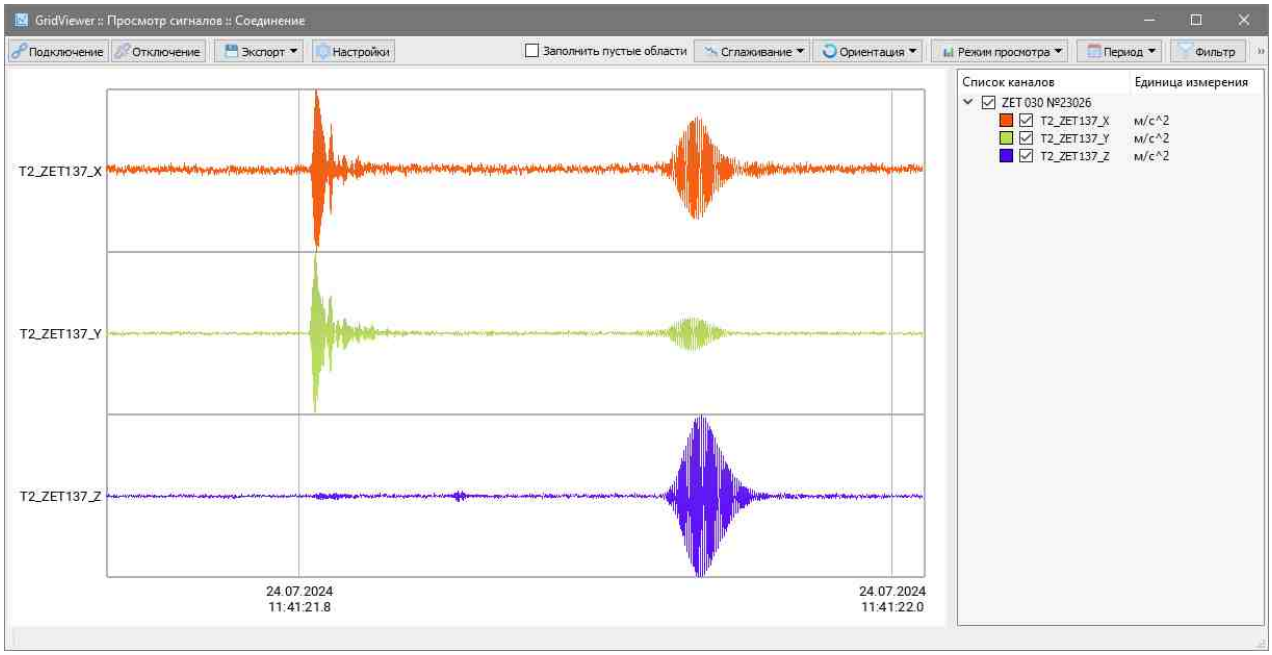


Рис. 3.8 Ориентация графика – «Горизонтальная»

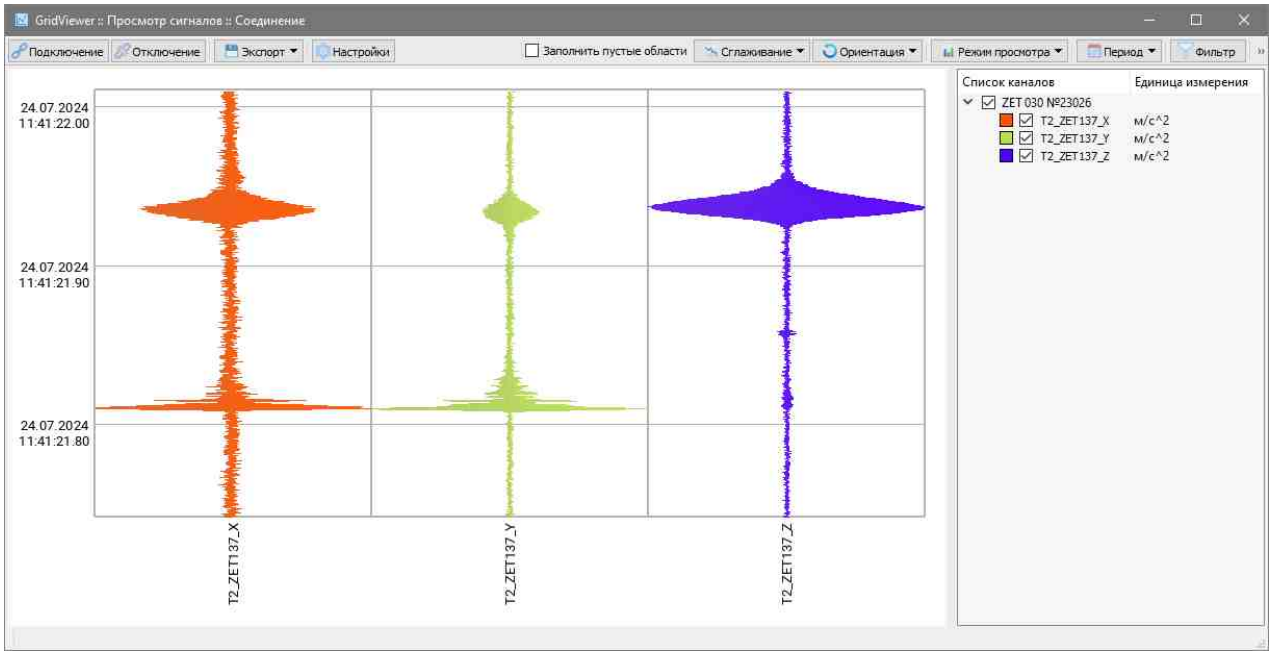


Рис. 3.9 Ориентация графика – «Вертикальная»

Вкладка «Режим просмотра» (*Рис. 3.10*) предназначена для выбора режима отображения графиков: стандартный, разделение, сейсмограмма. При выборе режима «Стандартный» (*Рис. 3.11*) графики отображаются в одном окне. При выборе режимов

«Разделение» и «Сейсмограмма» (*Рис. 3.12*) каждый график отображается индивидуально в своем окне.

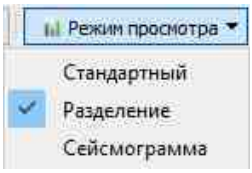


Рис. 3.10 Вкладка «Режим просмотра»

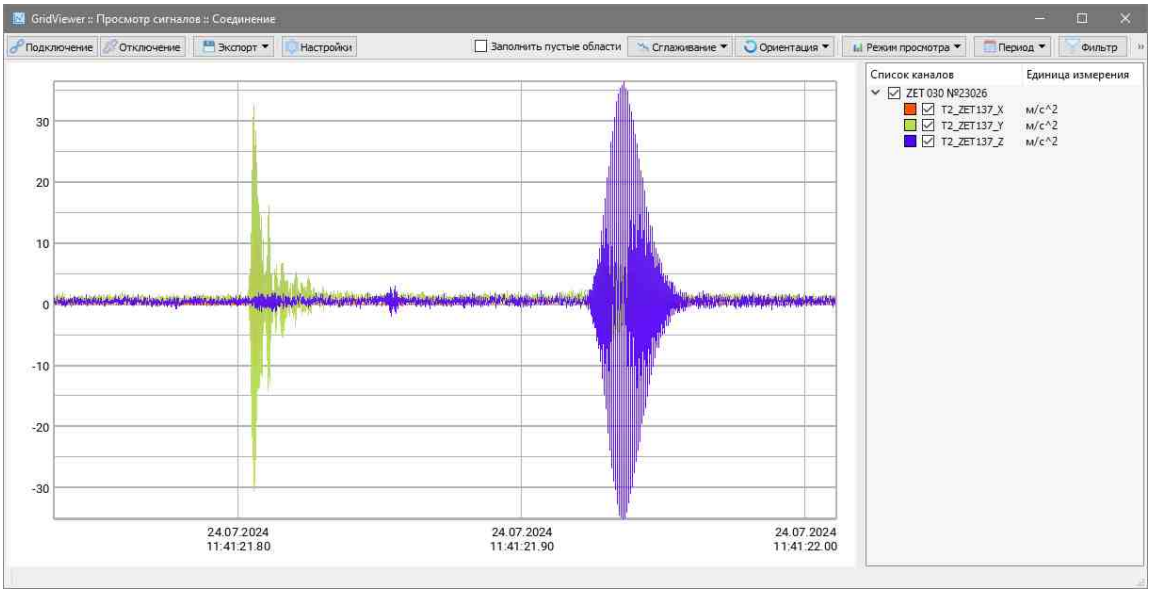


Рис. 3.11 Режим просмотра «Стандартный»

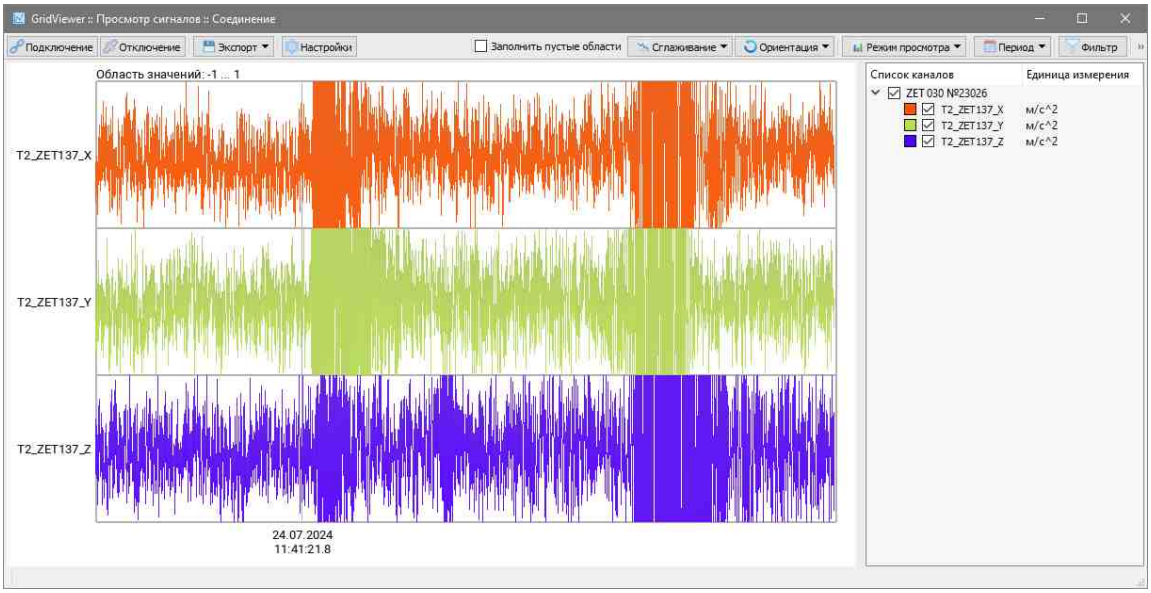


Рис. 3.12 Режим просмотра «Сейсмограмма»

Вкладка «Период» (*Рис. 3.13*) предназначена для выбора границ отображаемых данных на графике по оси X. Для выбора границ из всплывающего списка выбрать период, отображаемых данных: за последний час, последние сутки, последнюю неделю, последний месяц, последний год.

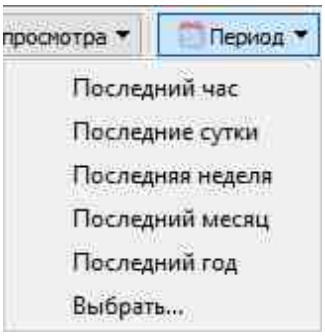


Рис. 3.13 Вкладка «Период»

Также возможно самостоятельно установить период отображаемого диапазона нажав кнопку «Выбрать…» и в открывшемся окне «Период отображения» выставить значения начала и конца периода (*Рис. 3.14*).

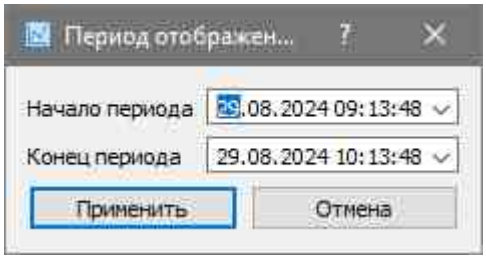


Рис. 3.14 Окно «Период отображения»

Меню «Фильтр» (*Рис. 3.15*) предназначено для добавления измерительных каналов из базы запрошенных данных в список каналов. Справа от меню «Фильтр» расположено поле, предназначенное для выбора групп измерительных каналов.



Рис. 3.15 Меню «Фильтр»

Активация параметра «Автообновление» (*Рис. 3.16*) осуществляет автоматическое обновление данных, отображаемых на графике.



Рис. 3.16 Параметра «Автообновление»

3.1.2 ***Список каналов***

Список каналов предназначен для выбора измерительных каналов, записи сигналов по которым следует отобразить на графике (*Рис. 3.17*). Для выбора измерительного канала следует активировать ячейку в соответствующем измерительному каналу поле. Также, напротив каждого измерительного канала отображается соответствующая ему единица измерения.

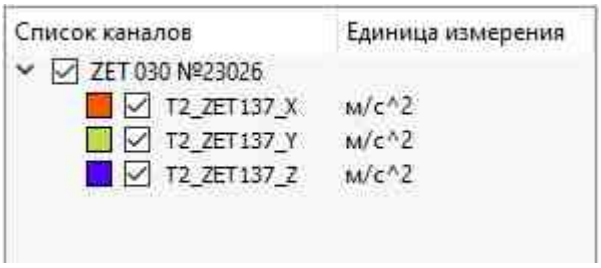


Рис. 3.17 Список каналов программы «Просмотр трендов»

<u>Примечание:</u> измерительные каналы отобразятся в списке только после выбора группы измерительных каналов из поля «Фильтр» (Рис. 3.30).

Ячейка, заполненная произвольным цветом, предназначена для выделения линии сигнала на графике уникальным цветом. Для установки цвета отображения линии сигнала необходимо левой клавишей мыши щелкнуть по ячейке с цветом, соответствующей измерительному каналу. В открывшемся окне «Выбор цвета» установить требуемый цвет и нажать кнопку «Ок» (*Рис. 3.18*).

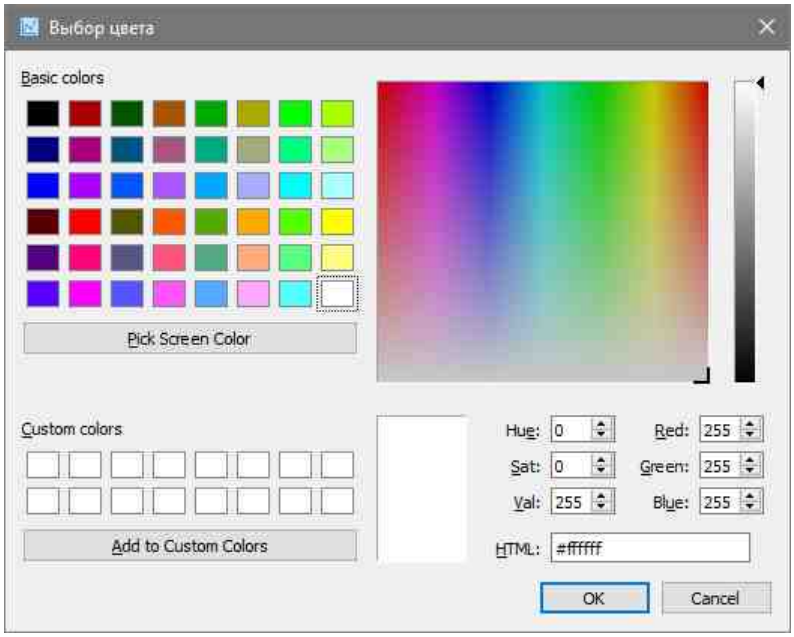


Рис. 3.18 Окно «Выбор цвета»

3.1.3 ***Графическая область***

Область предназначена для графического отображения изменений зарегистрированных параметров сигналов измерительных каналов, активированных в области «Список каналов» (*Рис. 3.19*).

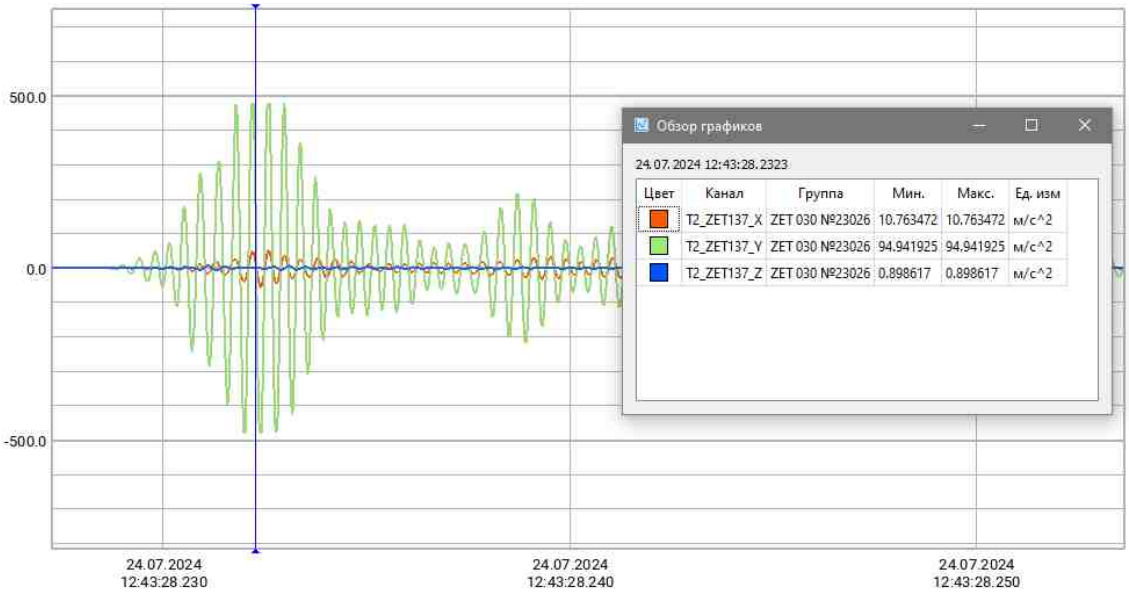


Рис. 3.19 Графическая область программы «Просмотр трендов»

Горизонтальная шкала – шкала времени, соответствует периоду отображаемых данных на графике по оси X.

Вертикальная шкала – амплитудная шкала, соответствует единицам измерения по измерительным каналам.

Маркер – вертикальная тонкая линия в области отображения. При наведении курсора в произвольную область графика и последующего нажатия левой клавиши мыши, отобразится маркер и откроется окно «Обзор графиков», содержащее информацию о времени, минимальной и максимальной амплитуде сигнала в точке пересечения маркера с сигналами измерительных каналов (*Рис. 3.20*).

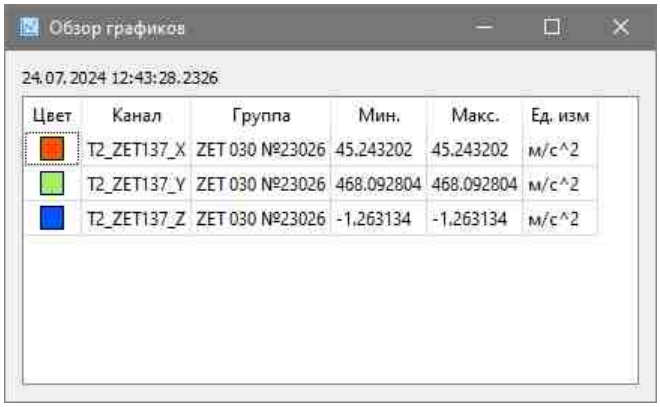


Рис. 3.20 Окно «Обзор графиков»

При просмотре графика можно увеличивать или уменьшать область отображения (масштаб) графика, изменять границы отображаемых данных при помощи указателя «мыши», при этом программа автоматически рассчитывает какое количество данных требуется запросить для построения детального отображения и с каким уплотнением.

Для изменения масштаба по оси времени необходимо навести курсор мышки в точку на графике, масштаб которой необходимо изменить, и вращением колеса мыши вперед-назад увеличивать или уменьшать масштаб отображения сигнала по оси времени.

Для изменения масштаба по оси амплитуд необходимо навести курсор мышки в область вертикальной шкалы до появления значка расширения и вращением колеса мыши вперед/назад увеличивать или уменьшать масштаб отображения сигнала по оси амплитуд.

Примечание: изменение масштаба по оси амплитуд доступно только в режимах просмотра – стандартный и сейсмограмма.

Для перемещения области отображения по оси времени необходимо навести курсор в область горизонтальной шкалы до появления значка → (конец шкалы) или ← (начало шкалы) и нажать левую клавишу «мыши».

Для перемещения области отображения по оси амплитуд необходимо навести курсор в область вертикальной шкалы до появления значка ↑ (конец шкалы) или ↓ (начало шкалы) и нажать левую клавишу «мыши».

Также для перемещения области отображения по осям времени и амплитуд можно навести курсор мышки в точку на графике, зажать левую клавишу «мыши» и перемещать график в требуемом направлении.

Для автоматического масштабирования вертикальной оси по зарегистрированному диапазону значений (отображаемому в пределах горизонтальной оси области графика) переместите указатель «мыши» на пересечение числовых осей, чтобы указатель принял вид  и нажмите левую клавишу «мыши».

3.2. Подключение к серверу данных

С панели управления программы «Просмотр трендов» активировать меню «Подключение». Открывшееся окно «Менеджер подключений» предназначено для подключения программы «Просмотр трендов» к серверу данных, на котором хранятся записи сигналов (*Рис. 3.21*).

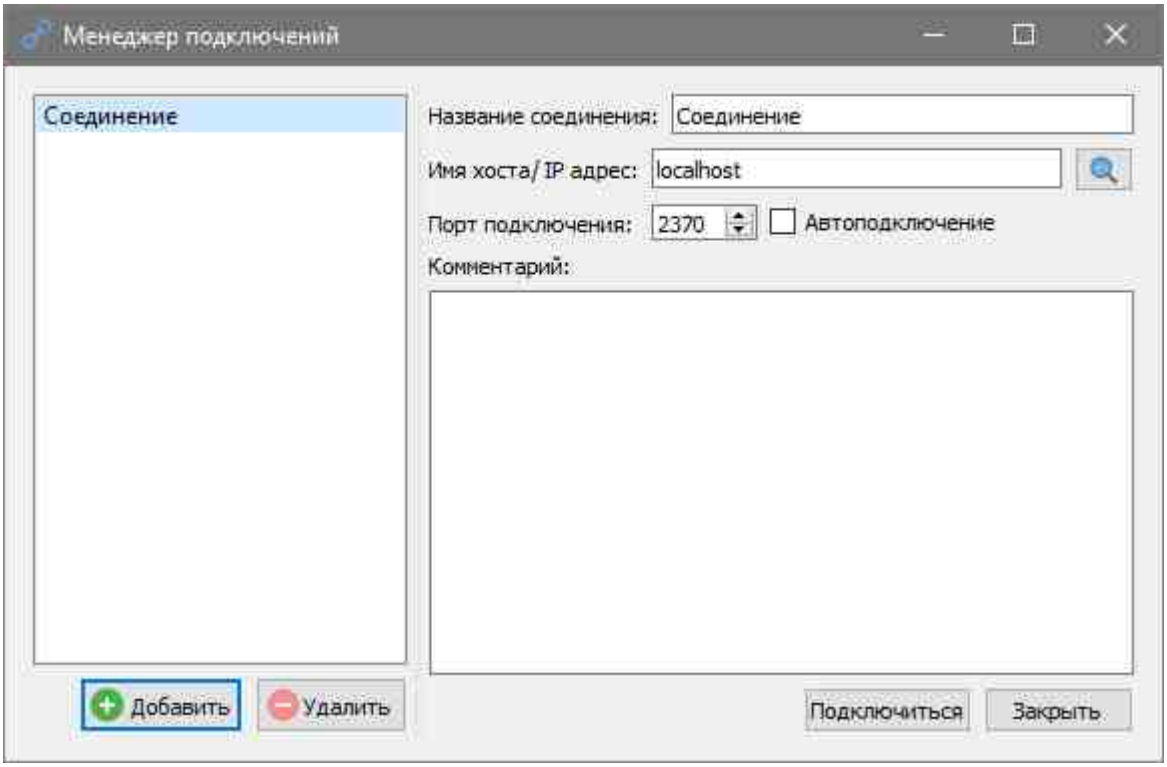


Рис. 3.21 Окно «Менеджер подключений»

В окне «Менеджер подключений» в поле «Имя хоста/IP адрес» ввести имя хоста или IP-адрес сервера сигналов. Если сигналы расположены на том же компьютере, с которого запущена программа «Просмотр трендов», то необходимо в поле «Имя хоста» указать значение «localhost» и установить порт подключения «2370».

В поле «Название соединения» ввести наименование сервера данных.

Отметка, установленная в поле «Автоподключение», активирует функцию автоматической загрузки трендов с заданного сервера данных при запуске программы «Просмотр трендов».

В поле «Комментарий» можно ввести дополнительную информацию о сервере данных, например информацию, идентифицирующую его назначение, положение и т.д.

Для поиска доступных серверов данных нажать кнопку с изображением  . В открывшемся окне «Автообнаружение» нажать кнопку «Поиск». По окончанию поиска отобразится список доступных серверов. Для выбора определенного сервера нажать кнопку «Использовать» в соответствующей строке (*Рис. 3.22*).

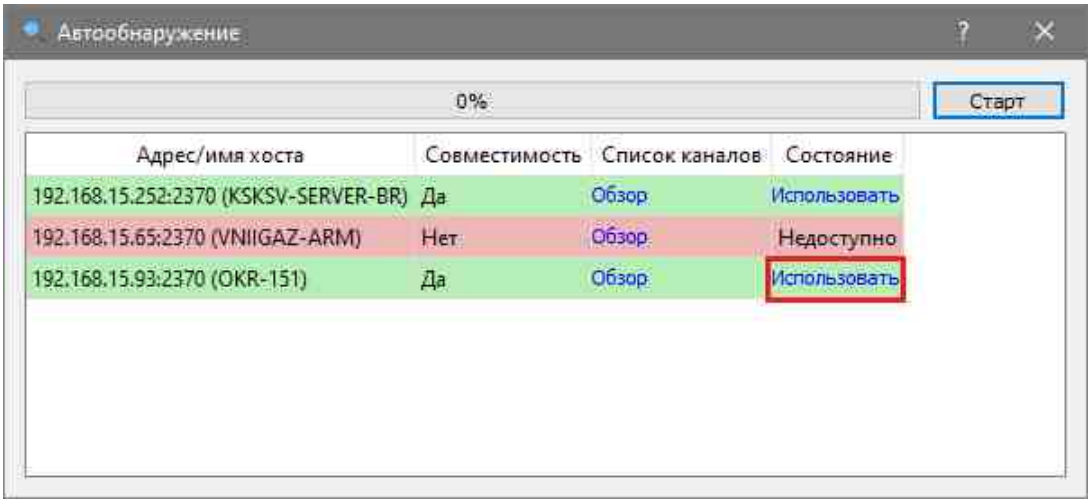


Рис. 3.22 Окно «Автообнаружение»

В программе «Менеджер подключений» реализована возможность добавления нескольких шаблонов подключения к серверам данных. Для добавления шаблона необходимо сначала задать параметры сервера данных после чего нажать кнопку «Добавить» (*Рис. 3.23*).



Рис. 3.23 Кнопка «Добавить»

Созданный сервер отобразится в списке серверов данных (*Рис. 3.24*).

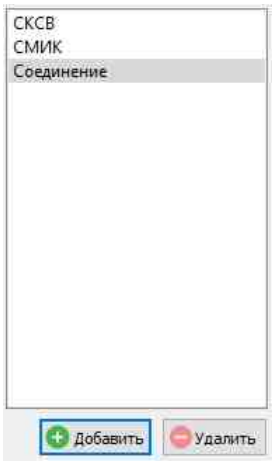


Рис. 3.24 Список серверов данных

Для подключения к серверу данных выделить в списке нужный сервер и нажать кнопку «Подключиться».

После подключения к серверу данных откроется окно «Сервер сигналов», в котором при успешном подключении должна отобразиться информация о подключении клиента (*Рис. 3.25*)

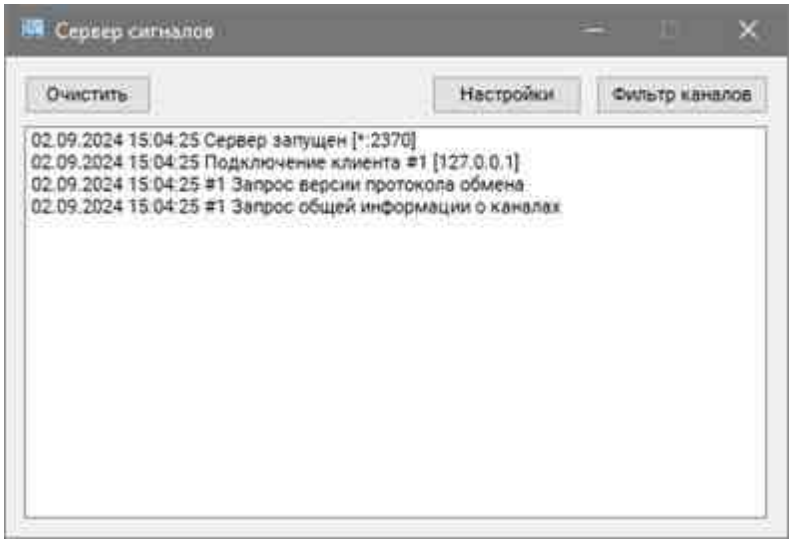


Рис. 3.25 Окно «Сервер сигналов»

Нажать кнопку «Фильтр каналов» для настройки списка измерительных каналов. В открывшемся окне «Список каналов» задействовать необходимые измерительные каналы и нажать кнопку «Ок» (*Рис. 3.26*). В дальнейшем задействованные измерительные каналы станут доступны для выбора в списке каналов окна «Фильтр каналов» (*Рис. 3.28*).

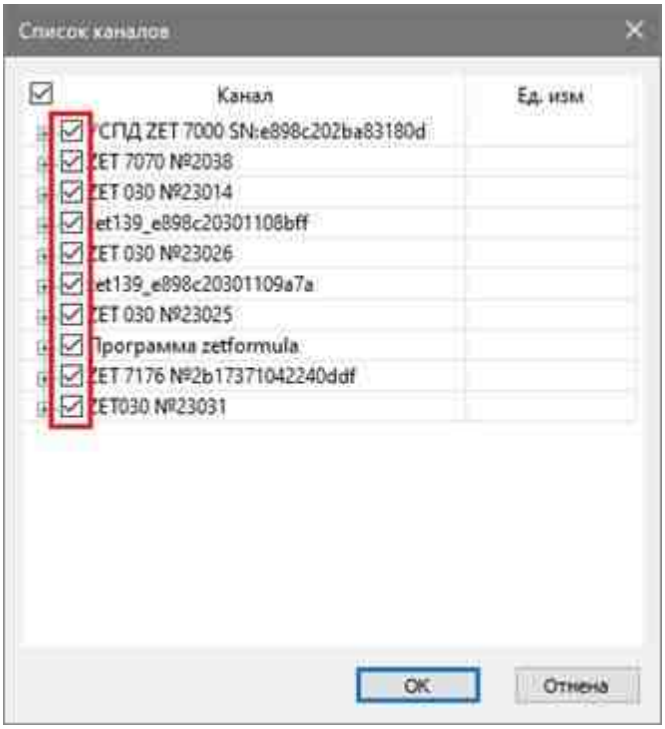


Рис. 3.26 Список каналов

Свернуть окно «Сервер сигналов» нажав кнопку .

3.3. Работа с программным обеспечением

После подключения к серверу данных в главном меню программы «Просмотр трендов» нажать меню «Фильтр» (*Рис. 3.27*).



Рис. 3.27 Меню «Фильтр»

В открывшемся окне «Фильтр каналов» отобразится список доступных измерительных каналов (*Рис. 3.28*).

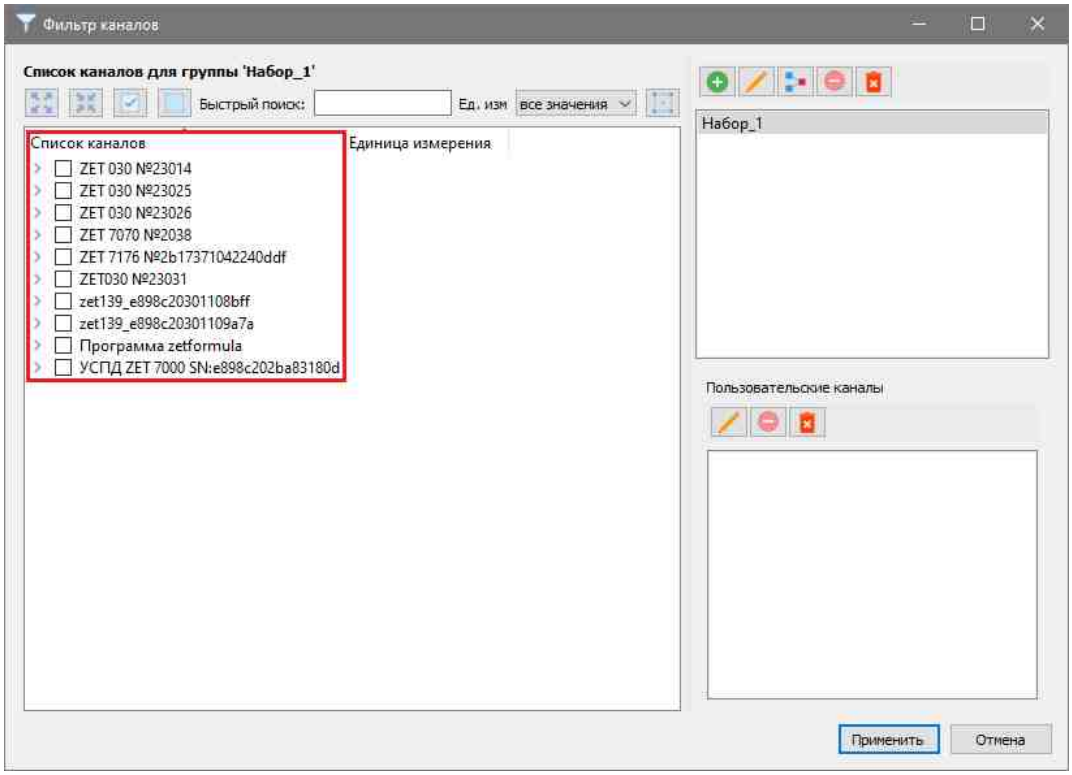


Рис. 3.28 Окно «Фильтр каналов»

В окне «Фильтр каналов» нажать кнопку «Добавить группу» (*Рис. 3.29*).



Рис. 3.29 Кнопка «Добавить группу»

В открывшемся окне «Добавление группы» ввести наименование группы каналов и нажать кнопку «Ок» (*Рис. 3.30*).

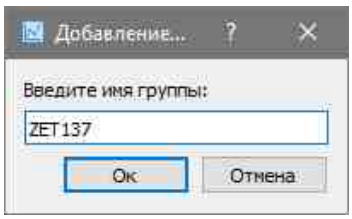


Рис. 3.30 Окно «Добавление группы»

В окне с перечнем групп выделить ранее созданную группу, после чего из списка доступных измерительных каналов активировать необходимые измерительные каналы и нажать кнопку «Применить» (*Рис. 3.31*).

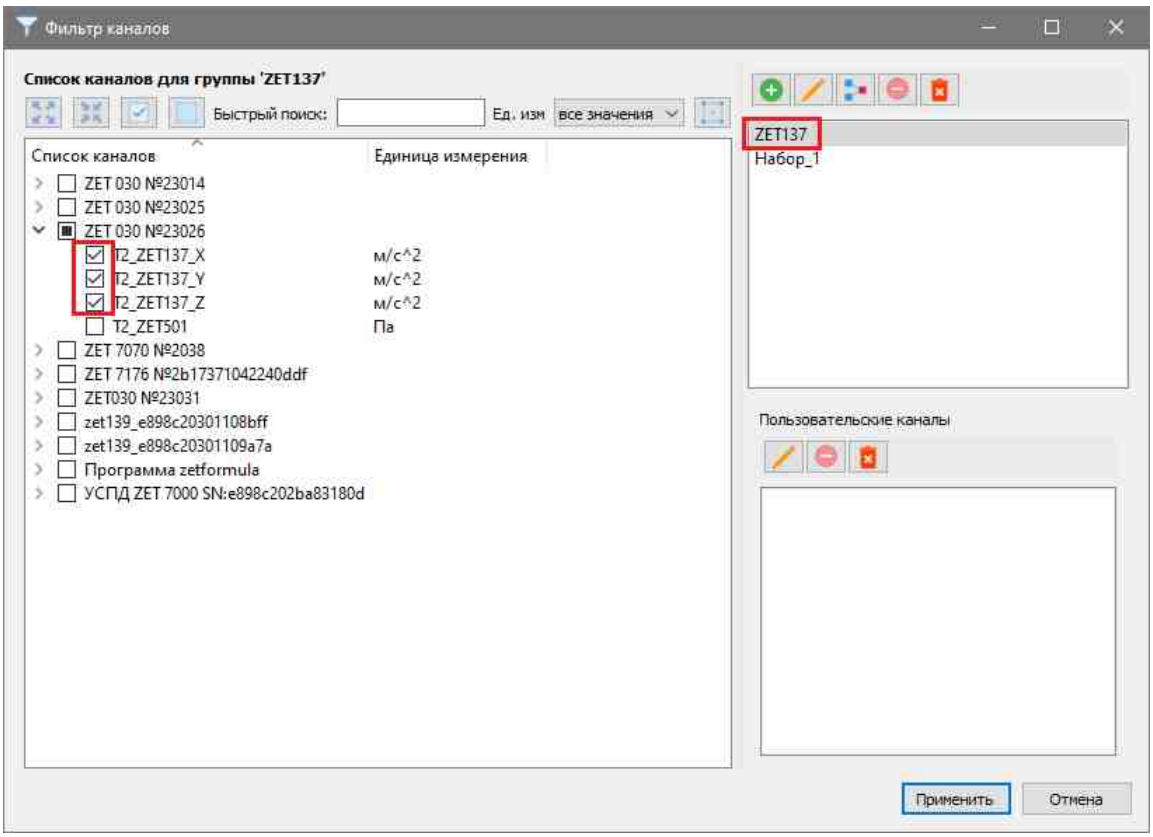


Рис. 3.31 Окно «Фильтр каналов»

В главном меню программы «Просмотр трендов» нажать поле с списком доступных групп и выбрать из списка ранее созданную группу, либо несколько групп (*Рис. 3.32*).

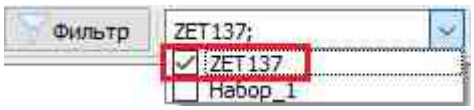


Рис. 3.32 Выбор группы каналов

В списке каналов отобразятся измерительные каналы выбранной группы. Активировать ячейки в полях измерительных каналов, данные по которым которые требуется отобразить на графике (*Рис. 3.33*).



Рис. 3.33 Выбор каналов из списка

На графике отобразятся зарегистрированные данные по выбранным измерительным каналам (*Рис. 3.34*).

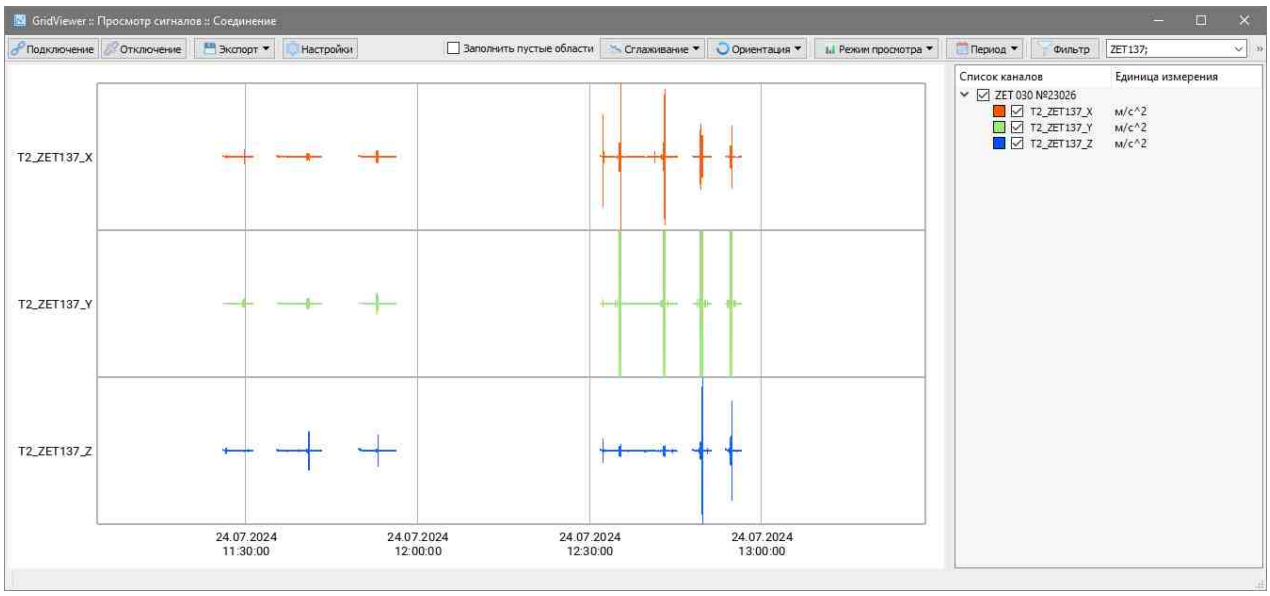


Рис. 3.34 Окно программы «Просмотр трендов»

В главном меню программы «Просмотр трендов» нажать вкладку «Период» и выбрать границы отображаемых данных на графике по оси X. Также следует воспользоваться элементами управления графика для масштабирования и детализации необходимого фрагмента сигнала (*Рис. 3.35*).

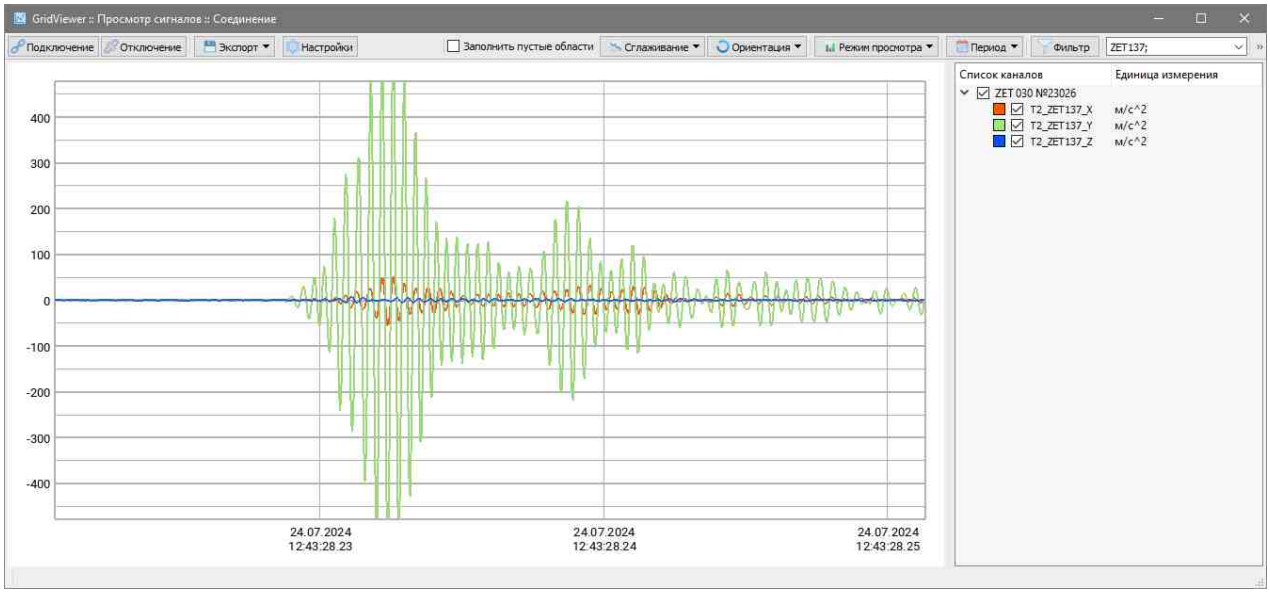


Рис. 3.35 Окно программы «Просмотр трендов» - масштабирование

При необходимости можно изменить режим отображения графиков (*Рис. 3.36*), выбрав необходимый режим из вкладки «Режим просмотра» главного меню программы «Просмотр трендов».

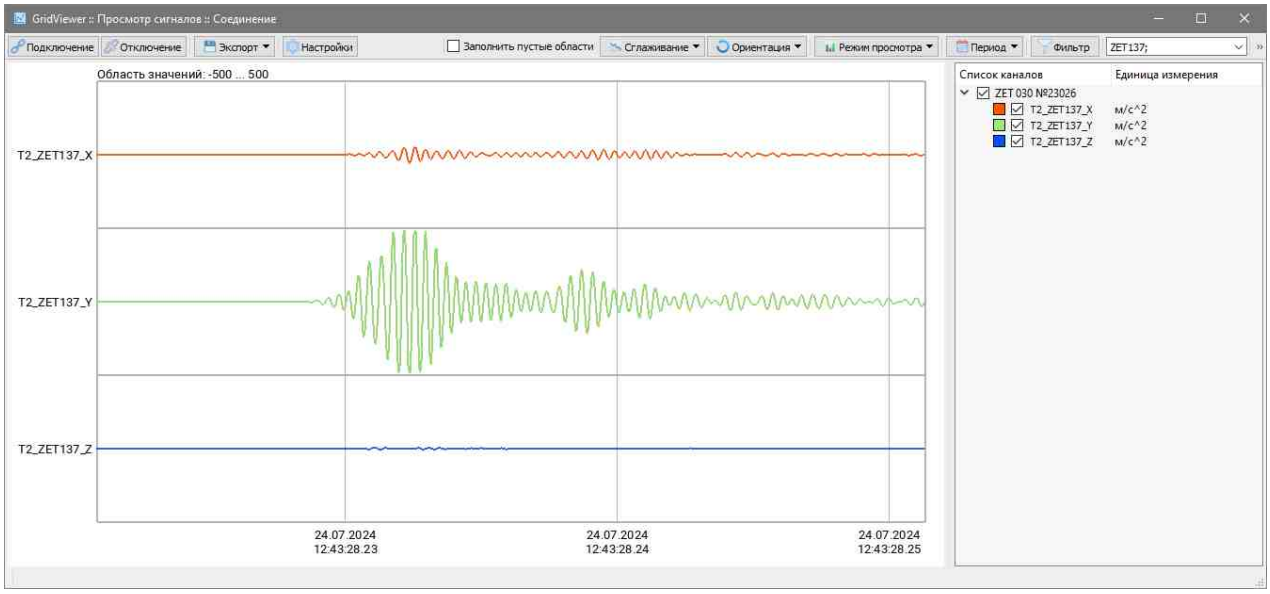


Рис. 3.36 Окно программы «Просмотр трендов» - режим просмотра «Сейсмограмма»

Для сохранения результатов просмотра необходимо из главного меню программы «Просмотр трендов» открыть вкладку «Экспорт» и воспользоваться одним из предложенных

вариантов сохранения результатов в форматах: ANA/ANP, CSV, XLSX, DTU, MSEED, SEGY, PNG.

Просмотр исторических событий .....

Данная программа **Просмотр исторических событий** входит в состав базового программного обеспечения ZETLAB и позволяет осуществлять просмотр и анализ исторических событий, записанных при помощи программного обеспечения ZETLAB за долгосрочный период времени.

Запуск программного обеспечения **Просмотр исторических событий** осуществляется из меню «Регистрация» панели ZETLAB.

Поддерживаемое оборудование .....

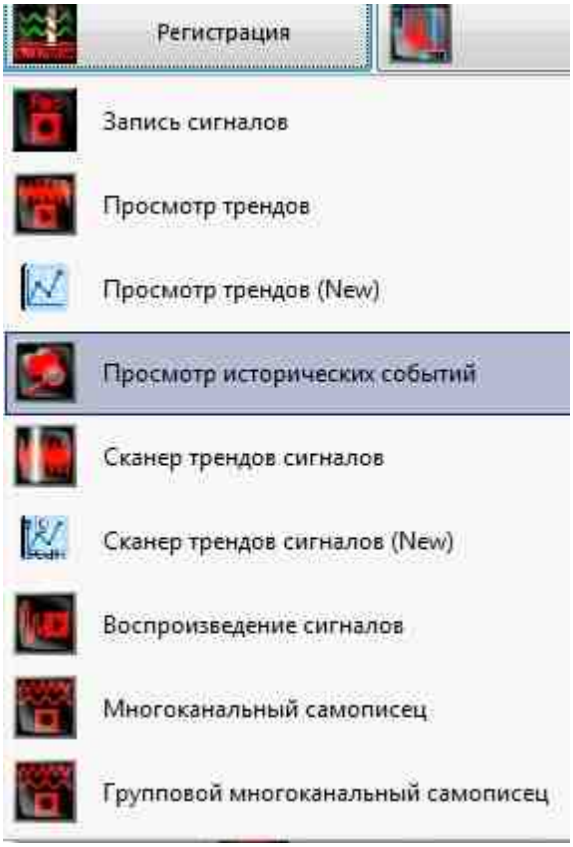
Программа **Просмотр исторических событий** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Просмотр исторических событий входит в группу программ **Регистрация**

Интерфейс программы .....

Программа **Просмотр исторических событий** запускается из меню **Регистрация** панели **ZETLAB**.

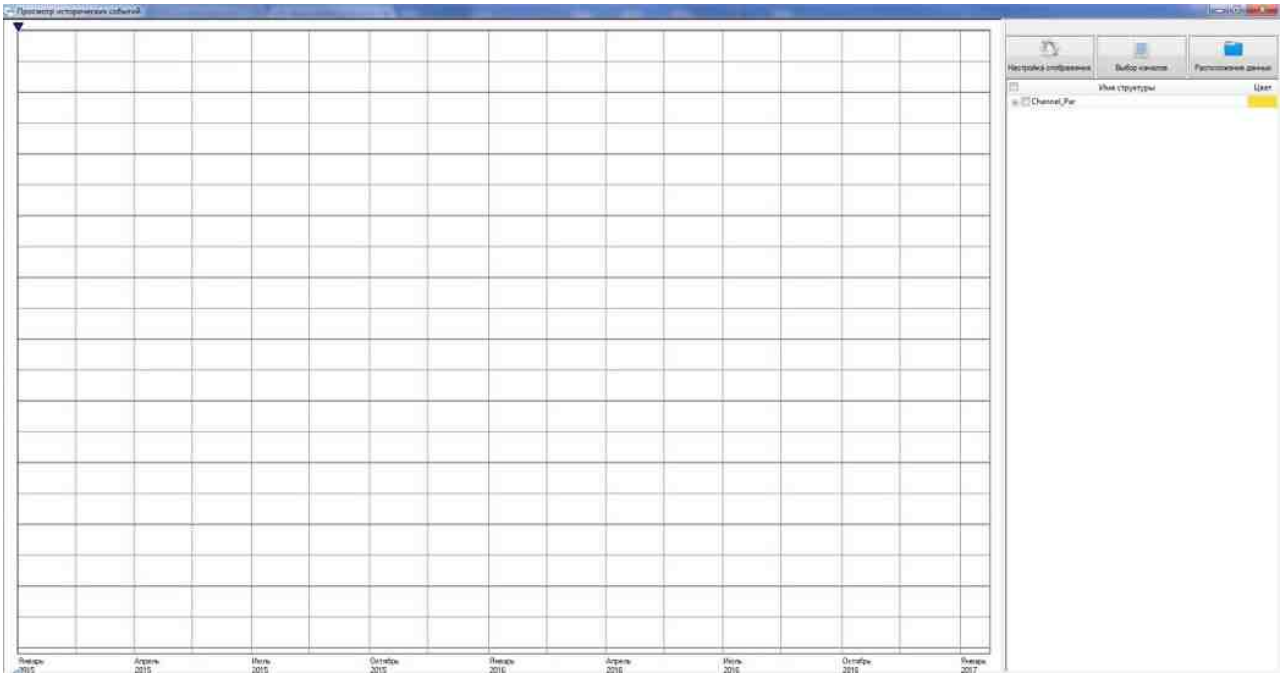


Запуск Просмотр исторических событий

Данная программа входит в состав базового программного обеспечения ZETLAB и позволяет осуществлять просмотр и анализ исторических событий, записанных при помощи программного обеспечения ZETLAB за долгосрочный период времени.

Программа Просмотр исторических событий состоит из нескольких рабочих областей:

- Меню быстрого доступа;
- Таблица с выбором записанных структур;
- Сетка для графического отображения событий.



Меню быстрого доступа

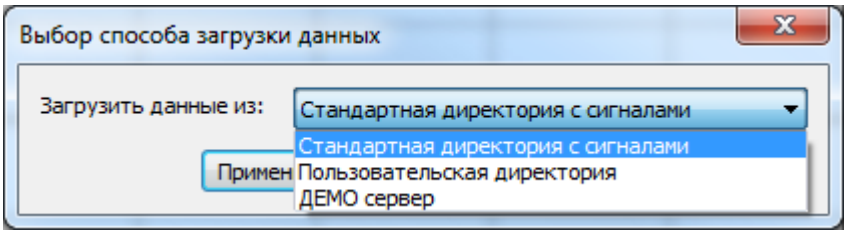
Меню представляет собой набор «горячих» функций, предназначенных для оперативного управления настройками программы «Просмотр исторических событий». Внешний вид рабочей области «Меню быстрого доступа» представлен на рисунке.



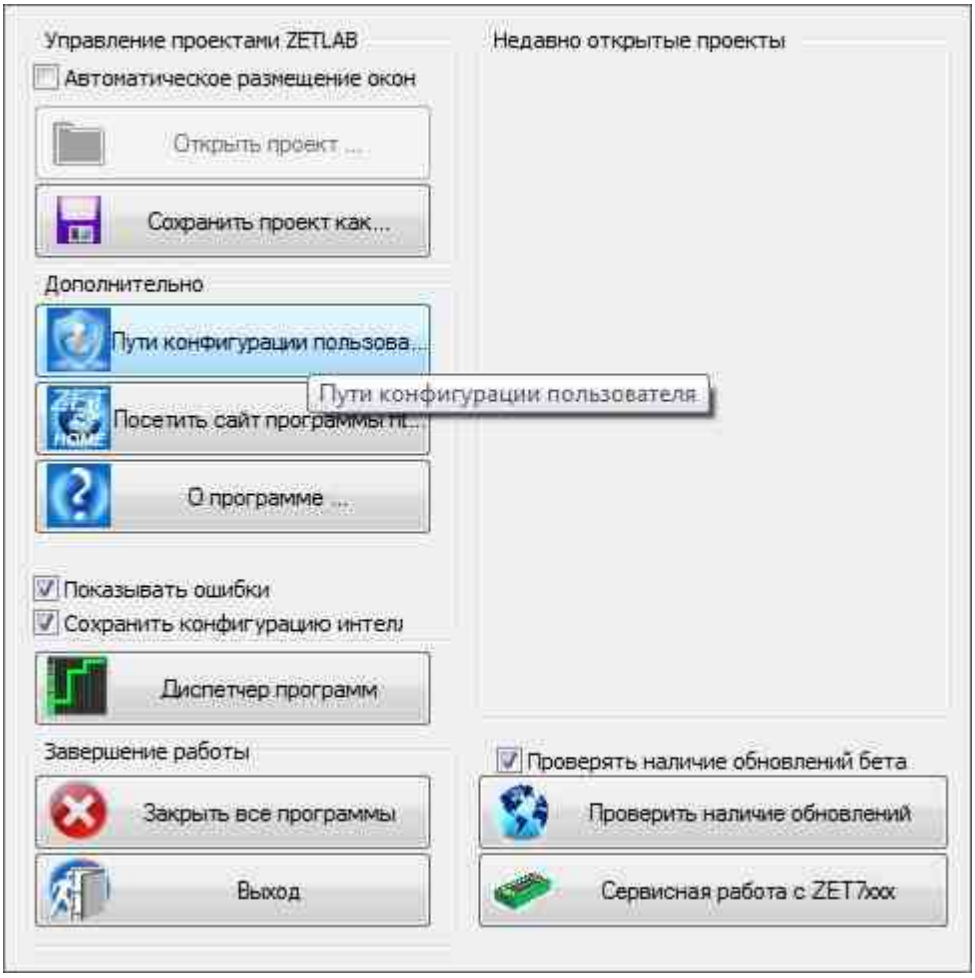
Расположение данных

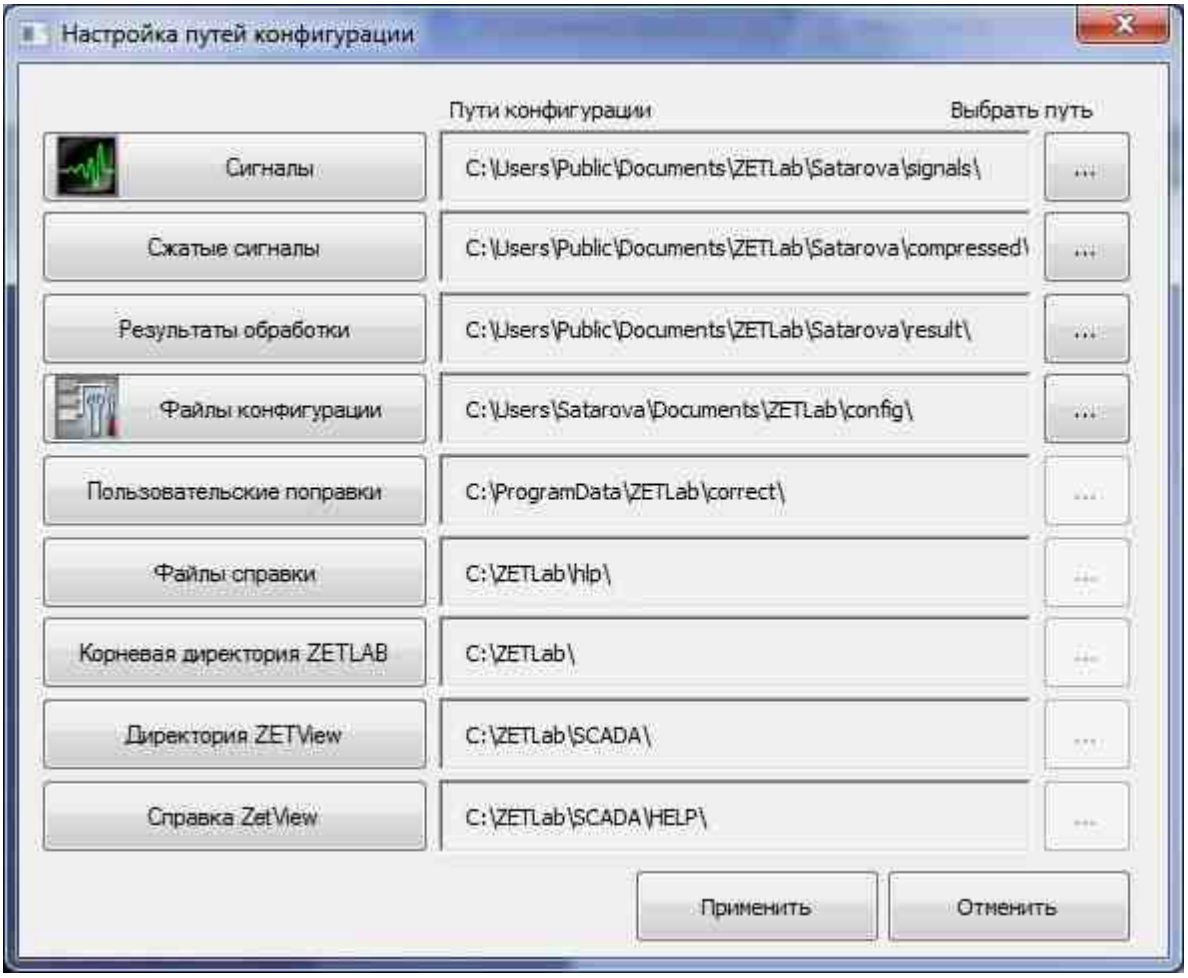
Кнопка «Расположение данных» позволяет выбрать директорию, из которой будут загружены записанные данные. Для выбора доступны 3 варианта:

- Стандартная директория с сигналами;
- Пользовательская директория;
- ДЕМО сервер.

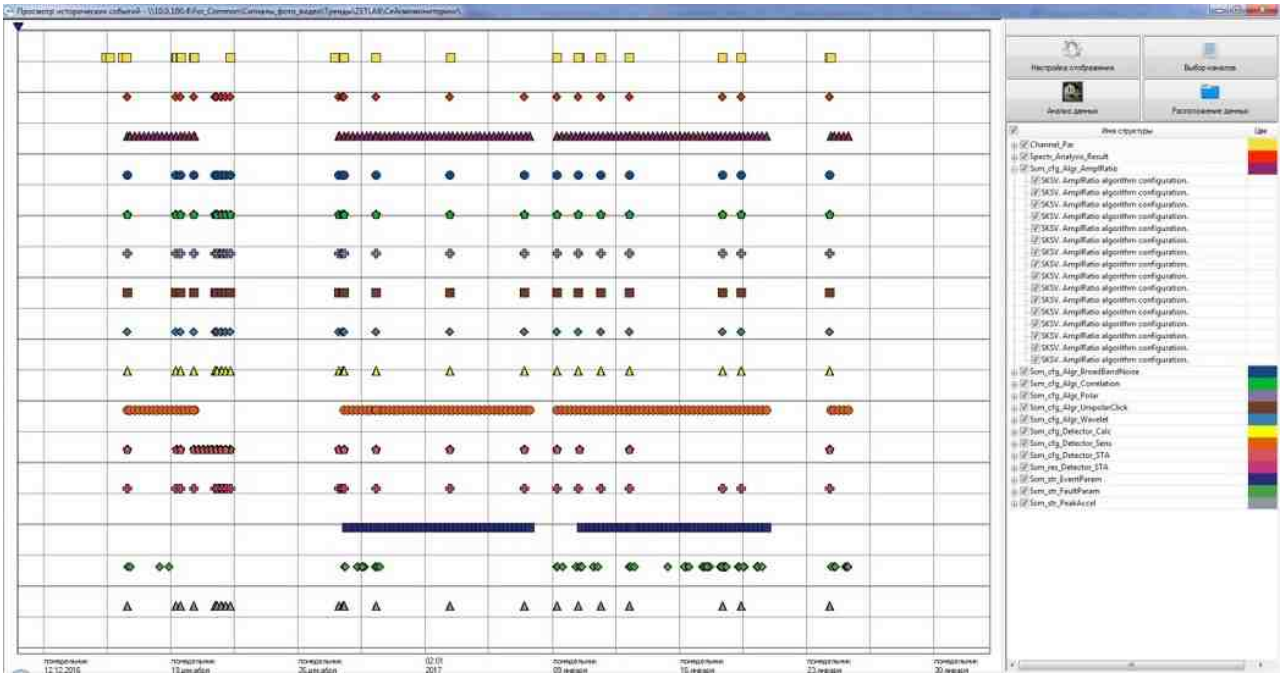


Стандартная директория с сигналами задаётся в главном меню ZETPanel при активации кнопки «Пути конфигурации пользователя»


Управление проектами ZETLAB
Автоматическое размещение окон
Открыть проект ...
Сохранить проект как...
Дополнительно
Пути конфигурации пользова...
Пути конфигурации пользователя
Посетить сайт программы nt...
О программе ...
Показывать ошибки
Сохранить конфигурацию интел
Диспетчер программ
Завершение работы
Закрыть все программы
Выход
Недавно открытые проекты
Проверять наличие обновлений бета
Проверить наличие обновлений
Сервисная работа с ZET7xxx



При выборе директории «ДЕМО сервер» будут загружены данные с ДЕМО сервера ZELAB, записанные при мониторинге здания центрального офиса компании.
После выбора директории расположения файлов в области отображения записанных структур появится таблица с перечислением всех записанных данных, а на сетке отобразится графическая информация, соответствующая выбранным сигналам.

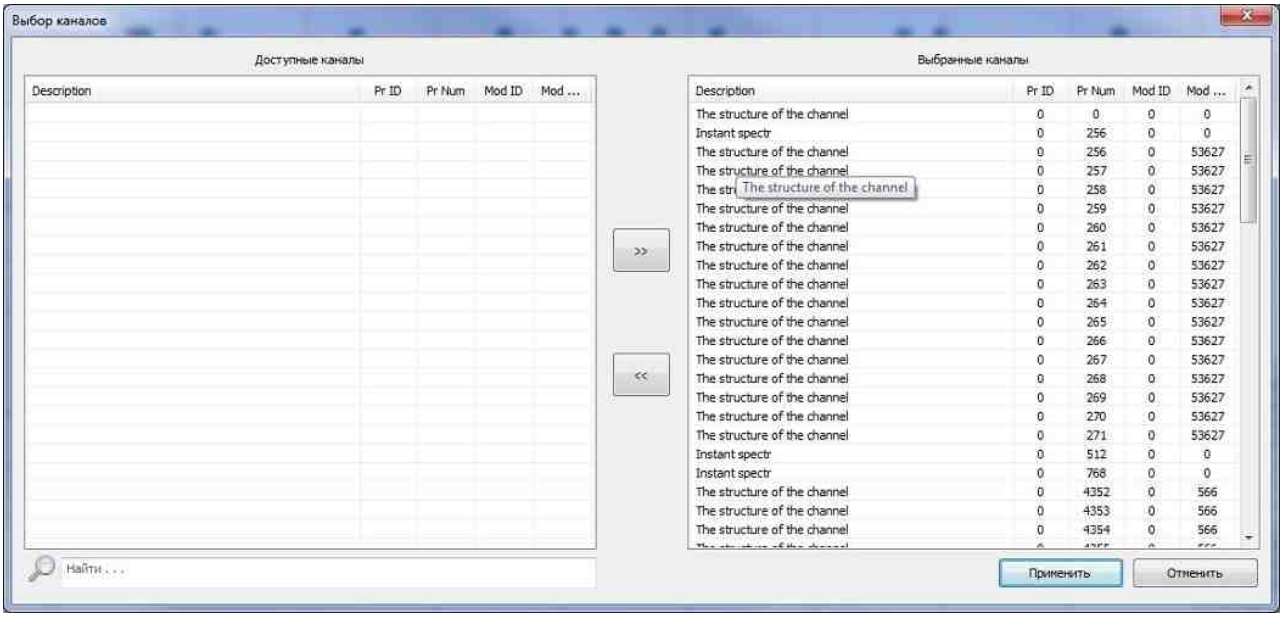


Выбор каналов

Для выбора данных, которые будут отображаться на сетке необходимо активировать кнопку «Выбор сигналов».
После нажатия кнопки откроется окно функции «Выбор сигналов», состоящее из:

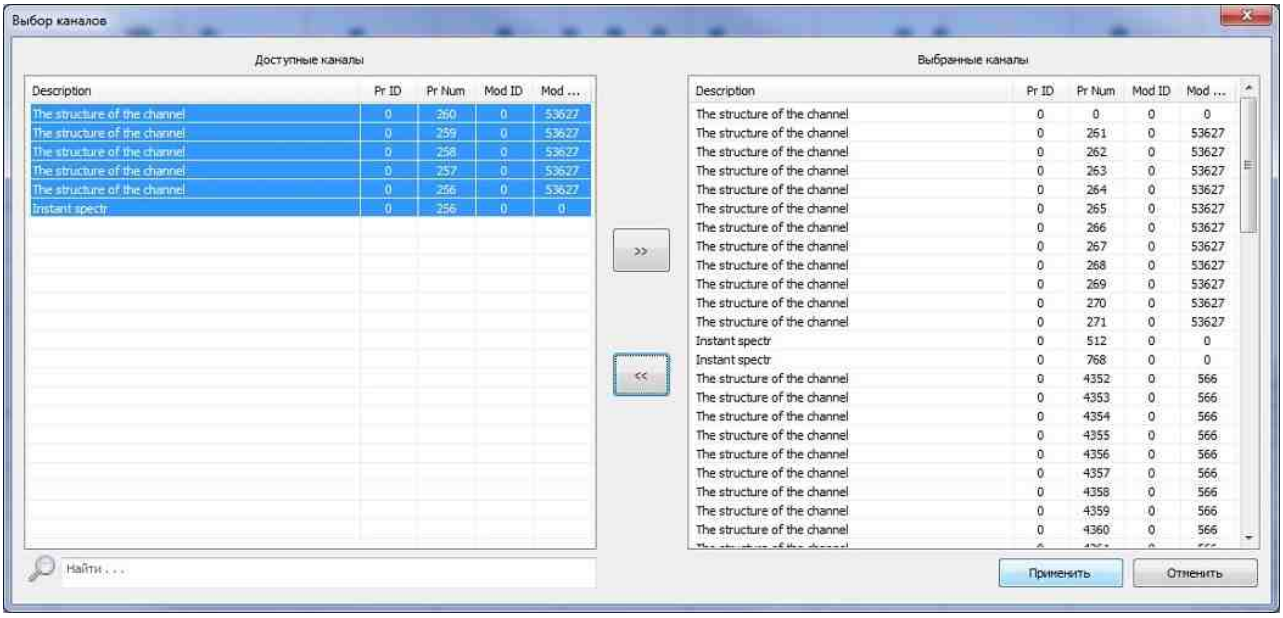
- таблиц со списком доступных и выбранных каналов;
- поля с поиском каналов.

Выбранные каналы будут отображаться в рабочей области «Таблица с выбором записанных структур» программы «Просмотр исторических событий».



В таблице «Выбранные каналы» отображаются те каналы, которые выбирает пользователь для анализа их на сетке. В таблице «Доступные каналы» отображается полный список каналов, запрошенных от сервера данных. Для перемещения каналов между списками

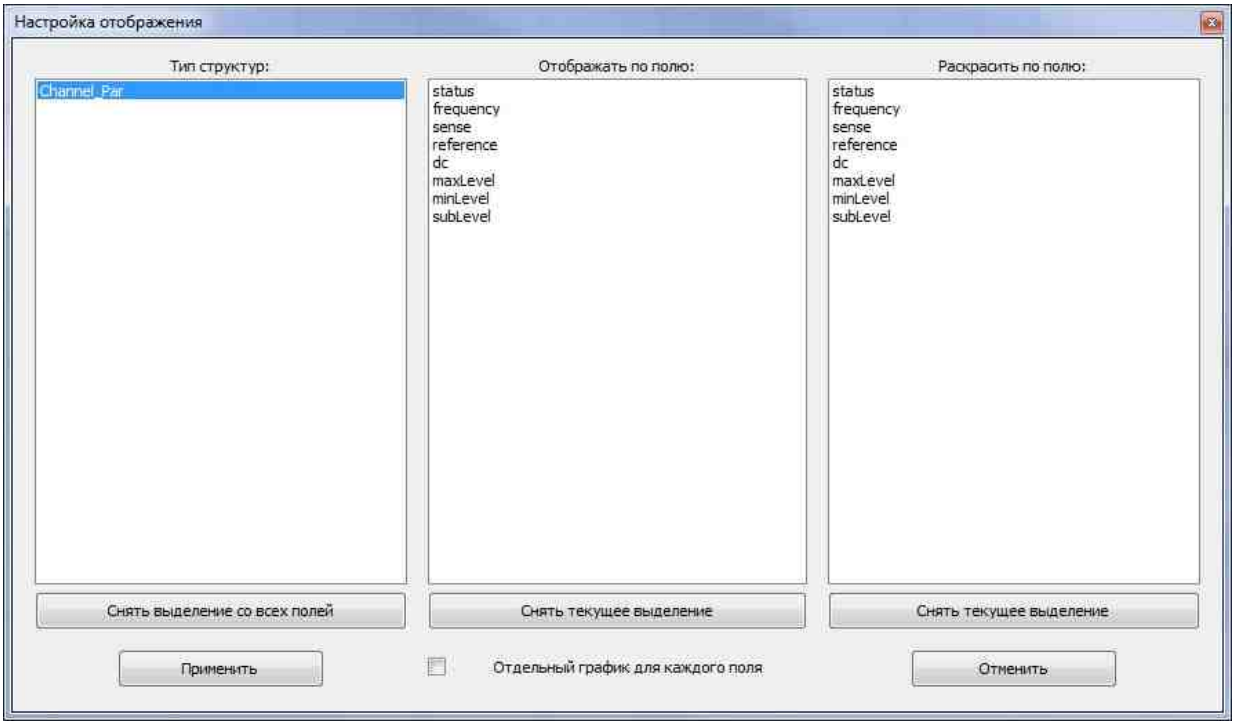
предназначены кнопки « » и « ». Для перемещения канала необходимо выделить его в списке и нажать соответствующую кнопку. Для перемещения группы каналов необходимо выделить каналы при помощи зажатой клавиши «Ctrl» или «Shift» и нажать соответствующую кнопку.
Поле с поиском позволяет найти и выделить канал или группу каналов по заданному запросу.



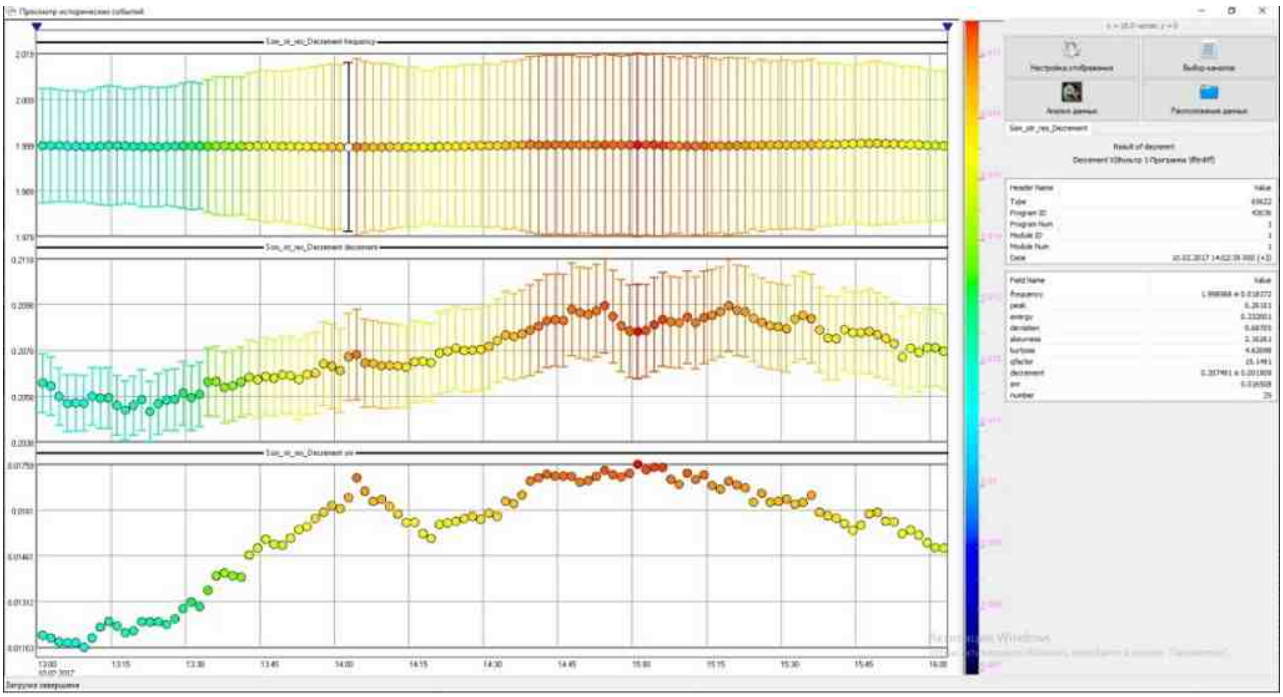
Настройка отображения

Кнопка «Настройка отображения» позволяет вызвать окно для задания параметров отображения структур на сетке. Окно состоит из нескольких рабочих областей:

- Тип структур — выбор определённых структур для отображения на сетке и анализа данных;
- Отображать по полю — выбор значения по оси Y (по оси X всегда отображается дата записанной структуры);
- Раскрасить по полю — выбор поля, к которому будет применена цветовая индикация.

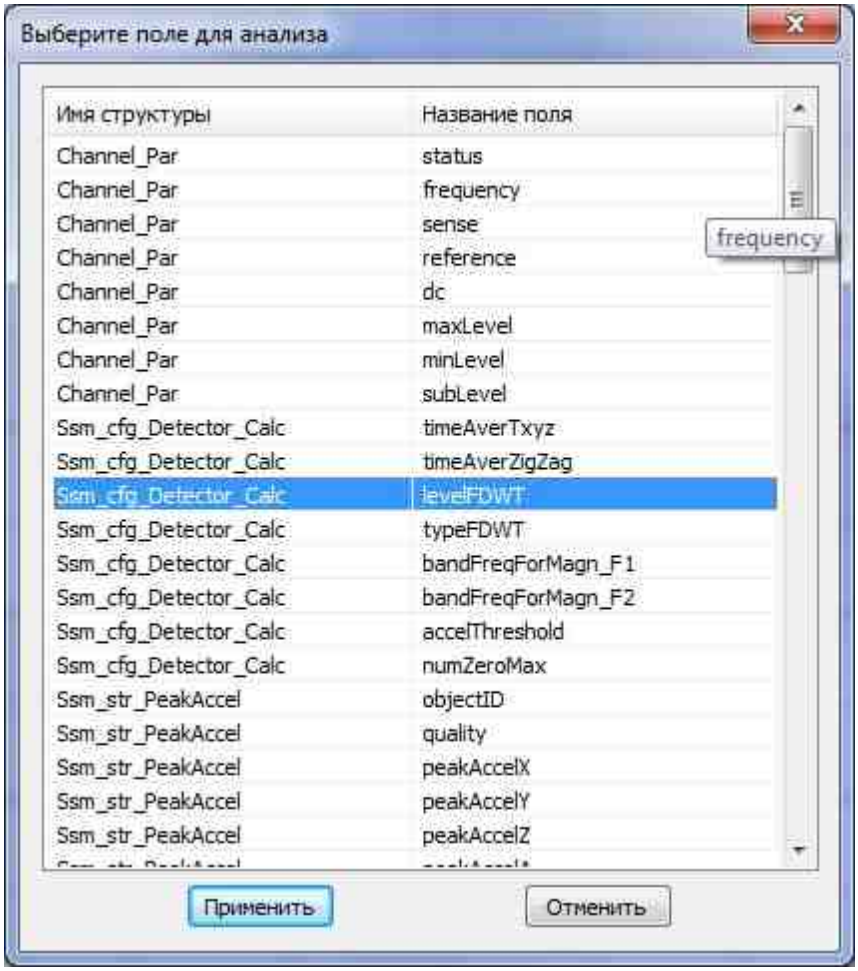


При необходимости отображать график для каждого поля, следует установить галочку в соответствующей ячейке «Отдельный график для каждого поля».
После настройки отображения на сетке и в поле отображения доступных каналов появится более детальная информация о выбранной структуре данных.



Анализ данных

Активация кнопки «Анализ данных» открывает окно для выбора поля, анализ которого следует произвести.



После активации кнопки «Применить» откроется новое окно, где в графическом виде будут представлены результаты анализа структур выбранного поля. В зависимости от типа структур графическое отображение будет разным, например, для спектра будет отображаться спектрограмма.

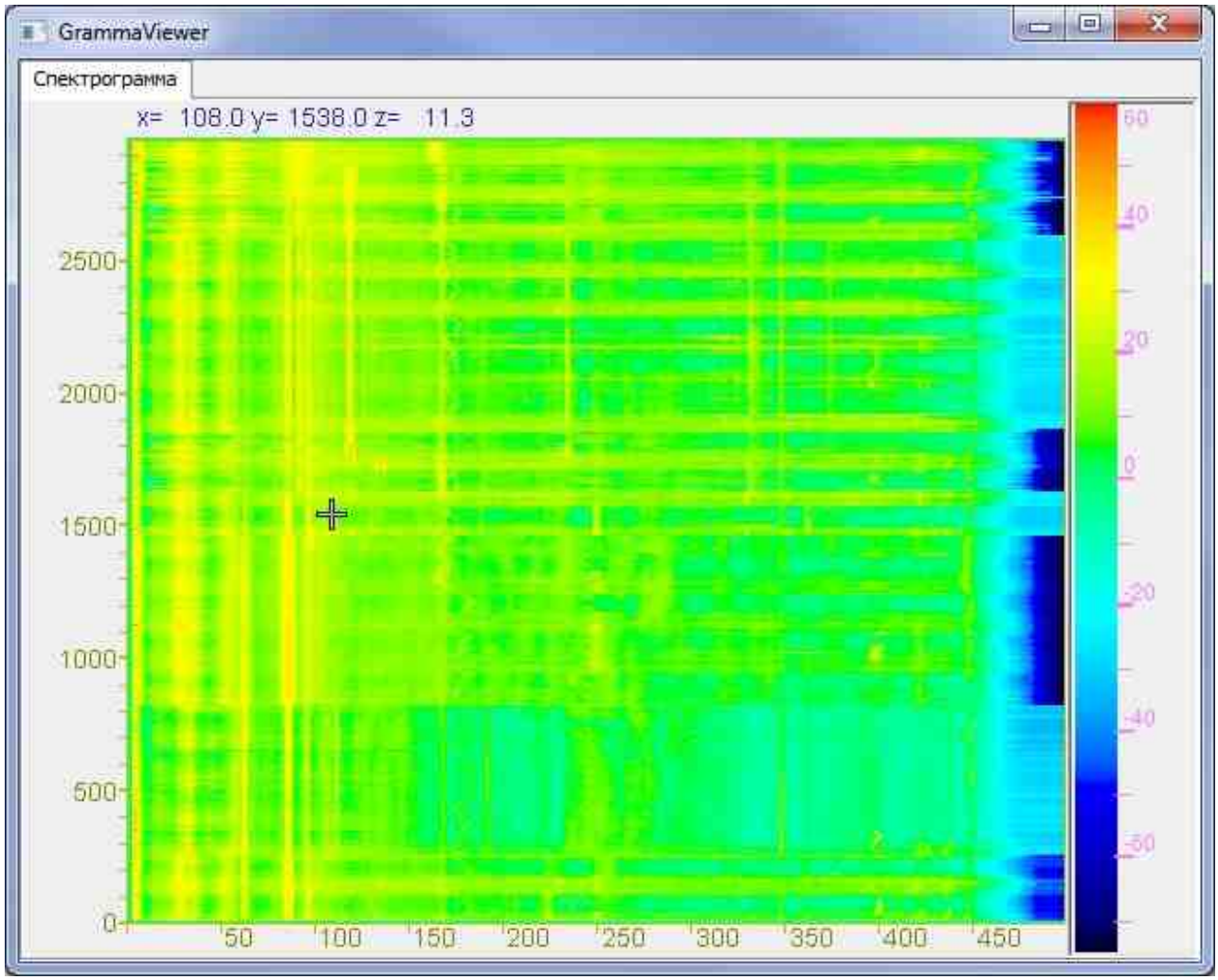
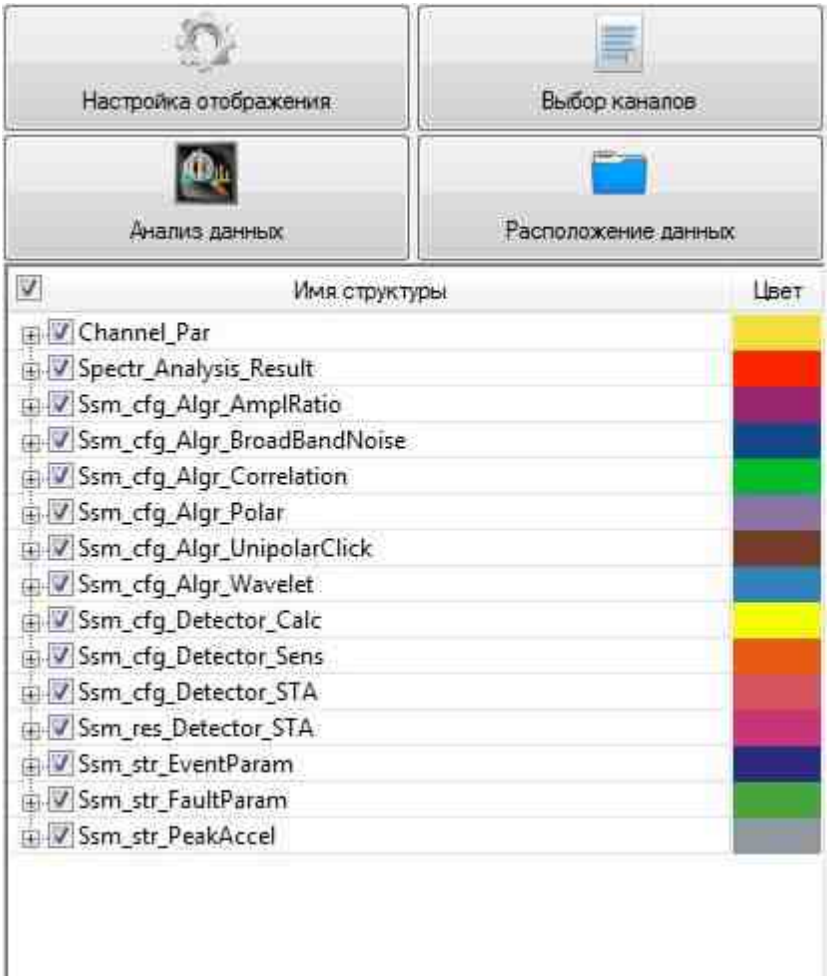


Таблица с выбором записанных структур

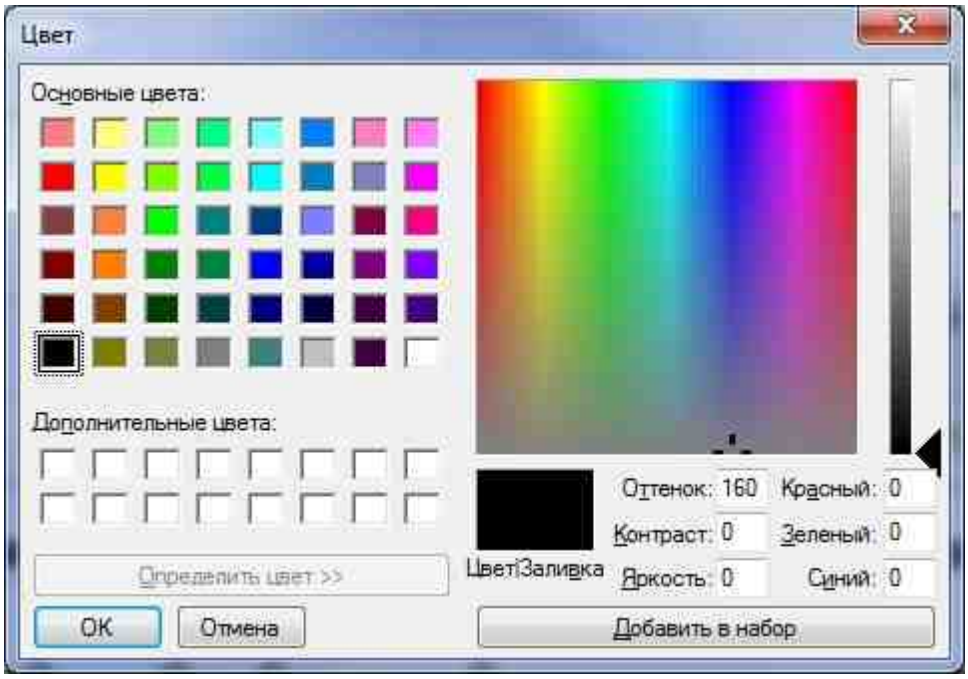
Таблица предназначена для выбора структур, записи сигналов которых будут отображаться на сетке. Также таблица содержит дополнительную информацию по выбранным структурам.



Для отображения на сетке записи сигналов определенной структуры необходимо установить галочку в ячейке, расположенной слева от её имени. Чтобы выключить отображение необходимо убрать соответствующую галочку.

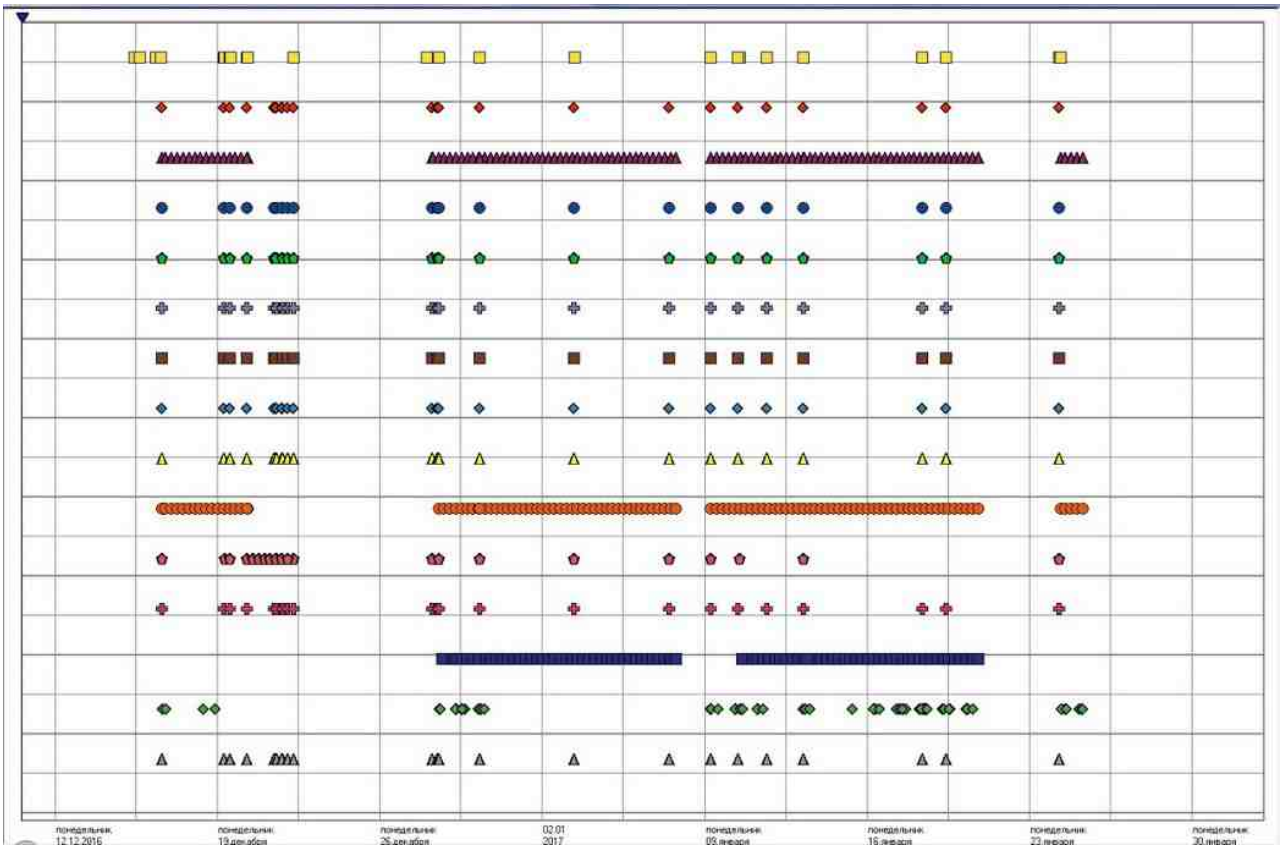
При необходимости отображения на сетке всех структур необходимо установить галочку в ячейке, расположенной слева от названия столбца «Имя структуры». Чтобы выключить отображение всех структур необходимо убрать данную галочку.

Столбец «Цвет» предназначен для выделения уникальными цветами записей сигналов структур на сетке. Для того, чтобы установить цвет отображения сигналов по заданной структуре необходимо левой кнопкой мыши щелкнуть по ячейке, расположенной в столбце «Цвет», напротив соответствующей структуры. В открывшемся окне «Цвет» установить желаемый цвет и активировать кнопку «Ок».

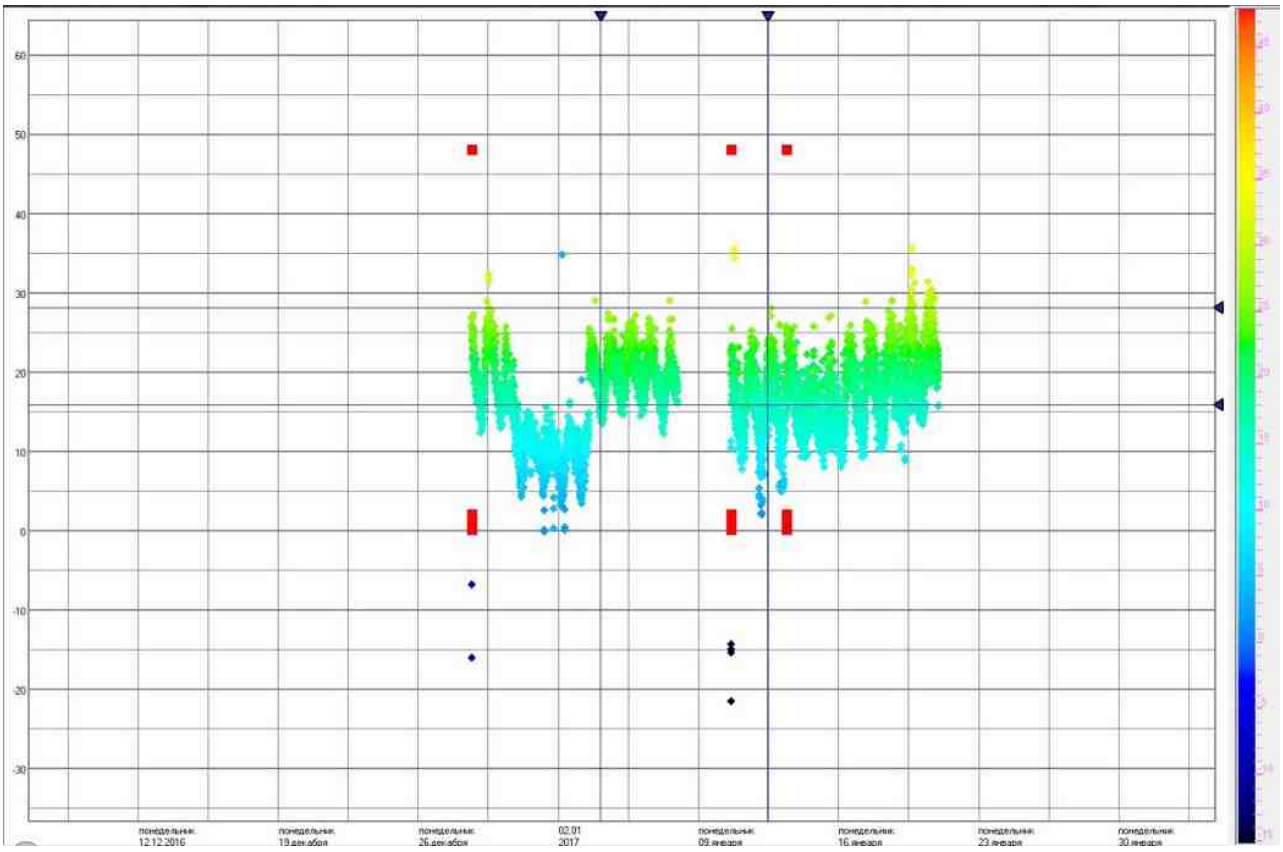


Сетка

После выбора активных структур на сетке отобразятся выбранные типы данных. Каждому типу данных соответствует определенная фигура. Цвет для фигур пользователь может выбирать по желанию.



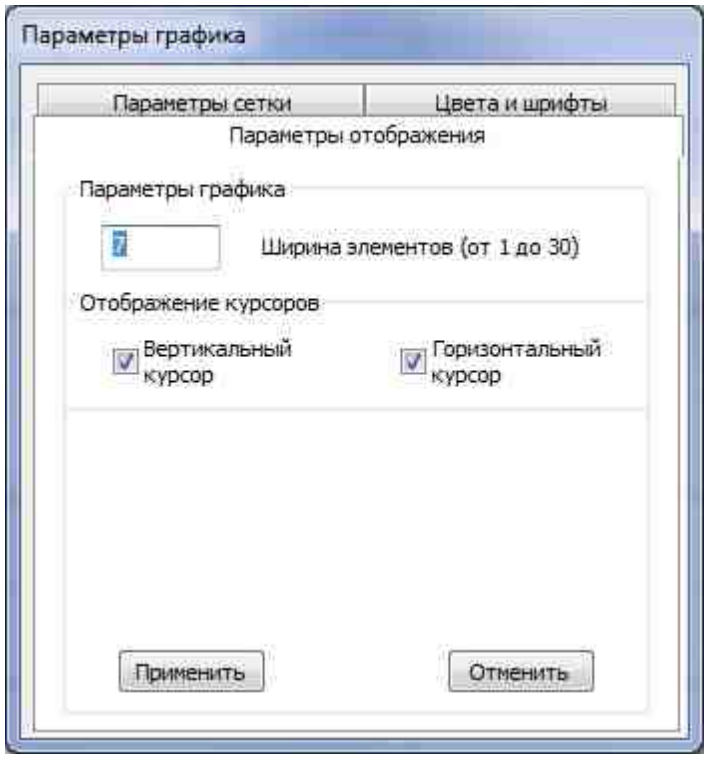
Область отображения – область отображения сигналов активных структур.
Горизонтальная шкала – шкала времени, отображает период времени, в который были записаны сигналы активных структур.
Вертикальная шкала – амплитудная шкала по значению, установленному функцией «Настройка отображения». В режиме просмотра всех событий вертикальная шкала не имеет значений.
Маркеры – 4 линии в области отображения (2 горизонтальные и 2 вертикальные). Перемещение маркера осуществляется нажатием и удержанием левой кнопки мышки в области отображения. Горизонтальные маркеры доступны только в режиме просмотра определённых записей, с заданным значением по вертикальной шкале.

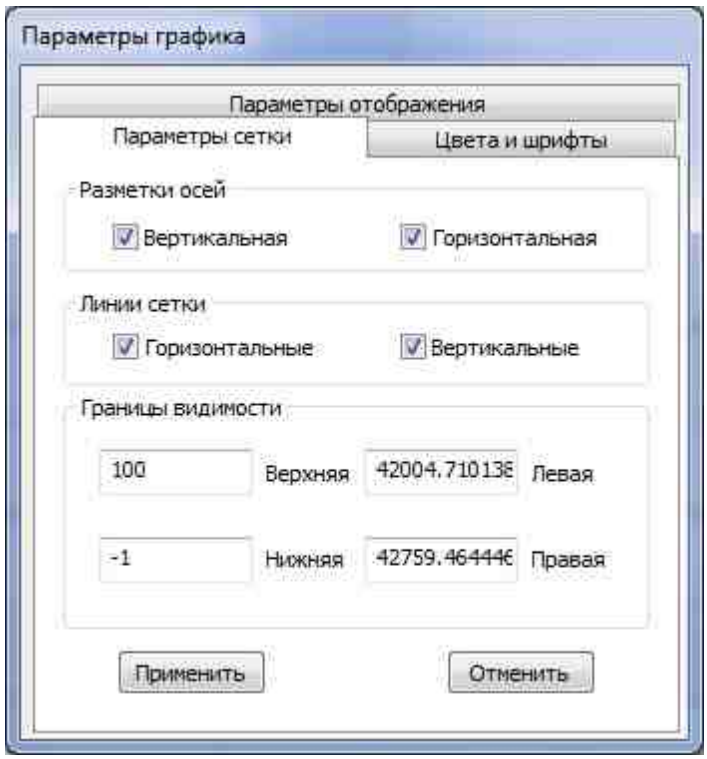


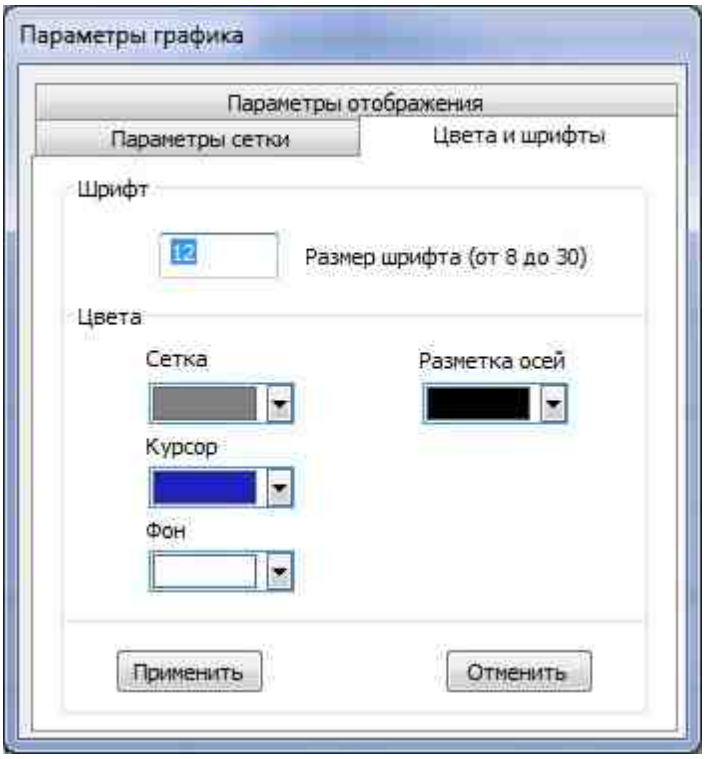
Информация об амплитуде и времени, в области пересечения маркеров, отображается выше Меню быстрого доступа:



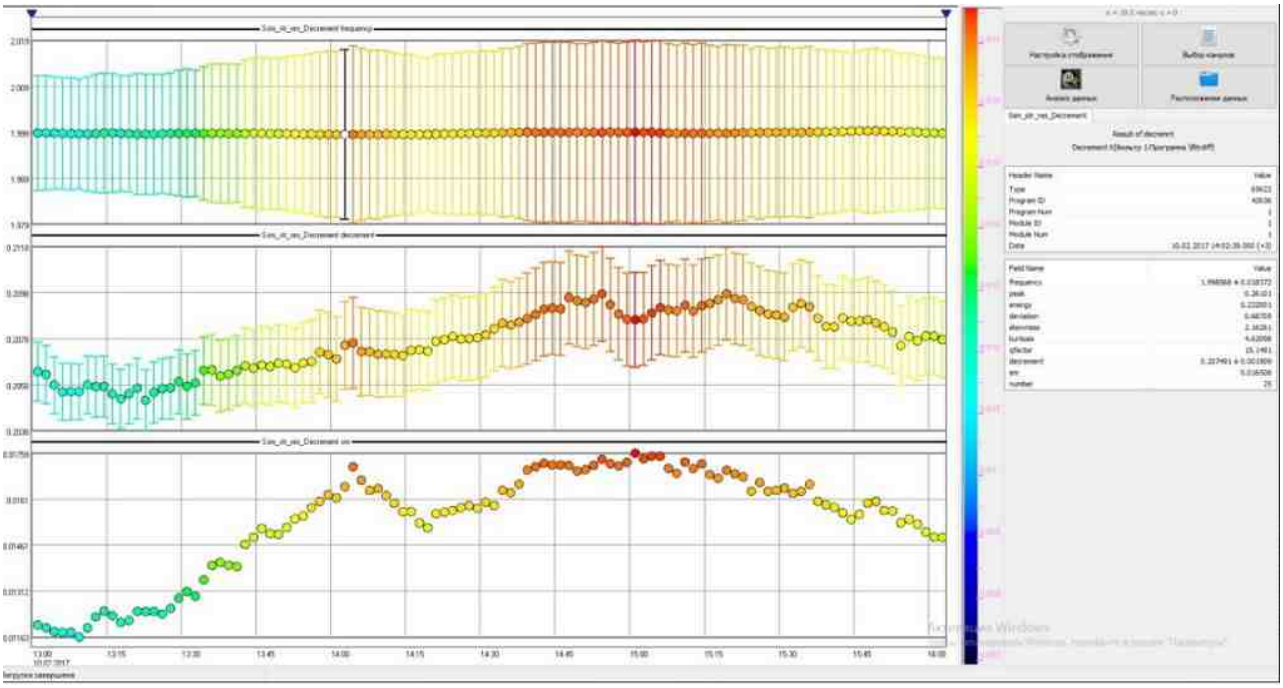
Для настройки отображения информации на сетке необходимо павой кнопкой мыши нажать на зону отображения, после чего откроется окно с доступными настройками.

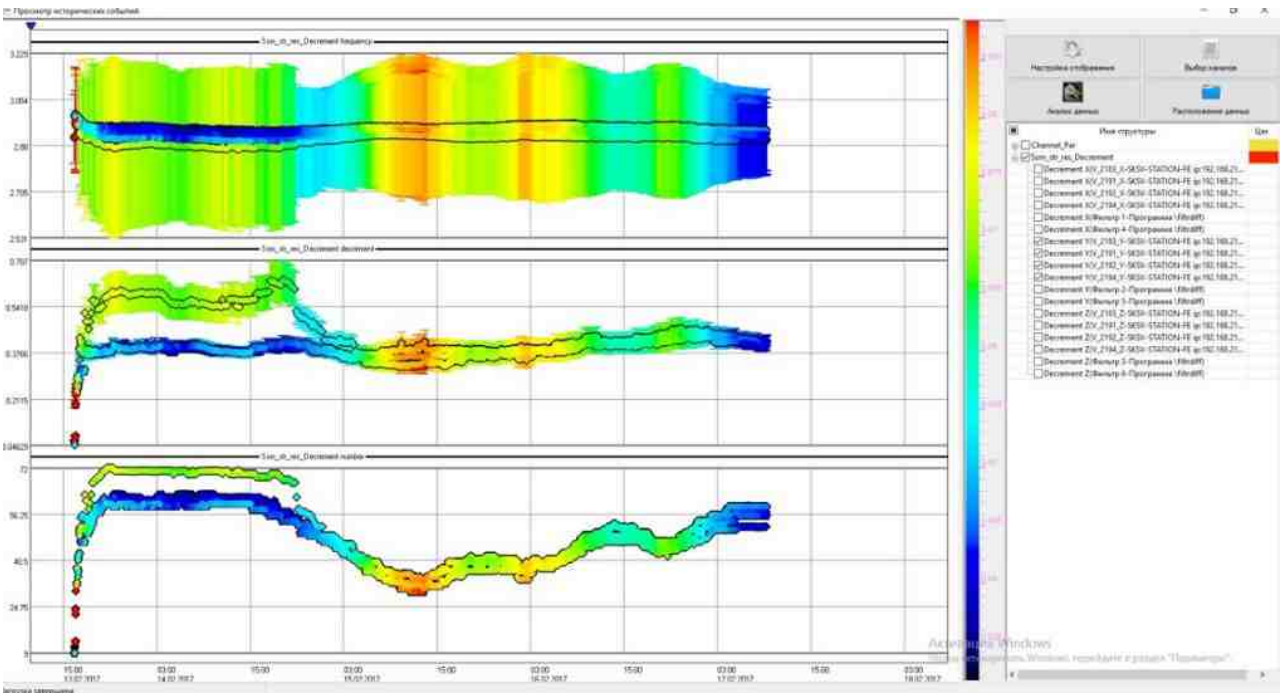

Параметры графика
Параметры сетки
Цвета и шрифты
Параметры отображения
Параметры графика
7
Ширина элементов (от 1 до 30)
Отображение курсоров
Вертикальный курсор
Горизонтальный курсор
Применить
Отменить


Параметры графика
Параметры отображения
Параметры сетки
Цвета и шрифты
Разметки осей
Вертикальная
Горизонтальная
Линии сетки
Горизонтальные
Вертикальные
Границы видимости
100
Верхняя
42004.710138
Левая
-1
Нижняя
42759.464446
Правая
Применить
Отменить



Отличительной особенностью программы «Просмотр исторических событий» является возможность отображения измеренных значений с абсолютной погрешностью измерений в визуальном варианте, который в некоторых случаях является наиболее простым для общего понимания, чем текстовая или цифровая информация.
Графики позволяют получить не только измеренное значение с границами погрешности в определённый период времени, но и зависимость измеряемой величины от выбранного параметра. Зависимость определяется цветовой индикацией, измерительная шкала которой располагается справа от графика.
Например, при измерении температуры можно увидеть не только с какой погрешностью и как изменялось её значение со временем, но и как влияло изменение влажности на показания термометров.
Данная опция делает возможным увидеть 4-х мерный график в привычной системе координат.





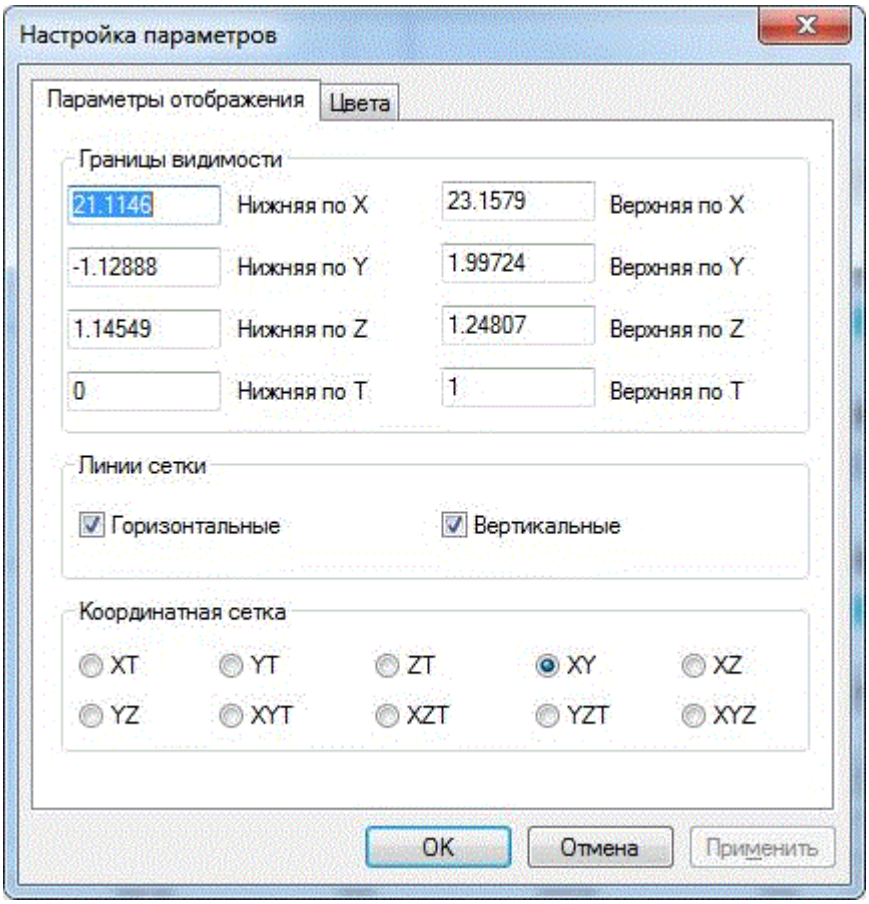
Дополнительно

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Управление настройками графика

Возможности графика .....

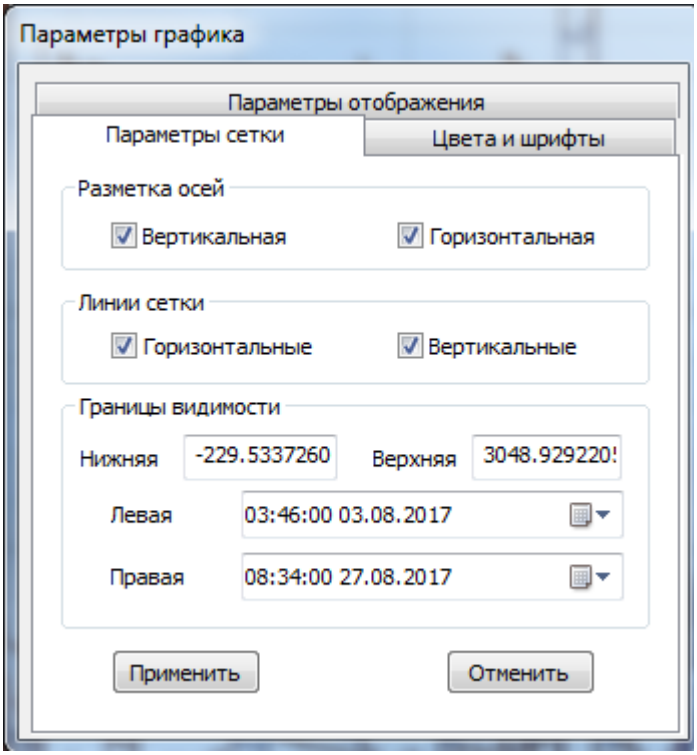
При нажатии правой кнопкой "мыши" в рабочей области графика программы **Просмотр исторических событий** открывается окно настройки параметров отображения, в котором можно изменять конфигурацию.

Настройки графика



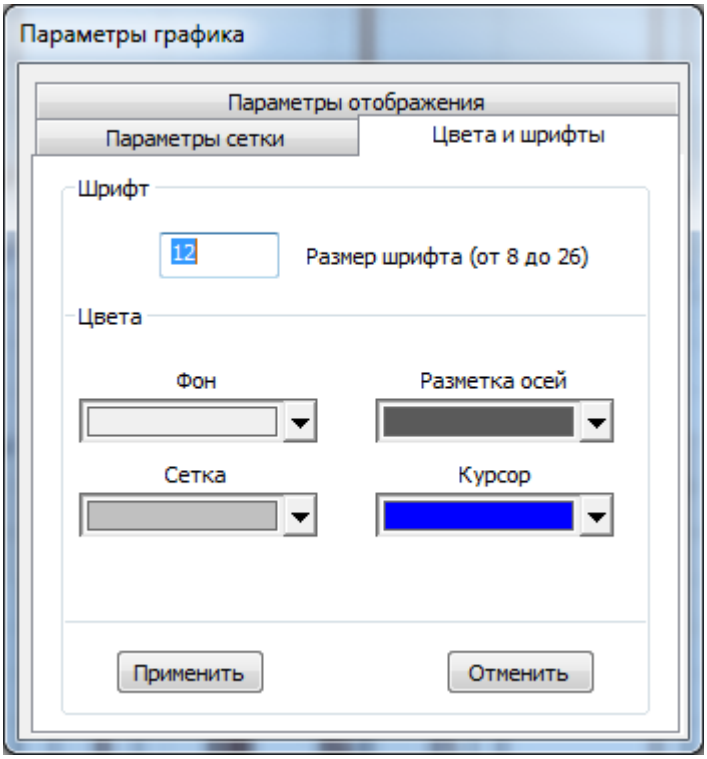
Настройка границ отображения

Настройки сетки



Данная вкладка позволяет настроить текущие отображаемые границы и включить/выключить разметку осей и линий сетки.

Цвета и шрифты



Данная вкладка позволяет настраивать размер текста и менять цвета графика.

Масштабирование

Рабочие области:

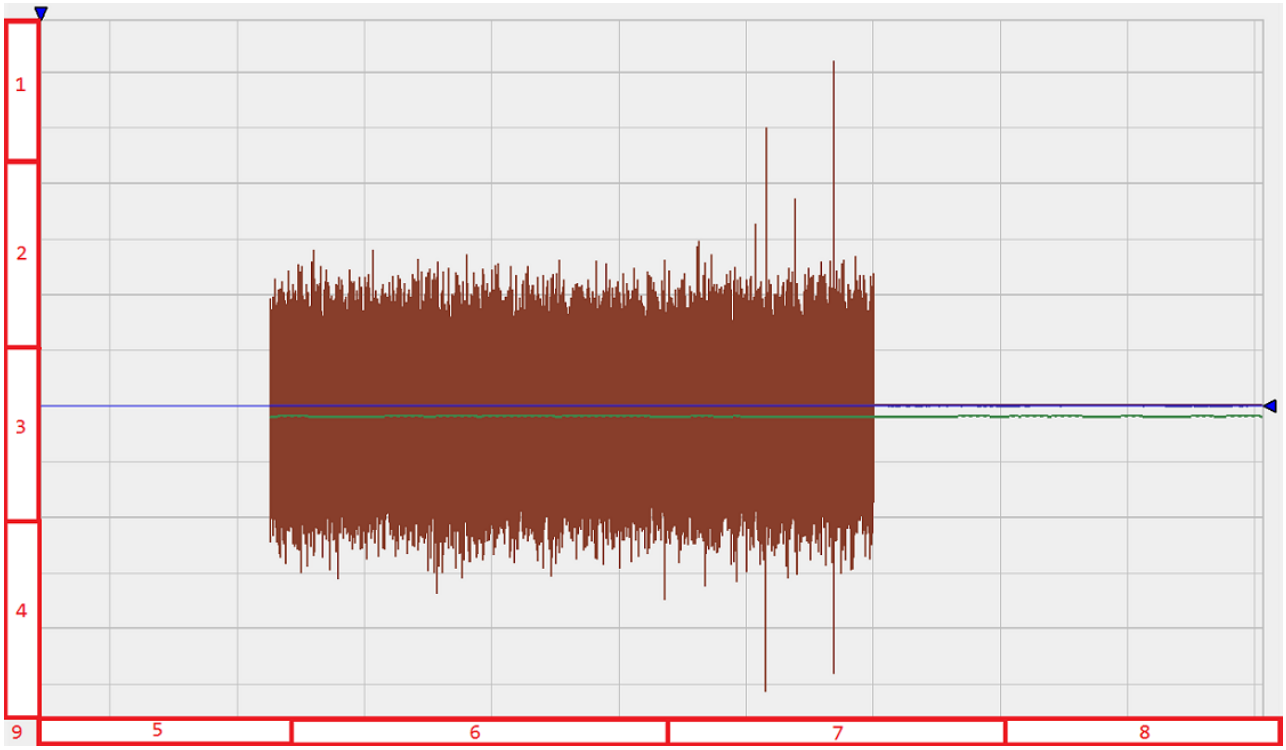


График разделен на рабочие области, которые отмечены на рисунке. Нажатие ПКМ (или прокрутка колеса мыши) на них изменяет текущий отображаемый диапазон.

1. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вверх.
2. Увеличение масштаба по вертикали.
3. Уменьшение масштаба по вертикали.
4. Изменение масштаба по вертикали, сдвигая график вниз.
5. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график влево.
6. Уменьшение масштаба по горизонтали.
7. Увеличение масштаба по горизонтали.
8. Изменение масштаба по горизонтали, сдвигая график вправо.
9. Автомасштабирование графика. Нажатие ПКМ – масштабирует видимую часть графика, если ничего не отображается, применяет автомасштаб всего графика. Нажатие ПКМ с зажатой клавишей Shift – автомасштабирует графики только по вертикальной

оси. Нажатие ПКМ с зажатой клавишей Ctrl – масштабирует относительно всех данных, загруженных в график по вертикальной и горизонтальной оси.

Верхняя и правая часть графика предназначена для перемещения курсоров.

Горячие клавиши:

«Shift + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по вертикальной оси

«Ctrl + прокрутка колесика мыши» – ускоренное масштабирование по горизонтальной оси.

«Ctrl + C» – сохранение текущего изображения на графике в буфер обмена.

«Ctrl + N» – сохранение данных для всех отображаемых графиков в буфер обмена, с форматированием, позволяющим вставить полученные данные в Excel

«Ctrl + F» – сохранение графика в виде изображения в файл формата png. Файл сохраняется в месте, откуда запущена программа, по умолчанию это место установки программного обеспечения ZETLab.

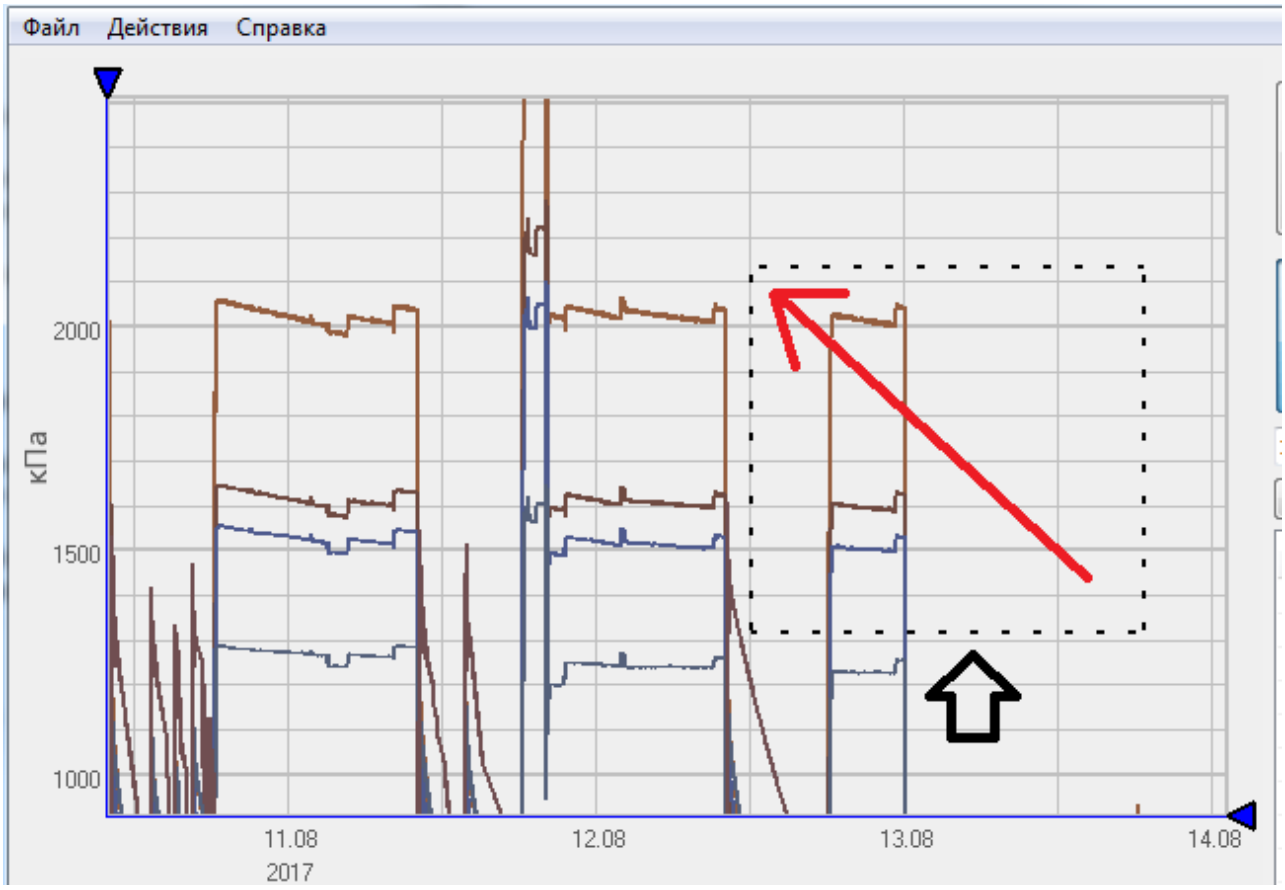
Изменение масштаба с помощью мыши

Зажав ПКМ в рабочей области графика и перемещая мышь, вы можете передвигать график.

«Зажатие Ctrl + зажатие ПКМ» - позволяет пользователю выделить диапазон на графике. Появится специальная рамка, которая отображает область, которая будет отмасштабирована.



При создании рамки как показано на рисунке, после того как пользователь отожмет ПКМ график масштабируется в выбранную пользователем область.



При таком создании рамки, после того как пользователь отожмет ПКМ график вернется в состояние, предшествующее предыдущему масштабированию рамкой.

Воспроизведение сигналов .....

Программа **Воспроизведение сигналов** предназначена для воспроизведения сигналов, записанных с помощью программы **Запись сигналов**. При включении воспроизведения проигрываемые сигналы становятся доступны для анализа и измерений во всех программах **ZETLAB**.

Определение добротности записанного сигнала

Для того чтобы определить добротность записанного сигнала, нужно запустить воспроизведение сигналов, выбрать папку с записанным ранее сигналом и нажать кнопку Play, чтобы запись начала проигрываться. В этом режиме можно сигнал обрабатывать при помощи программы «**Модальный анализ**»

Особенности записи и чтения сигналов в ZETLAB

Программное обеспечение **ZETLAB** предлагает различные варианты сохранения данных:

- **Запись сигналов**

  — исходных данных, поступающих на входные каналы измерительных приборов (программа **Запись сигналов**)

- **Запись параметров сигналов**

  например, значений постоянного уровня с заданным усреднением (программа **Многоканальный самописец**)

- **Запись параметров сигналов**

  например, значений постоянного уровня с заданным усреднением (программа **Групповой многоканальный самописец**)

- **Запись текущих результатов**

  в программах анализа и отображения (кнопка **Запись** в интерфейсе программ).

В зависимости от того, какие данные были записаны и каким образом, для чтения используются следующие программы:

- **Воспроизведение сигналов**

  — для проигрывания записанных сигналов (непосредственно временных реализаций) и их обработки программами **ZETLAB**

- **Просмотр трендов**

  — для изучения трендов длительных реализаций (записанных **Многоканальным самописцем, Групповой многоканальный самописец** или **Записью сигналов**)

- **Просмотр трендов (New)**

  — для изучения трендов длительных реализаций (записанных **Многоканальным самописцем, Групповой многоканальный самописец** или **Записью сигналов**)

- **Просмотр результатов**

  — для отображения записанных результатов измерений

О программе .....

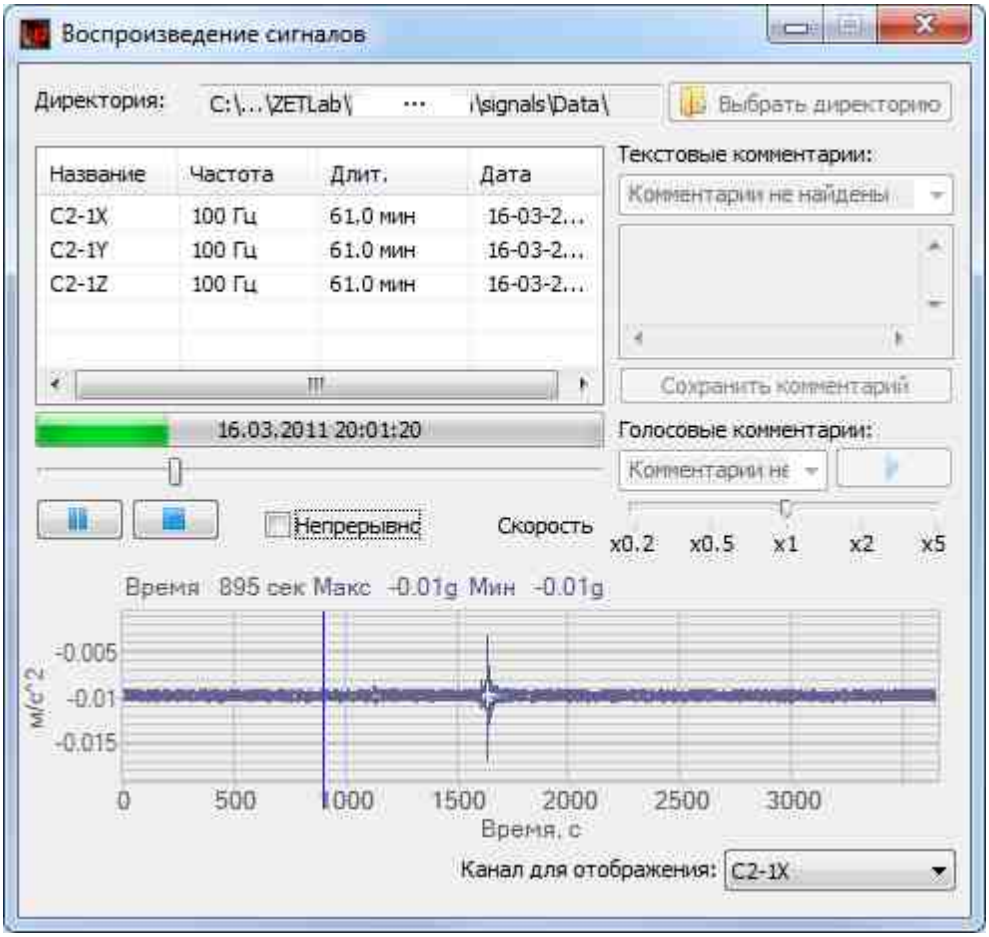
Программа воспроизведения сигналов предназначена для чтения из файлов данных записанных временных реализаций с целью обработки, изучения и анализа, например, когда это невозможно было сделать в условиях проведения измерения. Предусмотрено воспроизведение файлов сигналов, записанных в текстовом или двоичном виде, а также воспроизведение текстовых и голосовых *комментариев.*

***Примечание**: программа Воспроизведение сигналов входит в состав программного обеспечения ZETLab для анализаторов спектра и ZETLab Registration (средства регистрации и воспроизведения).*

В режиме чтения сигналов из файлов все программы-приборы из состава ZETLab работают в режиме обработки воспроизводимых сигналов, при этом сигналы, поступающие на входы подключенных устройств, исключены из списка каналов.
Принцип работы программы аналогичен принципу аналогового магнитофона - пользователь после выбора необходимой директории, где располагаются файлы записанных сигналов, может воспроизводить, (при)останавливать, перематывать вперед и назад выбранные сигналы.
При разворачивании окна проигрывателя снизу появляется график, отображающий максимальные и минимальные значения сигнала по выбранному каналу.
Перемотка может осуществляться 5-ю способами:

- задание времени начала воспроизведения с клавиатуры;
- прокручивание ролика мышки вперед/назад;
- нажатие на стрелки вверх/вниз на клавиатуре;
- позиционирование ползунка прокрутки в заданное место;
- позиционирование курсора на графике минимальных и максимальных значений.

При работе программы проигрывателя программа прослушивания каналов АЦП переключается в режим воспроизведения из файлов, поэтому оператор может прослушивать воспроизводимые сигналы через колонки, подключенные к звуковой карте компьютера. Параллельно можно прослушивать голосовые комментарии.



Запуск программы Воспроизведение сигналов из вкладки "Регистрация"

Примечание: одновременная работа программ ***Запись сигналов*** *и* ***Воспроизведение сигналов*** *невозможна.*

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

Программа позволяет выбрать скорость воспроизведения сигналов: ускоренное или в режиме реального времени. Также есть возможность воспроизводить сигнал не с начала, а с любого места записи. Интерфейс программы позволяет просматривать осциллограмму считываемого сигнала.

В программе **Воспроизведение сигналов** можно просмотреть и прослушать комментарии, сделанные при записи сигналов. Также можно включить непрерывное воспроизведение сигналов, что удобно, если запись сигналов была разбита на части (например, при длительных измерениях или непрерывном мониторинге).

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Воспроизведение сигналов** являются записанные сигналы программы **Запись сигналов ZETLAB**.

Программа **Воспроизведение сигналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

С модулями АЦП-ЦАП и цифровыми датчиками ZETSENSOR программа может быть доступна в составе опции Запись и воспроизведение сигналов.

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы **Воспроизведение сигналов** необходимо в меню *Регистрация* (Рис. 1) панели **ZETLab** выбрать команду **Воспроизведение сигналов**.

Программа **Воспроизведение сигналов** предназначена для воспроизведения сигналов, записанных с помощью программы **Запись сигналов**. При включении воспроизведения проигрываемые сигналы становятся доступны для анализа и измерений во всех программах **ZETLAB**.

На экране монитора отображается рабочее окно программы **Воспроизведение сигналов** (Рис. 2). Сверху, в заголовке окна, отображается название программы.

Примечание: программу **Воспроизведение сигналов** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: reader.exe.

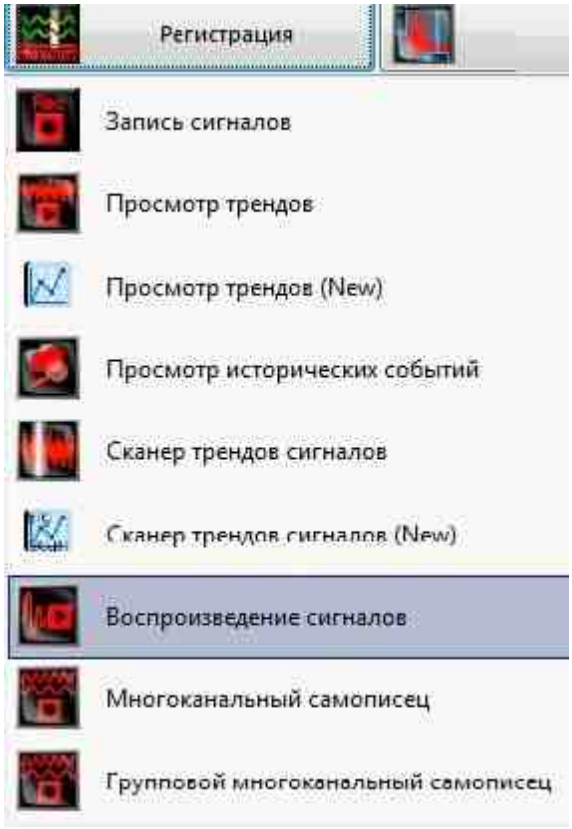


Рис. 1 Запуск программы Воспроизведение сигналов из вкладки "Регистрация"

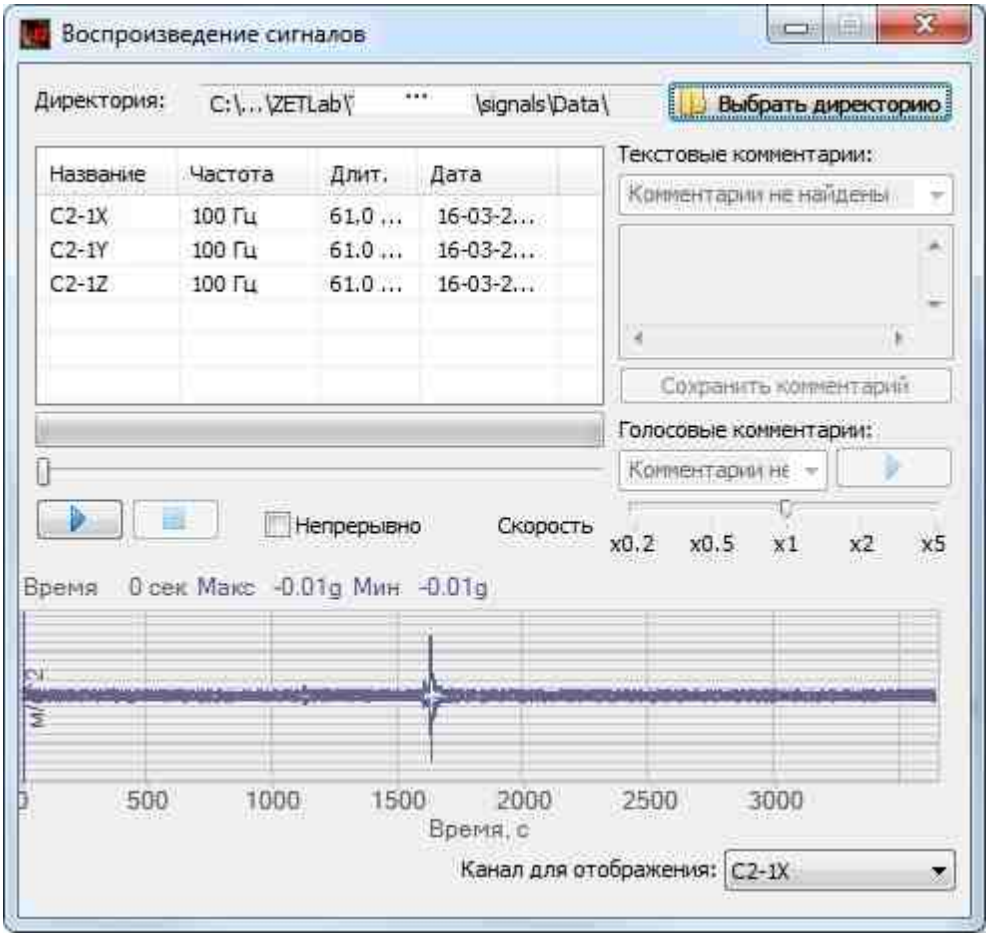


Рис. 2 Внешний вид программы «Воспроизведение сигналов».

При нажатии на кнопку **[Выбор директории]** открывается окно выбора папки сигналов, файлы которой надо прочитать (Рис. 3). После нажатия кнопки "Выбор папки", окно закроется, а в программе **Воспроизведение сигналов** они подгрузятся в виде списка.

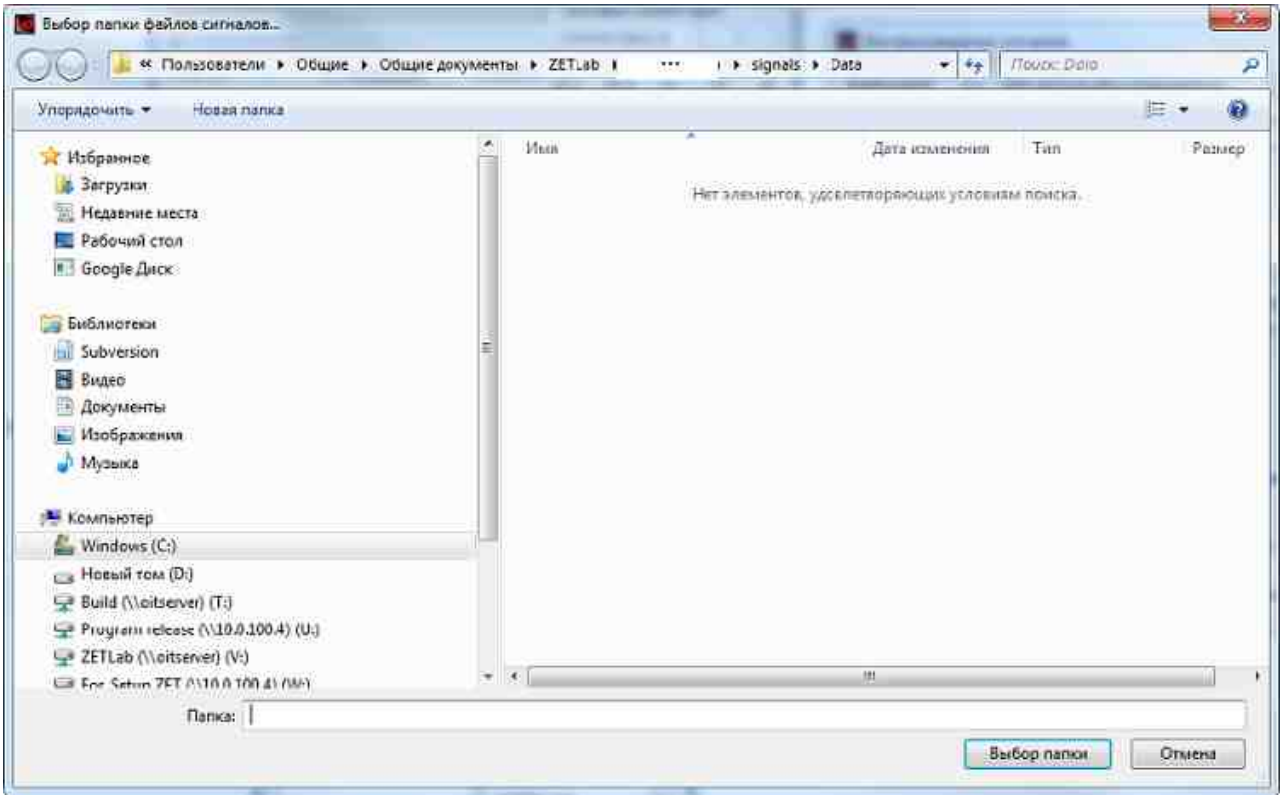
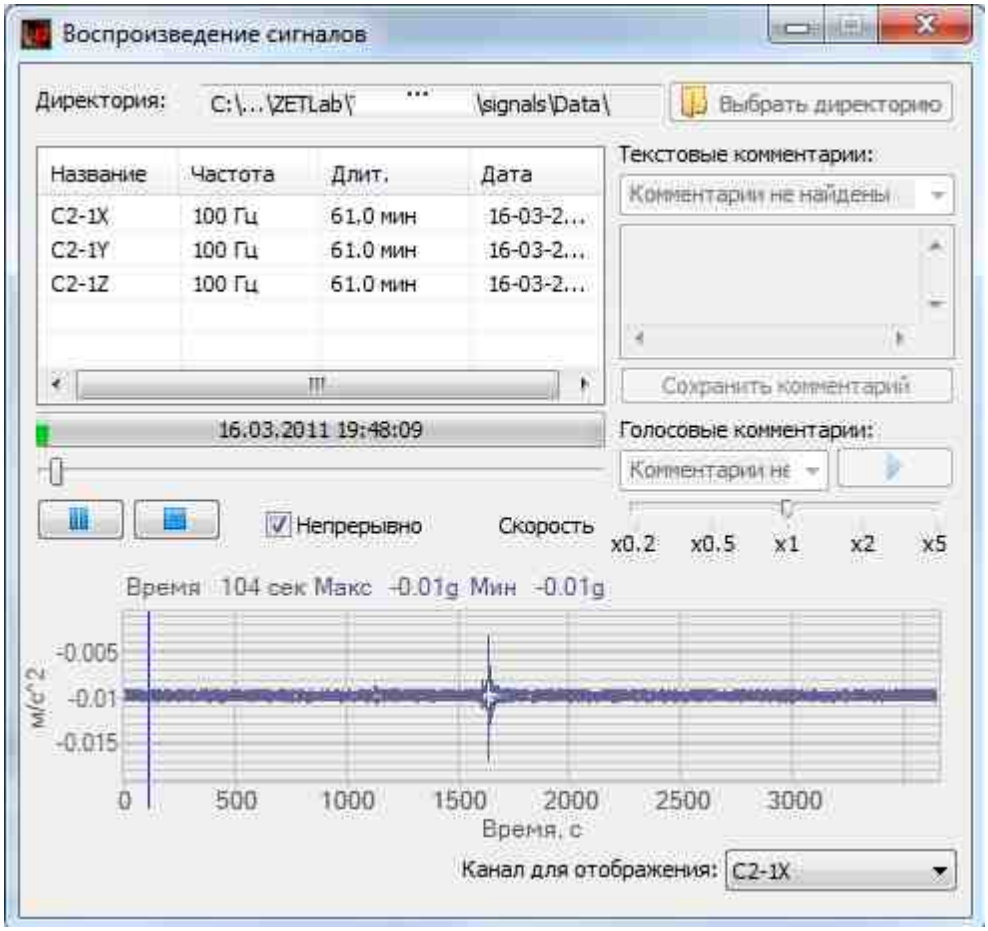


Рис. 3 Выбор директории папки сигналов

Вернемся к программе «Чтение файлов».

Под надписью **[Директория]** располагается таблица. В ней пять столбцов: название канала, частота дискретизации АЦП в герцах, продолжительность записи в секундах, дата и время начала записи.

Ниже находится индикатор выполнения чтения.



Кнопка  запускает чтение сигналов. Кнопка  приостанавливает процесс воспроизведения файлов. Кнопка  останавливает процесс воспроизведения файлов.

В поле  мы видим время воспроизведения записи и индикатор, сколько уже воспроизведено.

Можно начать воспроизводить файл не сначала, а начиная с какой-то секунды. Для этого устанавливаем нужное нам время в окне при помощи стрелок или двигая бегунок на индикаторе выполнения чтения.

Закрыть программу можно крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

Ниже, в поле со стрелкой (список) выбираем номер текстового комментария к записанным сигналам. В поле под списком отображается текст комментария.

В списке слева представлены все каналы, записи которых были сохранены в указанной директории. Изменить директорию можно с помощью кнопки «Выбрать директорию» в правом верхнем углу. Внизу слева находится кнопка воспроизведения сигналов. Рядом находятся две галочки для выбора режима воспроизведения.

«Скорость» - позволяет выбрать скорость воспроизведения сигналов (x0.2, x0.5, x1, x2, x5). В скобочках указаны коэффициенты относительно реального времени, что позволяет воспроизводить запись, как быстрее, так и медленнее.

«Непрерывно» - при завершении воспроизведения сигналов из выбранной директории, программа «Воспроизведение сигналов» перейдёт в родительскую директорию и будет искать директорию со следующим по порядку названием и воспроизведёт записи из неё.

«Текстовые комментарии:» - Можно оставить свой комментарий для данной записи.

При воспроизведении сигналов работать с программами обработки и измерения можно точно также, как будто эти данные идут с реальных устройств.

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Определение добротности колебательной системы

Определение добротности колебательной системы .....

Для того чтобы определить добротность колебательной системы, необходимо произвести измерение и запись сигнала с помощью вибропреобразователей или сейсмодатчиков, запустить программу Воспроизведение сигналов, выбрать папку с записанным ранее сигналом и нажать кнопку Play, чтобы запись начала проигрываться. В этом режиме можно сигнал обрабатывать при помощи программы "Модальный анализ".

Добротность рассчитывается следующим образом:

1. На графике записанного сигнала определяется точка локального максимума, её частота выбирается в качестве резонансной частоты системы.
2. Определяются ближайшие точки, со значением на 3 дБ меньшим чем в точке максимума, их частоты фиксируют.
3. Добротность системы определяется как отношение резонансной частоты к разности соседних частот.

Многоканальный самописец .....

Программа **Многоканальный самописец** предназначена для длительной регистрации и отображения параметров сигналов, поступающих на входные каналы контроллеров, анализаторов спектра (входит в комплект поставки), цифровых датчиков и модулей АЦП/ЦАП (поставляется опционно).

Самописец позволяет проводить непрерывную запись выбранных параметров сигналов в файл. Программа используется в системах непрерывного мониторинга и контроля, в системах проведения различного вида испытаний для протоколирования результатов испытаний. Например, при проведении испытаний на виброустойчивость, оператору необходимо регистрировать уровни вибрации на опорной и контрольных точках и частоту возбуждаемого сигнала. Испытания могут проводиться в течение нескольких рабочих смен. При проведении виброиспытаний по трем осям, необходимо переставлять образец. На время переустановки самописец можно останавливать и затем продолжать регистрацию по мере необходимости. Количество одновременно регистрируемых каналов может доходить до 60.

Программа **Многоканальный самописец** отображает измеренные значения сигналов, а также результаты обработки данных сигналов. В программе **Многоканальный самописец** предусмотрена возможность устанавливать пороги, выход сигнала за границы которых приводит к срабатыванию сигнализации. Одновременно можно запускать несколько самописцев. В автоматизированных системах управления технологическим оборудованием необходимо вести непрерывный контроль и регистрацию технологических параметров — давления, температуры, нагрузки. В этом случае самописец включается на непрерывный режим регистрации. Ежегодные, еженедельные или ежедневные протоколы по мере необходимости архивируются оператором.

Запуск программы «**Многоканальный самописец**» производится из меню «Регистрация» панели ZETLAB (*Рис. 1*). На экране монитора отобразится окно программы «**Многоканальный самописец**» (*Рис. 2*).

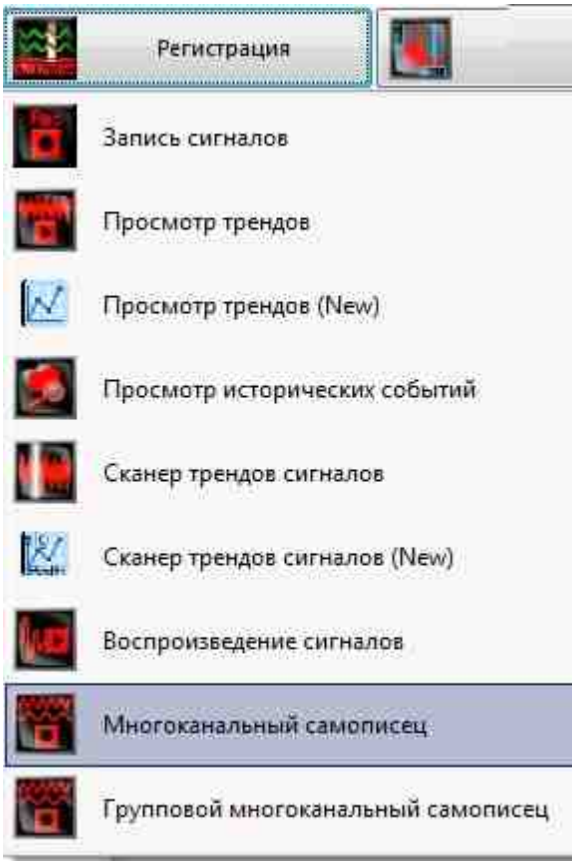


Рис. 1 Запуск программы Многоканальный самописец из вкладки "Регистрация"

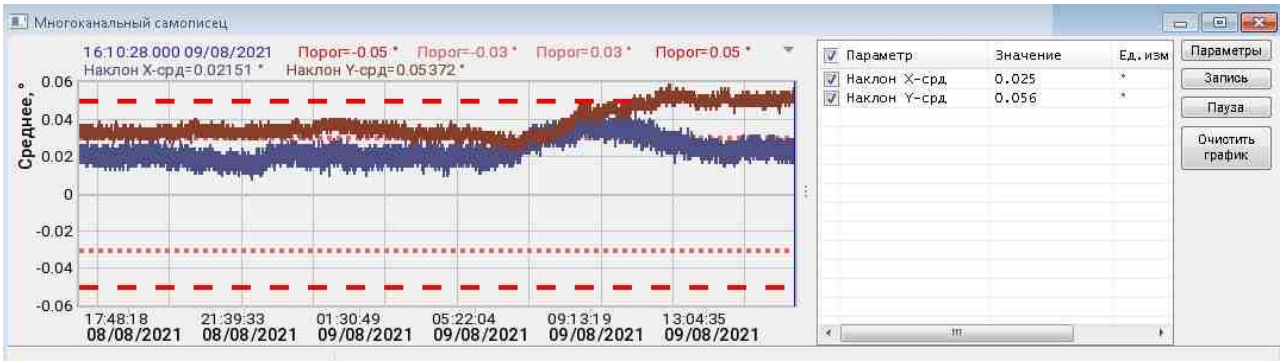


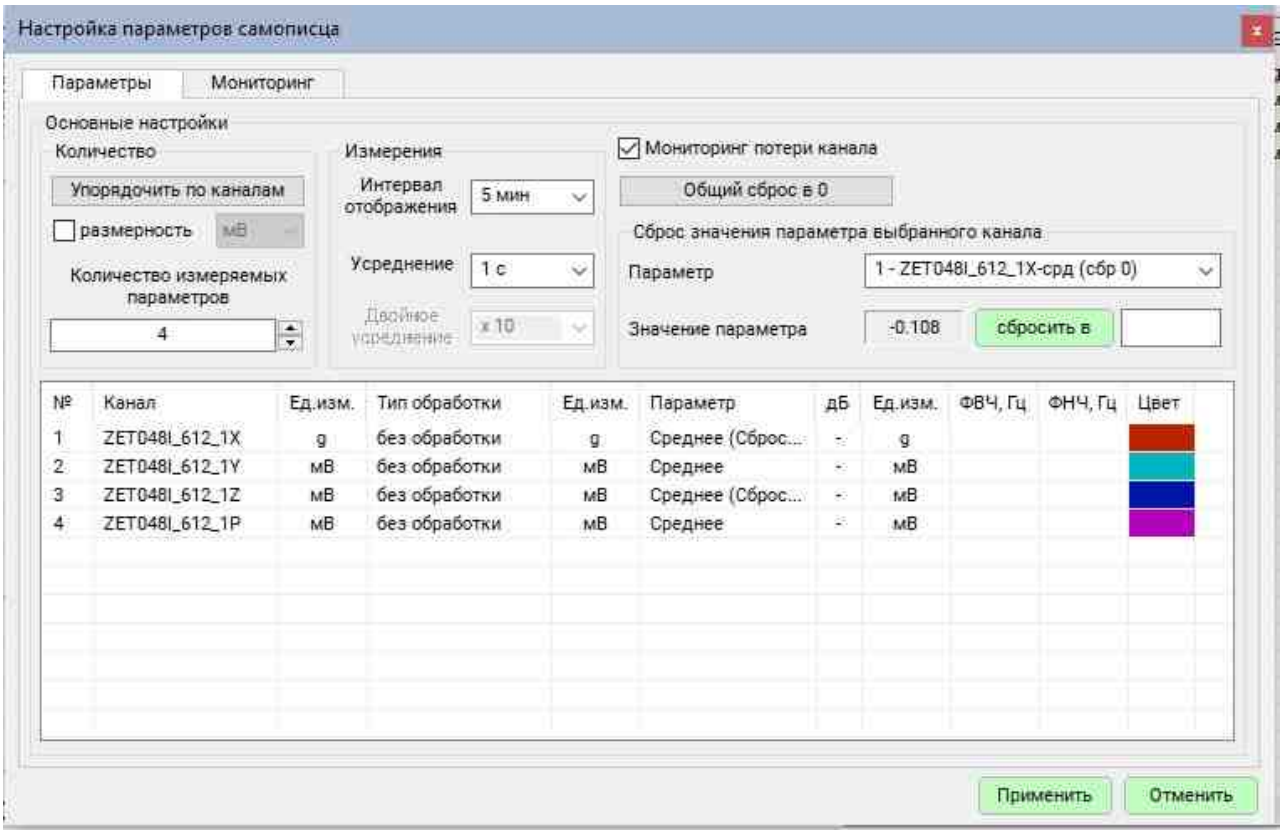
Рис. 2 Окно программы «Многоканальный самописец»

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММЫ

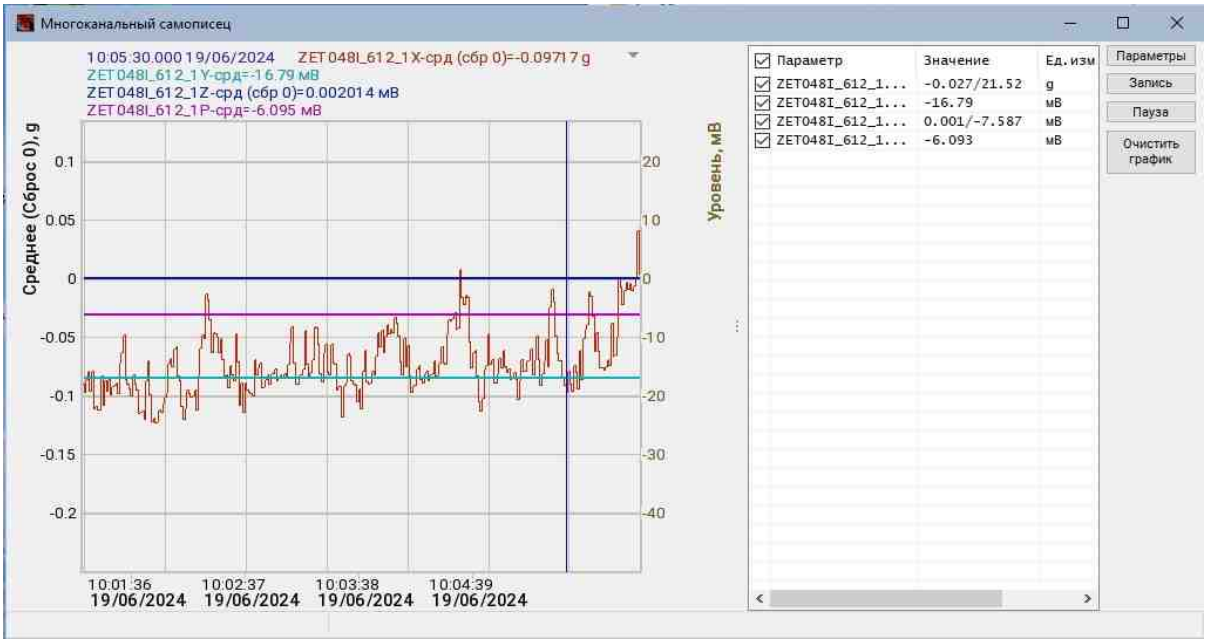
Окно настройки параметров программы выполнено в удобном для понимания и использования виде:

- в верхней части окна содержится несколько областей для настройки общего отображения информации: количество отображаемых каналов, интервал отображения и усреднение, возможность настройки мониторинга объекта и запись трендов сигналов;
- нижняя часть окна выполнена в виде таблицы, где производится индивидуальная настройка каждого канала измерения.

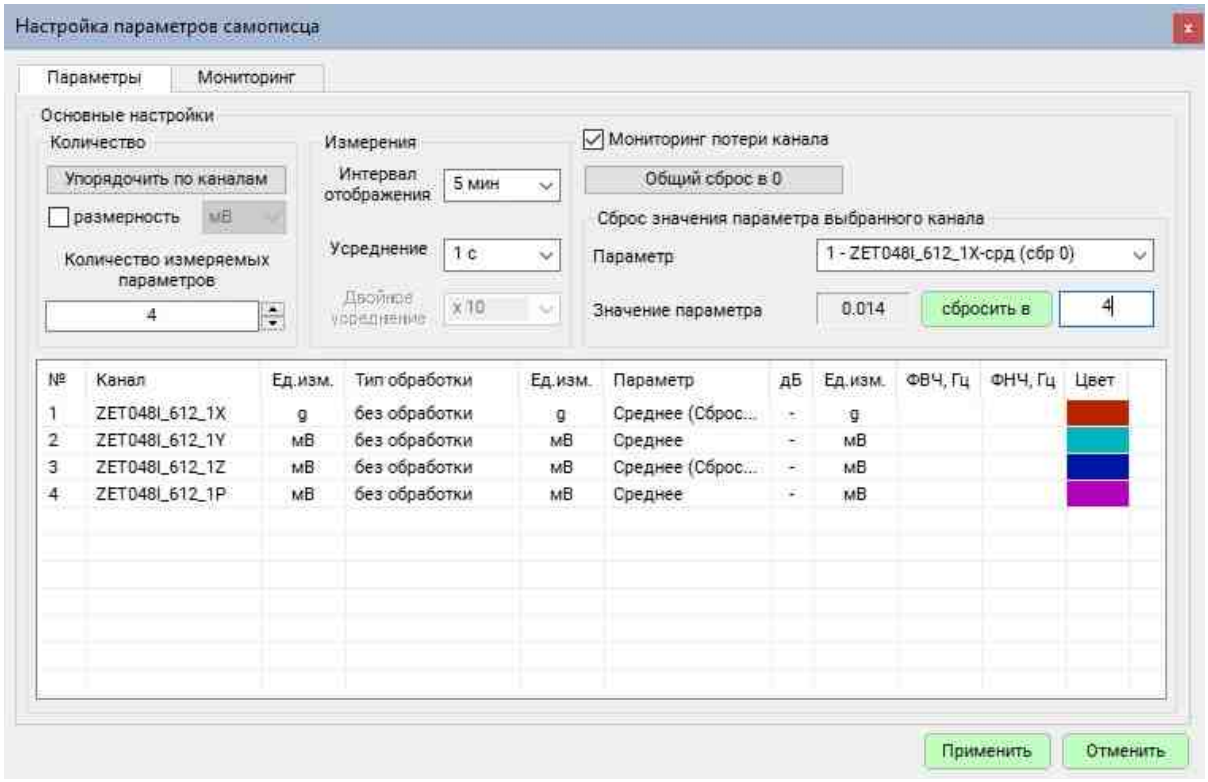
Вкладка параметры



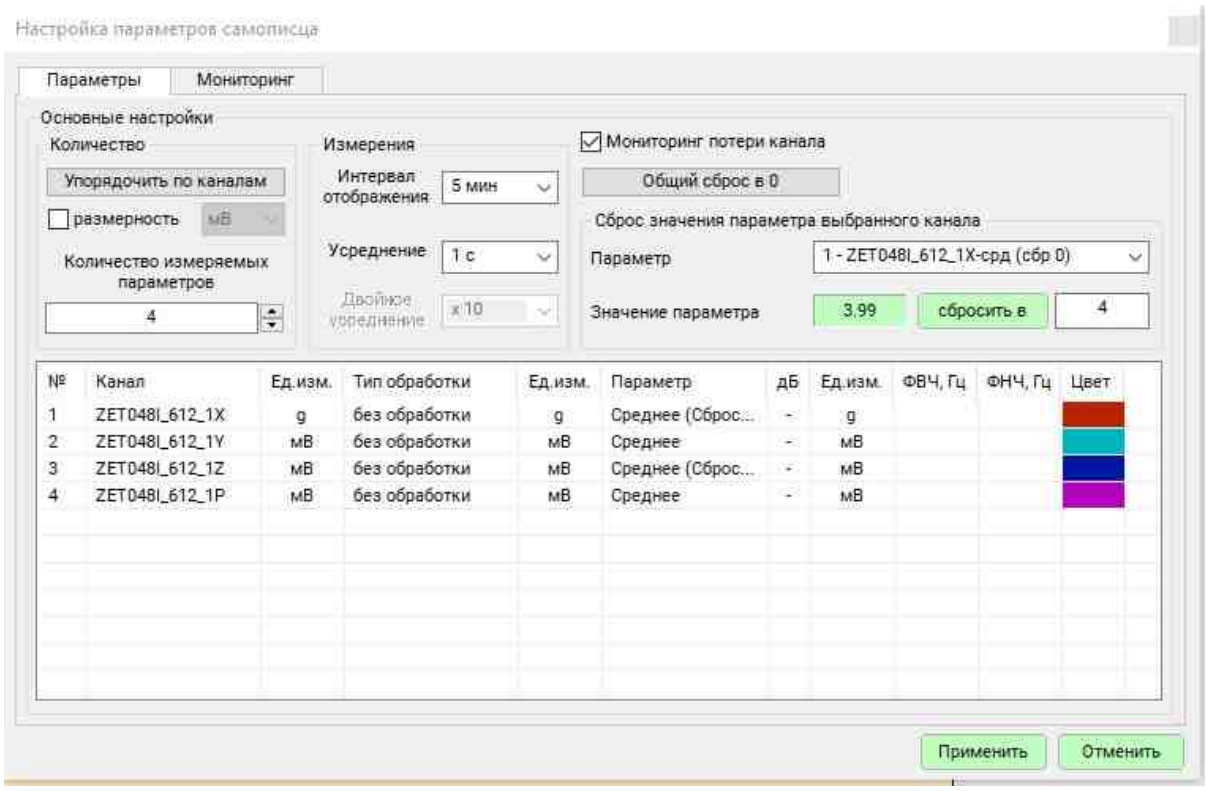
В Настройка параметров самопсца позволяет осуществлять "Общий сброс в 0 " значений по всем каналам представленных в таблице.



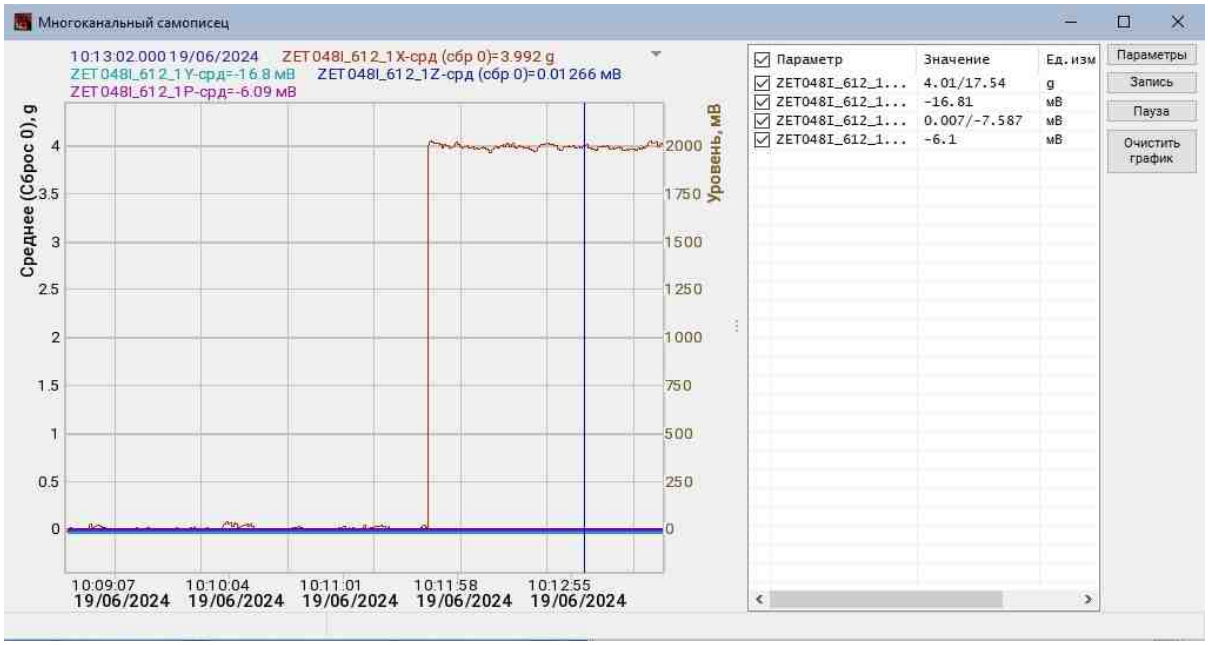
Затем Настройка параметров самопсца позволяет устанавливать Сброс значения параметра выбранного канала, например канал 1 сбросим в Значение параметра 4, нажимаем кнопку "сбросить в ".



Получаем новое значение параметра в которое нужно сбросить значение параметра



Результат нажатия на кнопку "сбросить в" первого канала



Отображение графиков изменилоись в зависимости от новых настроек значений по канавлам

К настраиваемым параметрам обработки и представления сигналов относятся:

Тип обработки — при необходимости доступна обработка сигналов в виде дифференцирования, двойного дифференцирования, интегрирования, двойного интегрирования.

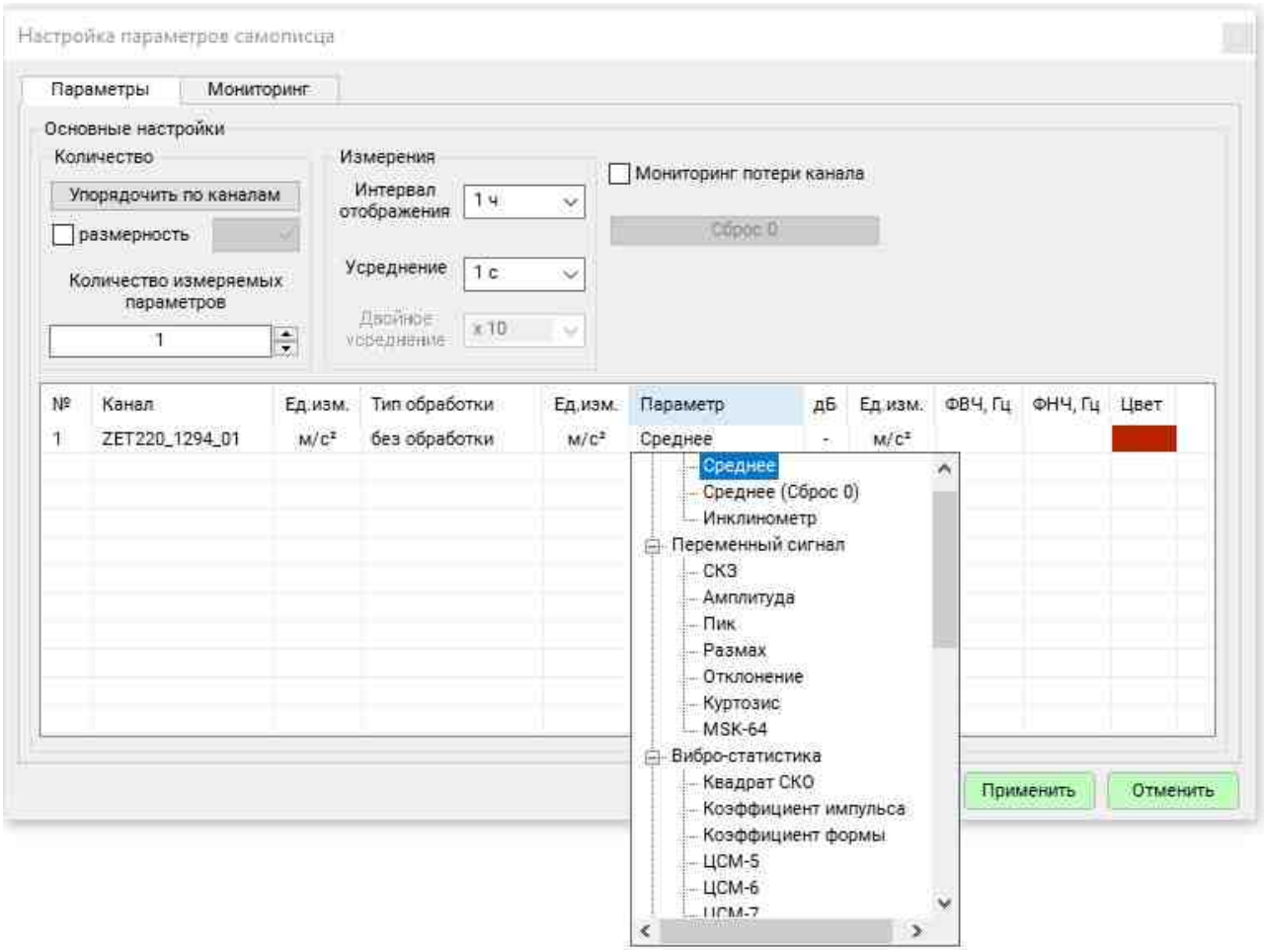
Параметр — значение, по которому будет отображаться сигнал на графике:

- среднеквадратическое (СКЗ) значение (с линейным или логарифмическим (дБ) расчетом значений по Y);
- амплитудное значение (с линейным или логарифмическим (дБ) расчетом значений по Y);
- пиковое значение (с линейным или логарифмическим (дБ) расчетом значений по Y);
- размах (с линейным или логарифмическим (дБ) расчетом значений по Y);
- отклонение;
- среднее значение;
- среднее значение (сброс в 0);
- частота сигнала;
- фаза сигнала относительно выбранной опорной частоты;
- количество оборотов;
- куртозис;
- куртозис (СКЗ);
- среднеквадратическое отклонение (СКО);
- STA/LTA (постоянное значение);
- STA/LTA (переменное значение).

Дополнительные возможности Многоканального самописца

- 1. Добавлены 3D-параметры, значения которых рассчитываются по данным трёх каналов, т.е. исходными данными теперь могут быть данные реальных 3-х компонентных датчиков (акселерометров, велосиметров, инклинометров, …). При этом в столбце “Канал” отображается имя первого канала (компонента X 3-х мерного вектора). Предполагается, что следующими каналами Zet-сервера являются компоненты Y и Z этого 3-х мерного вектора.

- 2. Перечень допустимых параметров в окне настройки (вкладка “Параметры”) выделен в отдельное окно, в котором параметры представлены в древовидной структуре сгруппированными по свойствам исходных сигналов.



Древовидная структура параметра содержит следующие разделы

Постоянный сигнал:
- Среднее;
- Среднее (Сброс в 0);
- Инклинометр.

Переменный сигнал:
- СКЗ (Среднеквадратичное значение);

- Амплитуда;
- Пик;
- Размах;
- Отклонение;
- Куртозис;
- MSK-64.

Вибро-статистика:
- Квадрат СКО;
- Коэффициент импульса;
- Коэффициент формы;
- ЦСМ-5;
- ЦСМ-6;
- ЦСМ-7;
- ЦСМ-8;
- ЦСМ-9,

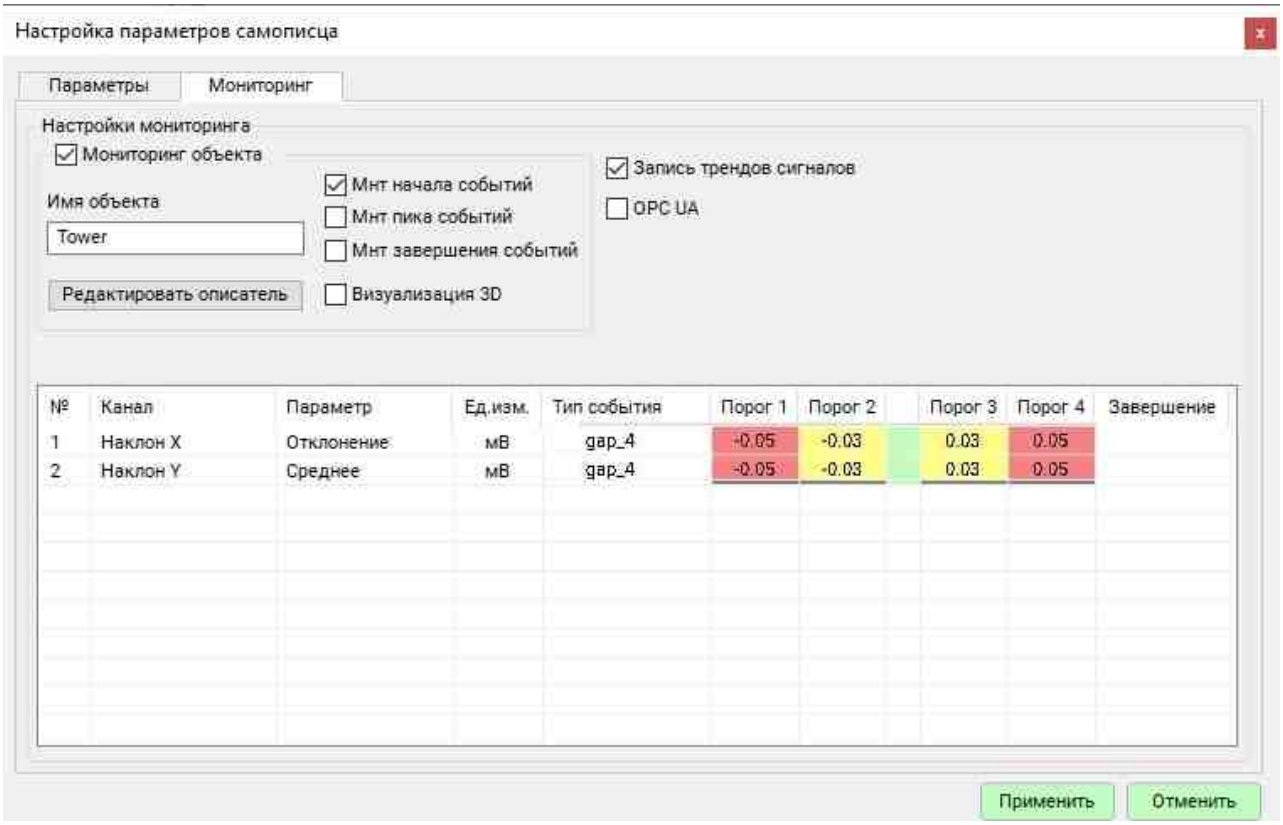
Частота:
- Частота;
- Обороты.

Двойное усреднение:
- Куртозис (СКЗ);
- СКО (СКЗ);
- STA/LTA(AC);
- STA/LTA(DC);
- L99.

Постоянный сигнал-3D:
- Среднее-3D;
- НаклонDC-3D;
- АзимутDC-3D;
- Инлинометр-3D-Среднее.

Переменный сигнал-3D:
- Амплитуда-3D;
- Пик-3D;
- ПикXYZ-3D;
- Наклон-3D;
- Азимут-3D;
- STA/LTA-3D;
- MSK-64-3D;
- Инклинометр-3D-Амплитуда.

Вкладка мониторинг

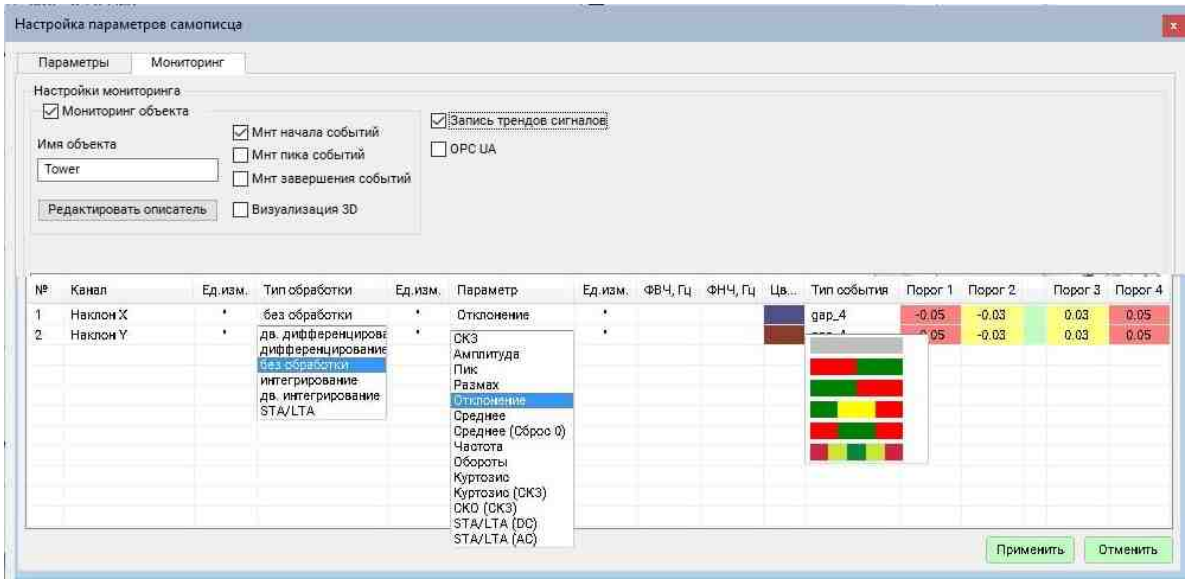


При работе с переменными сигналами из данных канала предварительно исключается постоянная составляющая.

3. При работе в режиме мониторинга появилась возможность отображать рассчитанные значения некоторых параметров на предварительно созданной STL-модели, т.е. 3D-визуализация. Для этого используется новая программа “Визуализация 3D”, которая в Zet-панели расположена во вкладке “Отображение”. При этом цветом отображается превышение рассчитанных значений над заданными пороговыми значениями.

Для каналов, которые измеряют ускорение, дополнительно доступны значения *Инклинометр* (расчет угла отклонения от нормали) и *MSK-64* (расчет по алгоритму сейсмической интенсивности в баллах).

Тип события — данный параметр становится доступным только после установки флага в поле «Мониторинг объекта». Позволяет настроить пороги и производить контроль за выходом сигнала за пределы заданных порогов. Для наглядности тип логов представлен в цветных комбинациях.



Задание и настройка пороговых значений осуществляется в xml-файле *«Monitoring.xml»*, который открывается при помощи кнопки «Редактировать описатель» в поле «Мониторинг объекта». Для вступления в силу заданных в описателе параметров необходимо активировать кнопку «Прочитать описатель».

```
<?xml version="1.0"?>
<root version="5">
    <program name="multiSWvm">
        <object name="СМИК">
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7110 (11)" Unit="мкм/м" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7154-X (22)" Unit="°" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7154-Y (23)" Unit="°" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_X (31)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_Y (32)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_Z (33)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
        </object>
    </program>
</root>
```

Количество каналов мониторинга и регистрации в одном окне программы: до 60. Для увеличения каналов мониторинга необходимо всего лишь запустить еще одну программу Многоканальный самописец.
Время отображения параметров сигналов: от 1 секунды до 24 часов.
Единицы временных интервалов отображения: секунда, минута, час.
Динамическое отображение интегральных уровней сигналов, определение перегрузки по каждому каналу и запоминание состояния перегрузки.
Вся временная реализация сигнала может быть записана в файл результатов для последующей обработки в программе отображения и обработки.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Многоканальный самописец** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Многоканальный самописец** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП (опционно);
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR (опционно).

Многоканальный самописец входит в группу программ **Регистрация**

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы **Многоканальный самописец** необходимо в меню *Регистрация* (Рис 1) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Многоканальный самописец**. На экране монитора отображается рабочее окно программы **Многоканальный самописец** (Рис. 2). Сверху, в заголовке окна, отображается название программы и название отображаемого канала. Ниже – измеряемые величины (время и уровень сигнала (среднеквадратичное значение)), значения курсора и единицы измерения.
Примечание: программу **Многоканальный самописец** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: multiSWvm.exe.

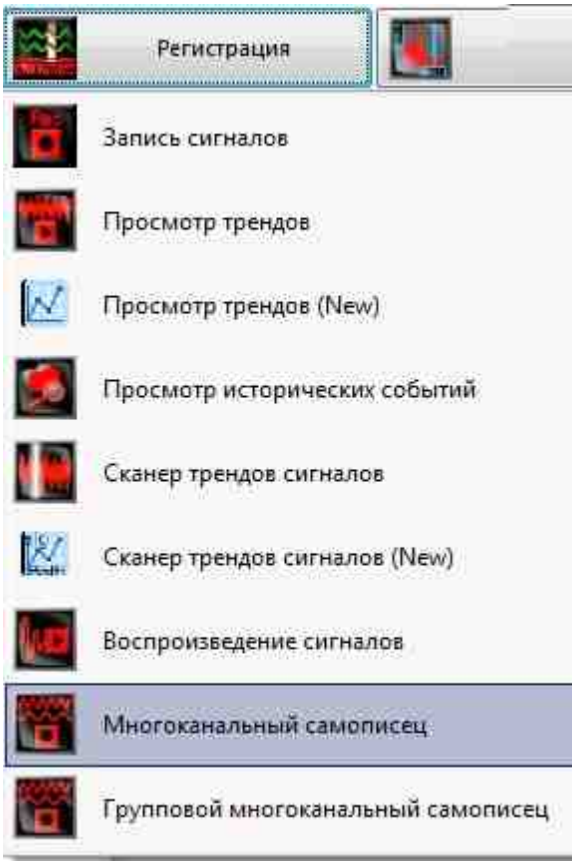


Рис. 1 Запуск «Регистрация» панели ZETLAB

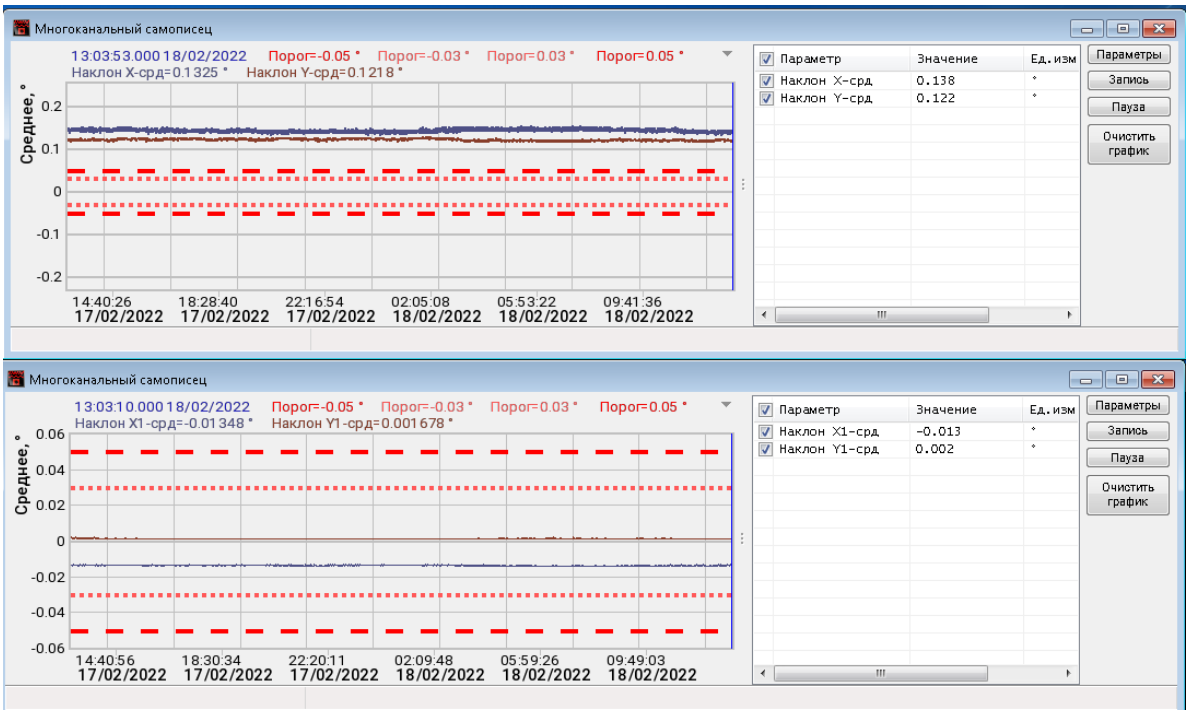


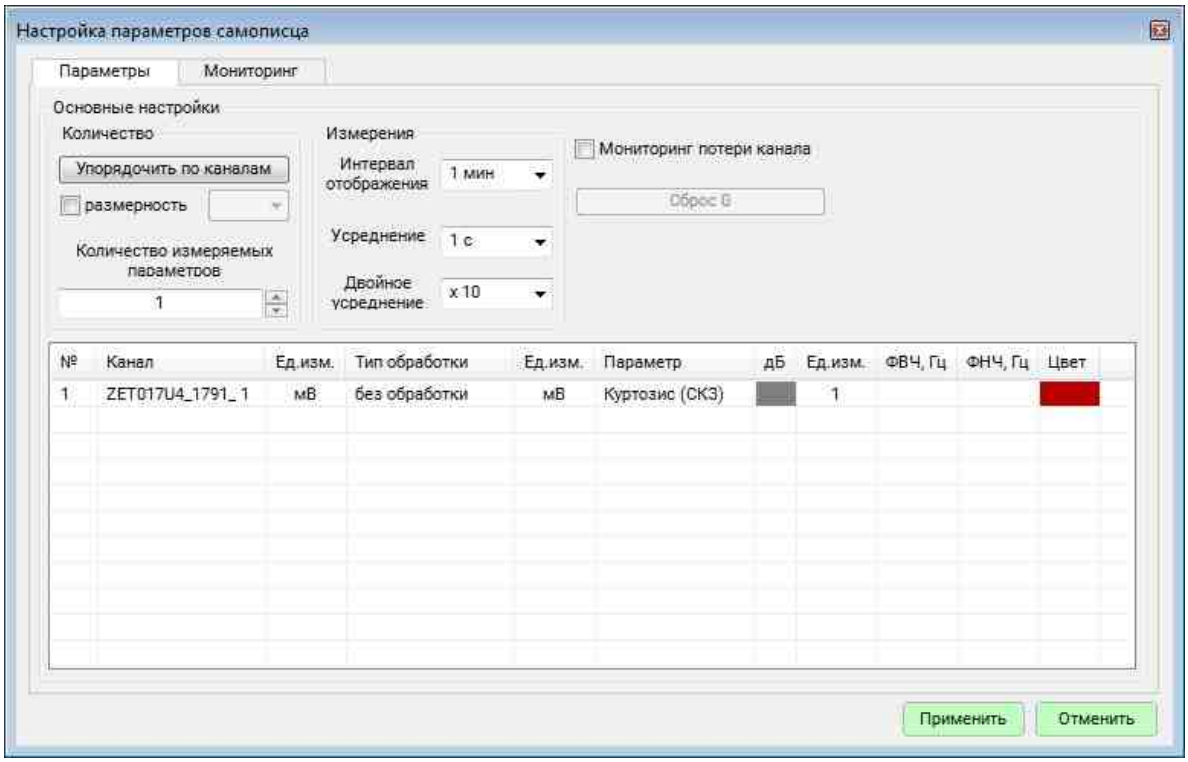
Рис. 2 Окно программы «Многоканальный самописец» с сигналами превышающие пороги и входящие в диапазон

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Настройка параметров .....

Кнопка **Параметры** находится сверху справа на рабочем окне программы **Многоканальный самописец**. При нажатии на кнопку **Параметры** или на правую кнопку «мыши» в рабочем окне программы **Многоканальный самописец**» отображается окно «Настройка параметров самописца». Окно «Настройка параметров самописца» можно также вызвать, если нажать на клавиатуре кнопку «Esc» при активном окне **Многоканальный самописец**.



Задание количества измеряемых параметров с помощью кнопки «Упорядочить по каналам»

В этом случае количество параметров (и, соответственно, количество строк в таблице окна параметров) задаётся равным количеству каналов ZETServer. При этом варианты обработки данных канала и варианты представления результата (тип обработки, тип расчёта, представление в дБ, величины частот среза полосового фильтра, параметры мониторинга) копируются во все параметры из первой (самой верхней) строки таблицы. Каналы всех параметров будут заданы в соответствии со следованием каналов ZETServer, с которым можно ознакомиться в программе «Время ZETServer».

Задание количества измеряемых параметров с помощью поля ввода «Количество измеряемых параметров»

В этом случае в поле ввода можно вводить только цифры, другие символы программа не пропустит.

Если введённое число будет меньше уже заданного количества параметров, то применится введенное число с соответствующим уменьшением количества строк в таблице.

Если введённое число будет больше уже заданного количества параметров, то количество строк в таблице увеличится соответствующим образом, а варианты обработки данных канала и представления результата для новых параметров будут копироваться из последней строки таблицы. Максимальное количество параметров равно 400. При этом канал ZETServer нового параметра – это следующий канал по сравнению с каналом предыдущего параметра. Следующий канал для последнего канала ZETServer – это его первый канал. Очередность каналов ZETServer – это следование каналов в программе «Время ZETServer».

Задание количества измеряемых параметров с помощью кнопок «▲» и «▼» справа от поля ввода «Количество измеряемых параметров»

В этом случае клик по кнопке «▲» увеличивает количество параметров на 1, а клик по кнопке «▼» уменьшает количество параметров на 1. Канал ZETServer и варианты обработки данных для нового канала будут определятся в соответствии с правилом ввода количества измеряемых параметров с помощью поля ввода «Количество измеряемых каналов».

Параметр «**Интервал отображения**» задаёт временной интервал отображения графика по оси X в главном окне программы (значение времени самой правой точки оси X минус значение времени самой левой точки оси X).

Справа, под надписью «**Усреднение, с**» устанавливает длительность интервала усреднения значений на графике (*Рис. 3*). Таким образом на графике отображаются усреднённые значения за установленный промежуток времени.

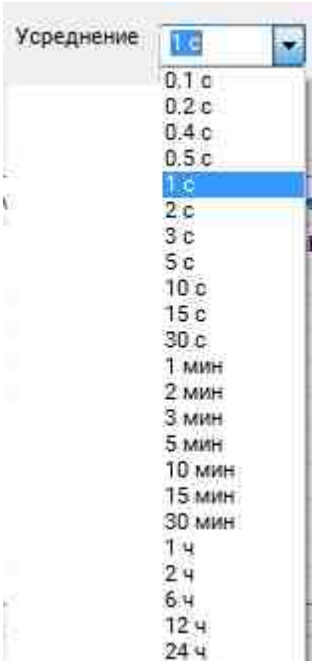


Рис. 3 Окно параметров «Усреднение»

Под надписью «**Кратное усреднение**», позволяет увеличить выбранное усреднение на количество раз *(Рис. 4*). Только с определёнными параметрами в таблице (например, Куртозис (СКЗ).

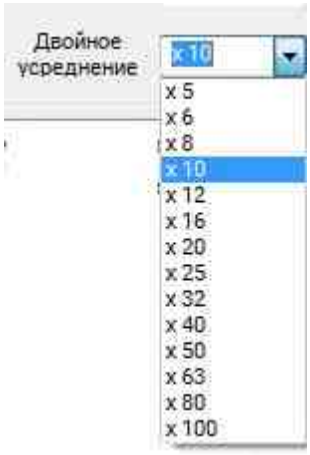


Рис. 4 Окно параметров «Кратное усреднение»

Активация функции «**Мониторинг объекта**» добавляет возможность устанавливать контроль за выходом сигнала за пределы заданных порогов. После активации функции «Мониторинг объекта» требуется указать имя объекта (*Рис. 5а*).

Установленный Флаг «**Запись трендов сигналов**» позволяет производить запись трендов файлов сигналов на жесткий диск, как в исходном, так и в сжатом виде. Их можно посмотреть с помощью программы "Просмотр исторических событий" из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETTrends.exe. Сброшенный флаг «**Запись трендов сигналов**» не делает запись в тренд.

Кнопка «**Применить**» – ввод данных в программу и выход из окна «Настройка параметров самописца».

Кнопка «**Отменить**» отменяет настройки и закрывает окно «Настройка параметров самописца». Закрыть окно можно так же и крестиком, расположенным в правом верхнем углу окна.

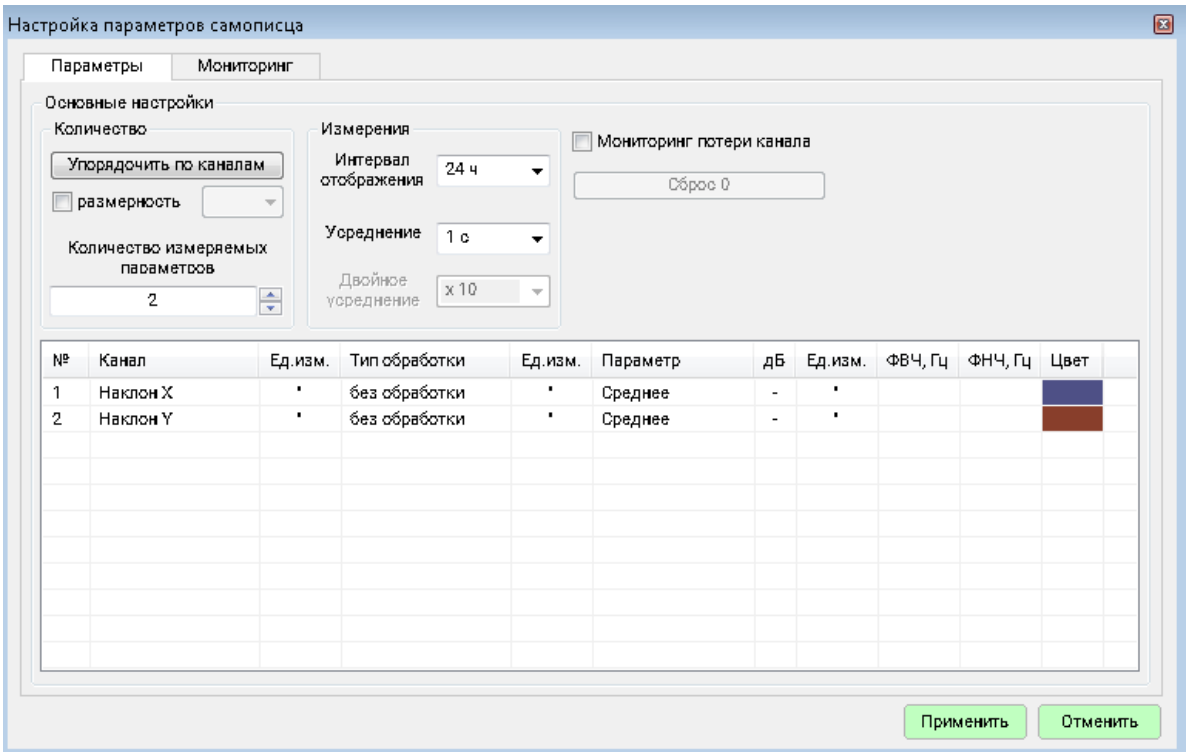


Рис. 5 Окно параметров «Параметры» окна "Настройка параметров самописца"

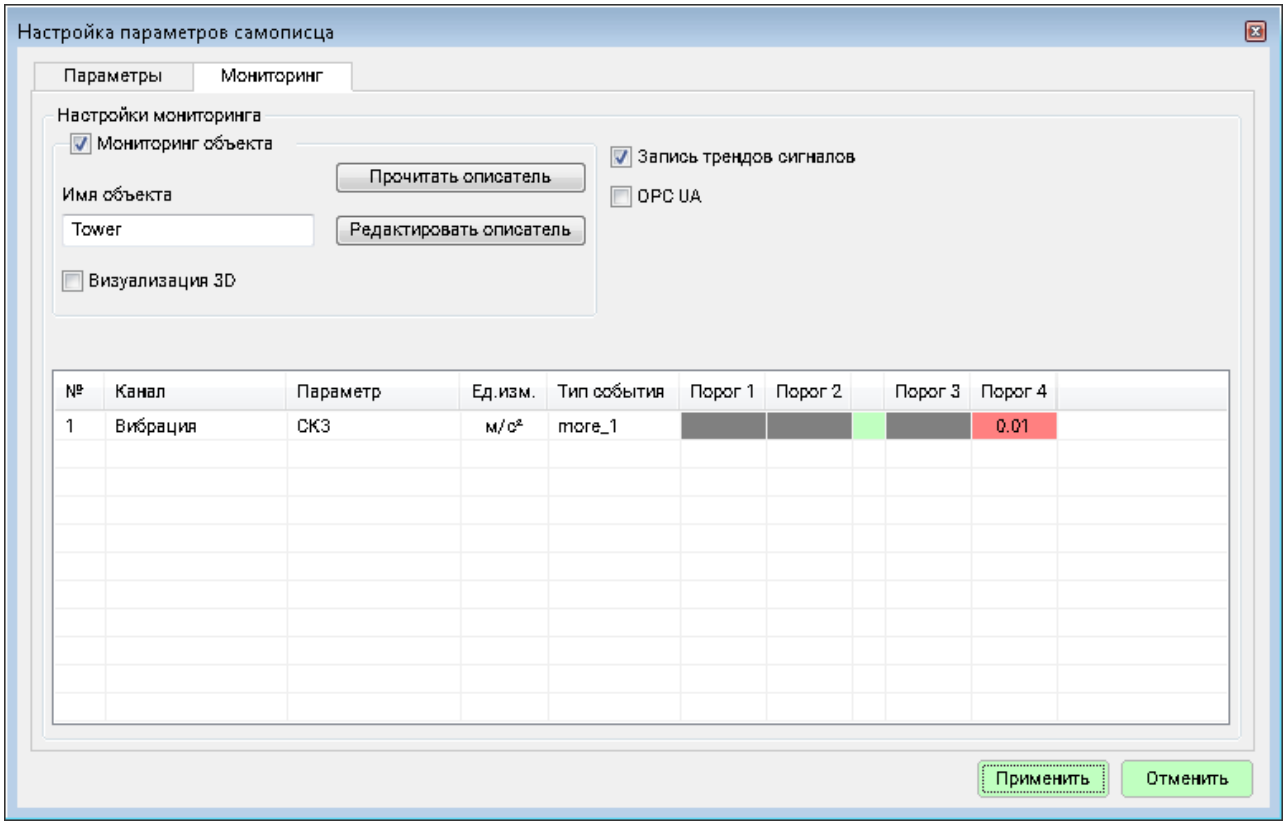


Рис. 5а Вкладка "Мониторинг" окна параметров «Настройка параметров самописца»

Список под надписью «**Канал**» выбираем канал модуля для отображения.

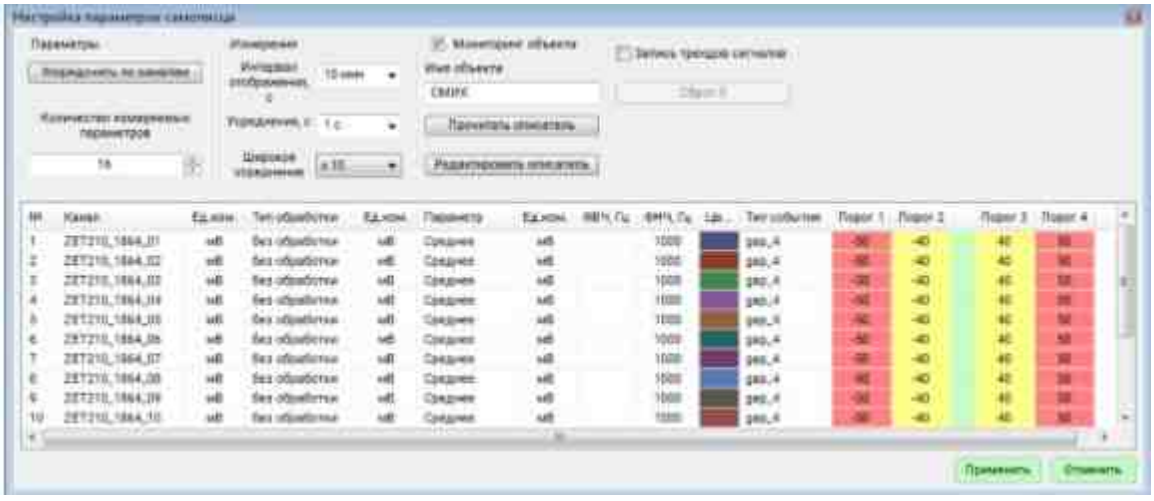


Рис. 6 Окно настройки для случая выбора 16 параметров, рассчитываемых по каналам анализатора ZET 017-U8

Окно настройки для случая выбора 16 параметров, рассчитываемых по каналам анализатора ZET 017-U8, серийный номер 1864. Один параметр - один канал. Для всех параметров - канал без обработки, с ФНЧ, у которого частота среза задана 1000 Гц и с мониторингом по 4

уставкам (значения уставок на красном фоне - уставки типа “Опасность”, значения уставок на желтом фоне - уставки типа “Предупреждения”)

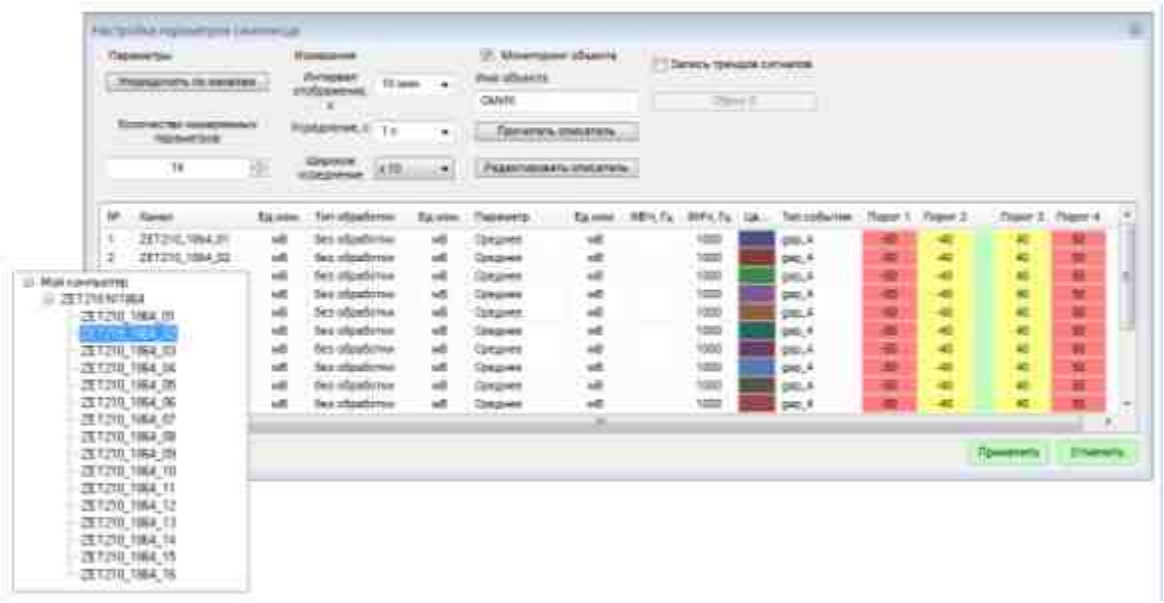


Рис. 7 Окно настройки, в котором для параметра № 2 делается выбор исходного канала (клик по ячейке со строкой 2 и столбцом “Канал”)

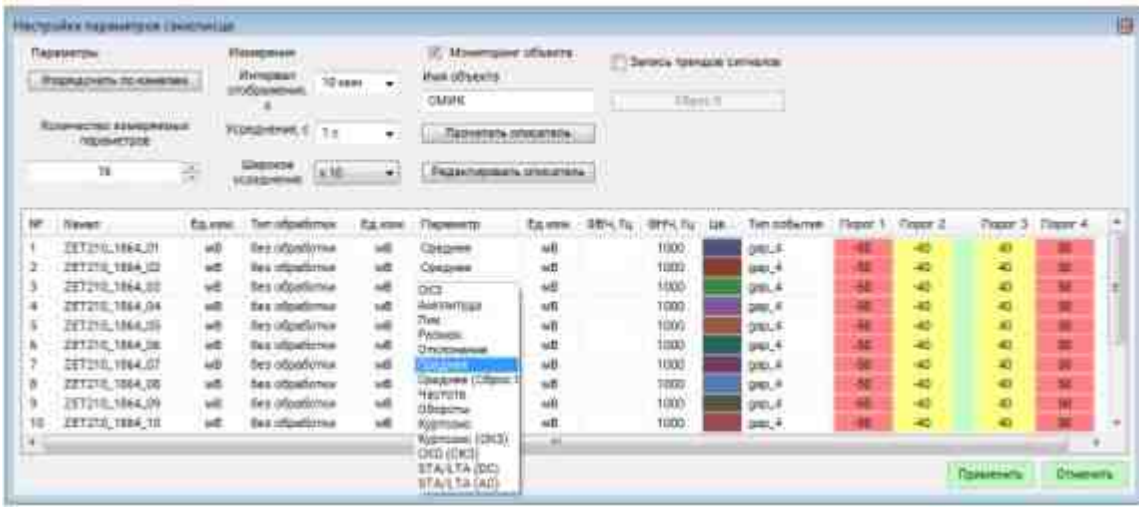


Рис. 8 Окно настройки, в котором для параметра № 2 делается выбор типа рассчитываемого параметра (клик по ячейке со строкой 2 и столбцом “Параметр”)

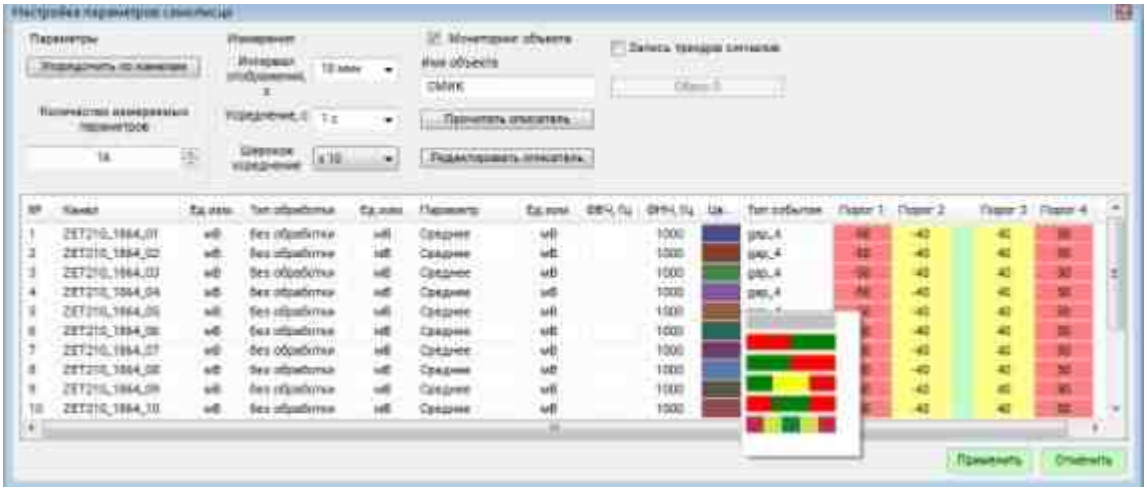


Рис. 9 Окно настройки, в котором для параметра № 4 делается выбор типа событий мониторинга (тип ОДЗ параметров) (клик по ячейке со строкой 4 и столбцом "Тип события"), где ОДЗ область допустимых значений

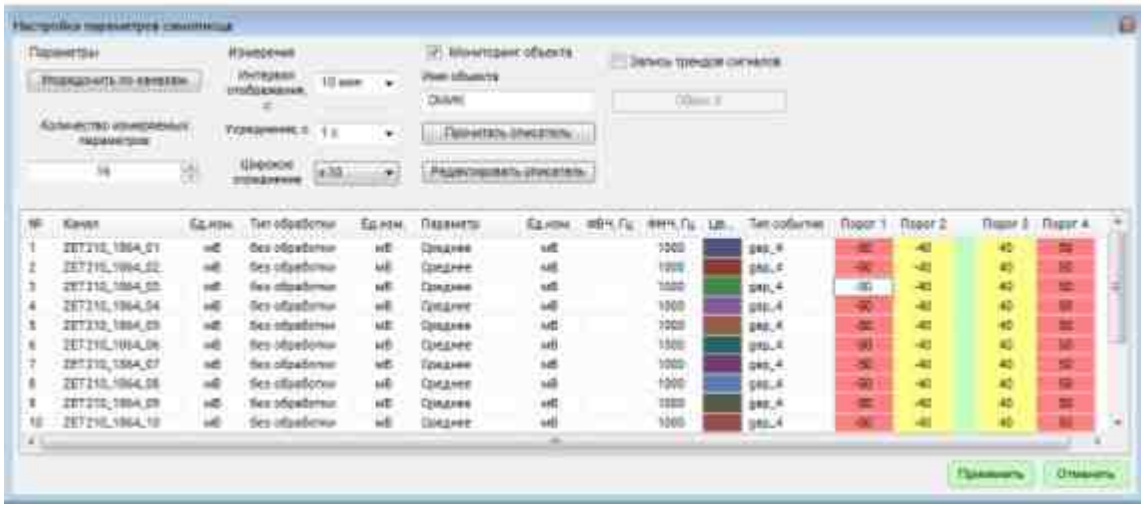


Рис. 10 Окно настройки, в котором для параметра № 3 открыто (по клику мышью) окно ввода для задания/редактирования значения нижней уставки типа "Опасность" (пороговое значение 1). Аналогичным образом задаются значения остальных уставок и значения частот срезов ФВЧ и ФНЧ

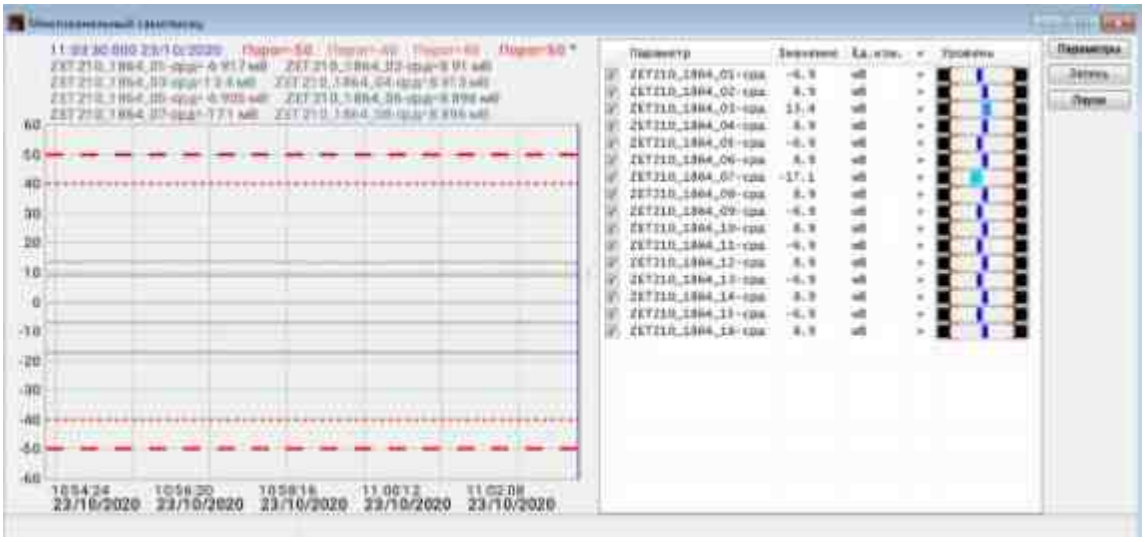


Рис 11. Главное окно программы с параметрами, заданных в соответствии с Рис. 1.

На графике горизонтальные прерывистые линии — это линии со значением уставок типа “Опасность”, горизонтальные пунктирные линии — это линии со значениями уставок типа “Предупреждение”. Индикаторы уровня в таблице имеют риски в соответствии со значениями уставок. Правые и левые квадраты индикаторов меняют цвет при превышении рассчитанных значений параметров над значениями соответствующих уставок. Перевести цвет этих квадратов у исходный (чёрный) может только оператор, кликнув мышью по квадрату. Знак “+” в столбце “+” означает, что значение параметра в таблице будет выравниваться по положению символа десятичной точки.

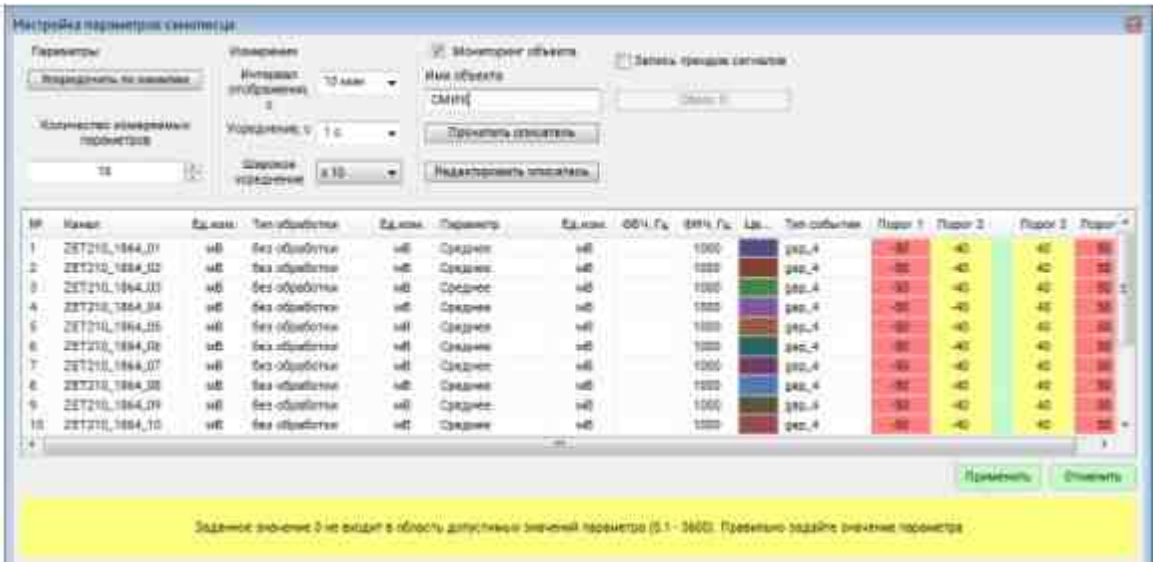


Рис. 12. Окно настройки, при вводе недопустимого значения времени усреднения, равного 0 сек.

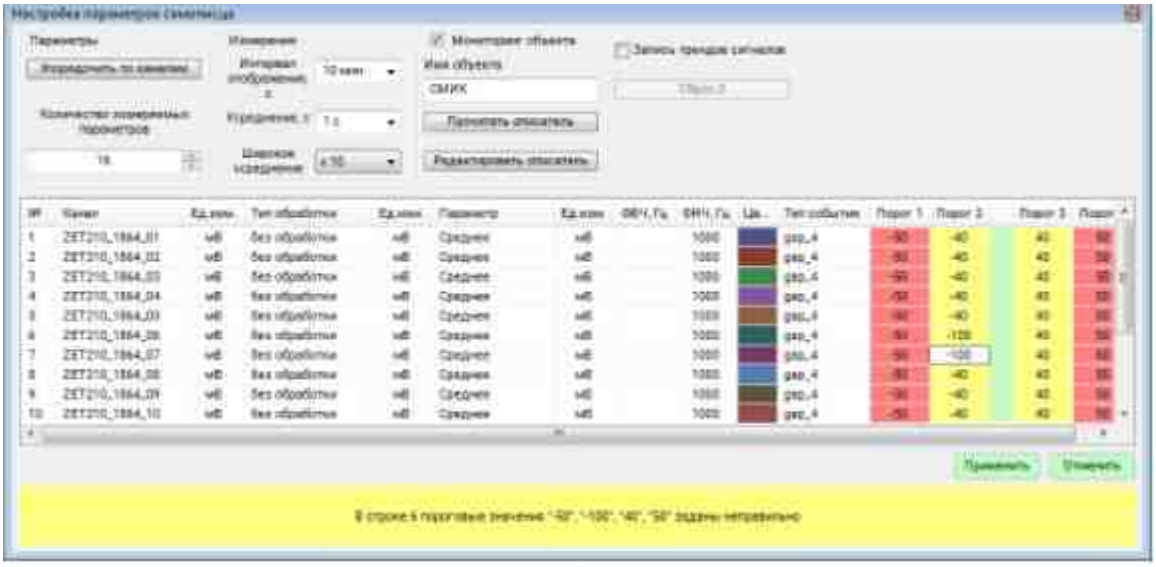


Рис. 13 Окно настройки, при вводе недопустимого значения одного из значений уставок

Описание типа пороговых событий и условия их формирования представлены в *Табл. 4.1*, где переменная *val* содержит текущее значение параметра, а переменные *Threshold_1*, *Threshold_2, Threshold_3, Threshold_4* содержат значения порогов 1, 2, 3, 4 соответственно.

Табл. 4.1 Описание типа событий

№	Тип порога	Цветовая комбинация	Условие формирования	Описание
1	no		–	Порог отсутствует.
2	less_1		val < Threshold_1	Событие «Опасность» возникает в случае, если измеренное значение параметра меньше установленного значения порога 1.
3	more_1		Threshold_4 < val	Событие «Опасность» возникает в случае, если измеренное значение параметра больше установленного значения порога 4.
4	more_2		***Предупреждение*** Threshold_3 ≤ val & val < Threshold_4	Событие «Предупреждение» возникает в случае, если измеренное значение параметра больше установленного значения порога 3 и меньше установленного значения порога 4. Событие «Опасность» возникает в случае, если измеренное значение параметра больше установленного значения порога 4.

			Опасность Threshold_4 ≤ val	
5	gap _2		val < Threshold_1 || Threshold_4 < val	Событие «Опасность» возникает в случае, если измеренное значение параметра меньше установленного значения порога 1 или больше установленного значения порога 4.
6	gap _4		***Предупреждение*** Threshold_1 < val < Threshold_2 || Threshold_3 < val < Threshold_4 ***Опасность*** val < Threshold_1 || Threshold_4 < val	Событие «Предупреждение» возникает в случае, если измеренное значение параметра больше установленного значения порога 1, но меньше установленного значения порога 2 или больше установленного значения порога 3, но меньше установленного значения порога 4. Событие «Опасность» возникает в случае, если измеренное значение параметра меньше установленного значения порога 1 или больше установленного значения порога 4.

После выбора типа событий в окне «Настройка параметров самописца» нажать кнопку «Редактировать описатель». В открывшемся файле «Monitoring.xml» в строках «**tag**» для атрибутов *«Threshold_1», «Threshold_2», «Threshold_3», «Threshold_4»* устанавливаются значения порогов 1, 2, 3 и 4 соответственно *Рис. 14*. После внесения изменений в файле «Monitoring.xml» следует сохранить изменения: «ФайлаСохранить» и закрыть данный файл.

```
<?xml version="1.0"?>
<root version="5">
    <program name="multiSWvm">
        <object name="СМИК">
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7110 (11)" Unit="мкм/м" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7154-X (22)" Unit="°" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="Отклонение" Channels="ZET7154-Y (23)" Unit="°" TypeEvent="gap_4" Threshold_1="-1" Threshold_2="-0.5" Threshold_3="0.5" Threshold_4="1" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_X (31)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_Y (32)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
            <tag name="СКЗ" Channels="ZET7152N_Z (33)" Unit="g" TypeEvent="more_2" Threshold_1="0.5" Threshold_2="1" Threshold_3="" Threshold_4="" />
        </object>
    </program>
</root>
```

Рис. 14 Установка порогов в файле «Monitoring.xml»

В программе «Настройка параметров самописца» нажать кнопку «Прочитать описатель» и убедиться, что в таблице отобразились заданные значения порогов, после чего нажать кнопку «Применить» (*Рис. 15*).

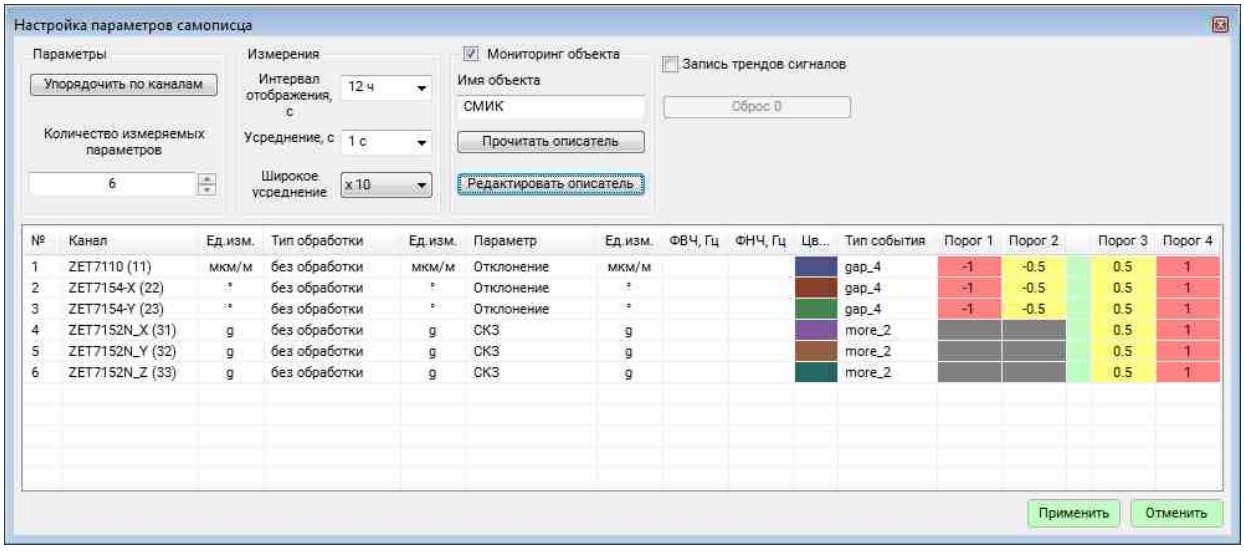


Рис. 15 Настройка параметров самописца

В окне программы «Многоканальный самописец» отобразятся графики выбранных измерительных каналов, а также установленные для них пороговые уровни [Рис. 16](#).



Рис. 16 Окно программы «Многоканальный самописец»

Для удобства восприятия отображаемой на графике информации рекомендуется запустить несколько окон программы «Многоканальный самописец», сгруппировав графики по типам цифровых датчиков, например:

- В окне №1 отображаются значения деформации цифровых датчиков ZET 7110-DS в ед. изм. «мкм/м»;
- В окне №2 отображаются значения угла наклона цифровых датчиков ZET 7154 в ед. изм. «°»;
- В окне №3 отображаются значения ускорения цифровых датчиков ZET 7152-N в ед. изм. «g».

В настройках параметров каждой из запущенных программ «Многоканальный самописец» следует выбрать необходимые измерительные каналы, включить функцию

«Мониторинг объекта», в поле «Имя объекта» указать ранее созданное имя и нажать кнопку «Прочитать описатель», после чего нажать кнопку «Применить». В окнах программы «Многоканальный самописец» отобразятся графики выбранных измерительных каналов, а также установленные для них пороговые уровни (*Рис. 17*).

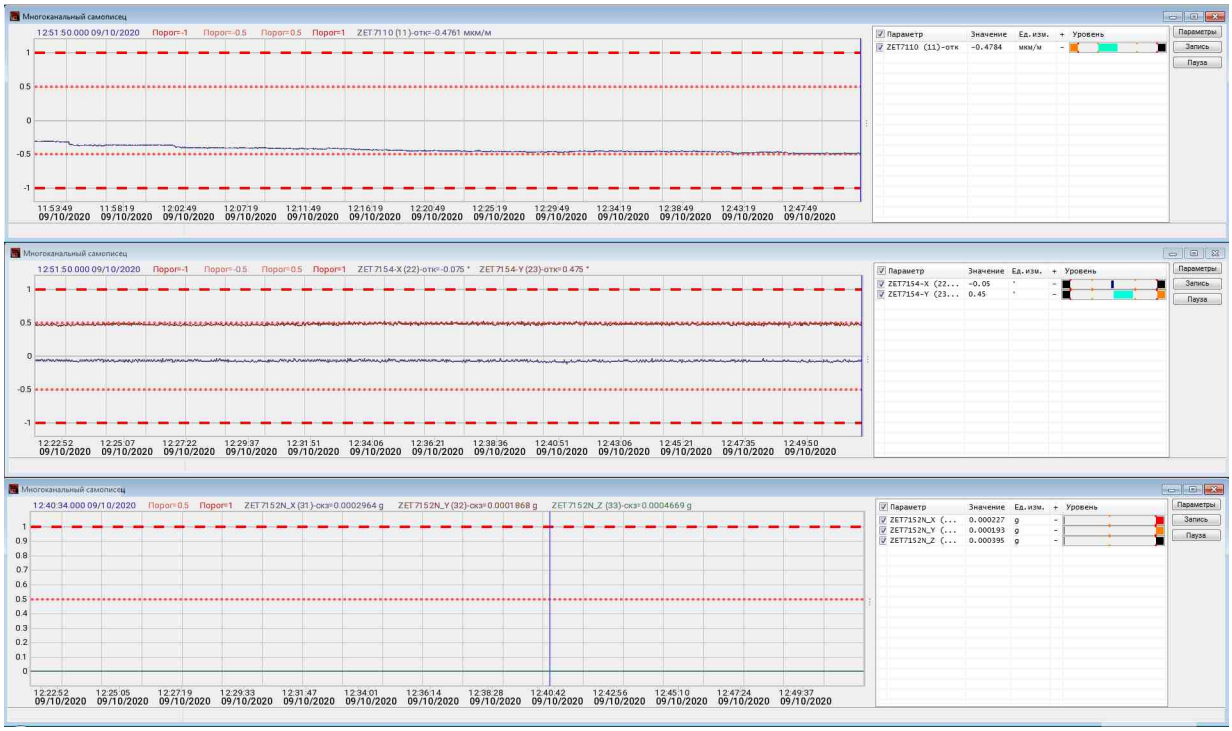


Рис. 17 Программа «Многоканальный самописец» в многооконном режиме

В зависимости от типа установленного порога на графиках программы «Многоканальный самописец» могут отображаться два типа линий, являющимися пороговыми уровнями, превышение которых приводит к формированию события «Предупреждение» или «Опасность» и взвода сигнального флага на индикаторе уровня (*Табл. 4.2*).

Табл. 4.2 Описание пороговых уровней

	Тип линии	Тип события	Описание	Флаг
1		Предупреждение	Данный тип линии отображает на графиках программы «Многоканальный самописец» пороговый уровень, при превышении которого формируется событие «Предупреждение», а на индикаторе уровня взводится соответствующий флаг.	
2		Опасность	Данный тип линии отображает на графиках «Многоканальный самописец» пороговый	

			уровень, при превышении которого формируется событие «Опасность», а на индикаторе уровня взводится соответствующий флаг.	

Индикатор уровня представляет собой шкалу, на которой отображается текущий интегральный уровень загрузки по измерительному каналу. В зависимости от установленного типа порогового события нулевой уровень загрузки по измерительному каналу может быть в центре шкалы или с краю. На *Рис. 18* приведен пример различных типов индикатора уровня.



Рис. 18 Индикаторы уровня

По краям индикатора уровня расположены поля, где взводится сигнальный флаг, оповещающий о превышении порогового уровня. В нормальном состоянии – когда отсутствуют превышение какого-либо порога поле имеет черный фон. При возникновении события «Предупреждение» фон соответствующего поля окрашивается в оранжевый цвет, при возникновении события «Опасность» – в красный цвет (*Табл. 4.2*). Также на шкале индикатора уровня нанесены оранжевые и красные метки, указывающие на расположение соответствующих пороговых уровней. На *Рис. 19* приведен пример формирования событий «Предупреждение» и «Опасность» в программе «Многоканальный самописец».

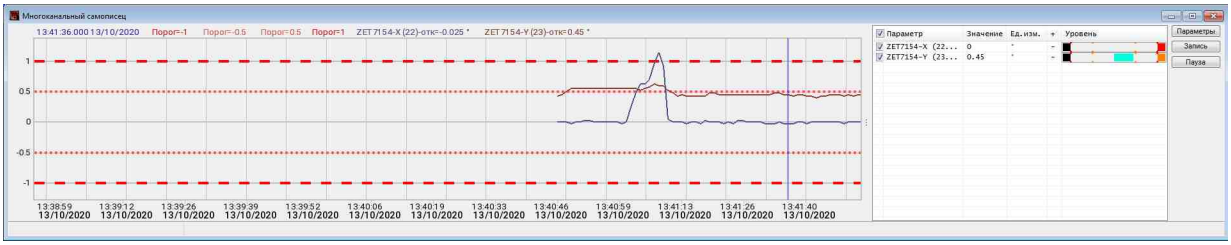


Рис. 19 Формирование событий «Предупреждение» и «Опасность» в программе «Многоканальный самописец»

Для снятия взведенного флага «Предупреждение» или «Опасность» следует указателем «мышь» щелкнуть по полю с соответствующим флагом. Но следует понимать, что флаг снимется только в том случае, если событие, которое взвело данный флаг уже прекратилось. Более подробная информацию о факте превышения пороговых уровней содержится в программе «Журнал событий»

Мониторинг объектов .....

Во вкладке «Мониторинг» (*Рис. 4*) установить галочку «Мониторинг объекта». В поле «Имя объекта» ввести «Tower» и нажать кнопку «Редактировать описатель».

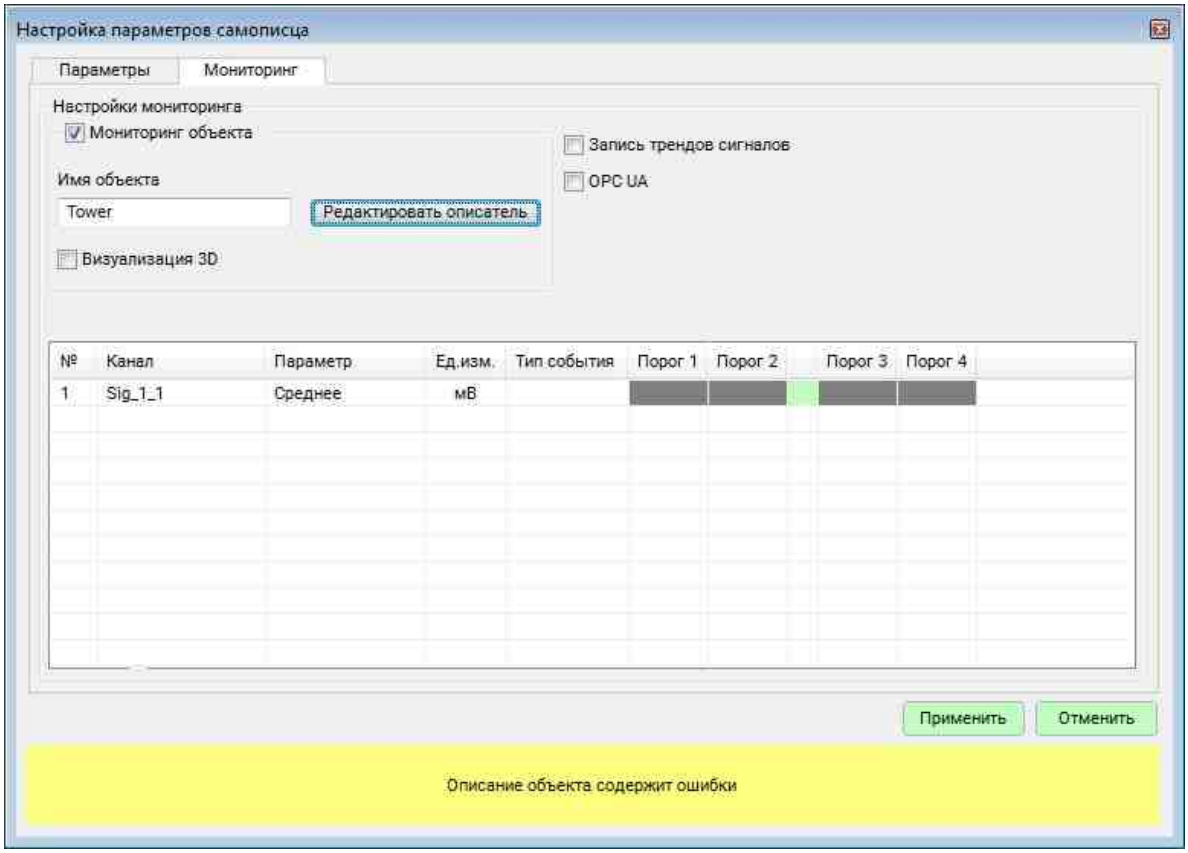


Рис. 4. Окно настроек программы Многоканальный самописец Вкладка «Мониторинг»

Откроется окно «Редактор параметров мониторинга» (*Рис. 5*). В окне с предложением создать объект «Tower» активировать кнопку «Да».

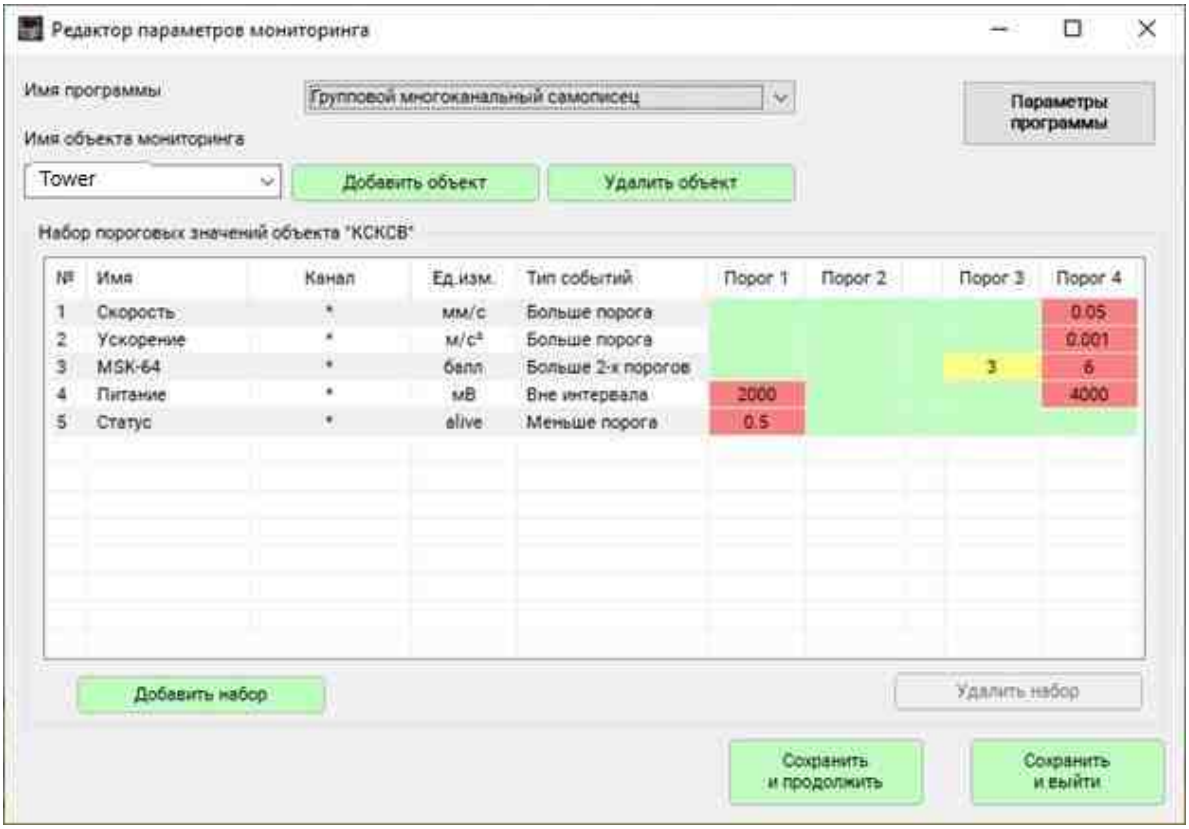


Рис. 5. Окно редактора параметров мониторинга.

Далее в окне «Редактор параметров мониторинга» нажать кнопку «Сохранить и выйти».

Настройка многоканального самописца для измерения ускорений

Настройка многоканального самописца для измерения ускорений выполняется по методике, приведенной в предыдущем разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Ускорение», а набор для мониторинга создается в соответствии со второй строчкой таблицы (*Рис. 5*).

Для создания набора мониторинга параметра «Ускорение» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 6, после чего нажать кнопку «Применить».

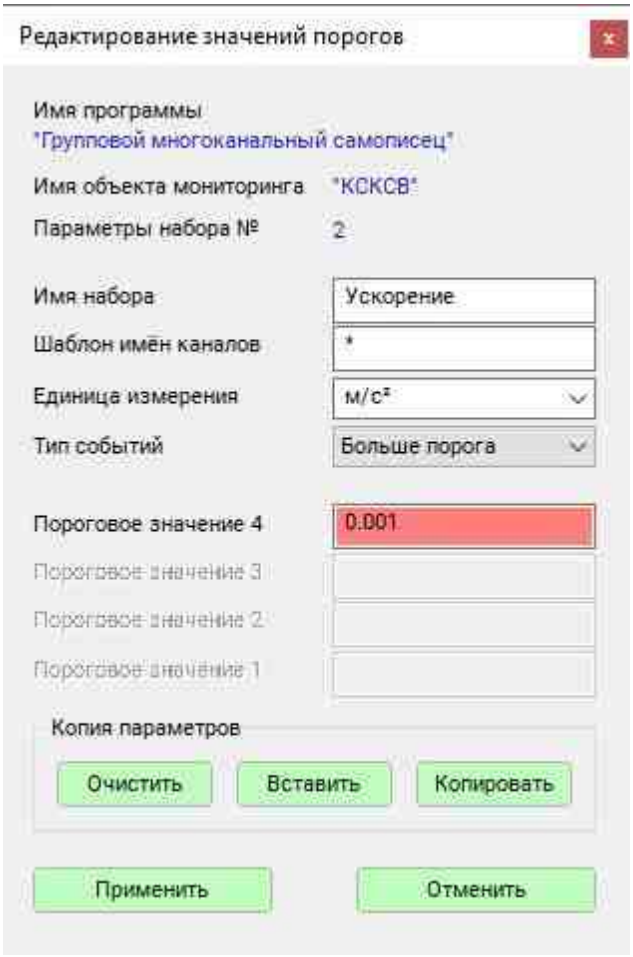


Рис. 6. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Ускорение»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_accel.cfg.

Настройка многоканального самописца для измерения бальности

Настройка многоканального самописца для измерения балльности выполняется по методике, приведенной в выше разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «MSK-64», а набор для мониторинга создается в соответствии с третьей строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «MSK-64» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 7, после чего нажать кнопку «Применить».

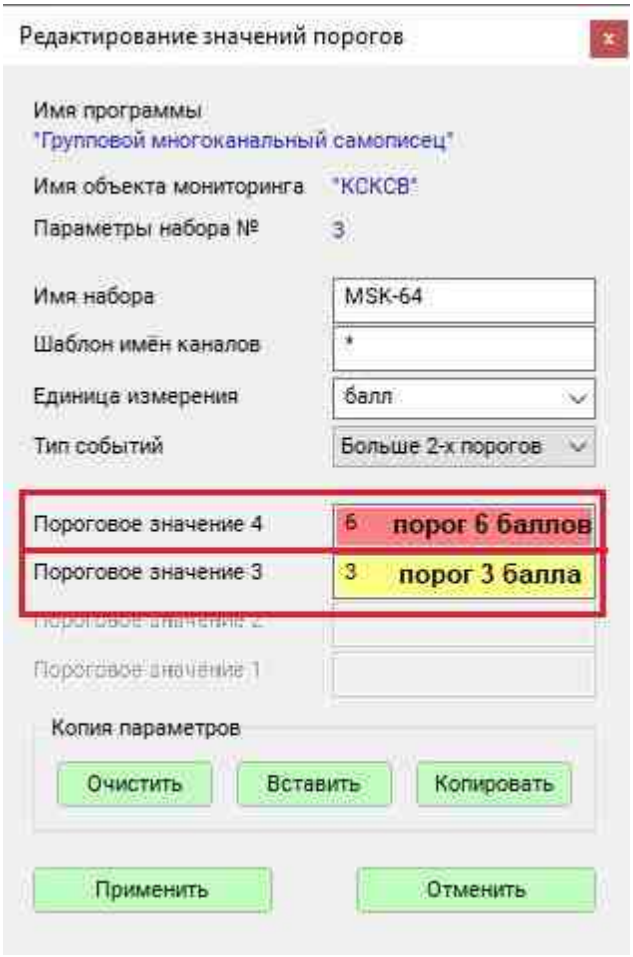


Рис. 7. Окно «Редактирование значений порогов» набора «MSK-64»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_msk64.cfg.

Настройка Многоканального самописца для измерения питания сейсмоприемников

Настройка Многоканального самописца для измерения питания сейсмоприемников выполняется по методике, приведенной в разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Питание», а набор для мониторинга создается в соответствии с четвертой строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «Питание» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 8, после чего нажать кнопку «Применить».

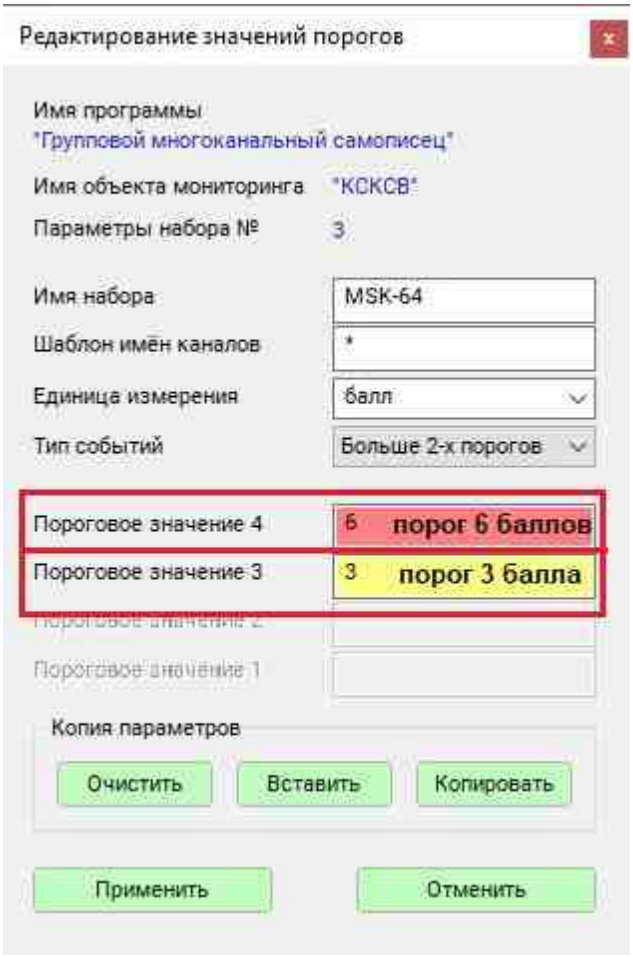


Рис. 8. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Питание»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_power.cfg.

Остальные строчки в таблице настраиваются аналогичным, образом, описанным выше.

Примечание: В таблице (*Рис. 5)* Окна "Редактора параметров мониторинга" настраиваются наборы с разными единицами измерения для отображения разных типов порогов. Если две и более строки настроены с одинаковыми единицами измерения, то пороги будут применяться по единице измерения находящийся выше.

Пример к разделу .....

Оглавление

Пример к разделу

Механические испытания надежности паяных соединений печатных плат

Применение на практике

Применение на практике .....

Применение на практике

Для демонстрации работы событий мониторинга рассмотрим работу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Реальное ПО мониторинга при определении факта завершения события использует 20% гистерезис с целью предотвращения «дребезга» срабатывания.

Так при типе событий «Больше порога» событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4м) при условии, что событие наблюдалось, где П4м = 0.8 * П4. При выполнении этого же условия при типе событий «Больше 2-х порогов» заканчивается событие П4. А вот событие П3 будет заканчиваться при (ТЗП < П3м) при условии, что событие наблюдалось, где П3м = 0.8 * П3. При типах событий «Меньше порога» и «Меньше 2-х порогов» событие П1 заканчивается при (П1п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П1п = 1.2 * П1. При этом событие П2 заканчивается при (П2п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П2п = 1.2 * П2. Аналогично при типах событий «Вне интервала» и «Вне 2-х интервалов»:

- событие П1 заканчивается при (П1м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П2 заканчивается при (П2м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П3 заканчивается при (ТЗП < П3п) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4п) при условии, что событие наблюдалось.

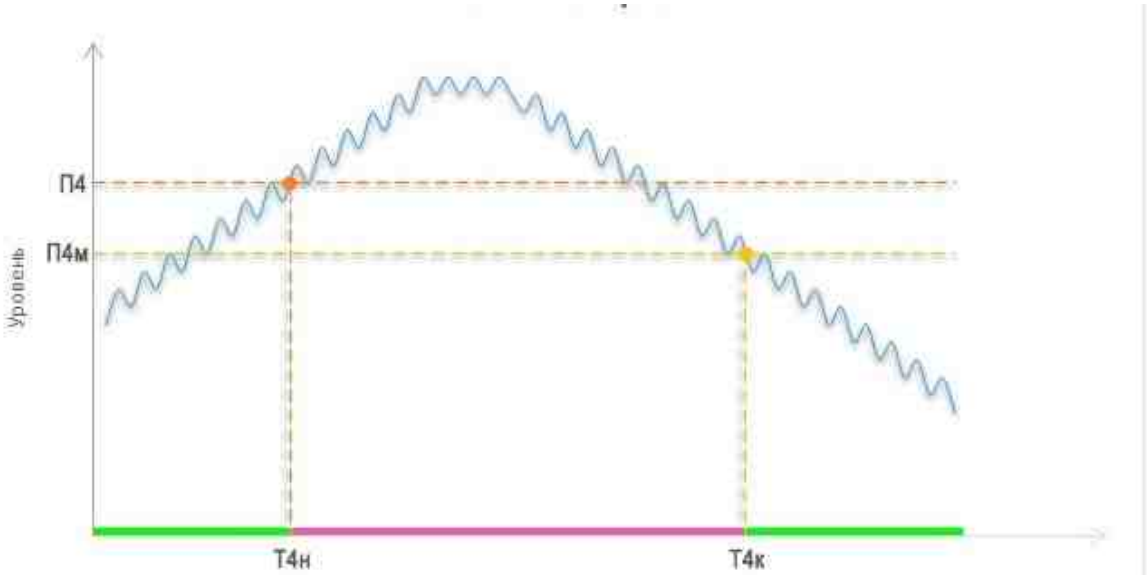
Для наглядности на изображениях к примерам приведена цветовая индикация зон, где:

- зеленая зона — отсутствие события мониторинга;
- жёлтая зона — наблюдается событие типа «Предупреждение», т.е. П2 или П3;
- красная зона — наблюдается событие типа «Опасность», т.е. П1 или П4.

Тип событий «Больше порога»

Тип событий «Больше порога» подходит для мониторинга за температурой двигателя. При П4 = 105 °С событие «Опасность» говорит о неполадках в системе охлаждения и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска его выхода из строя (заклинивания).

Больше порога



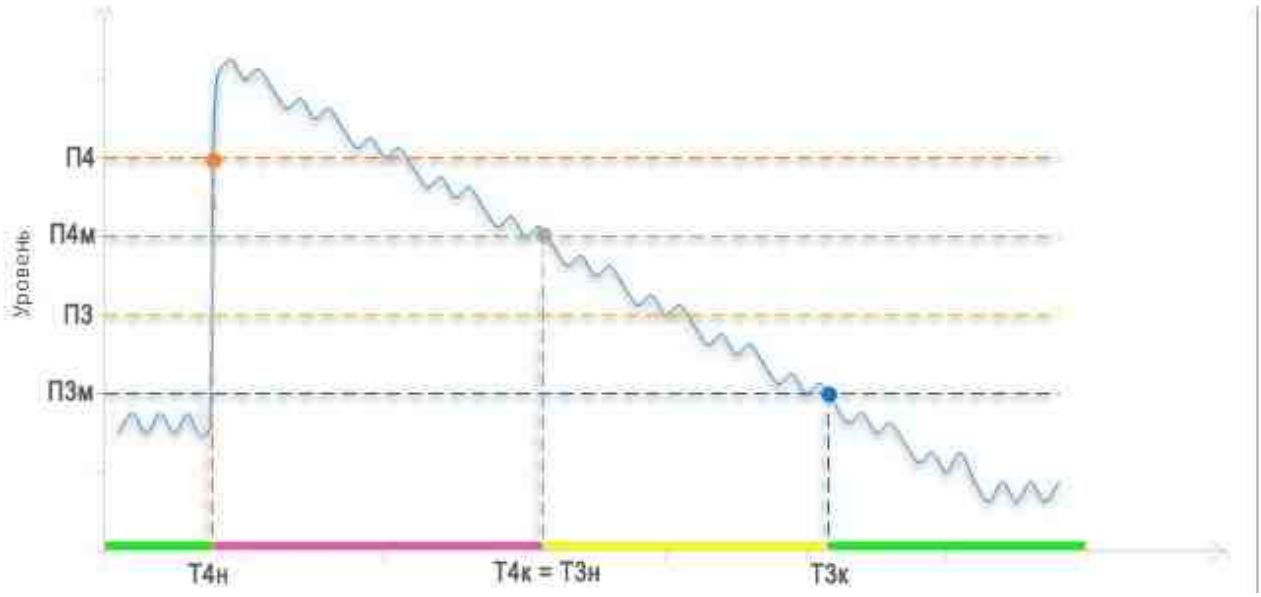
Время

Т4н — время начала события П4;
Т4к — время окончания события П4.

Тип событий «Больше 2-х порогов»

Использование типа событий «Больше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П3 = 100 °С это событие говорит о начале неполадок.

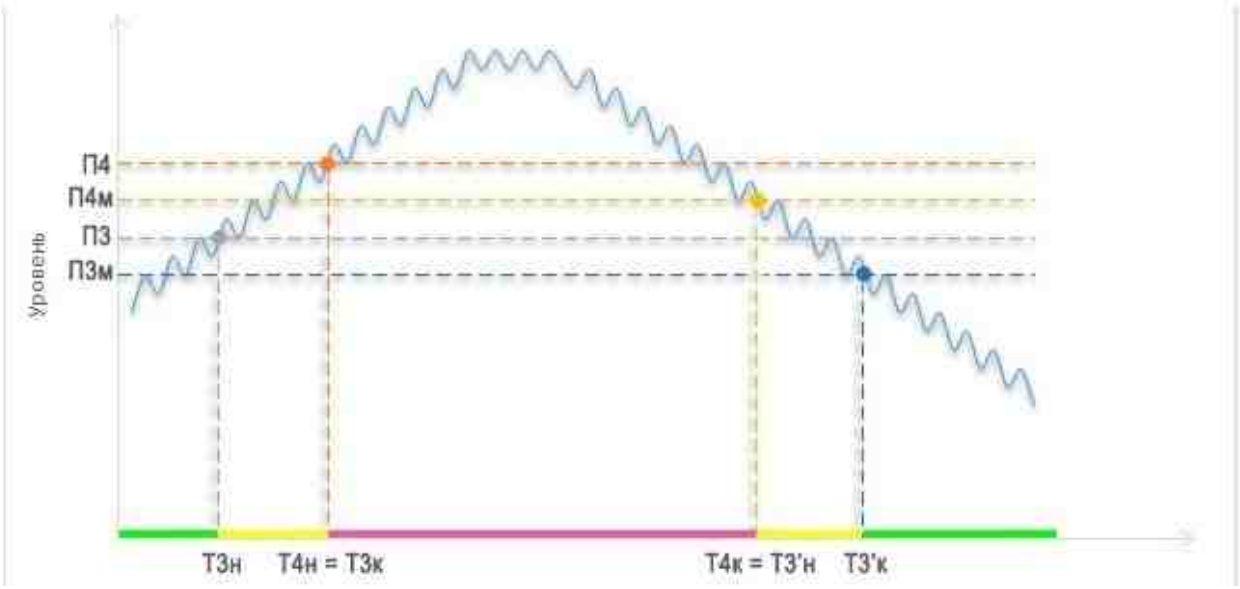
Больше двух порогов



Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось с *Т3н* до *Т3к*, при этом *Т4к* = *Т3н*.

Больше двух порогов



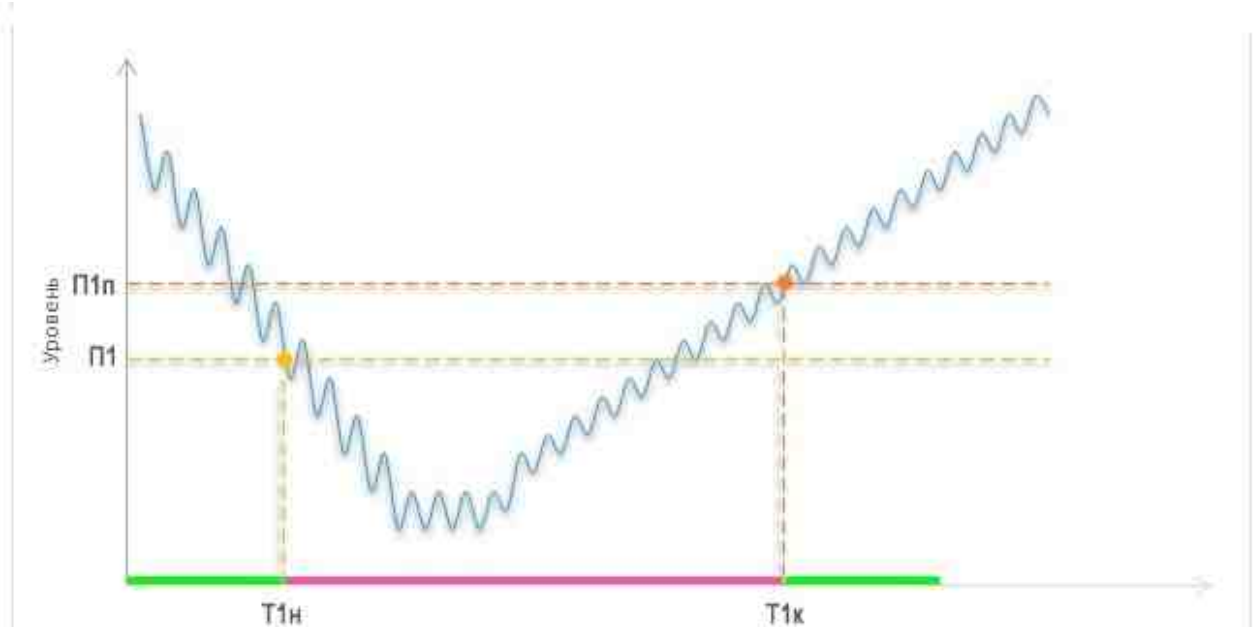
Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось 2 раза: с *Т3н* до *Т3к* и с *Т3'н* до *Т3'к*, при этом *Т4н = Т3к* и *Т4к = Т3'н*.

Тип событий «Меньше порога»

Тип событий «Меньше порога» подходит для мониторинга за количеством топлива в баке автомобиля. При П1 = 2 литра событие «Опасность» говорит о критическом уровне топлива и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска выхода из строя погружного топливного насоса высокого давления.

Меньше порога

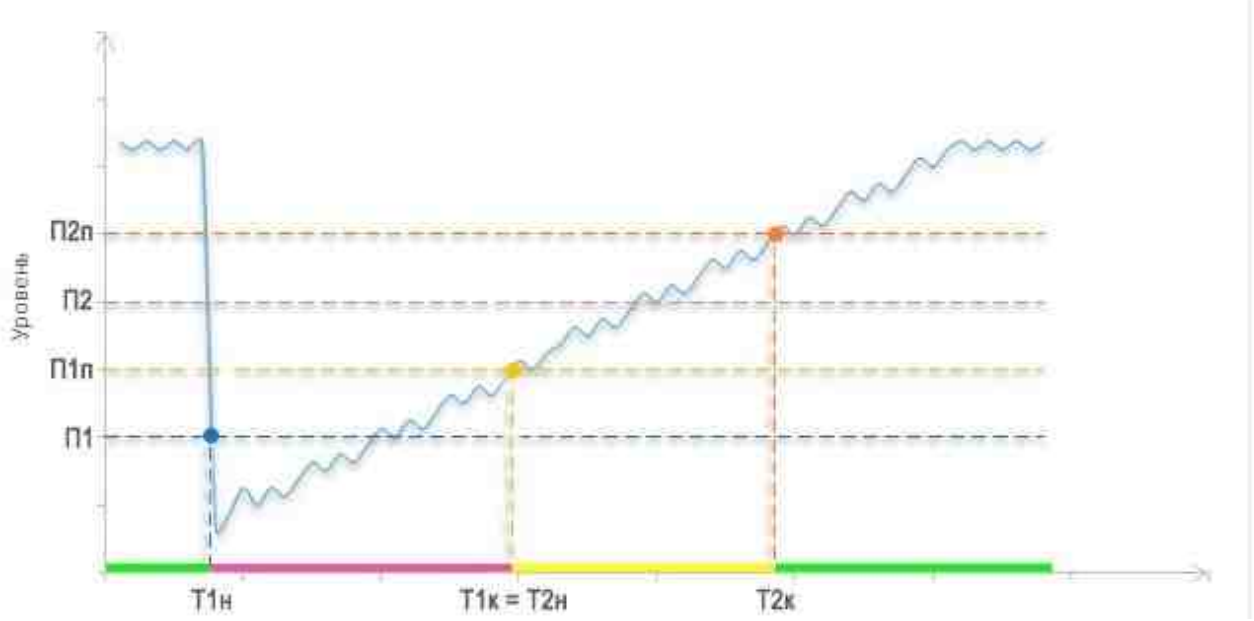


Время

Тип событий «Меньше 2-х порогов»

Использование типа событий «Меньше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П2 = 5 литров это событие говорит о необходимости дозаправки.

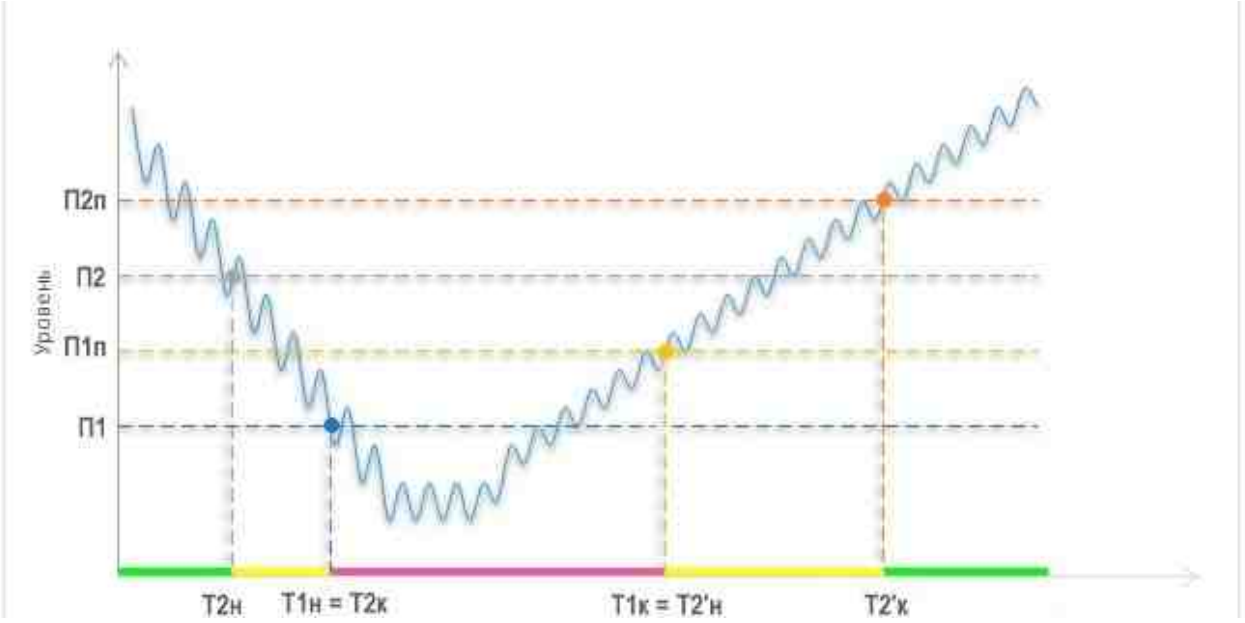
Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а *с*обытие П2 наблюдалось от *Т2н* до *Т2к*.
При этом *Т1к* = *Т2н*.

Меньше двух порогов



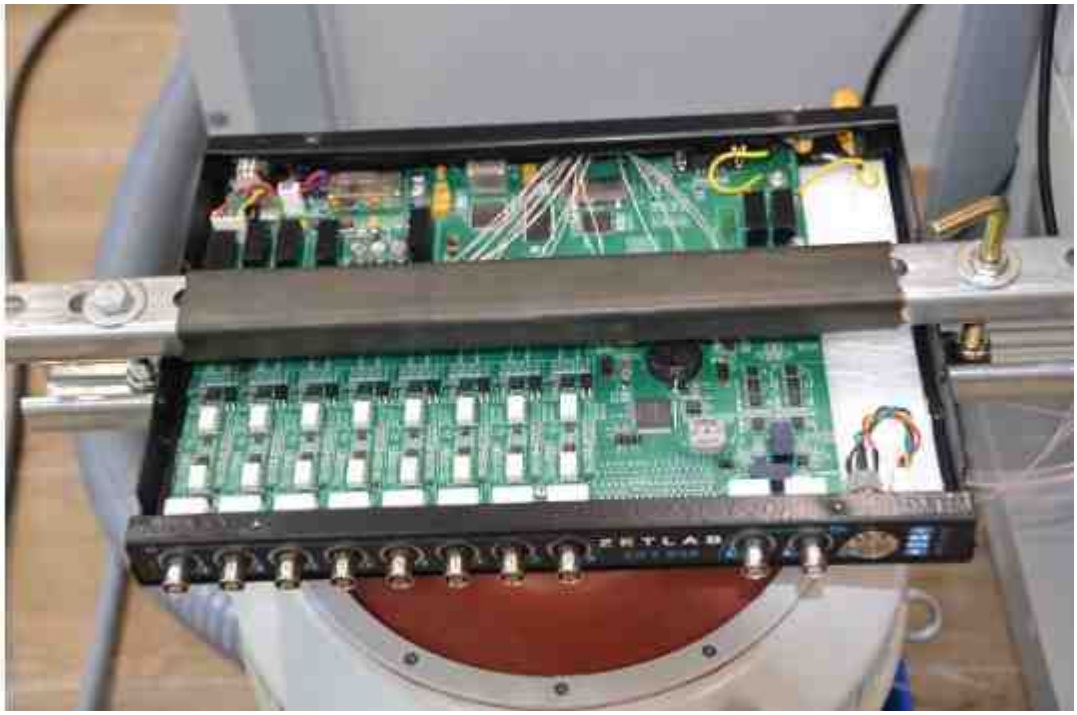
В данном примере событие П1 наблюдалось от *T1н* до *T1к*, а событие П2 наблюдалось два раза: от *T2н* до *T2к* и от *T2'н* до *T2'к*.
При этом *T1н* = *T2к* и *T1к* = *T2'н*.

Тип событий «Вне интервала» подходит для мониторинга за частотой оборотов двигателя. При П1 = 500 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что в системе питания двигателя неполадки и что двигатель может в любую секунду заглохнуть. При П4 = 7000 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что двигатель испытывает большие нагрузки, длительное воздействие которых сильно уменьшают моторесурс двигателя, а также возможен выход двигателя из строя.

Использование типа событий «Вне 2-х интервалов» в данном случае может дополнительно выдать предварительные события типа «Предупреждение». При П2 = 700 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале проблем в системе питания. При П3 = 5000 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале больших нагрузок на двигатель.

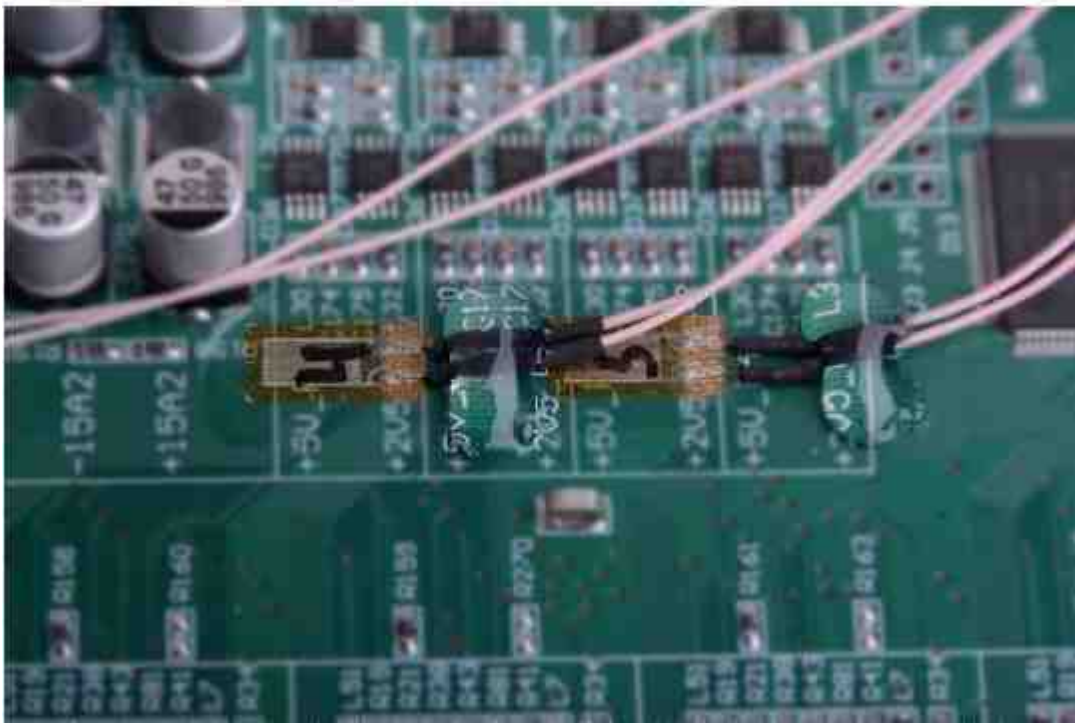
Механические испытания надежности паяных соединений печатных плат .....

Механические испытания надёжности паяных соединений печатных плат проводят тензометрическим методом. Такой вид испытаний позволяет провести объективный анализ уровней деформации и скорости деформации, которым подвергается печатная плата во время сборки, испытаний и эксплуатации. Рекомендации по проведению испытаний приведены в Руководстве по испытаниям на механический удар для оценки надёжности паяных соединений IPC-JEDEC-9703.



Из-за восприимчивости паяных соединений компонентов печатных плат к отказам, вызванным деформацией, параметры максимально допустимое напряженно деформированное состояние имеет решающее значение при эксплуатации. Чрезмерная деформация может привести к повреждению паяных соединений для всех покрытий подложки корпуса. К таким отказам относятся растрескивание шариков припоя, повреждение дорожки, отрыв контактной площадки и растрескивание подложки во время изготовления платы и в процессе испытаний.

В данной статье рассмотрим основной порядок действий при проведении механических испытаний печатной платы, на примере транспортной вибрации.

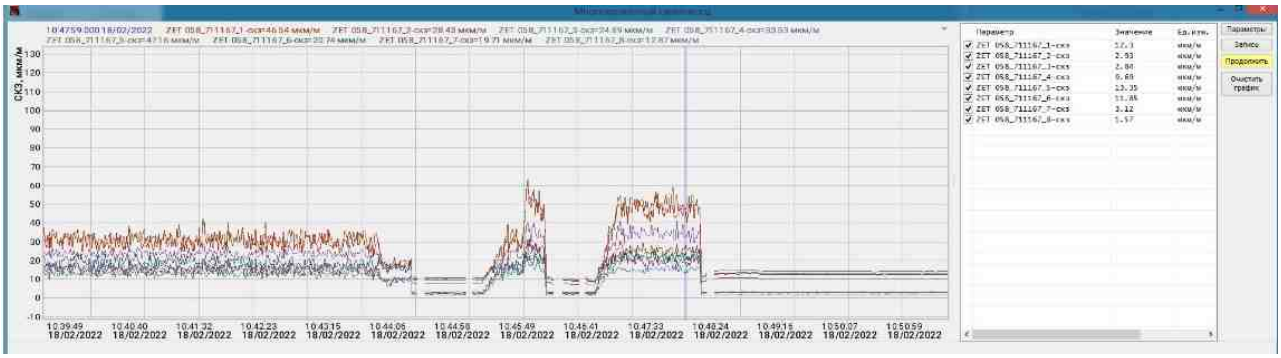


Измерение напряжённо деформированного состояния печатной платы включает в себя монтаж тензорезисторов в местах, наиболее подверженных нагрузке, а затем проведение испытаний платы на воздействие широкополосной случайной вибрации.

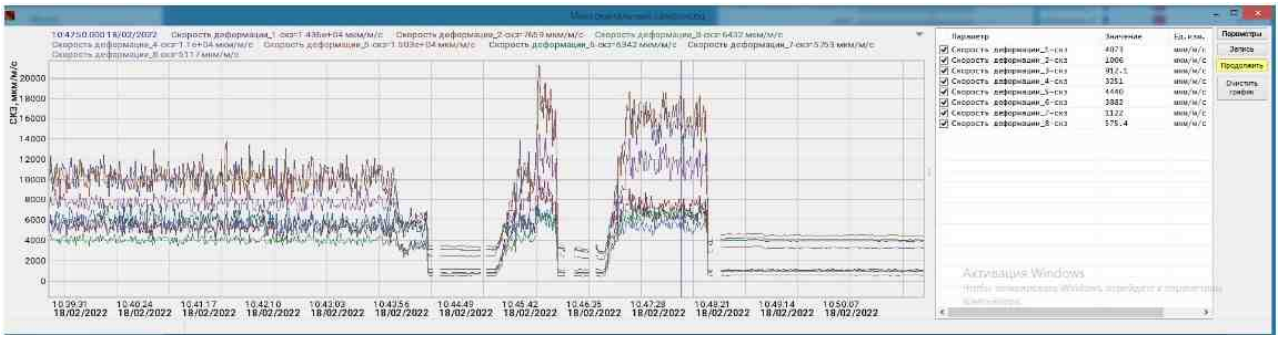


В процессе проведения испытаний данные о значении деформации и скорости деформации печатной платы регистрируются в программе «Многоканальный самописец».

Этапы испытаний, которые превышают пределы деформации, считаются чрезмерными и идентифицируются таким образом, чтобы можно было предпринять корректирующие действия. Пределы деформации могут определяться заказчиком, поставщиком компонентов или наилучшими практическими результатами.

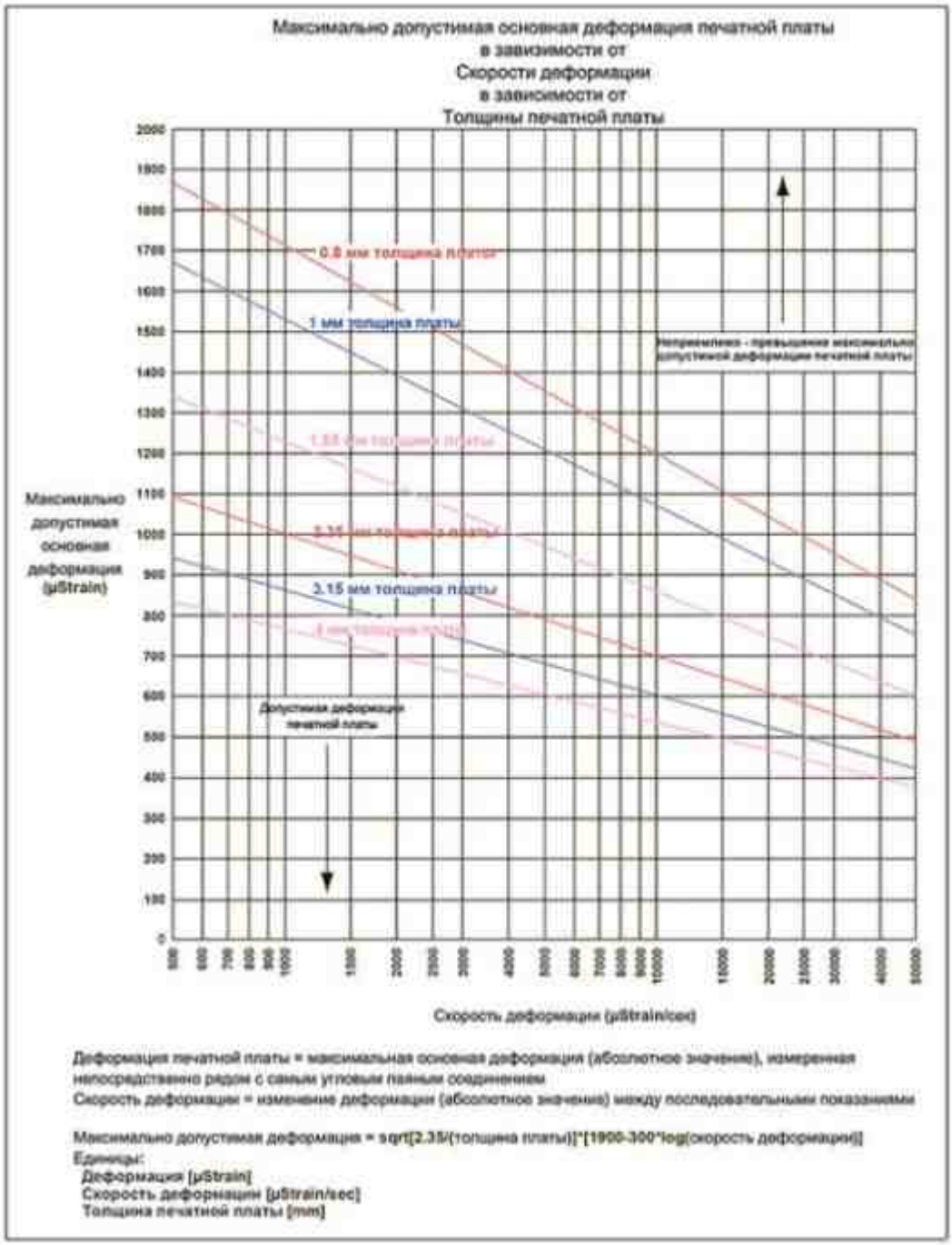


Деформация печатных плат во время испытаний



Скорость деформации печатных плат во время испытаний

Примеры критериев измерения деформации в соответствии со стандартом IPC/JEDEC-9703 приведены на номограмме максимально допустимой основной деформации печатной платы в зависимости от скорости деформации и толщины платы:



Контроль изгиба плат с помощью тензорезисторов оказался очень полезным для электронной промышленности и продолжает получать признание в качестве метода выявления вредных производственных процессов.

Однако, данный метод обладает рядом недостатков, не позволяющих его использования в некоторых случаях:

- небольшой размер печатной платы, и как результат невозможность монтажа тензорезисторов;
- возможность только разового использования;
- необходимость компенсации температурных воздействий.

Групповой многоканальный самописец .....

Программа **Групповой многоканальный самописец** предназначена для длительной регистрации и отображения параметров сигналов, поступающих на входные каналы контроллеров, анализаторов спектра (входит в комплект поставки), цифровых датчиков и модулей АЦП/ЦАП (поставляется опционно).

Самописец позволяет проводить непрерывную запись выбранных параметров сигналов в файл. Программа используется в системах непрерывного мониторинга и контроля, в системах проведения различного вида испытаний для протоколирования результатов испытаний. Например, при проведении испытаний на виброустойчивость, оператору необходимо регистрировать уровни вибрации на опорной и контрольных точках и частоту возбуждаемого сигнала. Испытания могут проводиться в течение нескольких рабочих смен. При проведении виброиспытаний по трем осям, необходимо переставлять образец. На время переустановки самописец можно останавливать и затем продолжать регистрацию по мере необходимости. Количество одновременно регистрируемых каналов может доходить до 60.

Программа **Групповой многоканальный самописец** отображает измеренные значения сигналов, а также результаты обработки данных сигналов. В программе **Групповой многоканальный самописец** предусмотрена возможность устанавливать пороги, выход сигнала за границы которых приводит к срабатыванию сигнализации. Одновременно можно запускать несколько самописцев. В автоматизированных системах управления технологическим оборудованием необходимо вести непрерывный контроль и регистрацию технологических параметров — давления, температуры, нагрузки. В этом случае самописец включается на непрерывный режим регистрации. Ежегодные, еженедельные или ежедневные протоколы по мере необходимости архивируются оператором.

Запуск программы «**Групповой многоканальный самописец**» производится из меню «Регистрация» панели ZETLAB (*Рис. 1*). На экране монитора отобразится окно программы «**Групповой многоканальный самописец**» (*Рис. 2*). Из директории «C:\ZETLab» запустить программу «swmchan.exe» и в открывшемся окне активировать кнопку «Параметры».

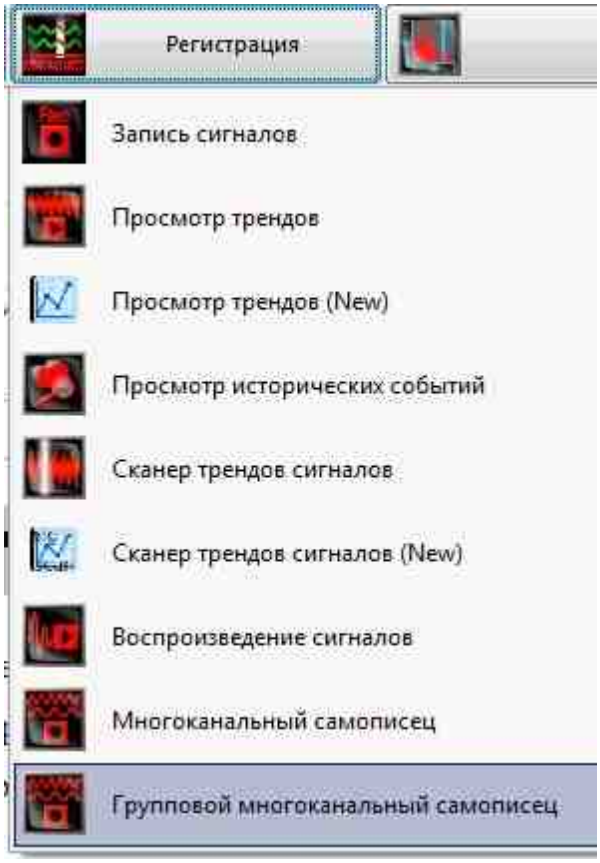


Рис. 1 Запуск программы Групповой многоканальный самописец из вкладки "Регистрация"

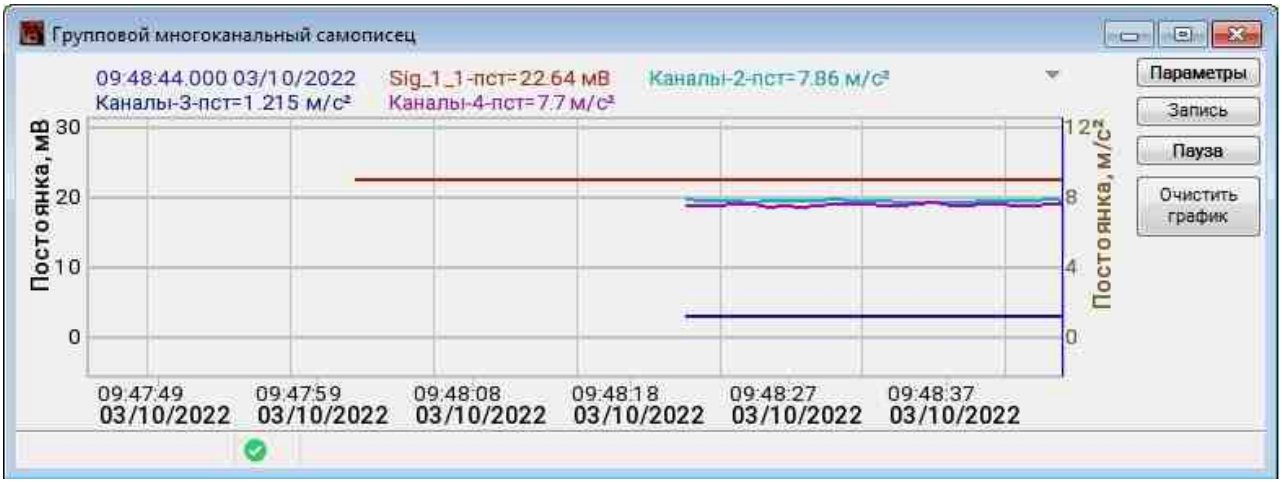


Рис. 2 Окно программы «Групповой многоканальный самописец»

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Групповой многоканальный самописец** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Групповой многоканальный самописец** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП (опционно);
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером.
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR (опционно).

Групповой многоканальный самописец входит в группу программ **Регистрация**

Пользовательский интерфейс .....

Запуск программы «**Групповой многоканальный самописец**» производится из меню «Регистрация» панели ZETLAB (*Рис. 1*). На экране монитора отобразится окно программы «**Групповой многоканальный самописец**» (*Рис. 2*). Из директории «C:\ZETLab» запустить программу «swmchan.exe» и в открывшемся окне активировать кнопку «Параметры».

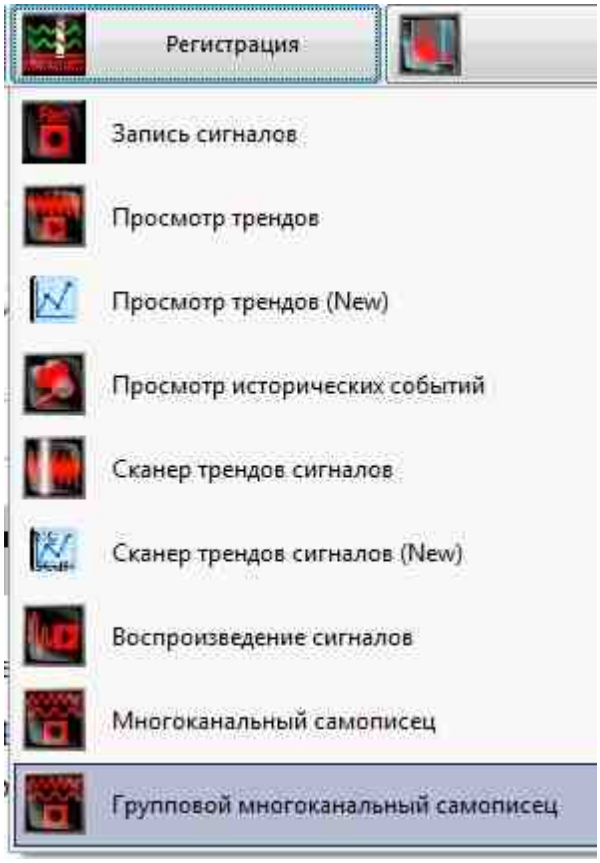


Рис. 1 Запуск программы Групповой многоканальный самописец из вкладки "Регистрация"

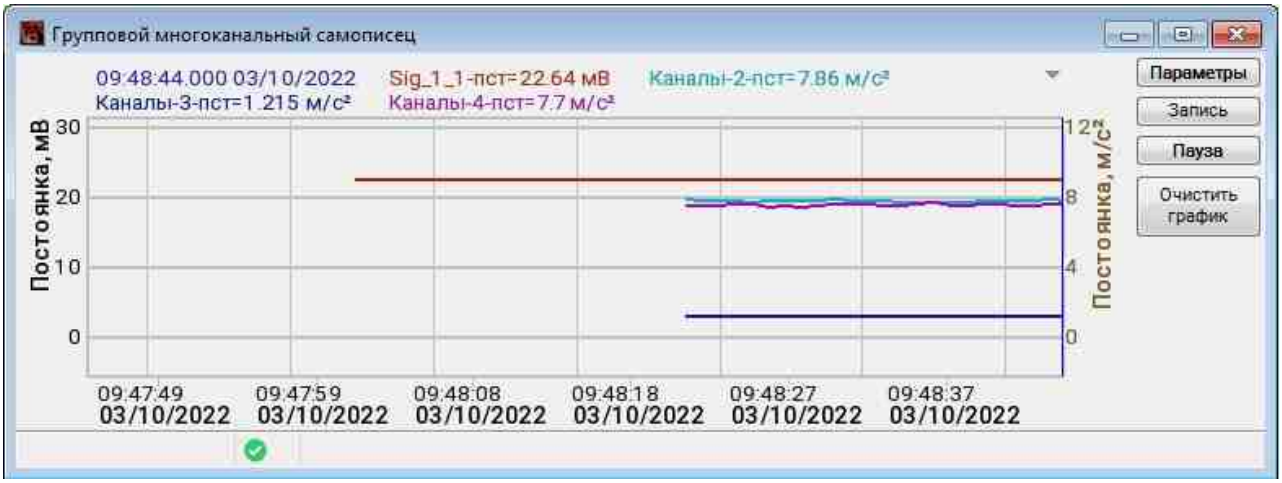


Рис. 2 Окно программы «Групповой многоканальный самописец»

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков

- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Настройка параметров .....

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ И ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММЫ

В открывшемся окне настроек во вкладке «Параметры» (*Рис. 3*) настроить следующие параметры:

1) В панели «Параметр» в выпадающем списке выбрать «Амплитуда_пик»
2) Нажать кнопку «Канал» в выпадающем списке выбрать необходимый канал.
3) В панели «Параметры» в поле «Интервал отображения» установить 24 ч
4) В панели «Параметры» в поле «Усреднение» установить 10 с.

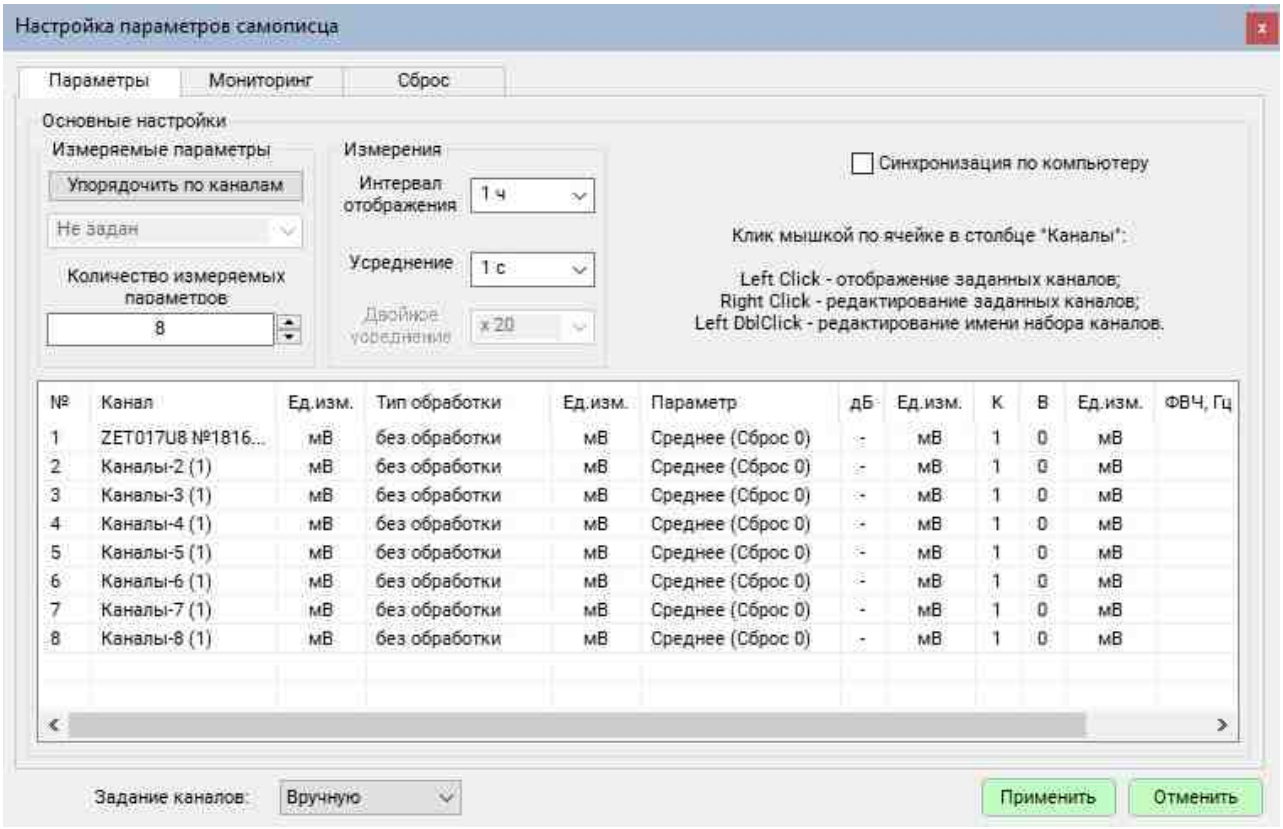


Рис. 3. Окно настроек программы Групповой многоканальный самописец. Вкладка «Параметры»

К настраиваемым параметрам обработки и представления сигналов относятся:

Тип обработки — при необходимости доступна обработка сигналов в виде дифференцирования, двойного дифференцирования, интегрирования, двойного интегрирования или алгоритма STA/LTA.

Параметр — значение, по которому будет отображаться сигнал на графике (*Рис. 3а*):

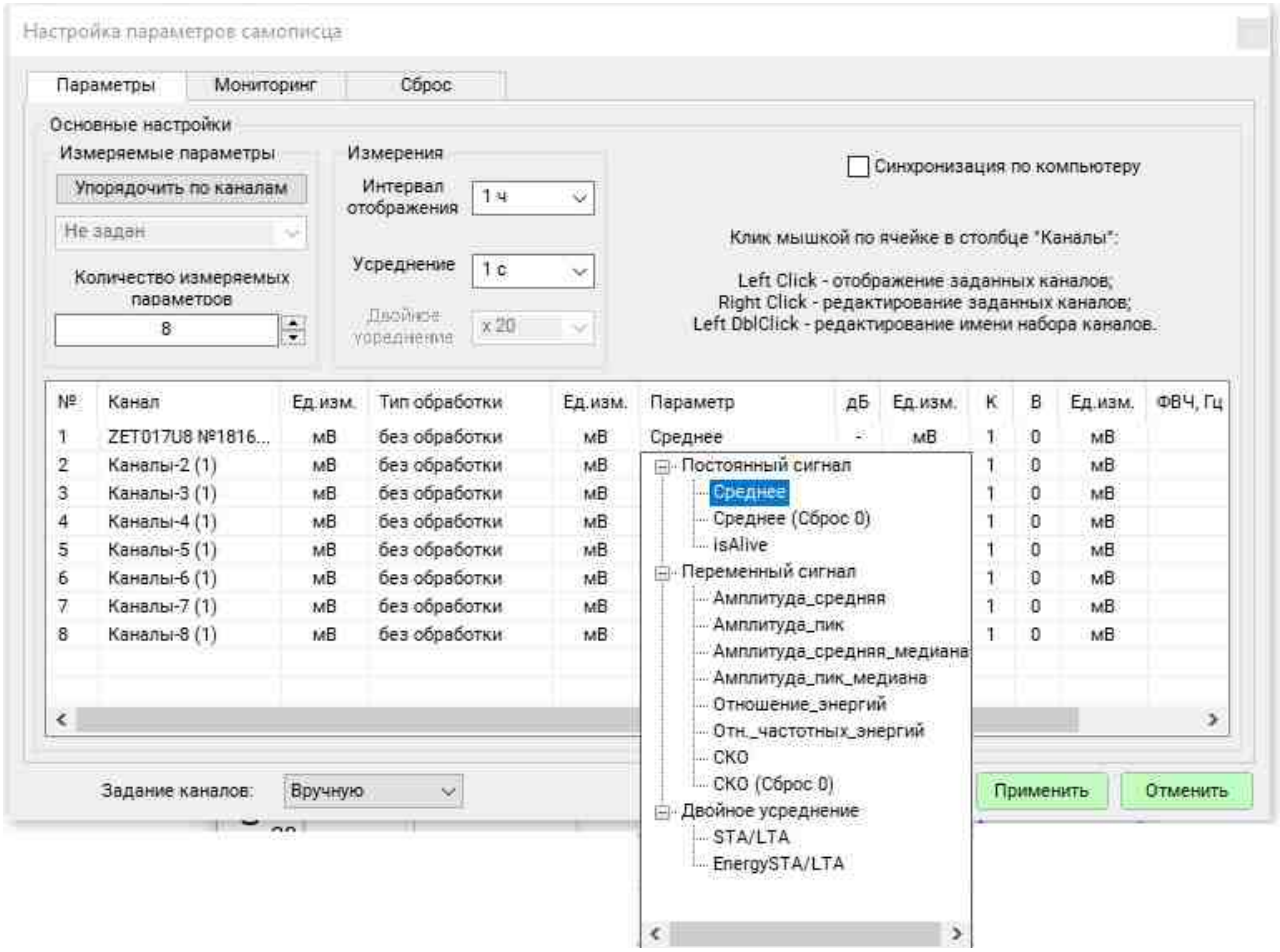


Рис. 3а. Окно настроек программы Групповой многоканальный самописец. Вкладка «Параметры» столбец параметры

Древовидная структура параметра содержит следующие разделы

Постоянный сигнал:

- Среднее;
- Среднее (Сброс в 0);
- isAlive.

Переменный сигнал:

- Амплитуда_средняя;
- Амплитуда_пик;
- Амплидуда_средняя_медиана;
- Амплитуда_пик_медиана;
- MSK-64 испольуется только с единицах измерения g; m/c^2;
- Отношение_энергий;
- Отн_частотных_энергий;
- Огибающая_ВЧ (Огибающая высокой частоты) испольуется только с единицах измерения g; m/c^2;
- СКО.(Среднеквадрати́ческое отклонение);
- СКО (Сброс 0).

Двойное усреднение:
- STA/LTA;
- EnergeSTA/LTA.

Математическое описание "Древовидной структуры параметра содержит следующие разделы"

Формулы для расчёта значений параметров программы «Групповой многоканальный самописец»

Пусть контейнер содержит N каналов Zet-сервера, имеющих одинаковую частоту дискретизации F_{adc}, и одинаковую размерность.

Обозначим значения временного ряда i-ого канала как $x_{ij} = x_i(t_j)$, где $t_j = dt * j$ – j-ый отсчёт времени, i = 1,…, N, dt = 1 / Fadc, j = 1, …, M, dt * M равно времени усреднения.

Среднее значение i-ого канала $\bar{x}_i = \frac{1}{M} \cdot \sum_j x_{ij}$

Центрированный временной ряд i-ого канала $z_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_i$

Средняя энергия i-ого канала $\bar{E}_i = \frac{1}{M} \cdot \sum_j \left(z_{ij}\right)^2$

Суммарная энергия i-ого канала $\tilde{E}_i = \sum_j \left(z_{ij}\right)^2$

Огибающая временного ряда $Env_{ij} = \sqrt{x_{ij}^2 + y_{ij}^2}$, где y_{ij} – это аналитическое дополнение временного сигнала x_{ij}, рассчитанное с помощью преобразования Гильберта по временному ряду x_{ij}.

Параметр «Среднее»

$$P_{dc} = \frac{1}{N}\sum_{i} \bar{x}_i$$

Параметр «Среднее (Сброс 0)»

$P_{dc0} = P_{dc} - P_0$.
P_0 первоначально равно 0. Клик по кнопке «Сброс 0» во вкладке «Параметры» окна настроек параметров самописца задаёт значение P_0, таким, чтобы на момент клика величина P равнялось нулю.

Параметр «isAlive»

Данный параметр сильно отличается от остальных параметров, т.к. его значение формируется с помощью анализа текущих статусов канала контейнера и анализа хода времени по этим каналам. Если статус всех каналов хороший и время по всем каналам идёт, то значение параметра равно 1, в противном случае значение равно 0. При работе с этим параметром не требуются временные ряды каналов, поэтому категорически НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ использовать этот параметр при работе с другими параметрами в других контейнерах.

Параметр «Амплитуда средняя»

$$P_{ampl\_aver} = \sqrt{\frac{1}{N}\cdot\sum_{i} \bar{E}_i}$$

Параметр «Амплитуда пик»

Максимальная амплитуда (пик) – это максимальное отклонение от нулевой точки, или от положения равновесия. Размах (пик– пик) – это разность между амплитудами положительного и отрицательного пиков. Для синусоидального колебания размах в точности равен удвоенной пиковой амплитуде, так как временная реализация в этом случае симметрична.

Параметр «Амплитуда_средняя_медиана»

Параметр «Амплитуда_пик_медиана»

Параметр «MSK-64»

P_{msk64} = msk64(P_{ampl_peak}), где msk64(…) - функция расчёта сейсмического воздействия в баллах, в соответствии с «Методикой измерений уровня сейсмического воздействия. ЗАО "ЭТМС", 2013 г.», разработанной на основе ГОСТ Р 53166-2008 «Землетрясения».

Параметр доступен только для каналов, единица измерений которых является ускорением g; м/с^2.

Параметр «Отношение энергий»

P_{energy_ratio} = curent / previous, где

$$curent = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_i \bar{E}_i(j=1,M)}$$

$$previous = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_i \bar{E}_i(j=-(M-1),0)}$$

Параметр «Отношение частотных энергий»

P_{ratio_freq} = low / high, где

low = $\sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_i \bar{E}_i}$, энергия рассчитывается по сигналу в частотной полосе от f0 до f1,

high = $\sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_i \bar{E}_i}$, энергия рассчитывается по сигналу в частотной полосе выше f1,

где: f0 = 0,0004 * F_{adc}, но не более 10 Гц,
f1 = 0,05 * F_{adc}, но не более 1 кГц.

Параметр «Огибающая ВЧ»

Огибающая высокой частоты

Параметр доступен только для каналов, единица измерений которых является ускорением g; м/с^2.

$$P_{envelope\_high} = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_i\left(\frac{1}{M}\sum_j Env_{ij}\right)}$$

, энергия рассчитывается по сигналу в частотной полосе выше f1 = 0,05 * F_{adc}, но не более 1 кГц.

Параметр «СКО»

Среднеквадрати́ческое отклонение (среднеквадрати́чное отклонение, стандартное отклонение)— наиболее распространённый показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания (аналога среднего арифметического с бесконечным числом исходов). Обычно означает квадратный корень из дисперсии случайной величины, но

иногда может означать тот или иной вариант оценки этого значения.

Functionality:

std = sqrt(sum((x[n] - mean(x))^2, n=0..len-1) / (len-1)

Параметр «СКО (Сброс 0)»

Среднеквадрати́ческое отклонение (Сброс 0) (среднеквадрати́чное отклонение, стандартное отклонение) — наиболее распространённый показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания (аналога среднего арифметического с бесконечным числом исходов). Обычно означает квадратный корень из дисперсии случайной величины, но иногда может означать тот или иной вариант оценки этого значения.

Functionality:

std = sqrt(sum((x[n] - mean(x))^2, n=0..len-1) / (len-1)

Параметр «STA/LTA»

P_{sta_lta} = short / long, где

$$short = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_{i}\widetilde{E}_i\,(j=1,M)}$$

$$long = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_{i}\widetilde{E}_i\,(j=-\,(M*DM-1)\,,0)}$$

DM – коэффициент двойного усреднения, который задаётся в выпадающем списке вкладки «Параметры» окна настроек самописца.

Параметр «Energy STA/LTA»

$P_{energy\_sta\_lta}$ = curent / previous, где

$$curent = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_{i}\widetilde{E}_i\,(j=1,M)}$$

$$previous = \sqrt{\frac{3}{N}\cdot\sum_{i}\widetilde{E}_i\,(j=-\,(M-1)\,,0)}$$

таким образом данный параметр отличается от параметра «STA/LTA» тем, что длительности суммирования энергии для числителя и знаменателя равны.

Мониторинг объектов .....



Мониторинг описание

Во вкладке «Мониторинг» (*Рис. 4*) установить галочку «Мониторинг объекта». В поле «Имя объекта» ввести «Tower» и нажать кнопку «Редактировать описатель».

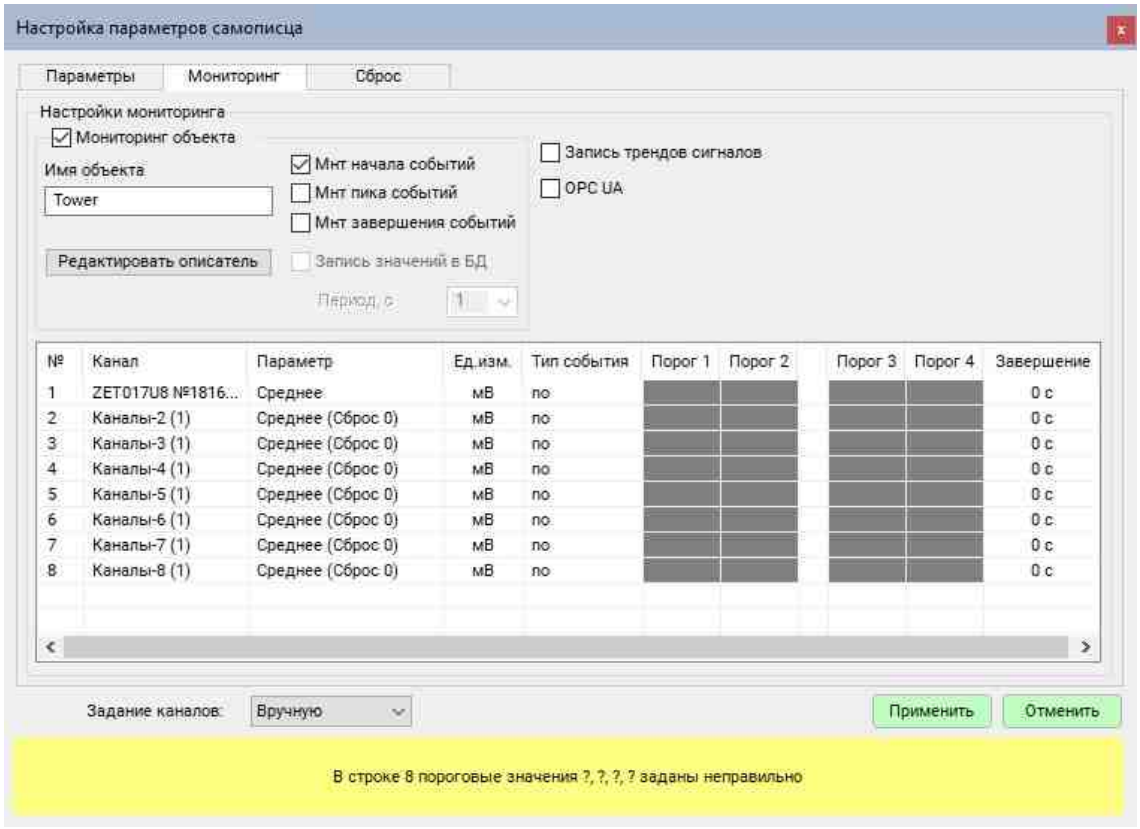


Рис. 4. Окно настроек программы Групповой многоканальный самописец. Вкладка «Мониторинг»

Откроется окно «Редактор параметров мониторинга» (*Рис. 5*). В окне с предложением создать объект «Tower» активировать кнопку «Да».

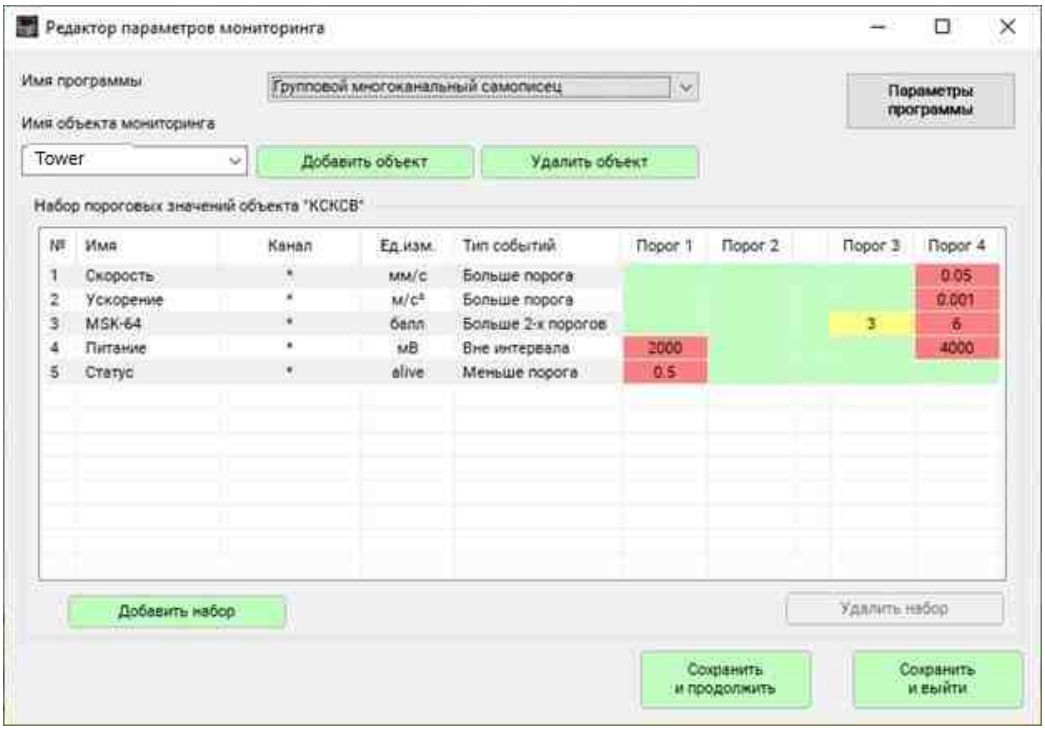


Рис. 5. Окно редактора параметров мониторинга.

Далее в окне «Редактор параметров мониторинга» нажать кнопку «Сохранить и выйти».

Перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл swmchan01.cfg в swmchan_velocity.cfg.

При необходимости настройки программы нужно перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл swmchan_velocity.cfg в swmchan01.cfg, открыть программу, изменить настройки и выполнить обратное переименование.

Настройка группового самописца для измерения ускорений

Настройка группового самописца для измерения ускорений выполняется по методике, приведенной в предыдущем разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Ускорение», а набор для мониторинга создается в соответствии со второй строчкой таблицы (*Рис. 5*).

Для создания набора мониторинга параметра «Ускорение» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 6, после чего нажать кнопку «Применить».

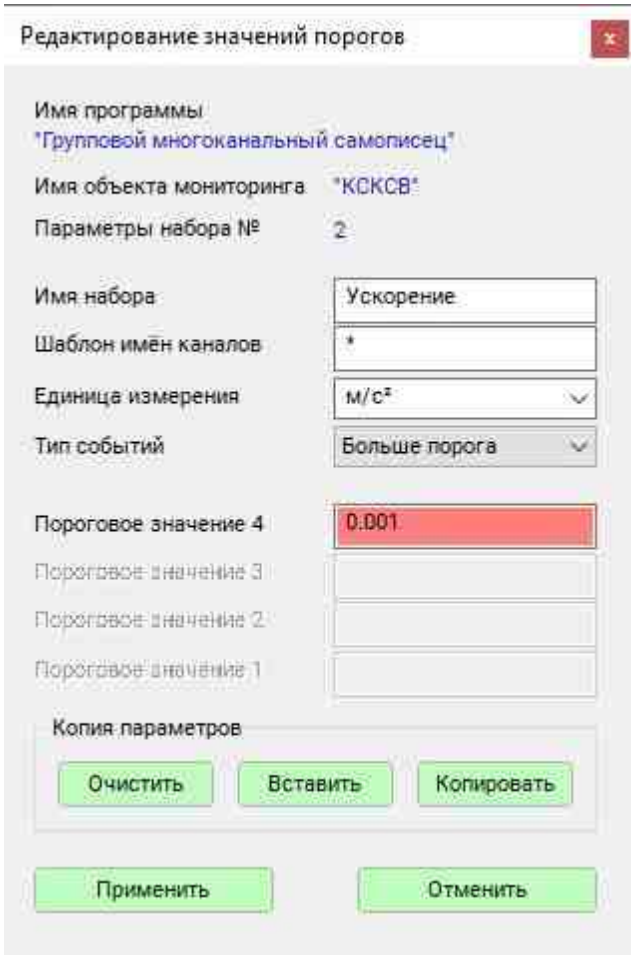


Рис. 6. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Ускорение»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_accel.cfg.

Настройка группового самописца для измерения бальности

Настройка группового самописца для измерения бальности выполняется по методике, приведенной в выше разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «MSK-64», а набор для мониторинга создается в соответствии с третьей строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «MSK-64» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 7, после чего нажать кнопку «Применить».

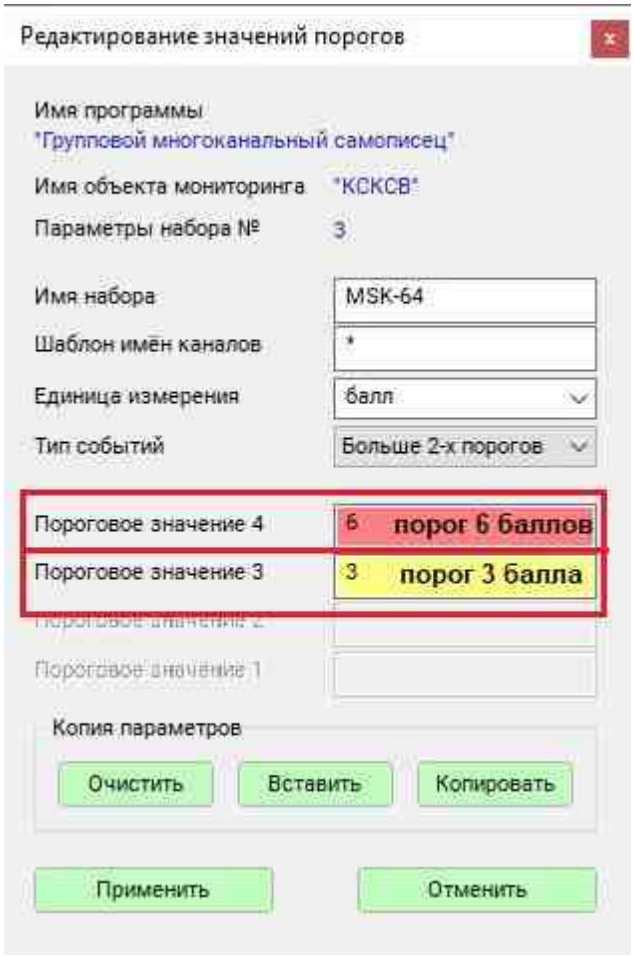


Рис. 7. Окно «Редактирование значений порогов» набора «MSK-64»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_msk64.cfg.

Настройка группового самописца для измерения питания сейсмоприемников

Настройка группового самописца для измерения питания сейсмоприемников выполняется по методике, приведенной в разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Питание», а набор для мониторинга создается в соответствии с четвертой строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «Питание» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов»

ввести значения параметров в соответствии с Рис. 8, после чего нажать кнопку «Применить».



Рис. 8. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Питание»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла swmchan_power.cfg.

Остальные строчки в таблице настраиваются аналогичным, образом, описанным выше.

Примечание: В таблице (*Рис. 5)* Окна "Редактора параметров мониторинга" настраиваются наборы с разными единицами измерения для отображения разных типов порогов. Если две и более строки настроены с одинаковыми единицами измерения, то пороги будут применяться по единице измерения находящийся выше.

Сброс .....



Сброс описание

Вкладка «Сброс» (*Рис. 9*) становиться доступной если в устройстве по какому-либо каналу выбрано Сброс 0.

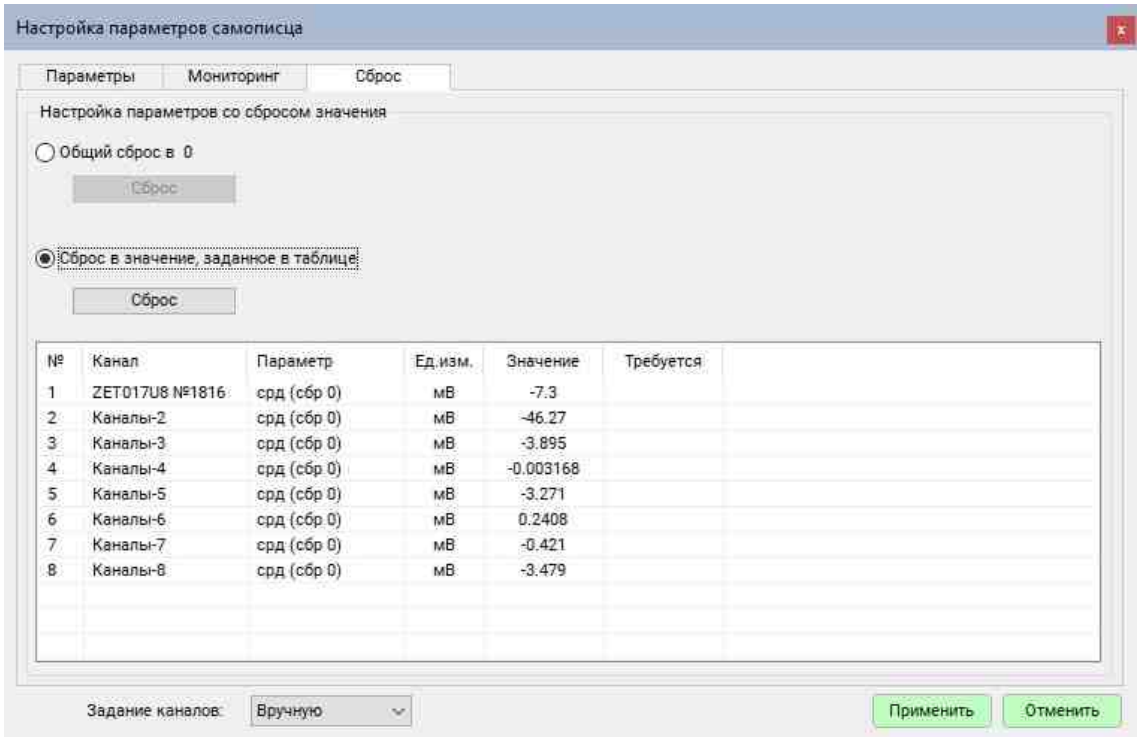


Рис. 9. Вкладка «Сброс»

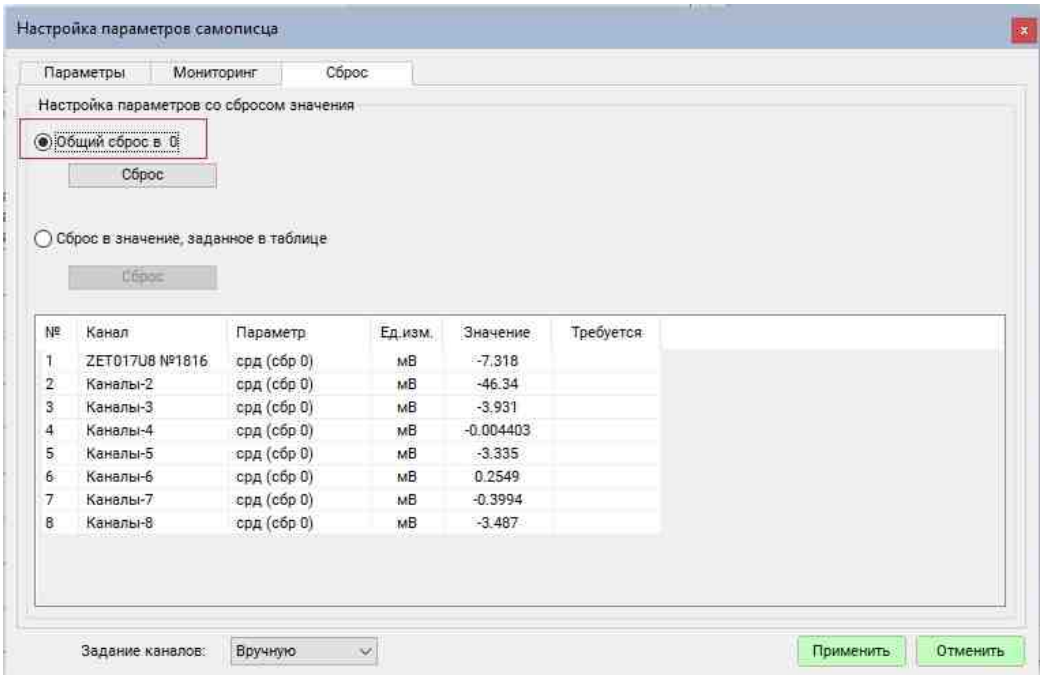


Рис. 10. "Общий сброс в 0" кнопка "Сброс" позволяет значения параметров одновременно сбросить в 0

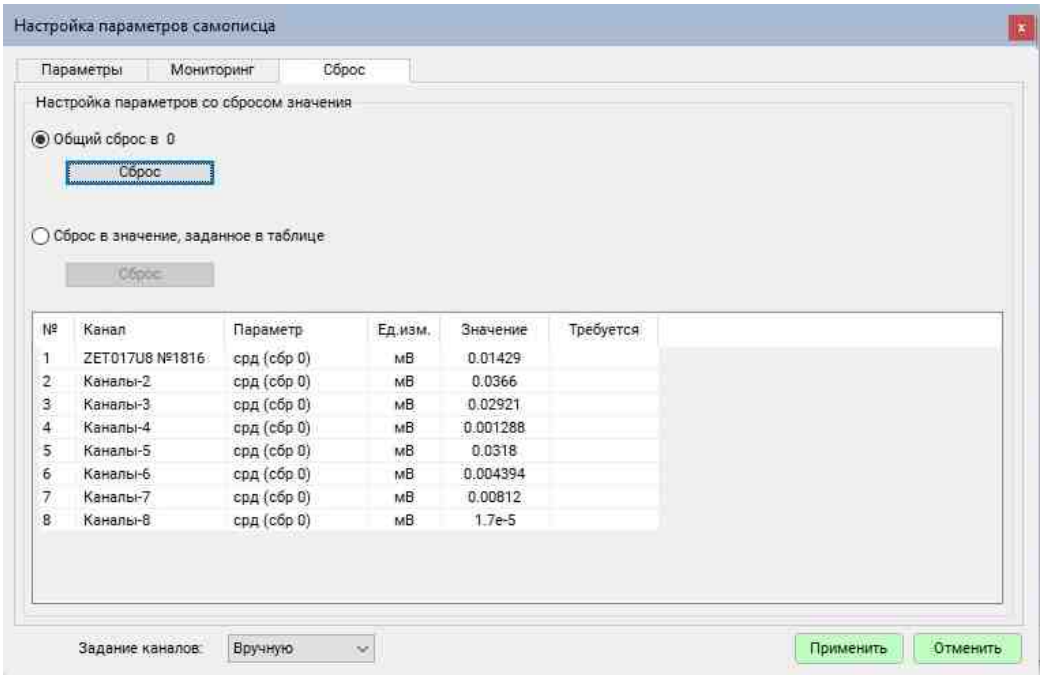


Рис. 11. Результат выполнения "Общий сброс в 0" нажимаем кнопку "Сброс"

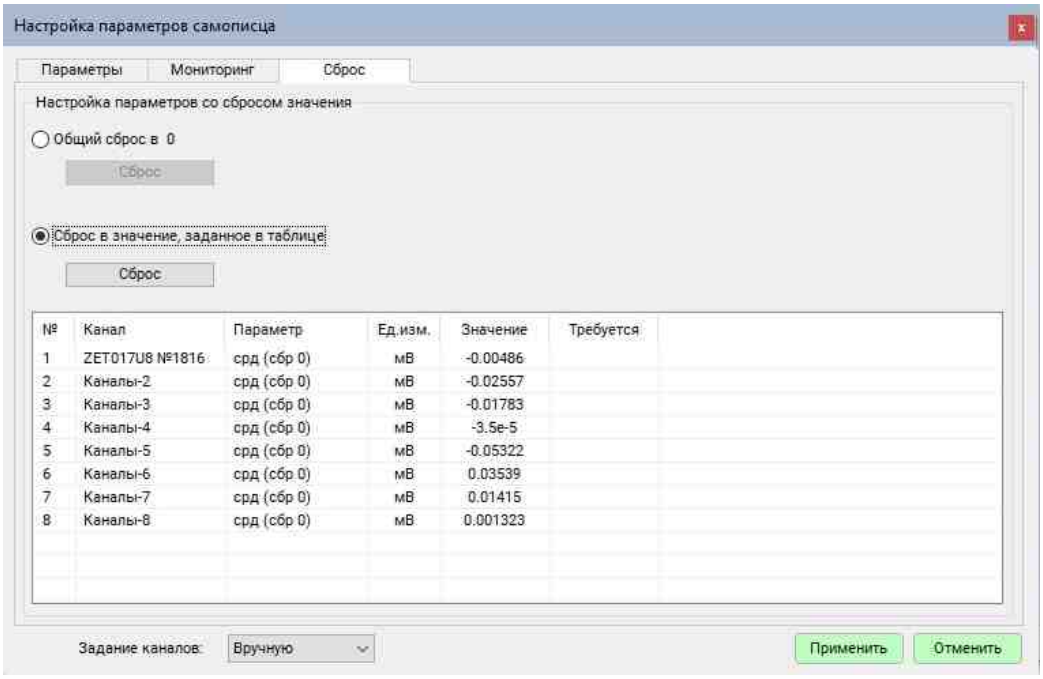


Рис. 12. Результат выполнения "Сброс в значение, заданное в таблице"

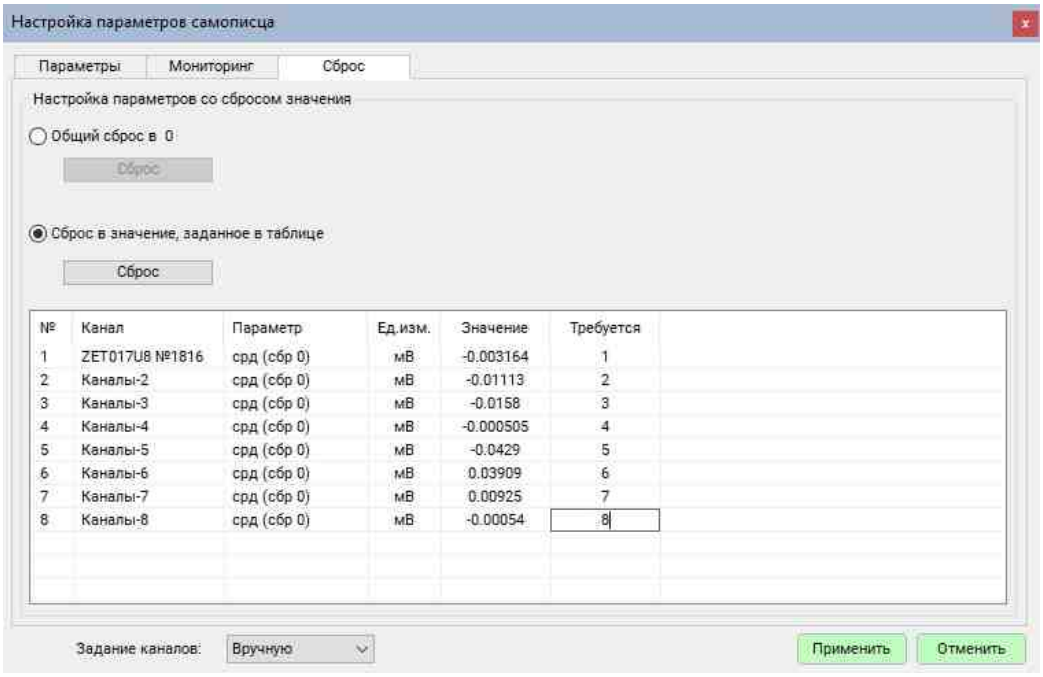


Рис. 13. Результат выполнения "Сброс в значение, заданное в таблице" заполняем Столбец "Требуется" нажимаем кнопку "Сброс"

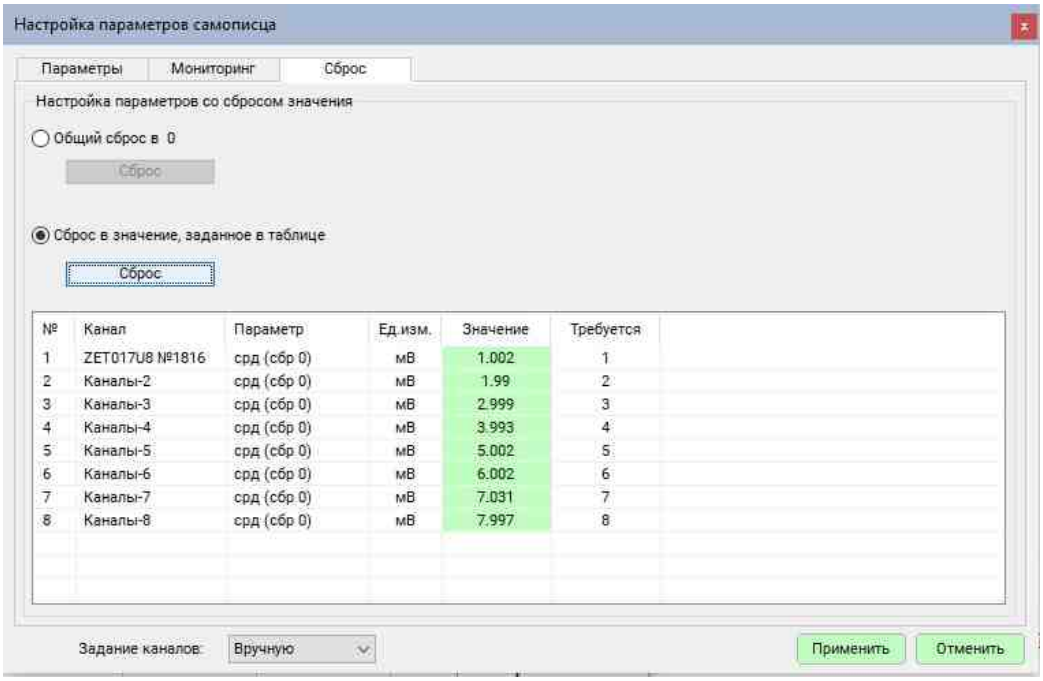


Рис. 14. Результат выполнения "Сброс в значение, заданное в таблице" новые значения появились в Столбце "Значение"

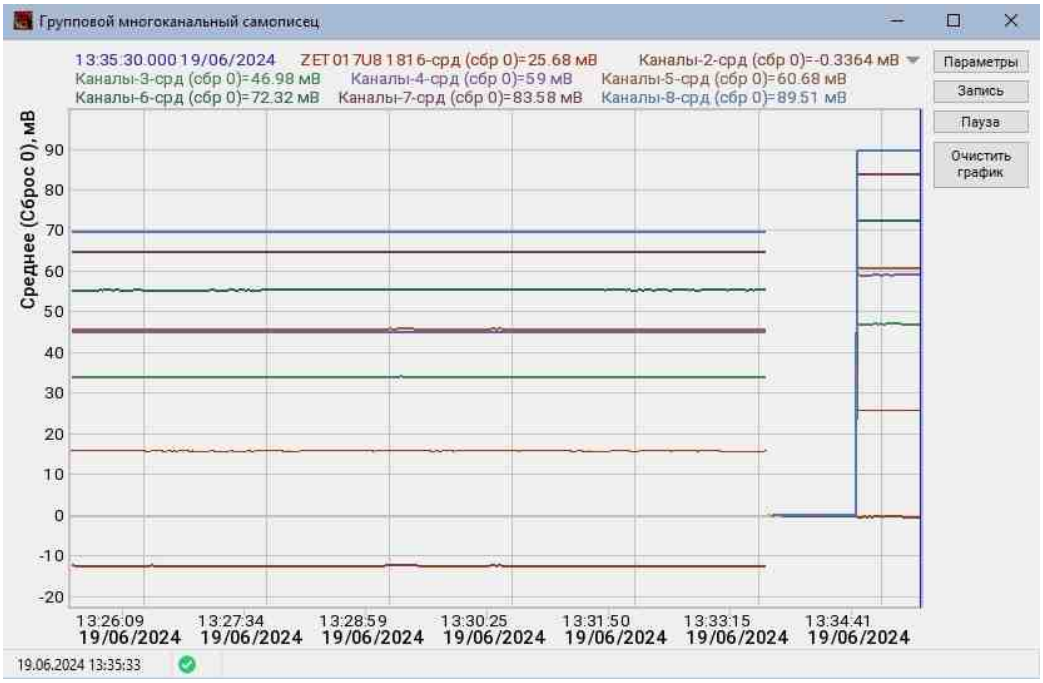


Рис. 15. Результат отображения значений по каналам и с использованием функций "Сброс"

Пример к разделу .....

Оглавление

Примеры к разделу

Применение на практике

Применение на практике .....

Применение на практике

Для демонстрации работы событий мониторинга рассмотрим работу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Реальное ПО мониторинга при определении факта завершения события использует 20% гистерезис с целью предотвращения «дребезга» срабатывания.

Так при типе событий «Больше порога» событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4м) при условии, что событие наблюдалось, где П4м = 0.8 * П4. При выполнении этого же условия при типе событий «Больше 2-х порогов» заканчивается событие П4. А вот событие П3 будет заканчиваться при (ТЗП < П3м) при условии, что событие наблюдалось, где П3м = 0.8 * П3. При типах событий «Меньше порога» и «Меньше 2-х порогов» событие П1 заканчивается при (П1п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П1п = 1.2 * П1. При этом событие П2 заканчивается при (П2п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П2п = 1.2 * П2. Аналогично при типах событий «Вне интервала» и «Вне 2-х интервалов»:

- событие П1 заканчивается при (П1м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П2 заканчивается при (П2м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П3 заканчивается при (ТЗП < П3п) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4п) при условии, что событие наблюдалось.

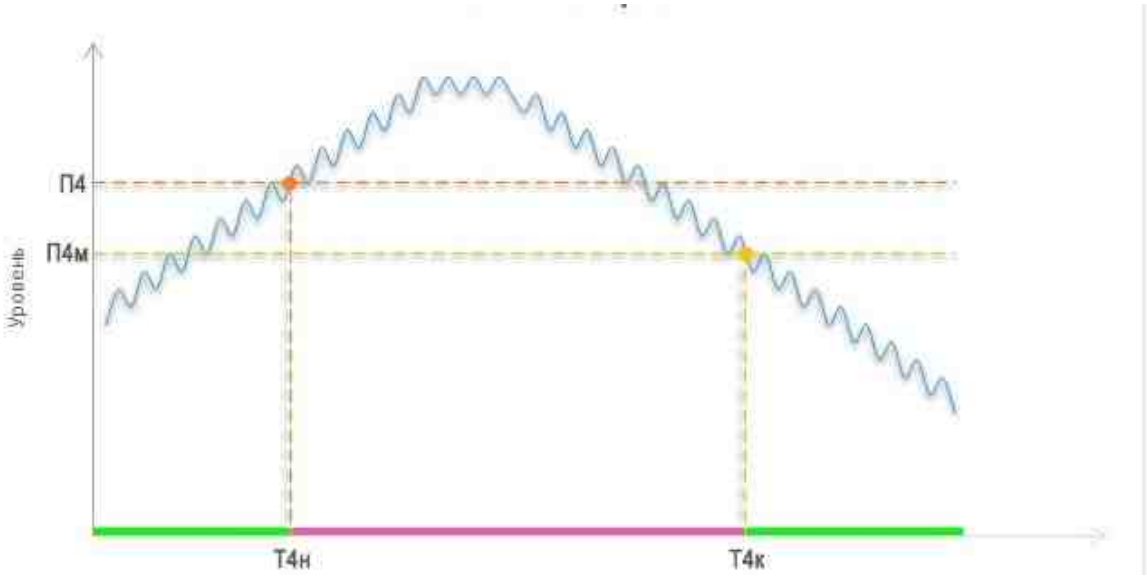
Для наглядности на изображениях к примерам приведена цветовая индикация зон, где:

- зеленая зона — отсутствие события мониторинга;
- жёлтая зона — наблюдается событие типа «Предупреждение», т.е. П2 или П3;
- красная зона — наблюдается событие типа «Опасность», т.е. П1 или П4.

Тип событий «Больше порога»

Тип событий «Больше порога» подходит для мониторинга за температурой двигателя. При П4 = 105 °С событие «Опасность» говорит о неполадках в системе охлаждения и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска его выхода из строя (заклинивания).

Больше порога

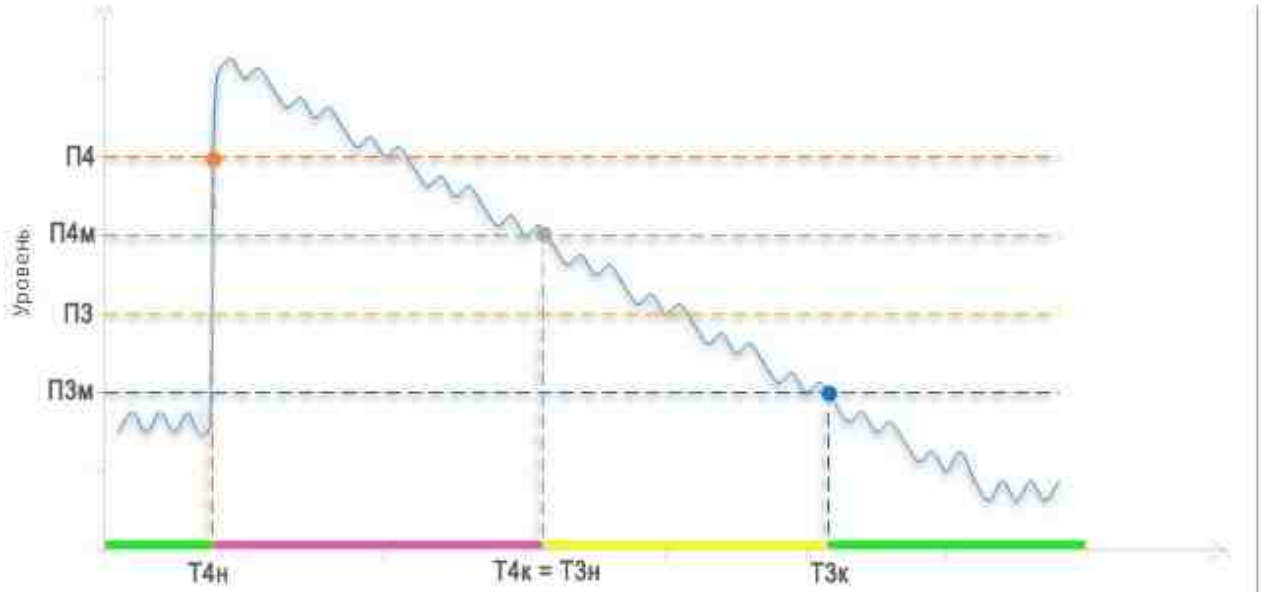


Т4н — время начала события П4;
Т4к — время окончания события П4.

Тип событий «Больше 2-х порогов»

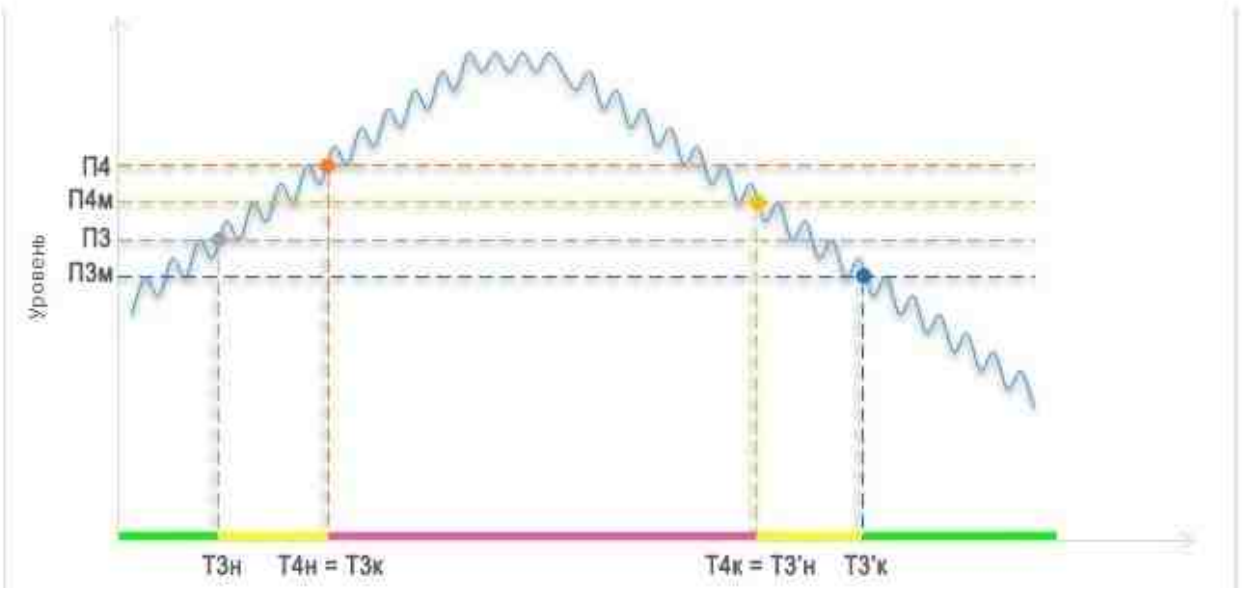
Использование типа событий «Больше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П3 = 100 °С это событие говорит о начале неполадок.

Больше двух порогов



В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось с *Т3н* до *Т3к*, при этом *Т4к = Т3н*.

Больше двух порогов



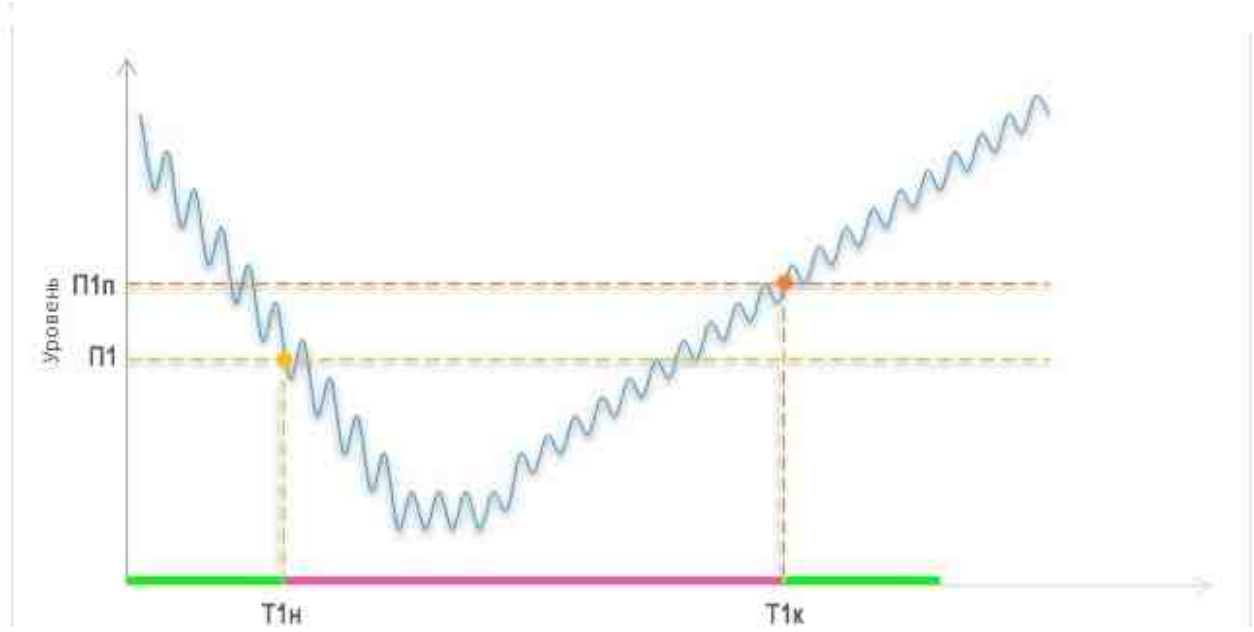
Время

В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось 2 раза: с *Т3н* до *Т3к* и с *Т3'н* до *Т3'к*, при этом *Т4н = Т3к* и *Т4к = Т3'н*.

Тип событий «Меньше порога»

Тип событий «Меньше порога» подходит для мониторинга за количеством топлива в баке автомобиля. При П1 = 2 литра событие «Опасность» говорит о критическом уровне топлива и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска выхода из строя погружного топливного насоса высокого давления.

Меньше порога

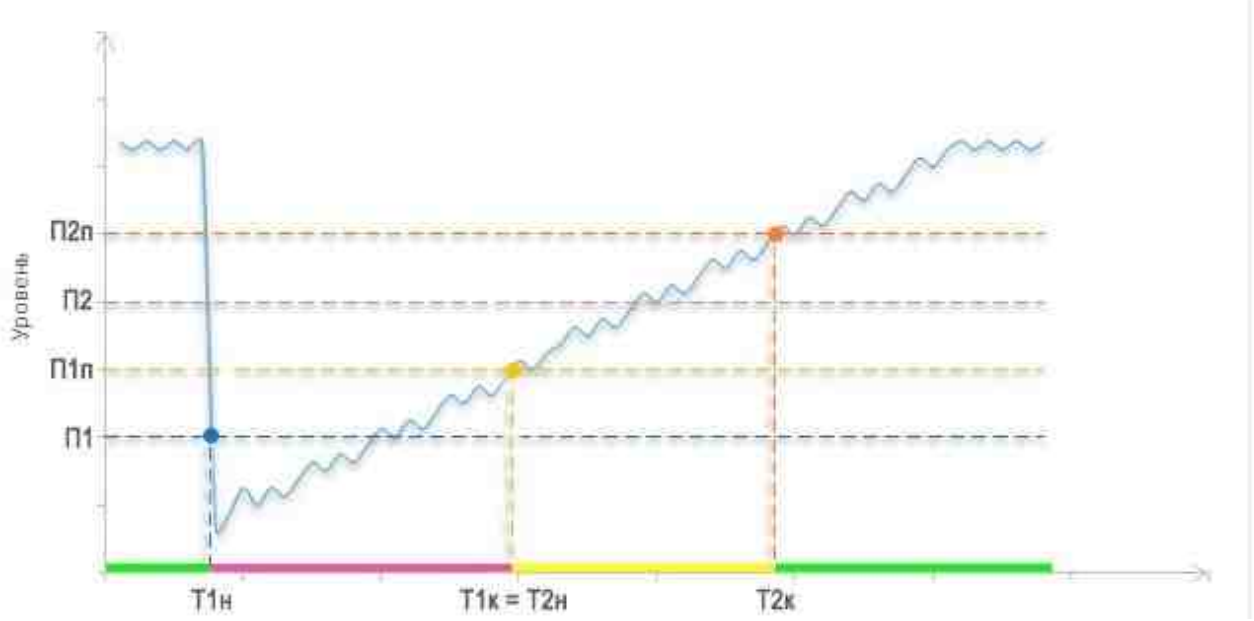


Время

Тип событий «Меньше 2-х порогов»

Использование типа событий «Меньше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П2 = 5 литров это событие говорит о необходимости дозаправки.

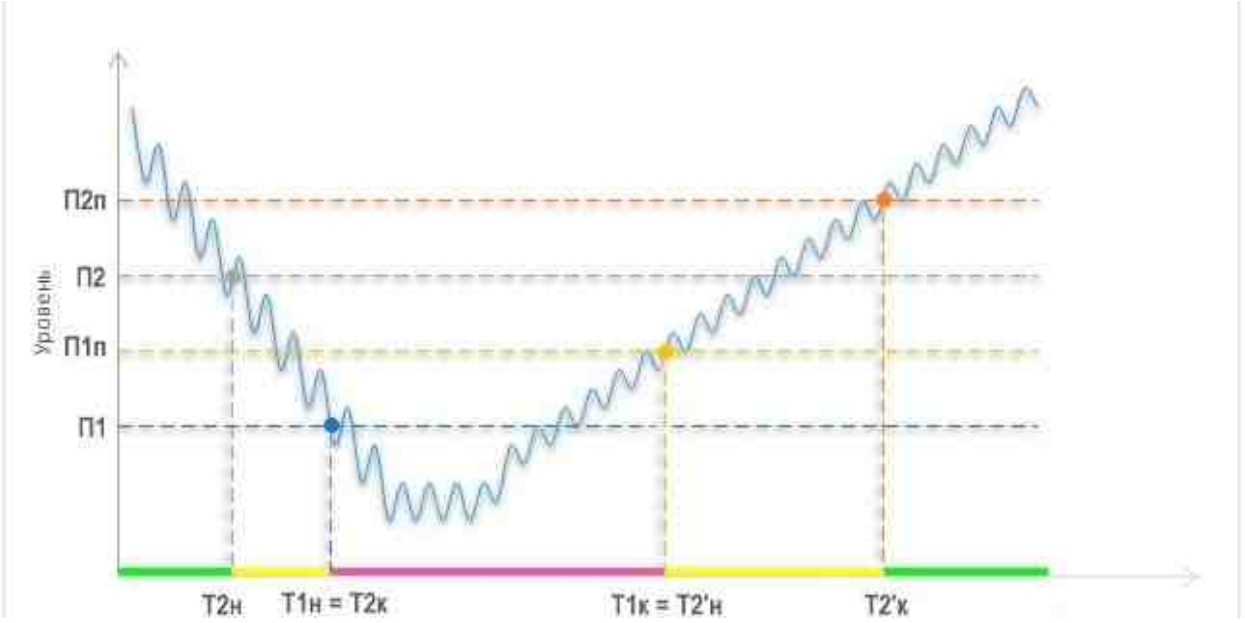
Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а *с*обытие П2 наблюдалось от *Т2н* до *Т2к*.
При этом *Т1к* = *Т2н*.

Меньше двух порогов



В данном примере событие П1 наблюдалось от *T1н* до *T1к*, а событие П2 наблюдалось два раза: от *T2н* до *T2к* и от *T2'н* до *T2'к*.
При этом *T1н* = *T2к* и *T1к* = *T2'н*.

Тип событий «Вне интервала» подходит для мониторинга за частотой оборотов двигателя. При П1 = 500 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что в системе питания двигателя неполадки и что двигатель может в любую секунду заглохнуть. При П4 = 7000 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что двигатель испытывает большие нагрузки, длительное воздействие которых сильно уменьшают моторесурс двигателя, а также возможен выход двигателя из строя.

Использование типа событий «Вне 2-х интервалов» в данном случае может дополнительно выдать предварительные события типа «Предупреждение». При П2 = 700 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале проблем в системе питания. При П3 = 5000 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале больших нагрузок на двигатель.

Метрология

СНЯТИЕ АЧХ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

На базе SCADA-системы ZETView были созданы такие готовые решения, как проекты по снятию амплитудно-частотных характеристик АЧХ при помощи генераторов синусоидального сигнала с линейной частотной модуляцией (ЛинЧМ) и логарифмической частотной модуляцией (ЛогЧМ).

Для работы по снятию АЧХ требуется устройство, имеющее цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), с помощью которого будет генерироваться сигнал на вход исследуемого объекта, а также требуется устройство, в котором будет присутствовать аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для измерения выходного сигнала с объекта. В общем случае обе функции может сочетать одно устройство, например, анализаторы спектра ZET 017-U8, ZET 017-U2.

Чтобы приступить к процессу снятия АЧХ, нужно установить параметры съема:

- начальную частоту генерации сигнала (задается в герцах);
- конечную частоту генерации сигнала (задается в герцах и зависит от используемого устройства);
- уровень сигнала (задается в вольтах и зависит от используемого устройства);
- скорость снятия АЧХ (задается в Гц/с для ЛинЧМ и в окт/мин для ЛогЧМ);
- усреднение при обработке результатов (0.1 секунды или 1 секунда);
- тип рассчитываемых значений (СКЗ, пиковое, амплитудное).

Меняя начальную и конечную частоту генерации сигнала, а также скорость снятия АЧХ, можно подобрать нужное время измерительного процесса, которое отображается на экране.

Поскольку SCADA-проекты дают возможность снимать АЧХ по 8 каналам сразу, то следует пометить используемые для работы каналы галочками и присвоить им соответствующие каналы АЦП.

Проект готов к работе! По нажатию кнопки «ПУСК» программа начнет работать, показывая время, оставшееся до конца эксперимента, а также текущую частоту генерации сигнала с ЦАП, который для наглядности выведен в виде осциллограммы на экране. Амплитудно-

частотная характеристика строится в режиме реального времени, т.е. непосредственно в процессе измерений, а не после их окончания. На экране также отображается сигнал генератора для контроля хода испытаний.

По окончании процесса, измеренные значения можно сохранить, а затем просматривать как в текстовом, так и графическом виде.

При помощи SCADA-проектов по снятию АЧХ легко оценивать, например, амплитудно-частотные характеристики вибростендов при проведении их аттестации. По результатам измерений можно оценивать рабочий частотный диапазон и резонансные частоты виброустановок. Огромное применение для данного программного решения находится в области расчета электрических параметров пьезокерамических резонаторов.

Автор статьи и разработчик проектов «Снятие АЧХ»: Антонов А.Ю.

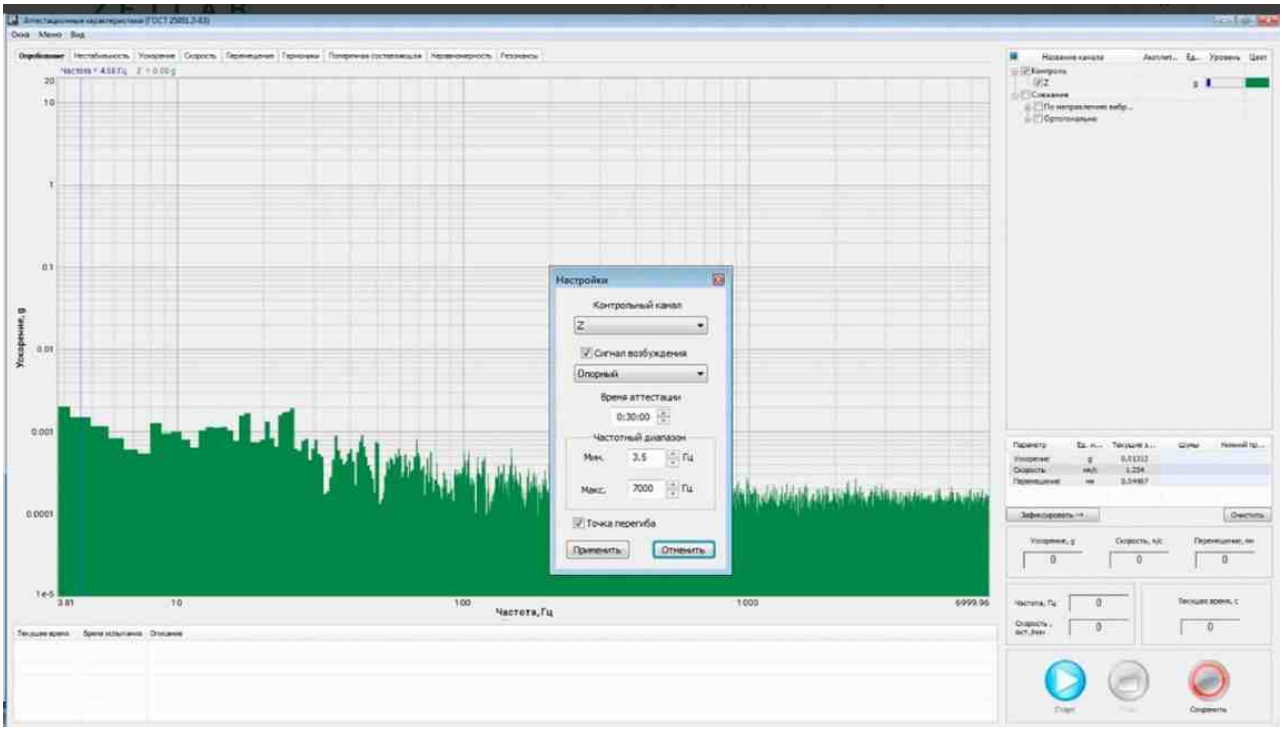
См. также: программы раздела «Метрология»:

- Снятие АЧХ в логарифмическом масштабе (измерение переменного значения);
- Снятие АЧХ в логарифмическом масштабе (измерение постоянного значения);
- Снятие АЧХ в линейном масштабе (измерение переменного значения);
- Снятие АЧХ в линейном масштабе (измерение постоянного значения);
- Снятие АЧХ в логарифмическом масштабе (селективные измерения);
- Снятие ФЧХ в логарифмическом масштабе;
- Снятие ФЧХ в линейном масштабе;
- Снятие КНИ в логарифмическом масштабе.

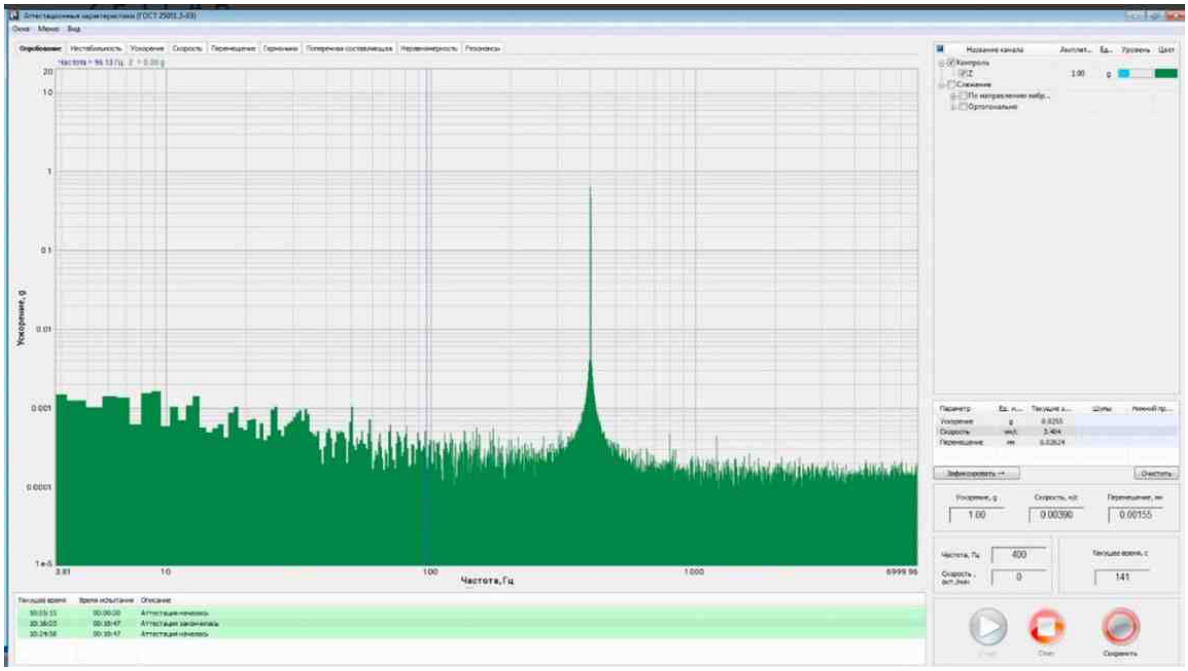
Аттестация вибростендов .....

Аттестация вибростендов — это программный пакет, предназначенный для проведения аттестации электродинамических виброустановок в соответствии с ГОСТ 25051.3-83 «Установки испытательные вибрационные. Методика аттестации».
Программный пакет Аттестация вибростендов позволяет производить следующие операции в полуавтоматическом режиме:

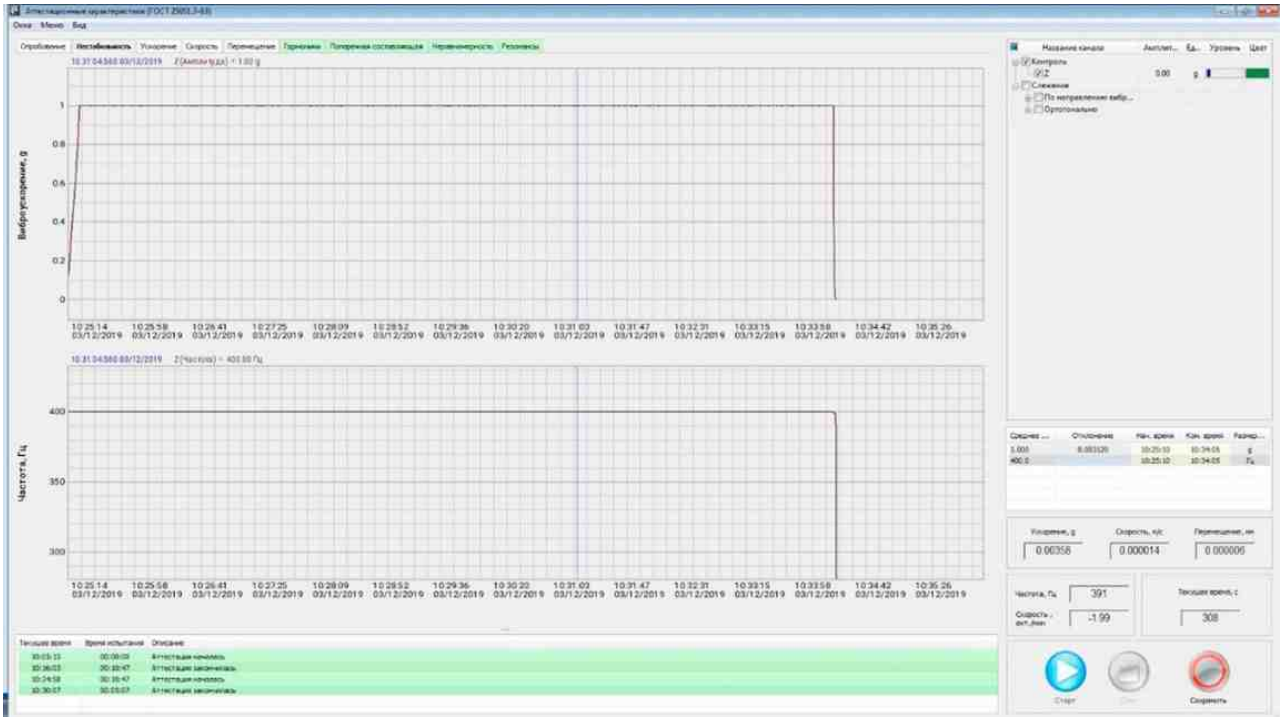
- Опробование электродинамических виброустановок;
- Определение нестабильности виброускорения (проводится при установке эквивалента нагрузки mном);
- Определение диапазонов ускорения, виброперемещения и частоты (проводится без нагрузки и при установке эквивалента нагрузки 0,25mном);
- Определение коэффициента гармоник ускорения и (или) перемещения;
- Определение коэффициента поперечных составляющих (проводится без нагрузки и при установке эквивалента нагрузки mном);
- Определение коэффициента неравномерности распределения;
- Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы (проводится без нагрузки и при установке эквивалента нагрузки 0,25mном);
- Определение вибрационного шума на столе вибростенда;
- Определение пределов погрешности поддержания ускорения и (или) перемещения в контрольной точке (проводится без нагрузки и при установке эквивалента нагрузки mном);
- Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда (проводится при установке эквивалента нагрузки 0,25mном);
- Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки (проводится при установке эквивалента нагрузки 0,25mном);
- Определение предела погрешности воспроизведения частоты.



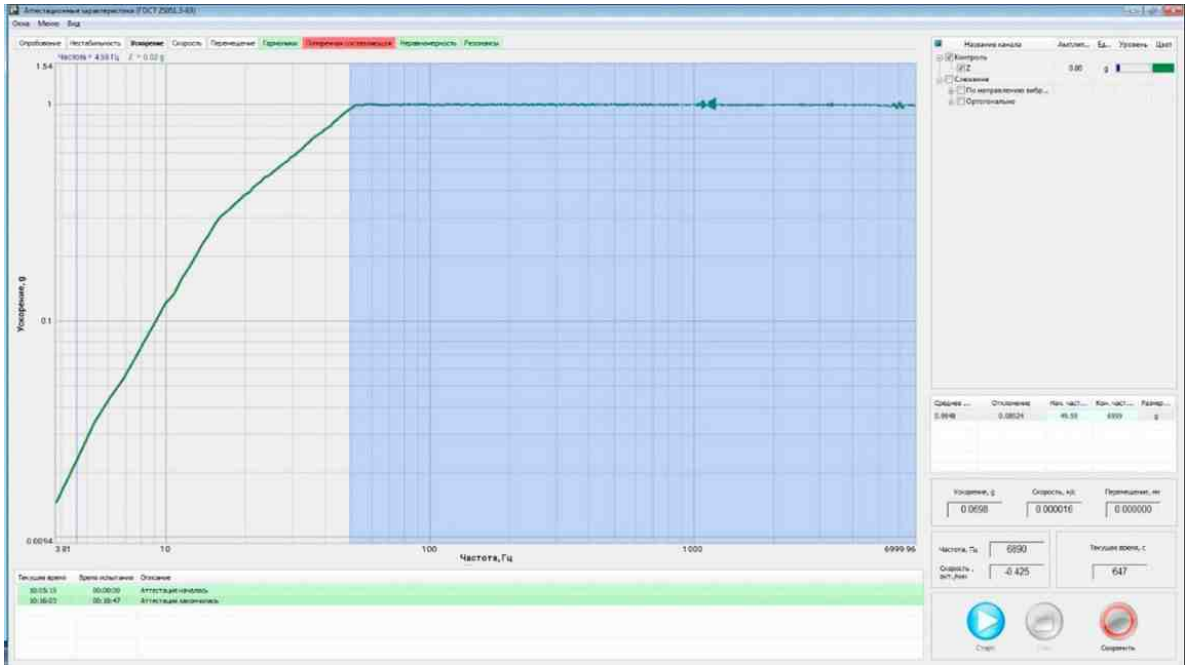
Настройка программы Аттестация вибростендов



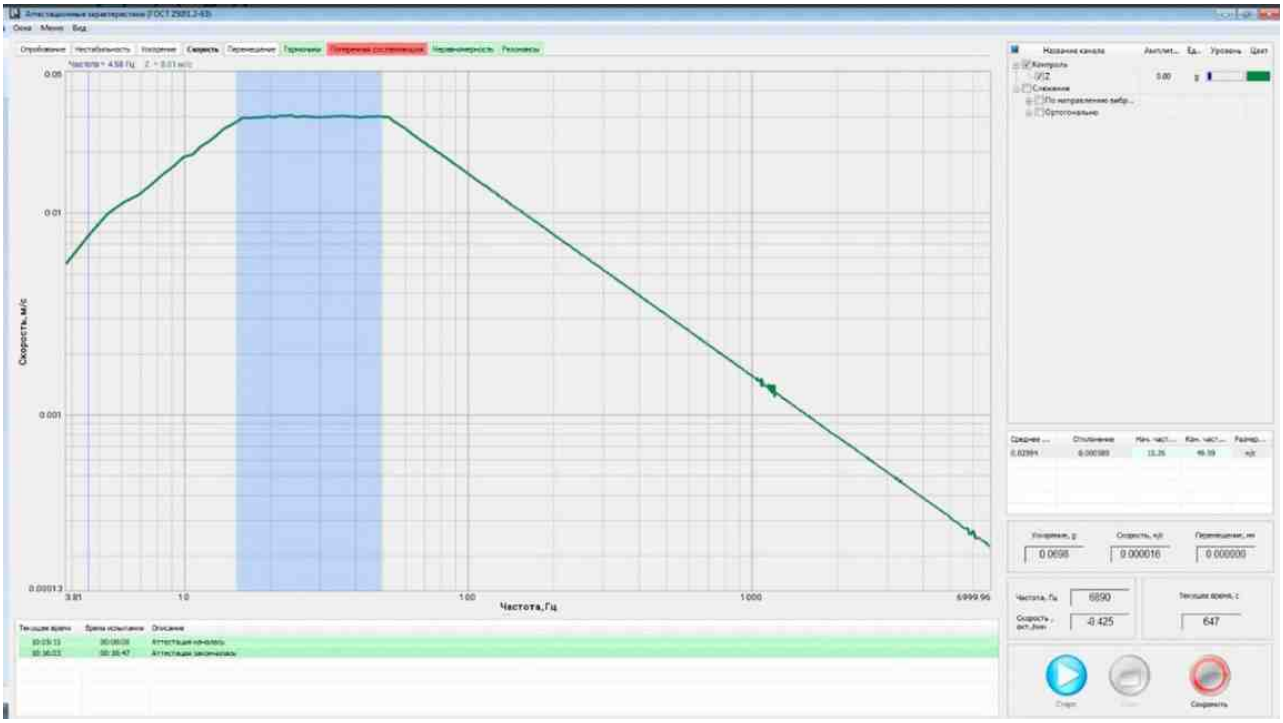
Аттестация вибростендов - Опробование. График спектра при наличии тестового сигнала



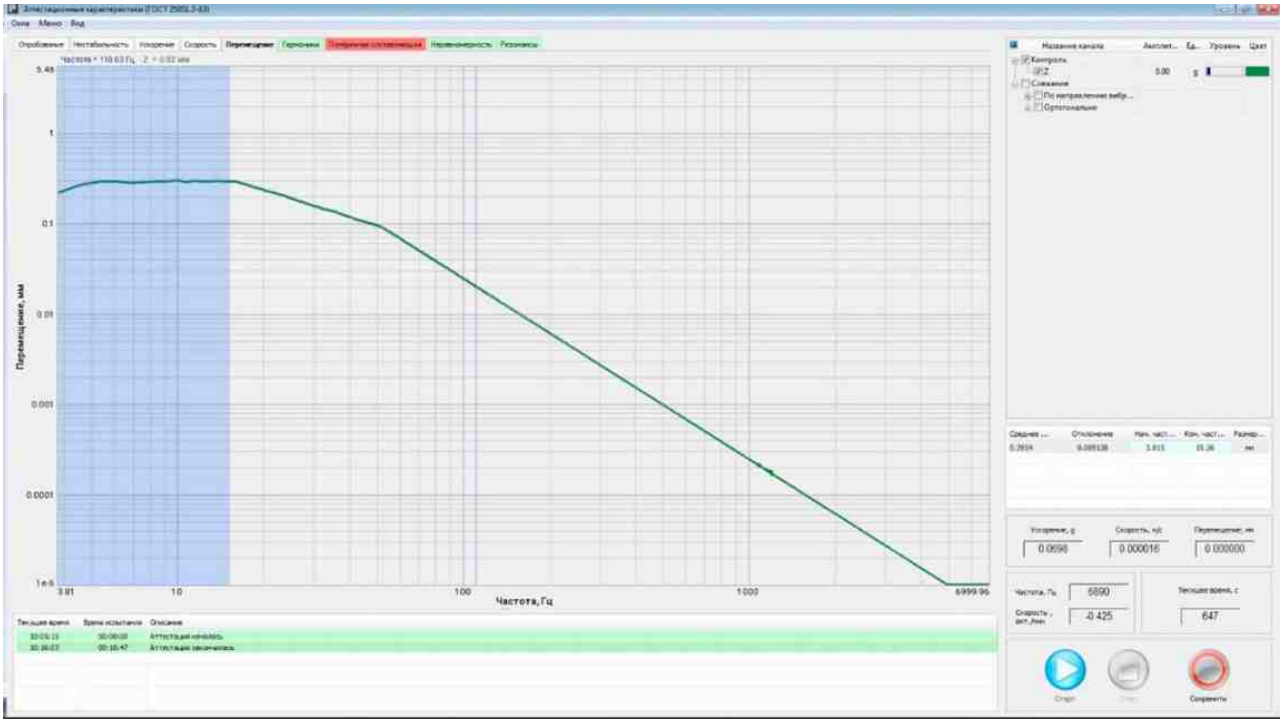
Аттестация вибростендов - Нестабильность



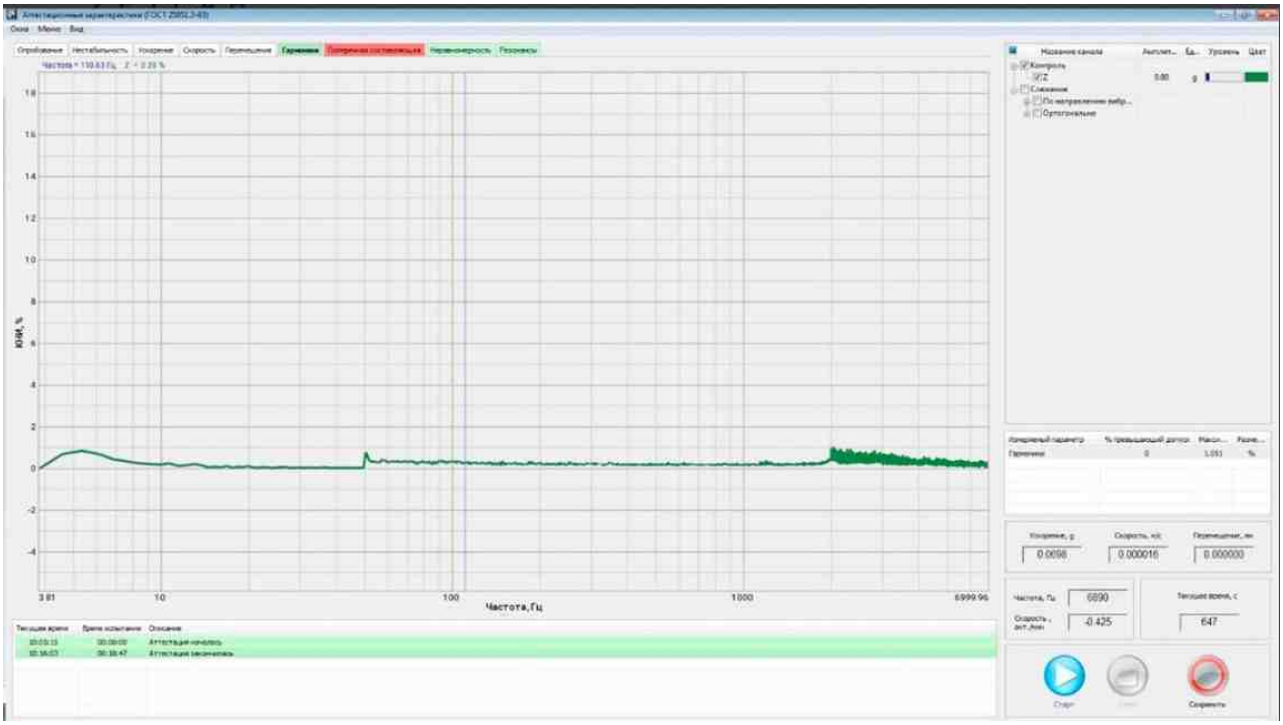
Аттестация вибростендов - Ускорение



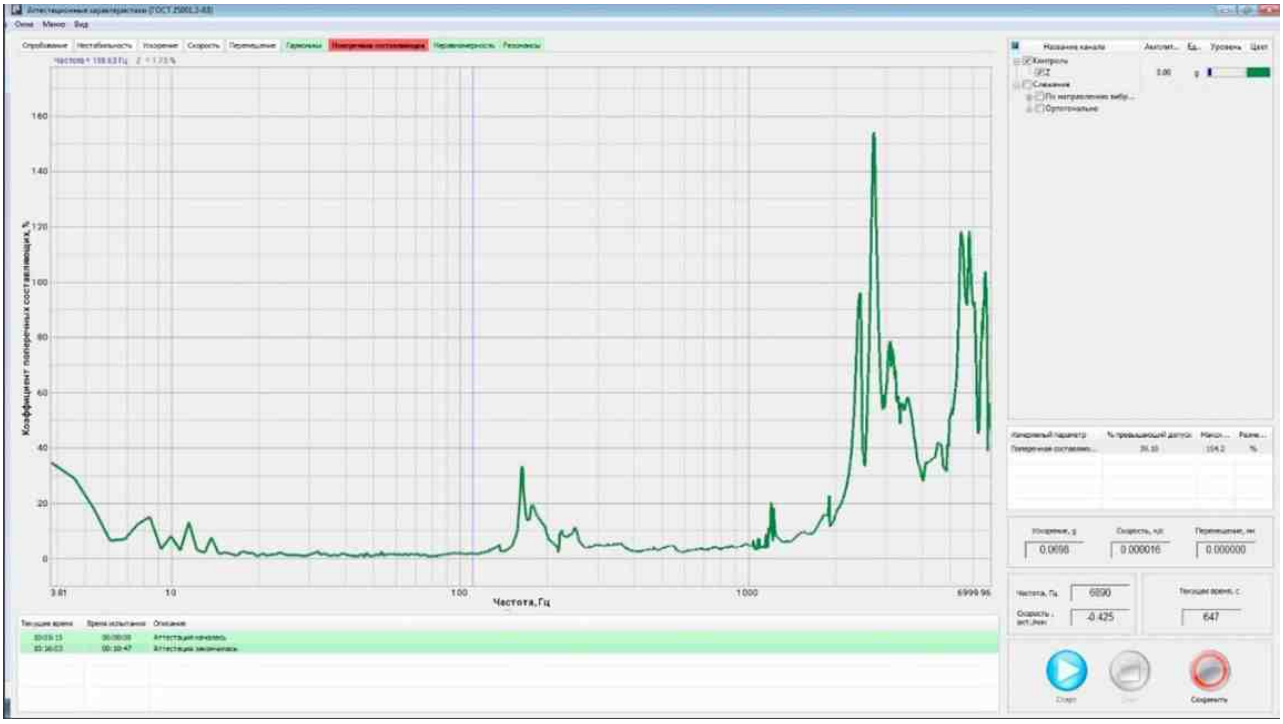
Аттестация вибростендов - Скорость



Аттестация вибростендов - Перемещение



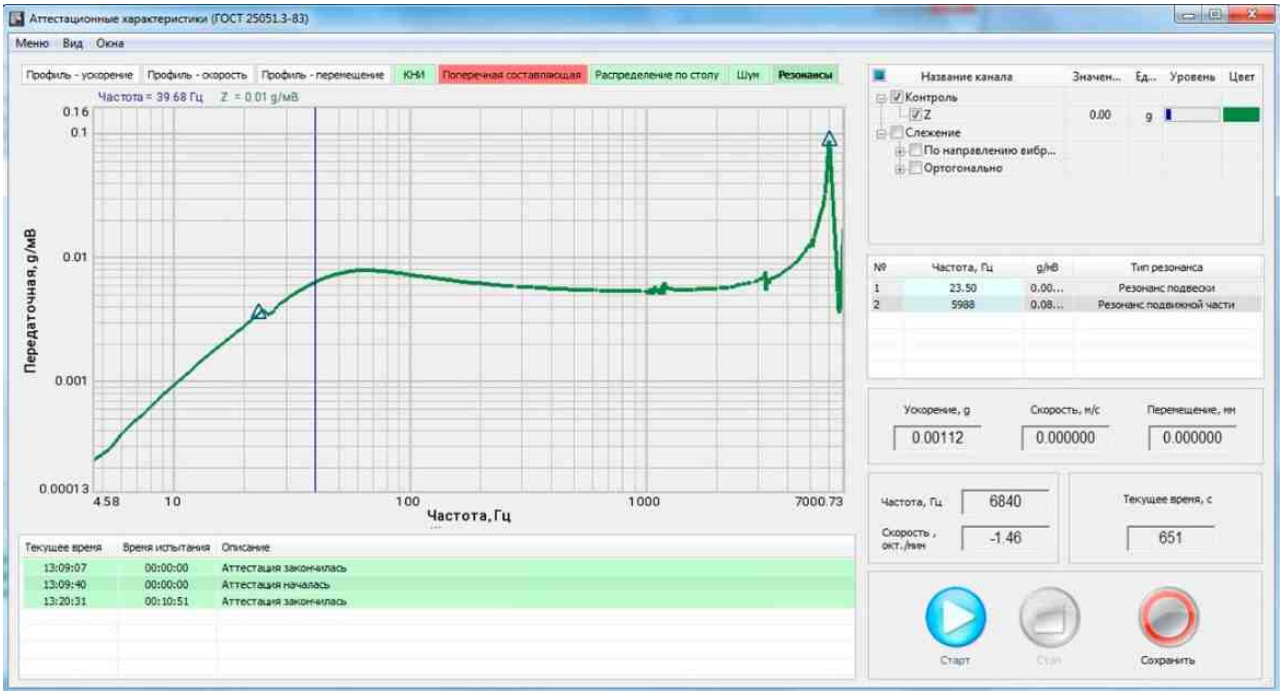
Аттестация вибростендов - Гармоники



Аттестация вибростендов - Поперечная составляющая



Аттестация вибростендов - Неравномерность



Аттестация вибростендов - Резонансы

АТТЕСТУЕМАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДОЛЖНА ИМЕТЬ ШТАТНУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ, ПРИ ПОМОЩИ КОТОРОЙ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ НАСТРОЙКА ПРОФИЛЯ В НОМИНАЛЬНОМ (АТТЕСТУЕМОМ) ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ И С АМПЛИТУДОЙ РАВНОЙ ВЕРХНИМ (АТТЕСТУЕМЫМ) ПРЕДЕЛАМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И УСКОРЕНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ МЕТОДИКИ АТТЕСТАЦИИ.

Проведение аттестации

Программный пакет поставляется в комплекте с контроллерами ZET 038 (анализаторы спектра виброакустических сигналов). При подключении контроллера ZET 038 к компьютеру и последующему запуску панели ZETLAB, в меню раздела «Метрология» станет активна программа «Аттестация вибростендов».
В нижней части рабочего окна программы Аттестация вибростендов отображается журнал событий, куда заносится важная информация при работе с программой.
После настройки контрольного канала и диапазона номинального (аттестуемого) частотного диапазона, запуск программы осуществляется нажатием кнопки СТАРТ.

Автоматизация

В данном разделе рассмотрены различные средства автоматизации - управление коммутационным блоком, регулирование по каналу обратной связи, а также средства обработки сигналов - предварительная фильтрация, операции над сигналами и т.д.

Регулятор, ПИД-регулятор .....

Регулятор работает на персональных компьютерах с подключенными анализаторами спектра, тензостанцией или сейсмостанцией с аналоговыми и цифровыми входами и выходами.

Программа **Регулятор** реализует функции двухпозиционного и пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора, предназначенного для осуществления контроля и регулирования параметров в системах технологического контроля и регулирования промышленных предприятий. Выходной сигнал может быть в форме широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

При ПИД-регулировании сигнал управления зависит от разницы между измеренным параметром и заданным значением, от интеграла от разности и от скорости изменения параметров. В результате ПИД-регулятор обеспечивает такое состояние исполнительного устройства (промежуточное между «Включен» или «Выключен»), при котором измеренный параметр равен заданному. Поскольку состояние исполнительного устройства стабилизируется, точность поддержания параметра в системе повышается в десятки раз. Таким образом, закон регулирования обеспечивает точность.

Сигнал управления для ПИД-регулятора определяется тремя компонентами: пропорциональной, интегральной и дифференциальной. Сигнал управления, который вырабатывает регулятор, определяется тем, насколько велико рассогласование (пропорциональная компонента), насколько долго сохраняется рассогласование (интегральная компонента) и, наконец, как быстро изменяется рассогласование (дифференциальная компонента).

Регулятор может удерживать заданный уровень или работать по заданному профилю. Дополнительно программа регулятора отображает в графическом виде заданный уровень или профиль, текущее значение параметра, выходной сигнал.

О программе .....

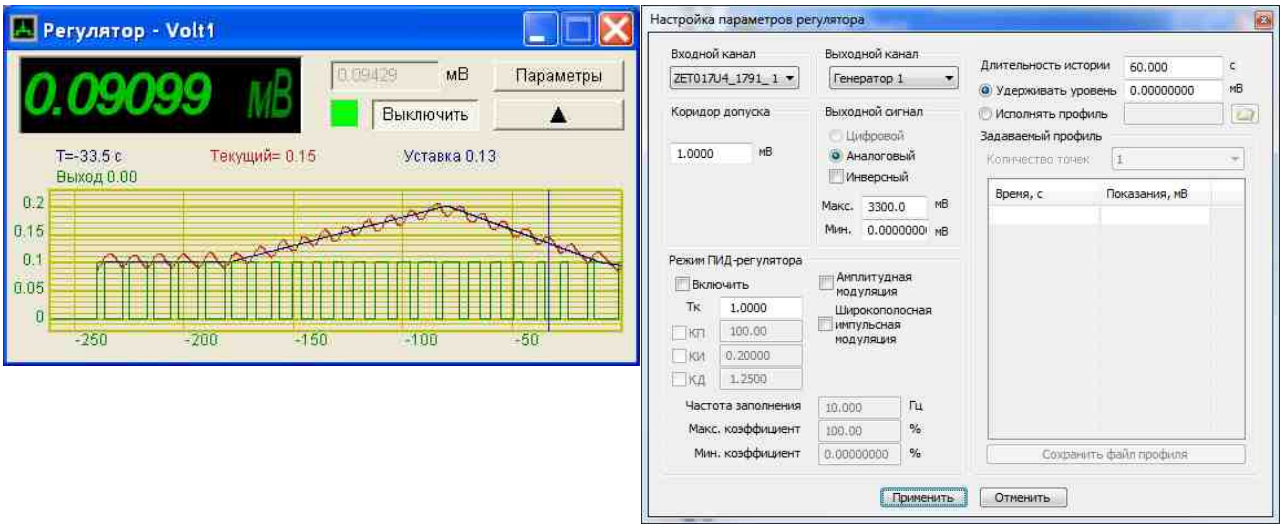
Регулятор работает на персональных компьютерах с подключенными платами АЦП и ЦАП и анализаторами спектра с аналоговыми и цифровыми входами и выходами.

Программа "**Регулятор**" реализует функции двухпозиционного и пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора, предназначенного для осуществления контроля и регулирования параметров в системах технологического контроля и регулирования промышленных предприятий. Выходной сигнал может быть в форме широтно-импульсной модуляции (ШИМ).

При ПИД-регулировании сигнал управления зависит от разницы между измеренным параметром и заданным значением, от интеграла от разности и от скорости изменения параметров. В результате ПИД-регулятор обеспечивает такое состояние исполнительного устройства (промежуточное между "Включен" или "Выключен"), при котором измеренный параметр равен заданному. Поскольку состояние исполнительного устройства стабилизируется, точность поддержания параметра в системе повышается в десятки раз. Таким образом, закон регулирования обеспечивает точность.

Сигнал управления для ПИД-регулятора определяется тремя компонентами: пропорциональной, интегральной и дифференциальной. Сигнал управления, который вырабатывает регулятор, определяется тем, насколько велико рассогласование (пропорциональная компонента), насколько долго сохраняется рассогласование (интегральная компонента) и, наконец, как быстро изменяется рассогласование (дифференциальная компонента).

Регулятор может удерживать заданный уровень или работать по заданному профилю. Дополнительно программа регулятора отображает в графическом виде заданный уровень или профиль, текущее значение параметра, выходной сигнал.
Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.



Назначение программы

Производственные процессы характеризуются множеством регулируемых величин: температурой, давлением, расходом, концентрацией и т. д., которые называются параметрами процесса. Чтобы технологическое оборудование работало в требуемом режиме, то есть с высоким КПД, с заданной производительностью, давало продукцию необходимого качества и работало надежно, необходимо поддерживать величины, характеризующие процесс, в большинстве случаев постоянными. Эта задача возложена на системы автоматического регулирования и стабилизации технологических процессов.

Программа **Регулятор** предназначена для создания автоматизированных систем управления на базе модулей АЦП-ЦАП, например, модуль «ZET 2XX», для поддержания контролируемой величины, равной заданному значению.

Программа **Регулятор** реализует функции двухпозиционного и ПИД-регулятора с обратной связью.

Двухпозиционный регулятор, это регулятор, у которого регулирующий орган под действием сигнала от датчика может занимать только одно из двух крайних положений: «открыт» —

«закрыт». При этом приток энергии или вещества к регулируемому объекту может быть только максимальным или минимальным. Такой тип регулятора определяет постоянные колебания переменной процесса вокруг заданного значения. Причина популярности в его простоте при удовлетворительном качестве регулирования. В зависимости от заданной величины установки u и коридора допуска u, при превышении регулируемой величины y уровня u + u регулятор отключается, в случае, когда величина y снижается ниже уровня u - u регулятор включается. Двухпозиционные регуляторы, как правило, используются в простых системах управления температурой или в системах предупреждения превышения уровня параметра.
Для достижения требуемой точности системы управления и оптимальной коррекции помех работа регулятора должна учитывать передаточную характеристику процесса. Этим целям служат схемы с обратной связью управляемые ПИД-регуляторами.

ПИД-регулятор, это регулятор, у которого регулирующий орган под действием сигнала от датчика может занимать любое положение между крайними положениями: «открыт» — «закрыт», и положение это задается с помощью пропорционального интегрального и дифференциального коэффициентов управляемого процесса. ПИД-регулятор был изобретен в 1910 году. В 1942 году Зиглер и Никольс разработали методику его настройки. Среди ПИД-регуляторов 2/3 приходится на одноконтурные регуляторы и 1/3 на многоконтурные. Простейшая схема автоматического регулирования с обратной связью показана на *Рис. 24.1.* В ней блок R называется регулятором, P – объектом управления, u – управляющим воздействием или уставкой, e – сигналом рассогласования или ошибки, y – выходной переменной, w – желаемым значением выходной переменной, z – внешним возмущающим воздействием.

ПИД-регуляторы делятся на: пропорционального действия (П-регулятор), пропорционально-дифференциального действия (ПД-регулятор), пропорционально-интегрального действия (ПИ-регулятор), пропорционально-дифференциально-интегрального действия (ПИД-регулятор).

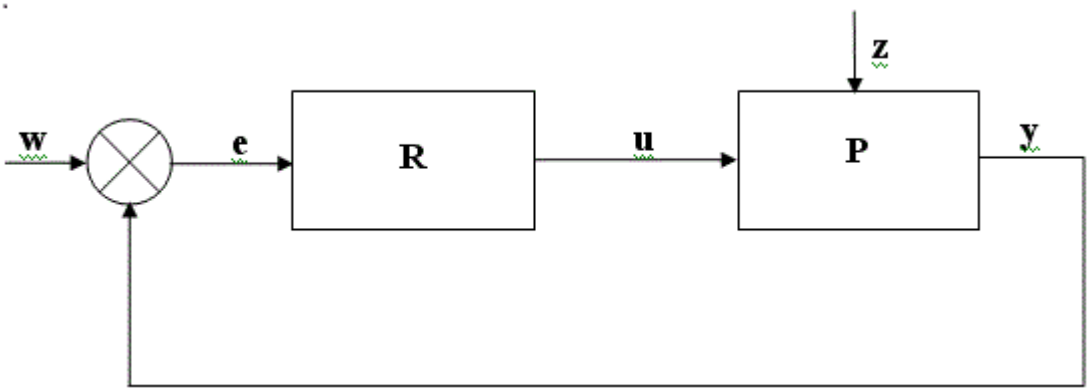


Рис. 24.1 Простейшая схема автоматического регулирования с обратной связью

В зависимости от типа объекта управления достаточно применение более простого П-регулятора, ПИ-регулятора или ПД-регулятора, которые являются частными случаями ПИД-регулятора при соответствующем выборе постоянных интегрирования и дифференцирования.

Наиболее распространенным на практике является ПИ-регулятор, который обеспечивает нулевую статическую ошибку регулирования, достаточно прост в настройке, так как настраиваются только два параметра. В таком регуляторе имеется возможность оптимизации, что обеспечивает управление с минимально возможной ошибкой регулирования. Малая чувствительность к шумам в канале измерения.

Для наиболее ответственных контуров рекомендуется использование ПИД-регулятора, обеспечивающего наиболее высокое быстродействие в системе. Следует учитывать, что это условие выполняется только при оптимальных настройках всех трех параметров. ПИД-регулятор следует выбирать для систем регулирования, с относительно малым уровнем шумов и величиной запаздывания в объекте управления

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Регулятор** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Регулятор** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Регулятор входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Регулятор** необходимо из меню **Автоматизация** (*Рис. 2*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Регулятор**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Регулятор** (*Рис. 3*). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название выбранного канала.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Regulator.exe.

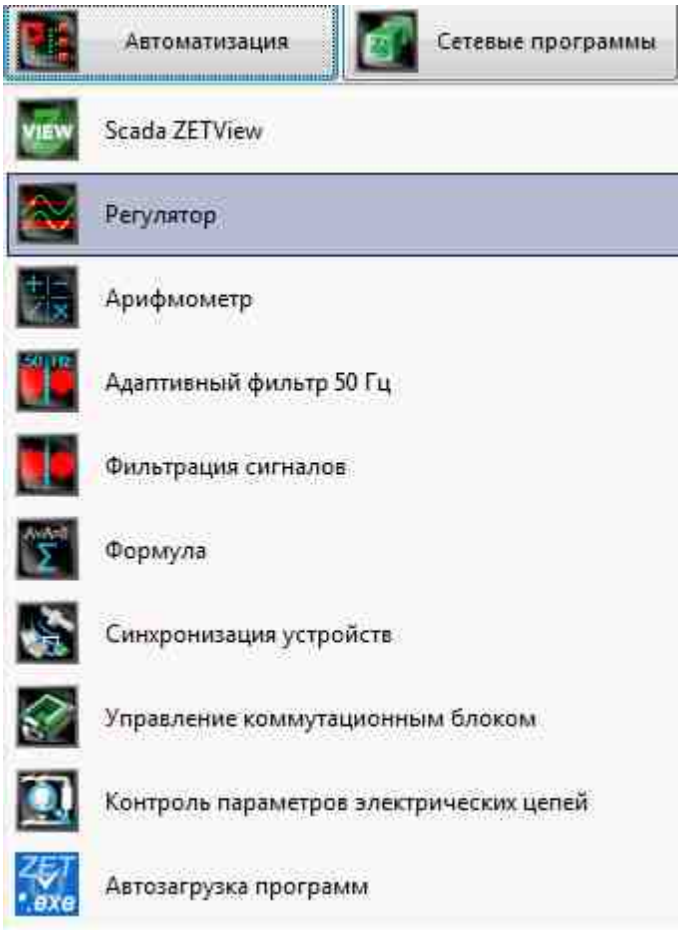


Рис. 2 Запуск программы "Регулятор" из вкладки "Автоматизация"



Рис. 3 Отображение программы Регулятор

В левой части рабочего окна программы **Регулятор** расположен графический индикатор, в котором отображаются уровни сигнала выбранного канала в установленных единицах измерения.

Единицы измерения устанавливаются (в свойствах каналов **Диспетчер устройств ZET**).

Справа от графического индикатора располагается текстовое поле, в котором задается удерживаемый уровень (уставка).

Под полем ввода удерживаемого уровня располагается индикатор состояния включения/выключения программы **Регулятор**. Зеленого цвета или попеременно зеленого и красного цветов – программа включена и установленный режим регулирования работает. Красного цвета – программа выключена либо неправильно были заданы параметры регулирования.

Кнопка **Включить** запускает процесс управления регулируемой величины. После нажатия кнопки **Включить**, она переименовывается в кнопку **Выключить**, и соответственно, нажатие кнопки с надписью **Выключить** будет останавливать процесс управления.

Кнопка **Параметры** служит для вызова окна **Настройка параметров регулятора**.

Кнопка  , расположенная под кнопкой **Параметры**, служит для включения/выключения графиков, заданного и реального профилей. После нажатия кнопки программа **Регулятор** примет вид как показано на *Рис. 4*. Кнопка включения/выключения после включения графика примет вид  , и соответственно, при нажатии будет выключать графики.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.

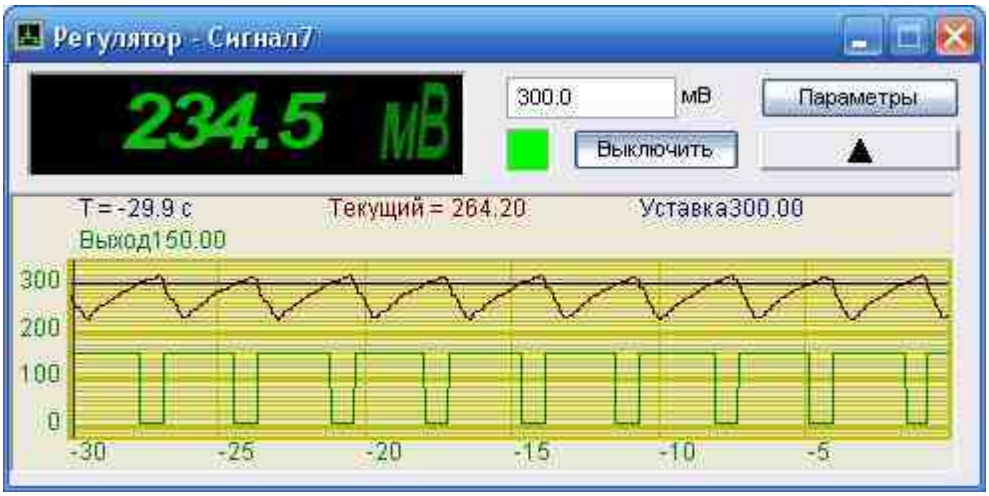


Рис. 4 После нажатия кнопки программа Регулятор примет вид

Настройка параметров регулятора .....

При нажатии левой кнопкой «мыши» кнопки **Параметры**, расположенной в правой части рабочего окна программы **Регулятор**, открывается окно **Настройка параметров регулятора** *(Рис 5).*

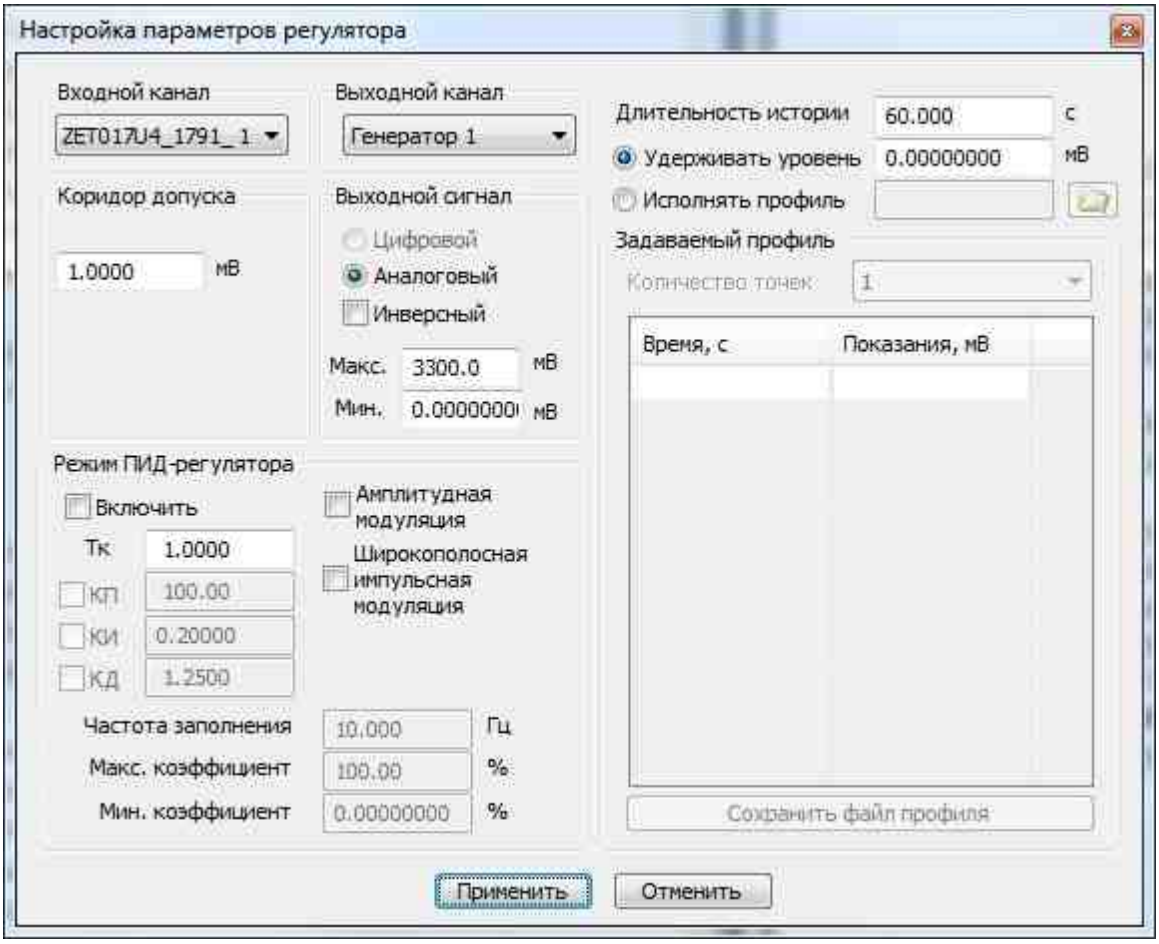


Рис. 5 Настройки параметров регулятора

В рамке **Входной канал** окна **Настройка параметров регулятора** выбирается канал обратной связи, измерительный канал на котором необходимо удерживать заданный уровень.

В рамке **Выходной канал** выбирается канал для управления исполнительным механизмом.

Управляющий канал может быть аналоговым выходом генератора или каналом цифрового порта. Управление исполнительным механизмом с аналогового выхода осуществляется напряжением постоянного тока. Для аналогового выхода задаются максимальное и минимальное значение выходного уровня. Для выбора аналогового выхода (выход генератора) в качестве управляющего канала необходимо в рамке **Выходной сигнал** нажать левой клавишей «мыши» на переключатель 

.

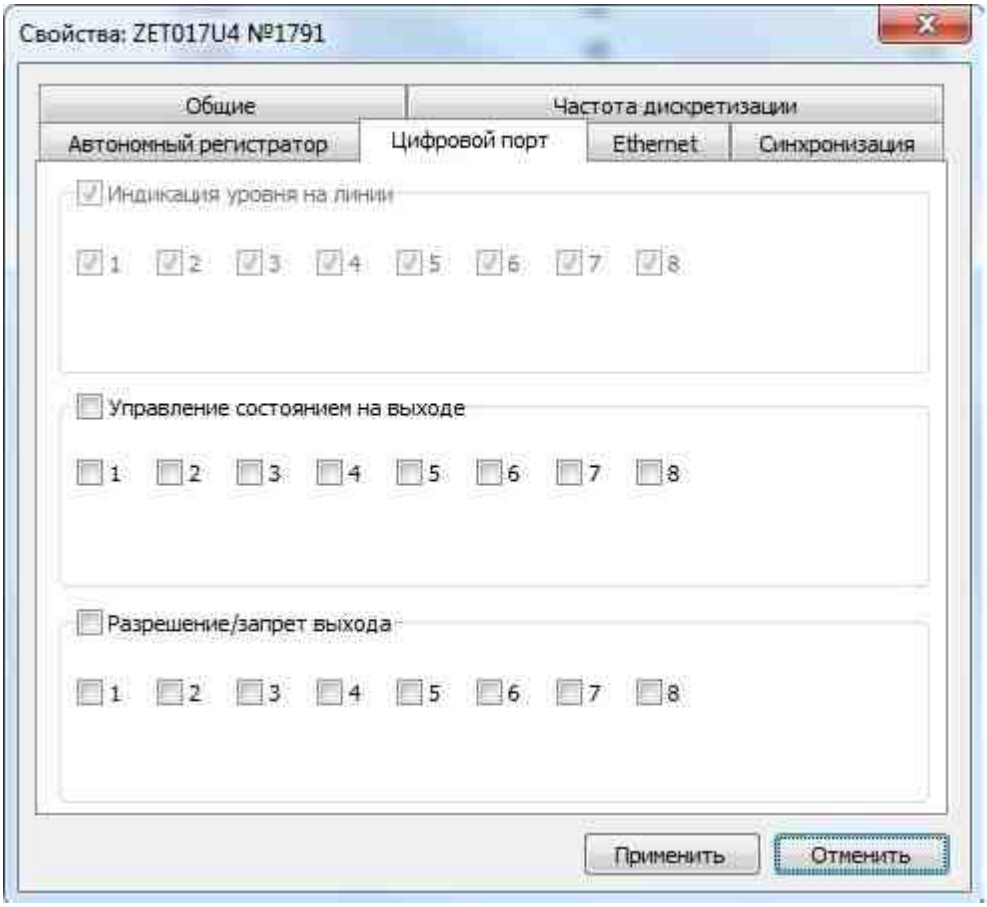


Рис. 6 Управление цифровым портом

При выборе в качестве управляющего канала в рамке **Выходной сигнал** аналогового выхода в рамке **Выходной канал** будет доступен выбор встроенного генератора для управления исполнительным механизмом. При выборе встроенного генератора необходимо указать в текстовом поле **Макс.** либо максимальное значение напряжения на выходе генератора, либо значение входного напряжения исполнительного механизма, но не превышающее выходное напряжение генератора. В текстовом поле **Мин.**, как правило, устанавливается либо нулевое значение напряжения на выходе генератора, либо незначительное, но отличное от установленного значения в поле **Макс.** Если установить одинаковые или незначительно отличающиеся значения максимального и минимального порогов напряжения, то исполнительный механизм не будет срабатывать.

Флажок **Инверсный** в рамке **Выходной сигнал** служит для инверсии выходного сигнала (управляющего). Установленный флажок – сигнал будет инвертироваться, снятый – нет.

В текстовом поле рамки **Коридор допуска** устанавливается допуск для двухпозиционного регулятора, в котором будет регулироваться измеряемые данные канала обратной связи (выходная переменная).

В рамке **Режим ПИД-регулятора** располагаются элементы настройки и управления П-, ПИ-, ПД или ПИД-регуляторов, а также элементы настройки и управления ШИМ (широтно-импульсная модуляция).

Включение работы программы **Регулятор** в режим П-, ПИ-, ПД или ПИД-регулятора осуществляется установкой флажка **Включить** в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна

Настройка параметров регулятора. При снятом флажке включается режим двухпозиционного регулятора. Настройка программы Регулятор для работы в режиме П-, ПИ-, ПД или ПИД-регулятора описана ниже в пункте ***Настройка параметров П-, ПИ- и ПИД-регуляторов***.

Включение работы программы **Регулятор** в режим ШИМ осуществляется установкой флажка **ШИМ** в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройки параметров регулятора**. При снятом флажке отключается режим ШИМ. Настройка программы **Регулятор** для работы в режиме ШИМ описана ниже в пункте ***Настройка параметров ШИМ***.

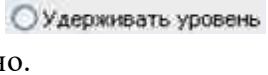
В правом верхнем сегменте окна **Настройка параметров регулятора** в текстовом поле, расположенном справа от надписи **Длительность истории** задается длительность отображения графических данных в секундах.

При установленном переключателе 

в текстовом поле, расположенном справа от этого переключателя, задается удерживаемый уровень (уставка) и программа **Регулятор** будет поддерживать заданный уровень. Уставка также может задаваться и в рабочем окне самой программы **Регулятор**. При этом переключатель 

будет выключен, кнопка открытия файла профиля  и элементы в рамке **Задаваемый профиль** будут заблокированы.

При установленном переключателе 

программа **Регулятор** будет работать по заданному профилю. При этом кнопка открытия файла профиля  и элементы в рамке **Задаваемый профиль** будут доступны для создания и редактирования профиля, а переключатель 

будет выключен и текстовое поле для ввода уровня будет заблокировано.

Для работы программы **Регулятор** по профилю необходимо провести следующие действия:

1. Установить переключатель 

;
2. Нажать кнопку открытия файла профиля  , после чего открывается стандартное диалоговое окно открытия файла. В этом окне указать путь и имя файла профиля. Директория, где хранятся файлы профиля, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы профиля имеют расширение *.pfl. После открытия файла профиля данные из этого файла прочитаются и отобразятся в таблице профиля в рамке **Задаваемый профиль**;
3. Если файл профиля не был создан ранее, то в рамке **Задаваемый профиль** в списке  , находящемся справа от надписи **Количество точек**, выбрать необходимое количество точек для задания профиля. Минимальное количество точек – 2, максимальное – 15. Для выбора необходимого количества точек необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на кнопку  списка, и, в раскрывшемся списке, выбрать нужное количество точек. После выбора количества точек для задаваемого профиля в таблице, расположенной под списком количества точек, отобразится столько строк, сколько было выбрано количество точек;
4. В левом столбце таблицы задаваемого профиля в ячейках задаются интервалы времени в секундах, в правом задаются уровни по входному каналу (уставка) для каждого интервала времени;
5. После ввода уровней и интервалов времени для сохранения файла профиля нажать кнопку **Сохранить файл профиля**. После чего откроется стандартное диалоговое окно для сохранения файла. В этом окне необходимо указать путь и имя файла. Директория,

куда предлагается сохранить файл профиля, по умолчанию – C:\ZETLab\config\. Файлы профиля имеют расширение *. pfl;

6. После сохранения профиля необходимо открыть файл профиля, описанного в пункте 2 этих действий.

Для вступления в силу введенных настроек параметров регулятора нажать кнопку **Применить**, после чего окно **Настройка параметров регулятора** закроется, а программа **Регулятор** будет отображать измеренные значения с учетом введенных настроек параметров регулятора.

Если при нажатом переключателе 

не будет выбран файл профиля и будет нажата кнопка **Применить** окна **Настройка параметров регулятора**, то откроется окно предупреждения, показанное на (*Рис. 7).* При появлении такого окна необходимо либо указать файл профиля (открыть), либо нажать переключателе 

установив соответствующий уровень.

Для выхода из окна настроек без применения настроек нажать кнопку **Отменить** или кнопку  , расположенную в верхнем правом углу окна настроек.

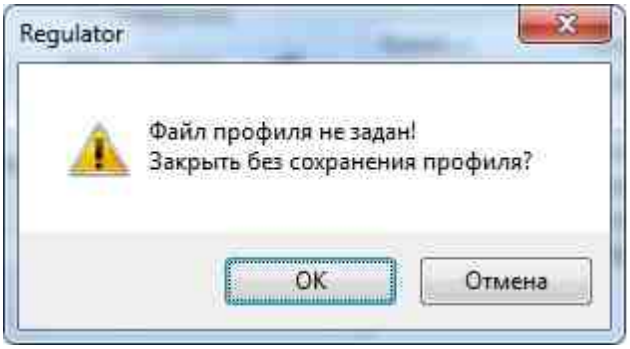


Рис. 7 Откроется окно предупреждения

Настройка параметров П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов .....

Выбор типа регулятора и его настройки определяются видом и параметрами объекта. Для того чтобы выбрать тип регулятора и определить его настройки необходимо знать статические и динамические характеристики объекта управления, требования к качеству процесса регулирования, характер возмущений, действующих на процесс регулирования.

При правильной настройке ПИД-регуляторы обеспечивают достаточно хорошее качество управления для большинства объектов промышленной технологии.

После установки флажка **Включить** в рамке **Режим ПИД-регулятора** для функционирования программы **Регулятор** в режиме ПИД-регулятора будут доступны настраиваемые параметры. Параметры режима ПИД-регулятора располагаются в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройка параметров регулятора** – это период квантования **Tk**, коэффициент пропорциональности (усиления) КП, постоянная интегрирования **КИ** и постоянная дифференцирования **КД**. На *Рис. 8* показан фрагмент окна **Настройка параметров регулятора** с настраиваемыми параметрами ПИД-регулятора.

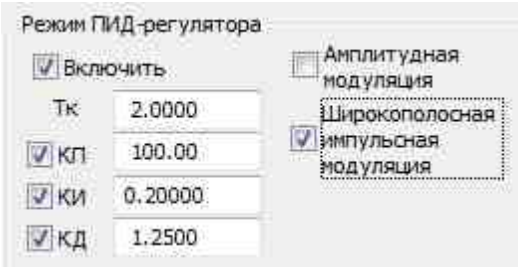


Рис. 8

В текстовом поле **Tk** задается период квантования. Период квантования обязательный параметр для любой разновидности ПИД-регулятора. Период квантования задается в секундах от 0.1 до 1000 секунд. Период квантования определяется из времени реакции системы на воздействие ступенчатой формы.

Для того, чтобы эффект квантования по времени мало сказывался на динамику системы регулирования период квантования выбирается из соотношения:

$$\frac{T95}{15} < Tk < \frac{T95}{5}$$

где: - *T95* время достижения выходным сигналом уровня 95% от установившегося значения при подаче на вход объекта ступенчатого воздействия.

На *Рис. 9* синим графиком показано управляющее воздействие (уставка), зеленым графиком – ступенчатое воздействие, красным графиком – реакция системы. Длительность выхода системы на уровень 95% составляет около 10 секунд. Период квантования для этого процесса можно установить от 1 до 2 секунд.

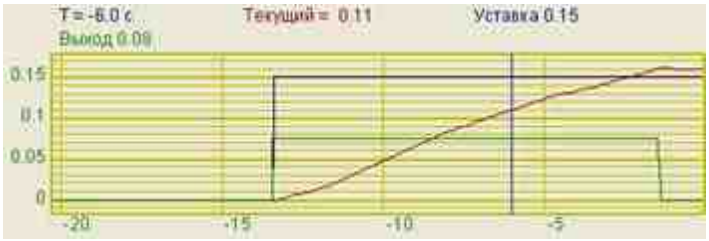


Рис. 9

В реальных условиях при управлении инерционными процессами значение периода квантования берется от 1 секунды до нескольких минут. Для малоинерционных процессов (например, расхода жидкости) значение периода квантования может составлять десятые доли секунды. Не рекомендуется задавать большие значения периода квантования, особенно для ответственных процессов, иначе при возникновении аварийной ситуации она будет ликвидироваться слишком медленно. При слишком малом значении частоты квантования увеличивается влияние шумов.

Установка флажка **КП** разблокирует поле ввода коэффициента пропорциональности, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Коэффициент пропорциональности вычисляется из соотношения:
Для П-регулятора КП=Tg/Tu*Ks
Для ПИ-регулятора КП=0.8(Tg/Tu*Ks)
Для ПИД-регулятора КП=1.2(Tg/Tu*Ks)
где: Tg – время выравнивания, Tu – время задержки, Ks – передаточный коэффициент обьекта регулирования.

Чем больше значение пропорционального коэффициента, тем больше изменение частоты.

При установленном только одном флажке коэффициента пропорциональности **КП** (сняты флажки постоянной времени интегрирования **КИ** и постоянной времени дифференцирования КД), как показано на *Рис. 10*, программа **Регулятор** будет работать в режиме П-регулятора.

Перед настройкой коэффициента пропорциональности **КП** необходимо отключить постоянную времени интегрирования **КИ** и постоянную времени дифференцирования **КД**, если они были включены.

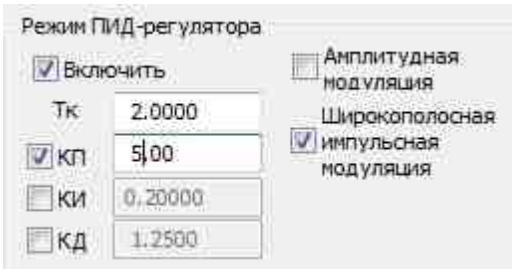


Рис. 10

На *Рис. 11* коэффициент пропорциональности слишком большой. В этом режиме возникают незатухающие колебания.



Рис. 11

На *Рис. 12* показан процесс с оптимальным коэффициентом пропорциональности.



Рис. 12

На *Рис. 13* показан процесс со слишком маленьким коэффициентом пропорциональности.



Рис. 13

Установка флажка **КИ** разблокирует поле ввода постоянная интегрирования КИ, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Интегральный коэффициент имеет смысл времени, за которое усредняются отклонения текущего значения от заданного. Этот коэффициент определяет скорость (время) реакции системы. Подбор интегральной компоненты сводится к минимизации рассогласования между заданной уставкой и реальным значением.

Интегральный коэффициент по алгоритму Зиглера Никольса равен 0.2.

При установленных флажках коэффициента пропорциональности **КП** и постоянной времени интегрирования **КИ**, как показано на *Рис. 14*, программа **Регулятор** будет работать в режиме ПИ-регулятора.

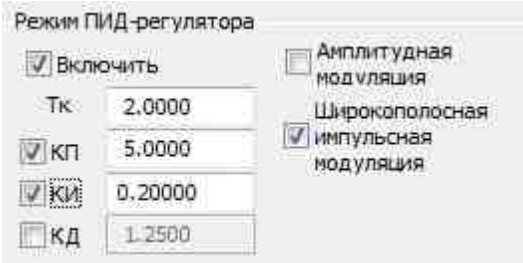


Рис. 14

На *Рис. 15* отображен процесс с маленьким интегральным коэффициентом. Сигнал не доходит до заданного уровня.

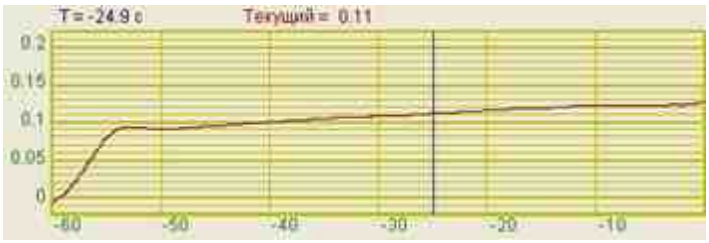


Рис. 15

На *Рис. 16* отображен процесс с оптимальным интегральным коэффициентом.



Рис. 16

На *Рис. 17* отображен процесс с большим интегральным коэффициентом. Процесс переходит в режим автоколебаний

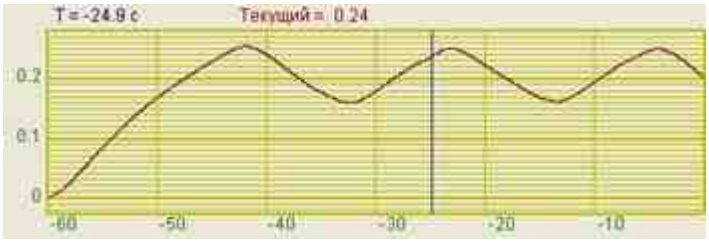


Рис. 17

Установка флажка **КД** разблокирует поле ввода постоянная дифференцирования КД, расположенное справа от этого флажка, после чего в этом поле вводится значение этого коэффициента.

Настройка дифференциальной компоненты. Этот этап присутствует при создании полнофункционального ПИД-регулятора.

При установленных флажках коэффициента пропорциональности **КП** и постоянной времени дифференцирования **КД**, как показано на *Рис. 18*, программа **Регулятор** будет работать в режиме ПД-регулятора.

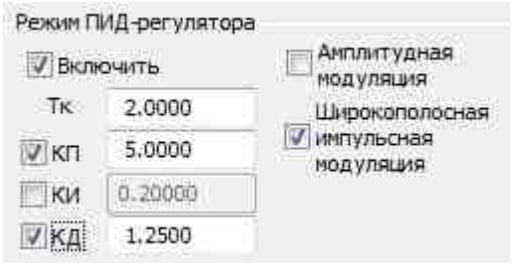


Рис. 18

При установленных всех флажках – коэффициента пропорциональности **КП**, постоянной времени интегрирования **КИ** и постоянной времени дифференцирования **КД**, как показано на *Рис. 19*, программа **Регулятор** будет работать в режиме полнофункционального ПИД-регулятора.

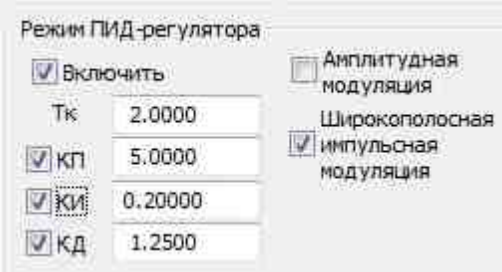


Рис. 19

Дифференциальный коэффициент передачи — это отношение изменения выходной величины к скорости изменения входной величины.

Дифференциальный коэффициент по алгоритму Зиглера Никольса равен 1.25.

На *Рис. 20* показан процесс с маленьким дифференциальным коэффициентом.

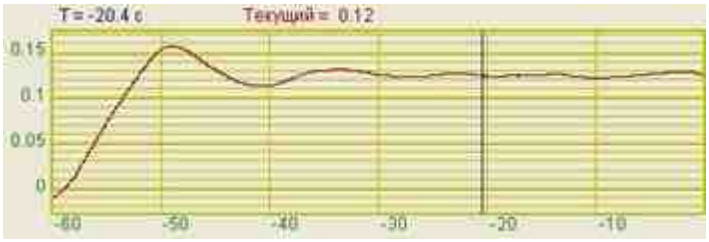


Рис. 20

На *Рис. 21* отображен процесс с оптимальным дифференциальным коэффициентом.



Рис. 21

На *Рис. 22* отображен процесс с большим дифференциальным коэффициентом.



Рис. 22

Настройка параметров ШИМ .....

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ, англ. Pulse-width modulation (PWM)) – приближение желаемого сигнала (многоуровневого или непрерывного) действительным

бинарным (с двумя уровнями - вкл/выкл), так что в среднем, за отрезок времени, их значения равны.

ШИМ – это импульсный сигнал постоянной частоты и переменной скважности. С помощью задания скважности можно менять среднее напряжение на выходе генератора.

В качестве исполнительных механизмов могут служить различные ключевые схемы, твердотельные реле или IGBT-ключи. Их состояние бывает или полностью открытым, или полностью закрытым. Для плавной регулировки такими механизмами используется метод широтно-импульсной модуляции. В программе задается несущая частота модуляции в Гц, максимальная и минимальная скважность в %. Типичный пример ШИМ показан на *Рис. 23.*

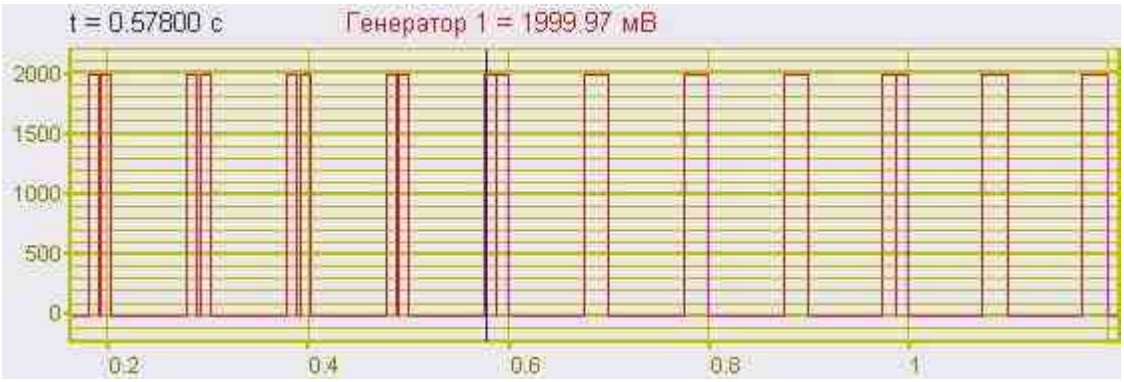


Рис. 23

После установки флажка **ШИМ** в рамке **Режим ПИД-регулятора** для функционирования программы **Регулятор** в режиме ШИМ будут доступны настраиваемые параметры. Параметры режима ШИМ располагаются в рамке **Режим ПИД-регулятора** окна **Настройка параметров регулятора** – это частота заполнения, максимальная и минимальная скважность, а также включение режима трехканального ШИМ. На *Рис. 24* показан фрагмент окна **Настройка параметров регулятора** с настраиваемыми параметрами ШИМ.

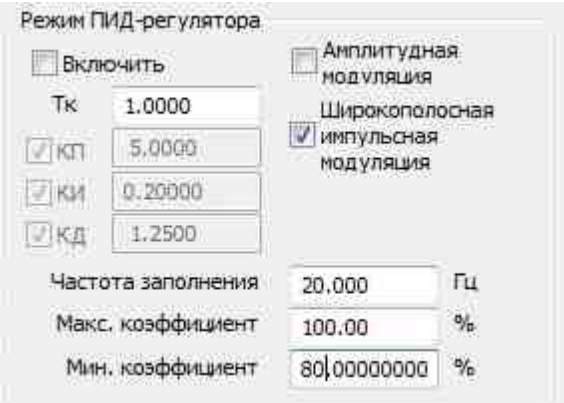


Рис. 24

В текстовом поле **Частота заполнения** вводиться несущая частота ШИМ в герцах.

В текстовых полях **Макс. коэффициент** и **Мин. коэффициент** вводятся нижний и верхний пределы изменения скважности. Коэффициент определяет отношение периода следования (повторения) импульсов одной последовательности к их длительности.

Арифмометр .....

Программа Арифмометр предназначена для произведения арифметических операций над мгновенными значениями сигналов, поступающими на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра. На индикаторе отображается текущее значение выбранной арифметической операции. При запуске программы создается дополнительный виртуальный канал, значения которого можно использовать во всех программах из состава ZETLAB.

О программе .....

Программа "Арифмометр" предназначена для произведения арифметических операций над мгновенными значениями сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП и анализаторов спектра. На индикаторе отображается текущее значение выбранной арифметической операции.
При запуске программы создается дополнительный виртуальный канал, значения которого можно использовать во всех программах из состава ZETLab.

Доступные арифметические операции:

- сложение;
- вычитание;
- умножение;
- деление;
- максимум;
- минимум;
- среднее арифметическое;
- среднее геометрическое;
- модуль;
- умножение на константу;
- прибавление константы.

Встроенный программный модуль управления и автоматизации из состава ZETLab-Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.
При помощи программ "Фильтрация сигналов" и "Арифмометр" можно создавать режекторные и гребенчатые фильтры.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Арифмометр** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Арифмометр** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;

- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Арифмометр входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Арифметические операции с сигналами** необходимо из меню **Автоматизация** *(Рис 1)* панели ***ZETLab*** выбрать команду **Арифмометр**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Арифметические операции с сигналами** (*Рис. 2*). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ArithmoMeter.exe.

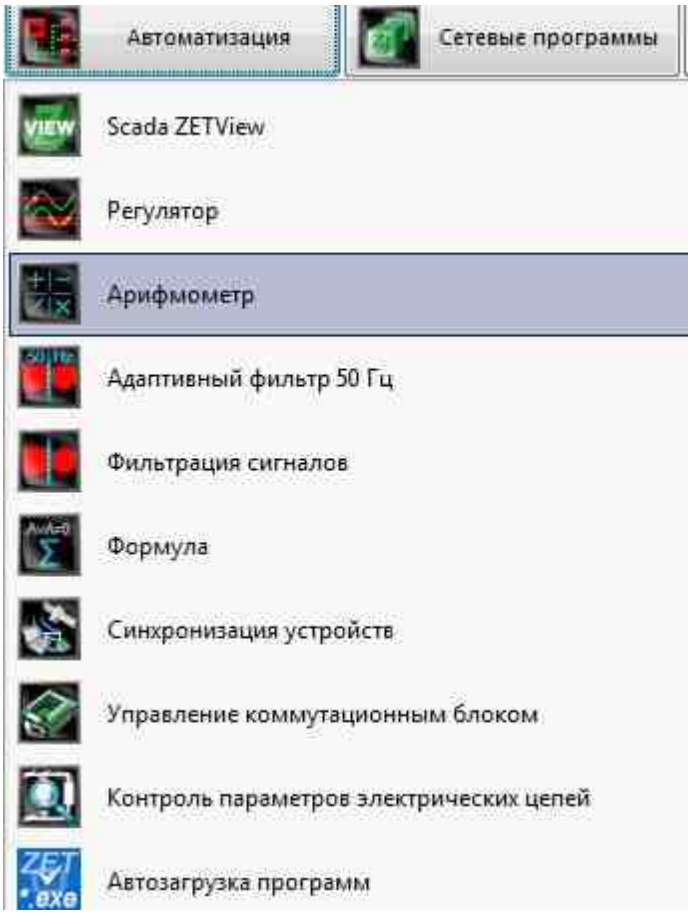


Рис. 1 Запуск программы "Арифмометр" из меню "Автоматизация"



Рис. 2 Сумма значений двух сигналов



Рис. 3 Значения постоянных сигналов, предназначенных для суммирования

В левой части рабочего окна программы **Арифметические операции с сигналами** расположен графический индикатор, в котором отображается значение проведенной арифметической операции между двумя сигналами выбранных каналов. Значение арифметической операции отображается в установленных единицах первого выбранного канала. Единицы измерения устанавливаются в программе **Диспетчер устройств ZET**

Для вычисления и отображения значения на графическом индикаторе какой-либо арифметической операции между двумя сигналами, по интересующим включенным физическим либо виртуальным каналам, необходимо в полях списков (со стрелкой) Signal_2 выбрать названия этих каналов. Поля списков выбора каналов располагаются справа от графического индикатора. В верхнем списке выбирается первый канал для вычисления арифметической операции, в нижнем второй. Выбрать необходимый канал в поле списка можно двумя способами:

- нажать на стрелку поля и «мышью» выбрать из раскрывшегося списка канал;
- нажать левой кнопкой «мыши» на поле и при помощи ролика «мыши», либо кнопок клавиатуры со стрелками <> и <Ї> выбрать канал.

В поле списка (со стрелкой) Signal_2, расположенном в правой части программы, выбирается арифметическая операция, которую необходимо выполнить с двумя сигналами выбранных каналов.

Под полем списка выбора арифметической операции располагаются два поля ввода констант. В поле  вводится константа умножения на полученный результат арифметической операции. В поле  вводится константа сложения с полученным результатом арифметической операции.

Последовательность проведения операций в программе **Арифметические операции с сигналами** следующая:

1. операция с двумя сигналами;
2. умножение на константу;
3. сложение с константой.

Для выхода из программы необходимо нажать кнопку  , расположенную в правом верхнем углу окна.

Вопрос и ответ пользователям:

Тема. Суммирование по всем каналам в ПО ZETLAB.

Вопрос. Посредством анализатора спектра ZET 017-U8 по 6 каналам одновременно я записывал сигнал с токовых датчиков. При обработке данных мне необходима сумма по всем 6 каналам, но функция арифмометр позволяет производить арифметические операции только с 2мя каналами. Прошу Вас помочь справится с этой задачей.

Ответ. Используйте несколько арифмометров, либо программу Формула из вкладки Автоматизация.

Адаптивный фильтр 50 Гц .....

Одной из основных причин, снижающих точность измерений параметров низкочастотных сигналов, является влияние электромагнитных помех искусственного и естественного происхождения на измерительные каналы средств измерений (СИ). В лабораторных, производственных и натурных условиях основной помехой является сетевая помеха 50 Гц. Для устранения этой помехи в комплексе программ ZETLAB предусмотрена программа, реализующая режекторный фильтр 50 Гц.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Адаптивный фильтр 50 Гц** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Адаптивный фильтр 50 Гц** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Адаптивный фильтр 50 Гц входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы ***Адаптивный фильтр 50 Гц*** необходимо из меню ***Автоматизация*** панели ZETLAB выбрать команду ***Адаптивный фильтр 50 Гц***. На экране монитора отобразится рабочее окно программы ***Адаптивный фильтр 50 Гц***.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: filtr50.exe.

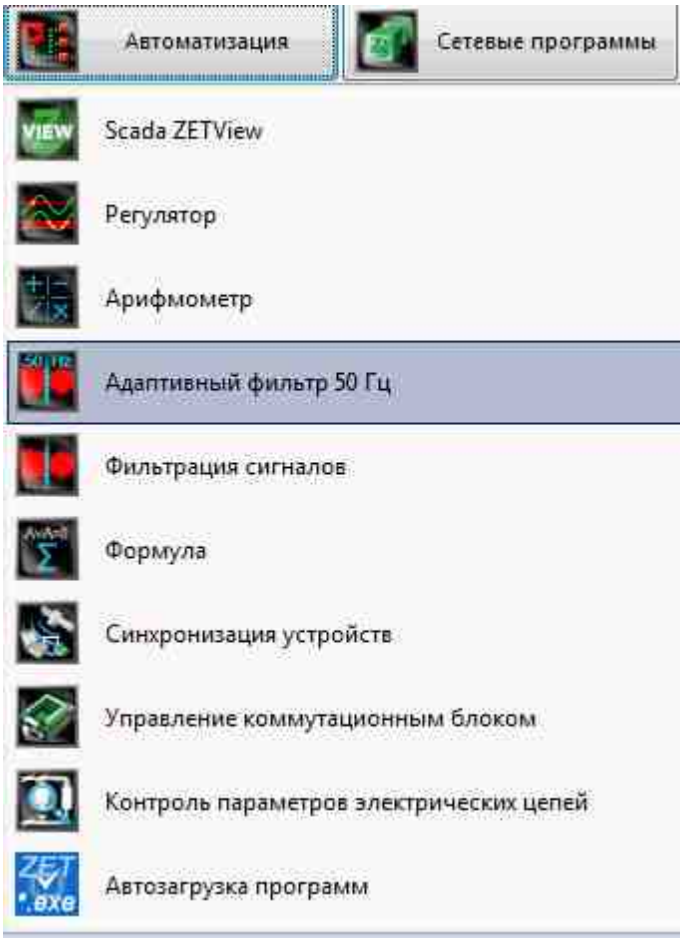


Рис. 1 Программа "Адаптивный фильтр 50 Гц" из меню "Автоматизация"

При запуске программы появляется окно, в котором отображаются: точное значение частоты помехи 50 Гц, амплитуда помехи в единицах измерения и график изменения частоты в зависимости от времени (в секундах). В качестве параметров задаются интервал расчета частоты и интервал расчета амплитуды помехи. Также задается номер измерительного канала, под которым отображается интегральный уровень измерительного канала. Программа создает дополнительный виртуальный канал, в котором удаляется помеха 50 Гц и все ее гармоники.

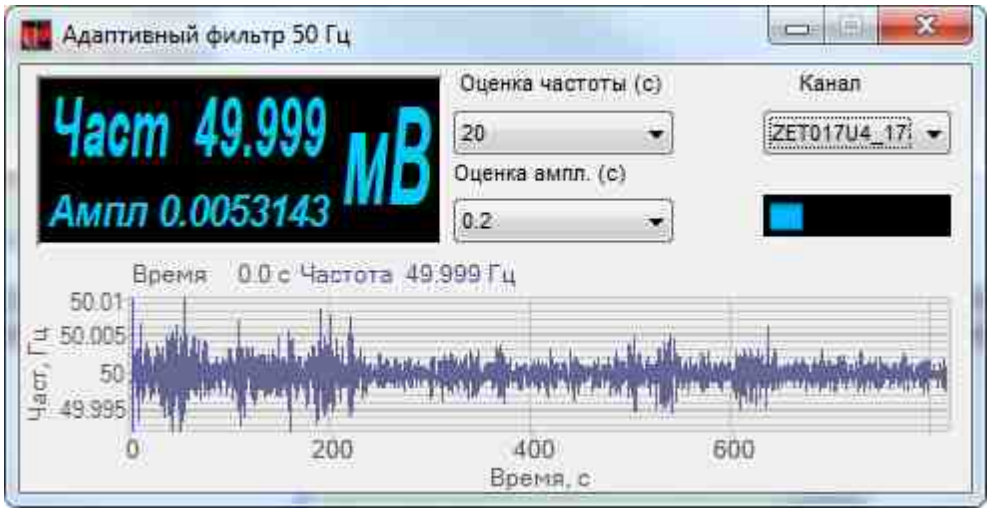
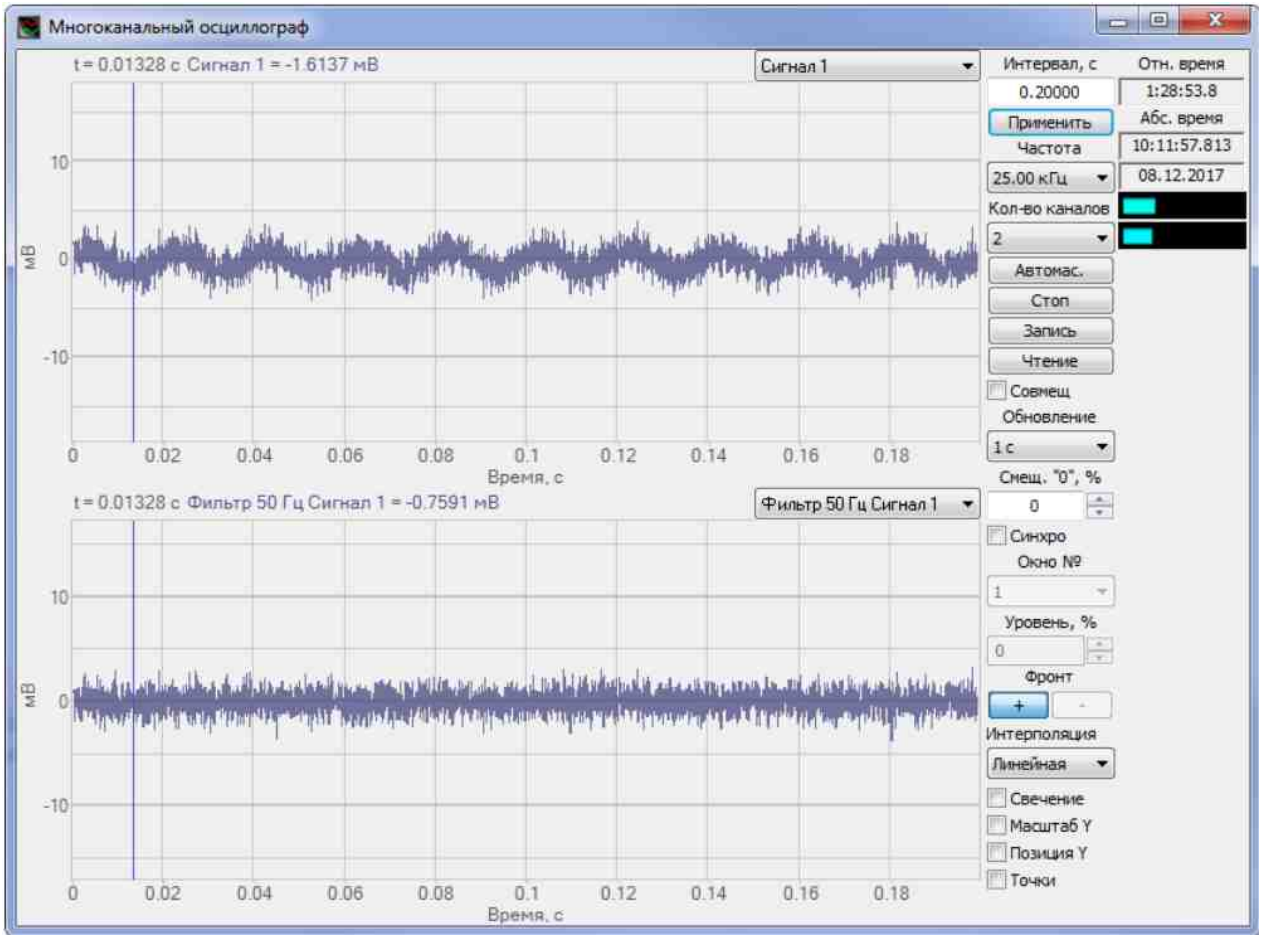
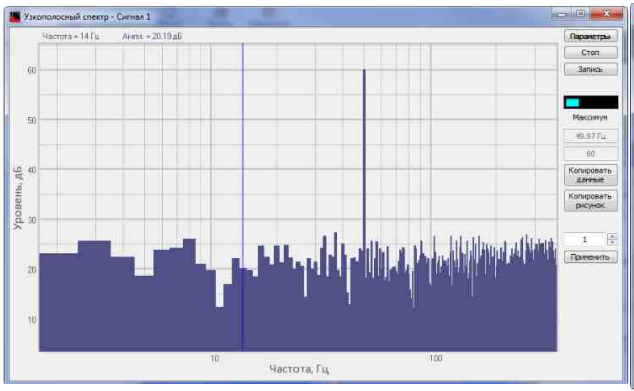


Рис. 2

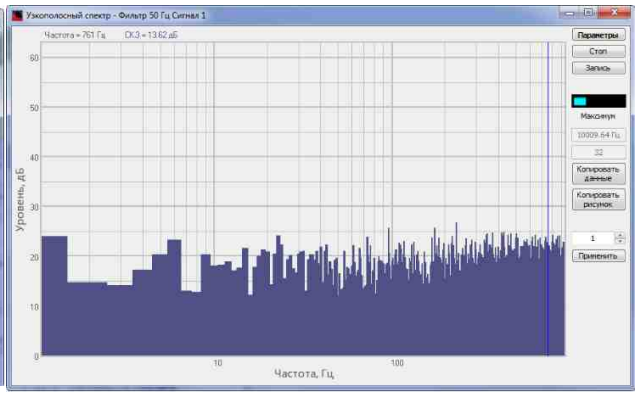
Наглядно проверить работу данной программы можно при помощи программы **Многоканальный осциллограф** из меню *Отображение* панель ZETLAB. В верхней части окна программы **Многоканальный осциллограф** представлен сигнал с помехой 50 Гц, в нижней части — отфильтрованный сигнал.



Существенным достоинством программы ***Адаптивный фильтр 50 Гц*** является то, что она отфильтровывает не только помеху 50 Гц, но и ее гармоники. Это основано на алгоритме формирования адаптивного фильтра с использованием преобразования Уолша, который подавляет гармоники и не искажает полезную часть сигнала.



Спектр сигнала до фильтрации



Спектр сигнала после фильтрации

При включении одной программы *Адаптивный фильтр 50 Гц* появляется один виртуальный канал, как дополнительный к существующим. Соответственно, если вам требуется проводить фильтрацию сигнала по 8 каналам — необходимо запустить 8 программ *Адаптивный фильтр 50 Гц*. Дополнительно к 8 физическим каналам сформируются 8 виртуальных, с которыми можно работать как с обычными: смотреть формы сигналов, спектры, корреляционные функции и пр.

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава **ZETLAB STUDIO** обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

См. также:

- Управление курсором на графиках
- Масштабирование числовых осей графиков
- Выбор из списков
- Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений
- Использование индикаторов уровня сигнала
- Настройка внешнего вида графиков
- Перенос графической и числовой информации в текстовые редакторы
- Пользовательский функционал сетки GridGl

Фильтрация сигналов .....

Программа **Фильтрация сигналов** используется для фильтрации сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра, тензометрических станций, сейсмостанций для последующей обработки программами **ZETLAB**. Программа **Фильтрация сигналов** также может применяться для обработки виртуальных каналов, созданных такими программами, как **Виброметр**, **Тензодатчик** и др. Программа **Фильтрация сигналов** работает с сигналами как в режиме реального времени, так и при воспроизведении записанных сигналов.

При проведении различных видов испытаний, измерений, диагностики и распознавания речи в сложных условиях окружающих помех, появляется проблема достоверного оценивания какого-либо параметра сигнала, например, уровня, частоты, коэффициента корреляции с другим сигналом. Если полезный сигнал и помеха разделяются в частотной области, то самым распространенным методом является метод фильтрации сигналов.

О программе .....

Программа **Фильтрация сигналов** используется для фильтрации сигналов, поступающих на входные каналы анализаторов спектра, тензометрических станций, сейсмостанций для последующей обработки программами ZETLAB. Программа **Фильтрация сигналов** также может применяться для обработки виртуальных каналов, созданных такими программами, как **Виброметр**, **Тензодатчик** и др. Программа **Фильтрация сигналов** работает с сигналами как в режиме реального времени, так и при воспроизведении записанных сигналов. Программа **Фильтрация сигналов** в совокупности с контроллерами ZET 02X и ZET 03X, на входы которых подключены измерительные микрофоны, позволяют проводить измерение шумовых характеристик в соответствии с такими стандартами, как:

- ГОСТ 23941-2002 «Шум машин. Методы определения шумовых характеристик. Общие требования»
- ГОСТ 30457-97 (ИСО 9614-1-93) «Акустика. Определение уровней звуковой мощности источников шума на основе интенсивности звука. Измерение в дискретных точках. Технический метод»
- ГОСТ 31337-2006 (ИСО 15744:2002) «Шум машин. Машины ручные неэлектрические. Технический метод измерения шума»
- ГОСТ 30691-2001 (ИСО 4871-96) «Шум машин. Заявление и контроль значений шумовых характеристик» и аналогичные.

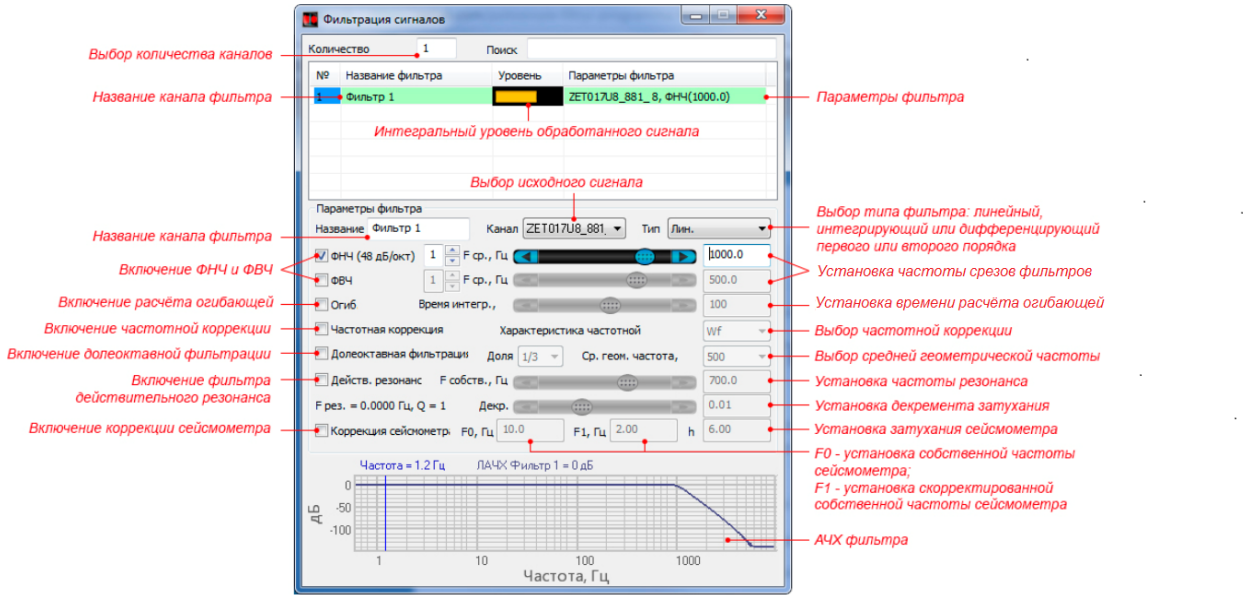
При проведении различных видов испытаний, измерений, диагностики и распознавания речи в сложных условиях окружающих помех, появляется проблема достоверного оценивания какого-либо параметра сигнала, например, уровня, частоты, коэффициента корреляции с другим сигналом. Если полезный сигнал и помеха разделяются в частотной области, то самым распространенным методом является метод фильтрации сигналов.

Блок-схема

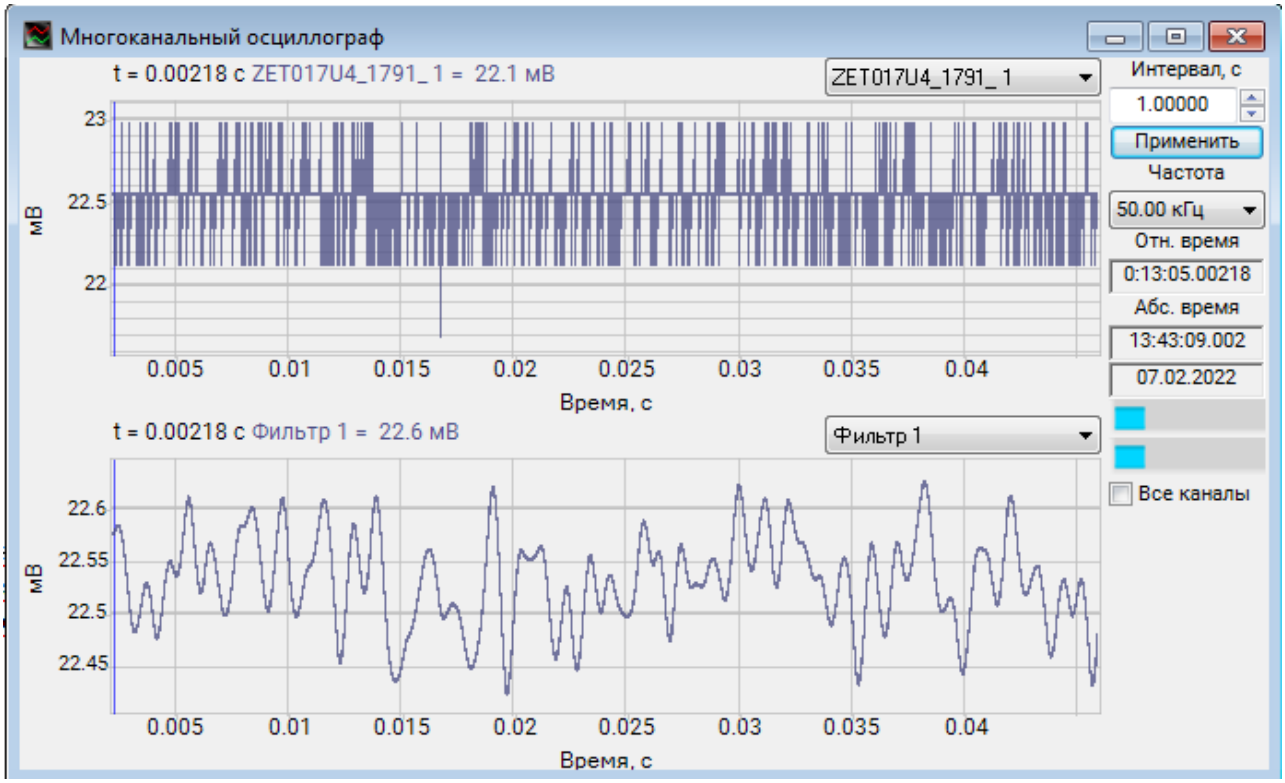
программы фильтрация сигналов

Любой из элементов блок-схемы может быть включен или отключен. Фильтры можно подключать последовательно друг за другом.





Результат работы фильтров, запущенных при помощи программы *Фильтрация сигналов* можно увидеть при помощи программы **Многоканальный осциллограф**. На верхней осциллограмме представлена временная реализация исходного сигнала, на нижней – результат работы функций двойного интегрирования и ФВЧ программы *Фильтрация сигналов*. В рассмотренном примере обрабатывался сигнал с акселерометра, установленного на неподвижном корпусе балансируемого изделия. Двойное интегрирование применено для получения сигнала перемещения из сигнала ускорения, ФВЧ — для компенсации смещения постоянной составляющей полученного сигнала.



Программа ***фильтрации*** создает дополнительные виртуальные каналы, в которых и производится обработка сигналов. Все сигналы – реальные и виртуальные – имеют внутреннюю синхронизацию, что позволяет проводить их совместную обработку, например, при помощи программы Взаимный спектральный анализ. Исходные сигналы для фильтрации остаются неизменными. Все программы ZETLab имеют возможность одновременно обрабатывать исходные реальные сигналы и отфильтрованные виртуальные.

Выбор количества каналов для фильтрации

Программа может одновременно фильтровать несколько каналов. Причем фильтрация может производиться, как одного, так и различных измерительных каналов, включая виртуальные каналы.

Выбор типа фильтра

Дифференцирование и ***интегрирование*** сигналов широко используется в вибрации и акустике. Большинство применяемых в вибрации датчиков являются пьезоэлектрическими акселерометрами, т.е. датчики отдают сигнал пропорциональный ускорению. Многие контролируемые вибрационные параметры механизмов задаются в уровнях виброскорости. Для балансировки вращающихся механизмов, необходимо знать виброперемещение в точке крепления вибродатчика. Для получения сигнала виброскорости из сигнала виброускорения необходимо этот сигнал подвергнуть интегрированию первого порядка. Для получения сигнала виброперемещения необходимо провести двойное интегрирование сигнала виброускорения. Аналогично, из сигнала датчика линейного перемещения можно получить сигнал скорости перемещения и сигнал ускорения дифференцированием сигнала.
Применение ***интегрирующих фильтров*** позволяет использовать анализатор в качестве виброметра первого класса точности.
Дифференцирование сигнала полезно при виброакустическом мониторинге различных систем. Одним из важнейших параметров мониторинга является тренд процесса, т.е.

долговременное изменение уровня контролируемого сигнала по времени (например, интегральный уровень вибрации или уровень шума в полосе). Для контроля изменения этого сигнала можно продифференцировать этот сигнал и следить за уровнем его производной, т.е. уровнем изменения сигнала.
Если входной сигнал является сигналом виброускорения (т.е. единица измерения «g» или «м/с2»), то при интегрировании единица измерения выходного канала становится единица измерения виброскорость – «м/с». При двойном интегрировании сигнала виброускорения единица измерения выходного канала становится единица виброперемещения – «м».
Опорные значения для расчета «дБ» также претерпевают изменения. Если у входного канала опорное значения «дБ» были выбраны по системе ISO, то опорные значения выходных каналов для интегрирования и двойного интегрирования также берутся по системе ISO. Если опорные значения дБ выбраны по ГОСТ, то опорные значения выходных каналов задаются также по ГОСТ. В противном случае к единице измерения входного канала при интегрировании добавляется «*с», а при двойном интегрировании – «*с2», при дифференцировании – «/с», при двойном дифференцировании – «/с2». Опорные значения расчета «дБ» при этом не меняются.
Линейный фильтр не производит никаких действий.

Возможности

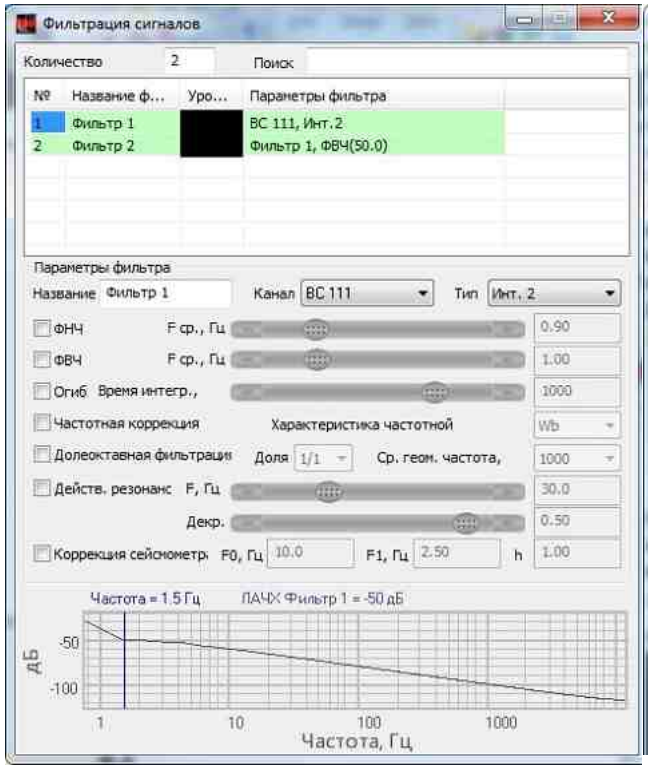
программы Фильтрация сигналов

- Полосовые фильтры
  - Выбор фильтров верхних и нижних частот (ФНЧ, ФВЧ
- Огибающая сигнала
  - огибающая сигнала
- Частотная коррекция
  - выбор частотной коррекции
- Долеоктавная фильтрация
  - октавные и 1/3-октавные фильтры 1 класса точности по ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260:1995)
- Действительный резонатор
  - колебательное звено
- Коррекция сейсмометра
  - для расширения частотного диапазона

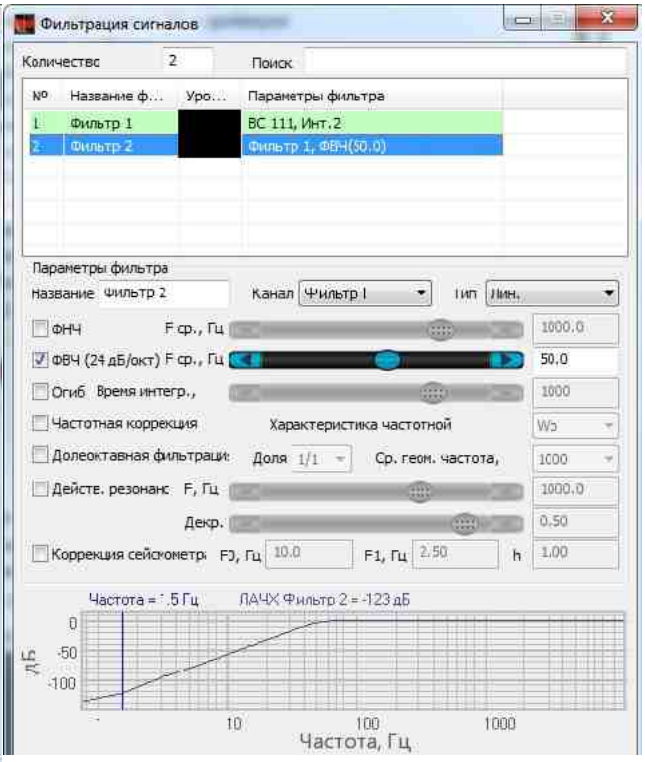
- Встроенный в программу *модуль управления и автоматизации* из состава *ZETLab Studio* обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов.

- Амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристику фильтров можно получить с помощью программ "*Снятие АЧХ и ФЧХ"*.
- С помощью программы *Арифмометр* также можно реализовать режекторные фильтры.

На рисунках ниже представлен интерфейс программы Фильтрация сигналов, функции "Инт. 2" - двойное интегрирование сигнала и "ФВЧ" - фильтр верхних частот.

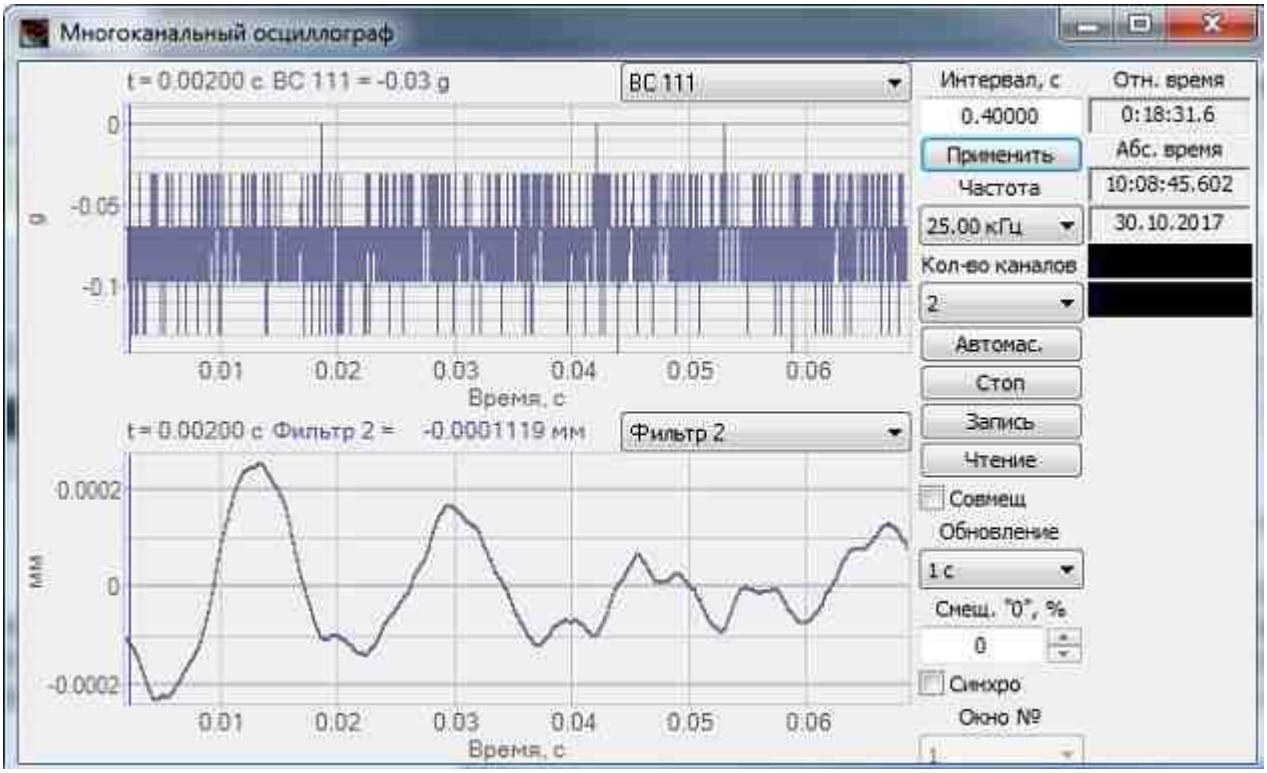


Программа "Фильтрация сигналов" Функция "Двойное интегрирование"



Программа "Фильтрация сигналов" Функция "Фильтр верхних частот"

На рисунке ниже представлено окно программы Многоканальный осциллограф, на верхней осциллограмме представлена временная реализация исходного сигнала, на нижней – результат работы функций двойного интегрирования и ФВЧ программы Фильтрация сигналов. В рассмотренном примере обрабатывался сигнал с акселерометра, установленного на неподвижном корпусе балансируемого изделия. Двойное интегрирование применено для получения сигнала перемещения из сигнала ускорения, ФВЧ - для компенсации смещения постоянной составляющей полученного сигнала.



Программа "Фильтрация сигналов" Исходный и отфильтрованный сигнал

Программа фильтрации создает дополнительные виртуальные каналы, в которых и производится обработка сигналов. Все сигналы – реальные и виртуальные – имеют внутреннюю синхронизацию, что позволяет проводить их совместную обработку, например, при помощи программы Взаимный спектральный анализ. Исходные сигналы для фильтрации остаются неизменными. Все программы ZETLab имеют возможность одновременно обрабатывать исходные реальные сигналы и отфильтрованные виртуальные.

Выбор фильтров верхних и нижних частот

В каждом канале программы фильтрации могут включаться фильтры верхних и нижних частот. Эти фильтры реализованы как фильтры Баттерворта 2, 4, 6, 8 или 10 порядков с бесконечной импульсной характеристикой. Порядок фильтров зависит от отношения частоты среза фильтра к частоте дискретизации фильтруемого канала: чем это соотношение больше, тем выше порядок фильтра. Частоты среза фильтров задаются в Гц и устанавливаются на уровне минус 3 дБ.

Частотная коррекция

В программе Фильтрация сигналов реализованы фильтры с частотными коррекциями:

- A, C, Z – «Звук»,
- G – «Инфразвук»,
- Wd, Wk Wb, Wc, We, Wj, Wm, Fk (Лин 0.4–100 Гц), Fm (Лин 0.8–100 Гц) - Общая вибрация,
- Wh, Fh (Лин 6.3 – 1286 Гц) – Локальная вибрация.

Фильтры с коррекцией A, B, C, D необходимы при измерениях уровня воздушного шума. Фильтры выполнены в соответствии с ГОСТ 17187 «Шумомеры, общие технические требования и методы испытаний». Это позволяет использовать анализаторы ZET 017-U2, ZET 017-U8 и A19-U2 в качестве шумомера первого класса точности.

Огибающая сигнала

Программа фильтрации позволяет рассчитать огибающую сигнала. Огибающая уровня рассчитывается как сглаженное среднеквадратическое значение сигнала. Параметром для огибающей функцией является время сглаживания, которое задается в мс. Для виброметров и шумомеров стандартизированы два времени усреднения «Быстро» (125 мс) «Медленно» (1000 мс).

Дополнительная информация

Частотная коррекция: корректирующие фильтры Wb, Wc, Wd, We, Wf, Wh, Wj, Wk, Wm, Fh, Fk, Fm, A, B, C, D

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Фильтрация сигналов** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Фильтрация сигналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;

Фильтрация сигналов входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Фильтрация сигналов** необходимо в меню **Автоматизация** *(Рис. 5)* панели ***ZETLab*** выбрать команду **Фильтрация сигналов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Фильтрация сигналов** (*Рис. 6*). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: filtrdiff.exe.

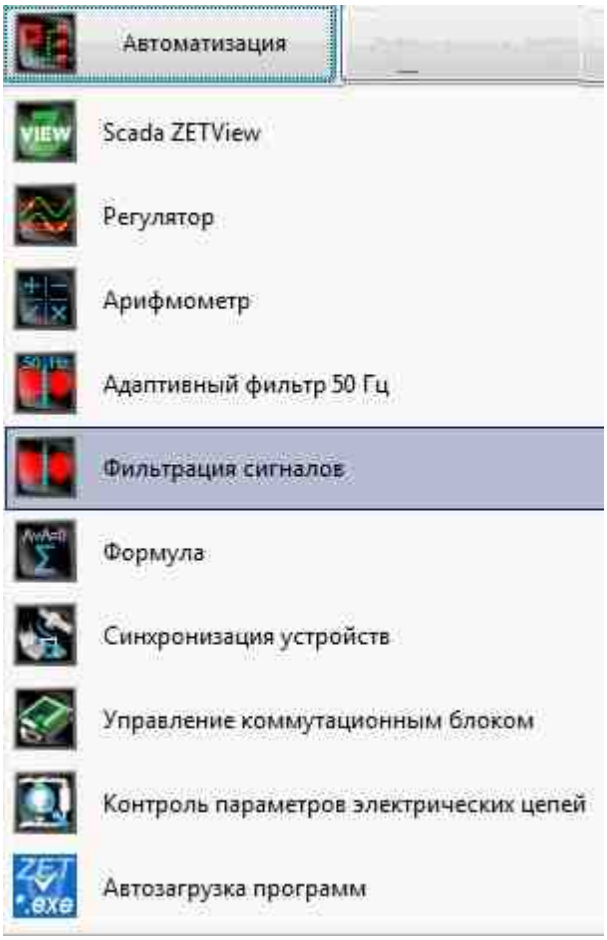


Рис. 5 Запуск программы "Фильтрация сигналов" из меню "Автоматизация"

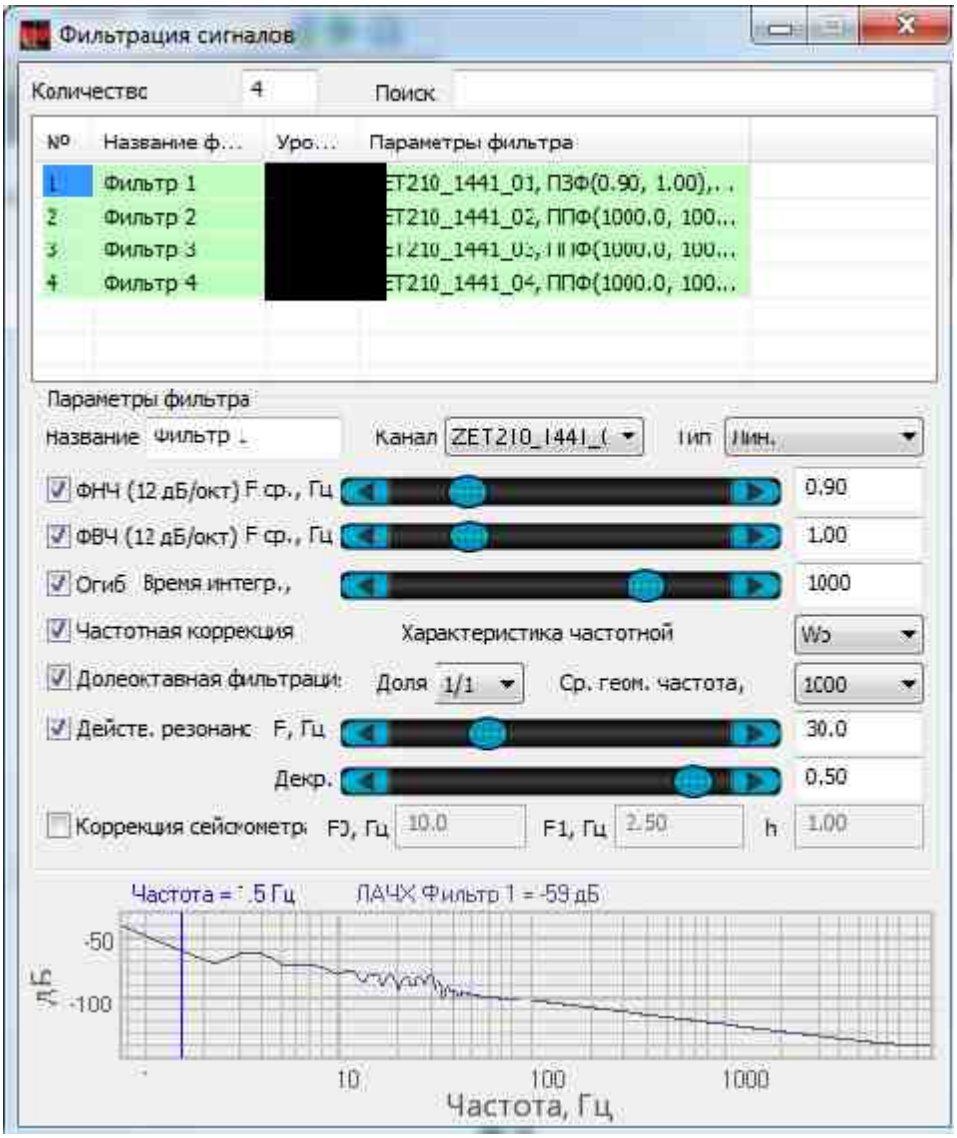
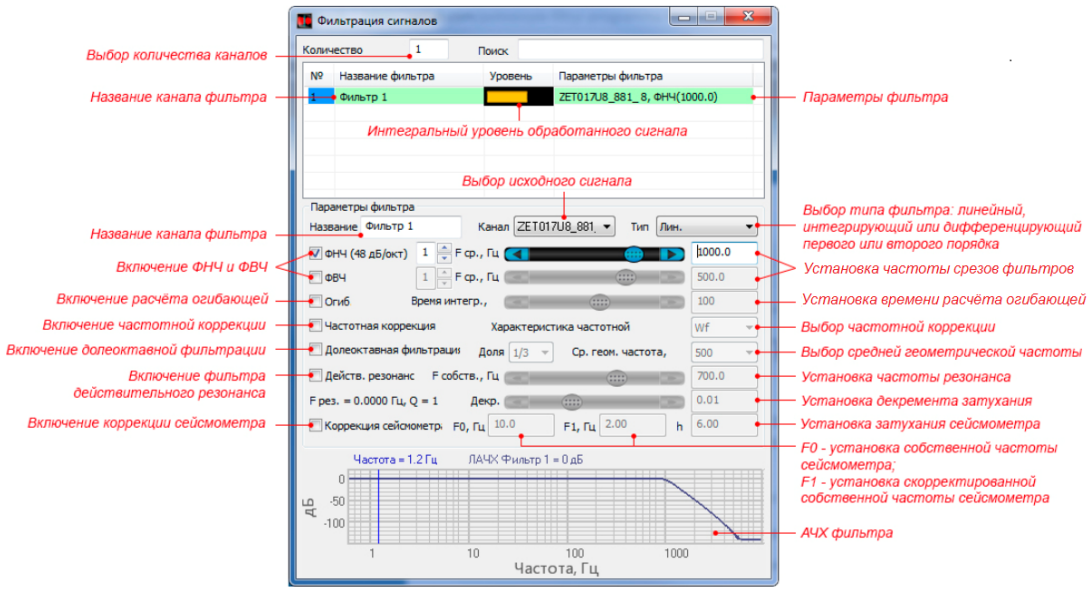


Рис. 6 Отображение окна программы.

Программа Фильтрация сигналов входит в состав:

- ZETLAB ANALIZ (поставляется с анализаторами спектра ZET 017-U8, ZET 017-U2, A19-U2, A23 и ВК-01);
- ZETLAB TENZO (поставляется с тензостанциями ZET017-T8),
- ZETLAB SEISMO (поставляется с сейсмостанциями ZET048-E, ZET048-I, ZET048-C),
- ZETLAB NOISE (поставляется с шумомером-виброметром ZET 110).

На рисунке ниже представлено окно программы Фильтрация сигналов с обозначениями элементов управления.



Интегрирующие и дифференцирующие фильтры

В программе **Фильтрация сигналов** реализованы интегрирующие и дифференцирующие фильтры первого и второго порядка. Примеры работы фильтров приведены в разделе Интегрирующие и дифференцирующие фильтры.

ФВЧ, ФНЧ, ППФ и ПЗФ

В программе **Фильтрация сигналов** реализованы фильтры ФНЧ (фильтр нижних частот) и ФВЧ (фильтр верхних частот). Комбинации фильтров ФНЧ и ФВЧ образуют ППФ (полосно-пропускающий фильтр), ПЗФ (полосно-заграждающий фильтр). Частота среза фильтров задается в Гц и устанавливается на уровне -3 дБ. Минимальное значение частоты среза 0.5 Гц, максимальное значение частоты зависит от подключенного устройства и установленной частоты дискретизации. Крутизна спада фильтра может изменяться каскадной фильтрацией сигнала. Порядок фильтра определяется соотношением частоты среза фильтра и частоты оцифровки сигнала (частота дискретизации канала). Примеры применения фильтров представлены в разделе Полосовые фильтры.

Огибающая

В программе **Фильтрация сигналов** может производиться расчет огибающей - сглаженное среднеквадратическое значение сигнала. Параметром для огибающей функцией является время сглаживания, которое задается в мс. Пример представлен в разделе Расчет огибающей сигнала.

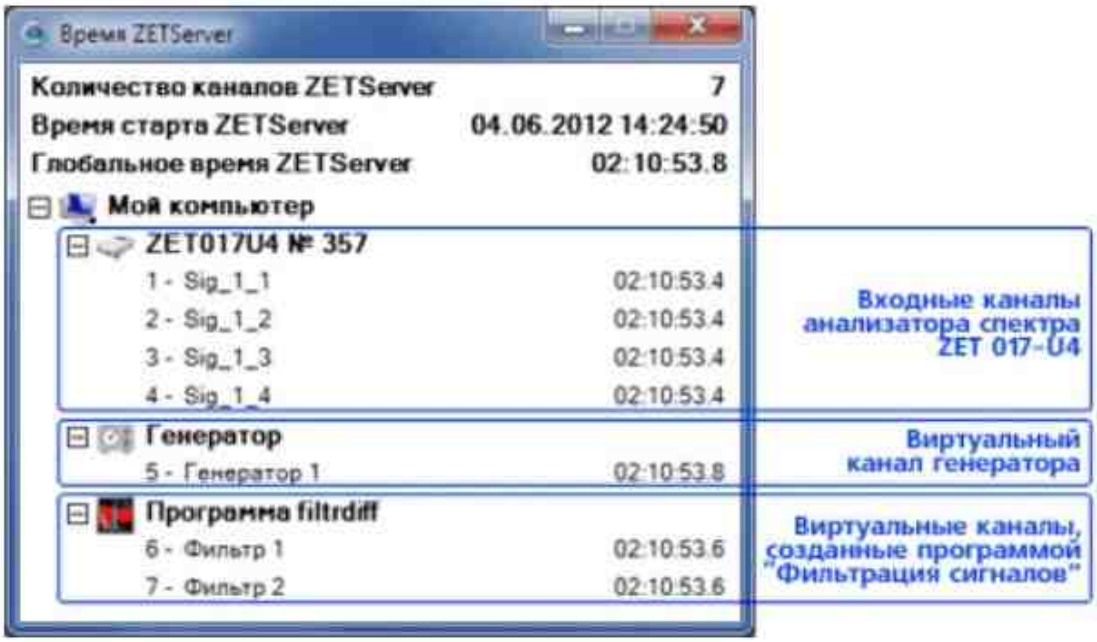
Частотная коррекция

В программе фильтрация сигналов реализованы фильтры с частотными коррекциями: Wb, Wc, Wd, We, Wf, Wh, Wj, Wk, Wm, Fh, Fk, Fm, A, B, C, D. Примеры работы корректирующих фильтров представлен в разделе Частотная коррекция.

Другие параметры

Название канала фильтра задается пользователем. Единицы измерения по каналу формируются исходя из единиц измерения канала исходного сигнала и типа фильтрации. Опорное значение для вычисления уровня сигнала в дБ задается автоматически соответственно единицам измерения.

При работе программы Фильтрация сигналов появляются дополнительные виртуальные каналы, которые отображаются во всех программах ZETLab. На рисунке ниже показан интерфейс программы Время ZETServer, отображающей ход времени по всем физическим и виртуальным каналам. В данном примере первые четыре канала — это измерительные каналы анализатора спектра ZET017-U4, пятый канал - виртуальный канал генератора (программа Генератор сигналов), шестой и седьмой - каналы, созданные программой Фильтрация сигналов в рассмотренном выше примере.



Список каналов в программе "Время ZETServer"

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов

Амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристику фильтров можно получить с помощью программ "Снятие АЧХ и ФЧХ".

С помощью программы Арифмометр также можно реализовать режекторные фильтры.

Вопросы и ответы:

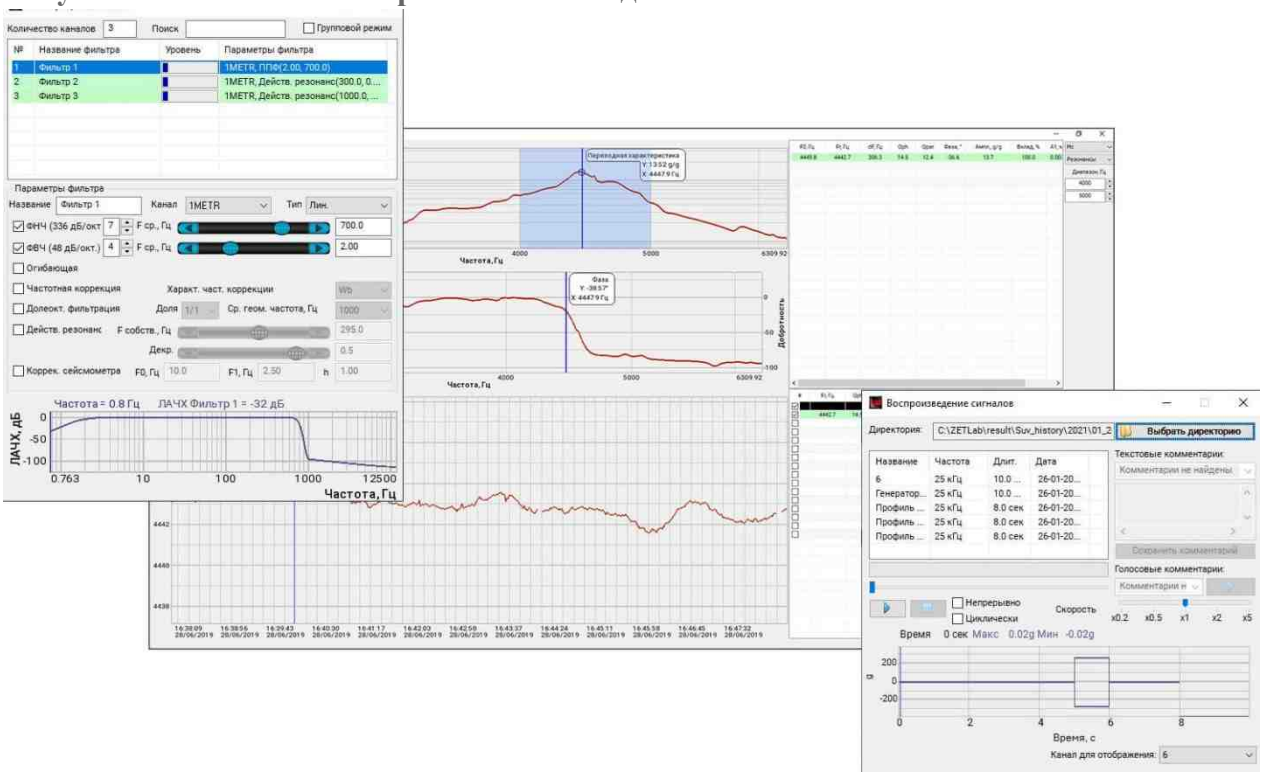
Вопрос. В прикрепленном файле показана минутная регистрация двух каналов с помощью АЦП ZET 230 и усилителя ZET 410 в январе 2016. Сигналы с двух обмоток сейсмоакустического сенсора поступают с глубины 1000м по двум парам проводов в бронированном кабеле. Другой электроники в системе нет.

При посещении в мае 2016 оказалось, что смещение вывело сигнал второго канала за пределы шкалы. Изменением к.у. усилителя с 1000 до 100 позволило вернуть сигнал в пределы шкалы. Подозрение пало на усилитель, но его отключение (прямое подключение сигнала к АЦЦ) не убрало смещение. Не убрало смещение и подключение выхода усилителя к АЦП через конденсаторы.
Вот такая история. Программу с англоязычной на родную пока не менял, далеко это и не уверен, что в этом дело. Буду рад любым идеям и решениям.
Может ли влиять на уход "нуля" англоязычная программа регистрации? Если да, то как это исправить?
Какой ключ нужно приобрести для АЦП 230 и какие допуска на смещение нуля по ТУ?
И еще, ключ нужно все время держать в компьютере или только при загрузке программы?

Ответ. 1. Смещение можно убрать таким образом, в свойствах канала в поле смещение указать значение, которое будет автоматически вычитаться из сигнала.
2. Можно воспользоваться программой "Фильтрация сигналов" (Автоматизация -> Фильтрация сигналов) и установить на канал ФВЧ на частоту 1 Гц или ниже.
Всё это будет работать при условии, что сигнал лежит в диапазоне измерения АЦП, поэтому КУ на ZET 410 нужно выбрать такой, чтобы сигнал не выходил за диапазон.
3. Англоязычная программа регистрации не может влиять на уход "нуля".
4. Скорее всего в оборудовании отсутствует указанная опция, а именно Фильтрация сигналов. Тут либо ключ приобретать, либо в устройство прошивать.
5. При работе с программой нужно держать ключ в компьютере при использовании программы, иначе она не видна.

Постобработка сигналов .....

Углубленный анализ экспериментальных данных



В условиях проведения испытаний объектов на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам, не всегда доступно проводить углубленный анализ мгновенно полученных сигналов. Это может быть связано как со сложными алгоритмами обработки, так и со скоростью проведения самих испытаний.

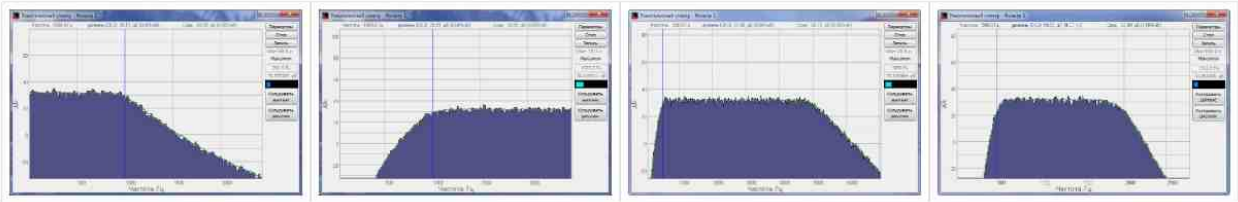
Запись и последующая обработка сигналов в более комфортных условиях позволяет детально исследовать поведение образца и выявлять все дефекты, в том числе и незначительные, возникшие в результате проведения испытаний.

Программы для постобработки сигналов, входящие в состав программного пакета ZETLAB VIBRO, позволяют работать в следующих основных режимах:

- воспроизведение сигналов — программа **«Воспроизведение сигналов»**;
- полосовая фильтрация сигналов — программа **«Фильтрация сигналов»**;
- спектральный анализ — программа **«Узкополосный спектр»**;
- взаимный спектральный анализ — программа **«Взаимный узкополосный спектр»**.

ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ

Программа «Фильтрация сигналов» позволяет проводить полосовую фильтрацию, которая применяется для предварительного анализа сигналов, а также выделения информативных частотных диапазонов.



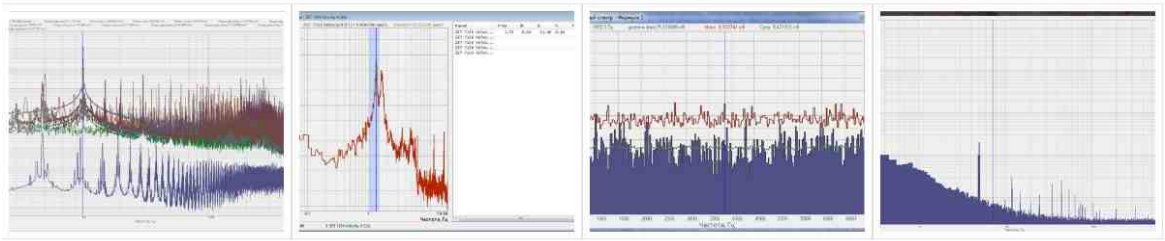
СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Спектральный анализ применяется для исследования частотного состава измеряемого сигнала. Это объясняется как его физической наглядностью, так и возможностью содержательной интерпретации полученных результатов. В программе «Узкополосный спектр» пользователь по форме спектра может определить наличие в измерительном канале тональных сигналов (дискретных составляющих) и шумовых компонент.

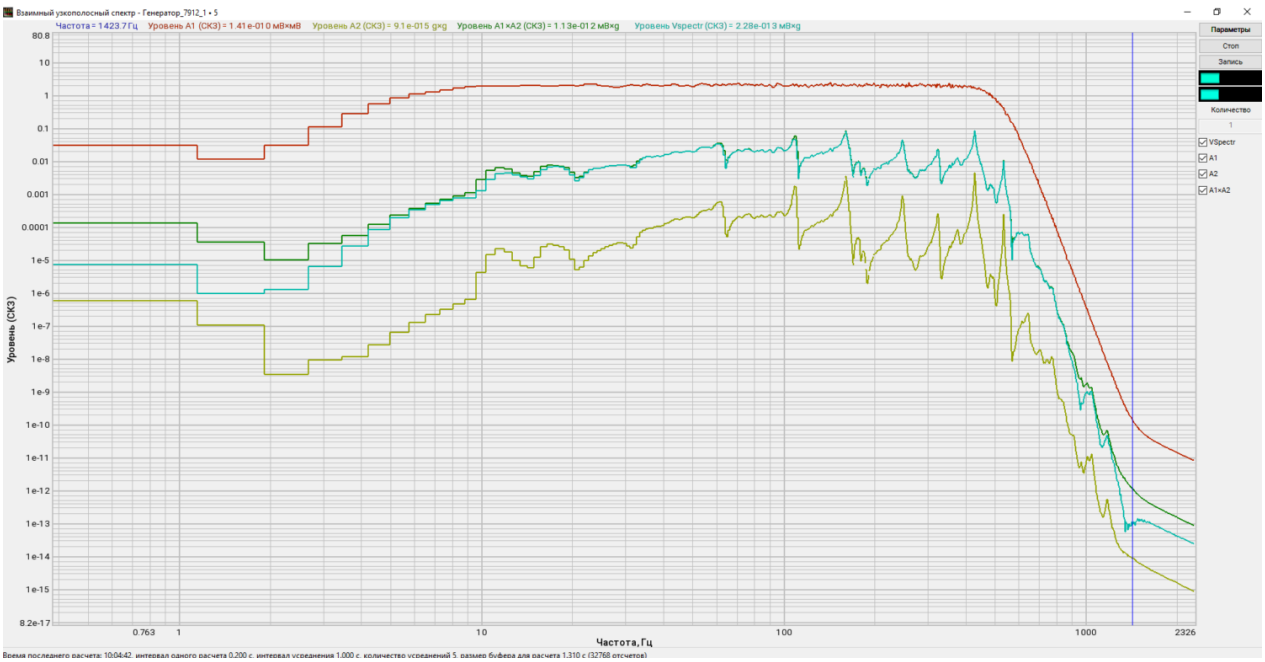
Использование спектрального анализа при обработке записанных сигналов позволит без труда:

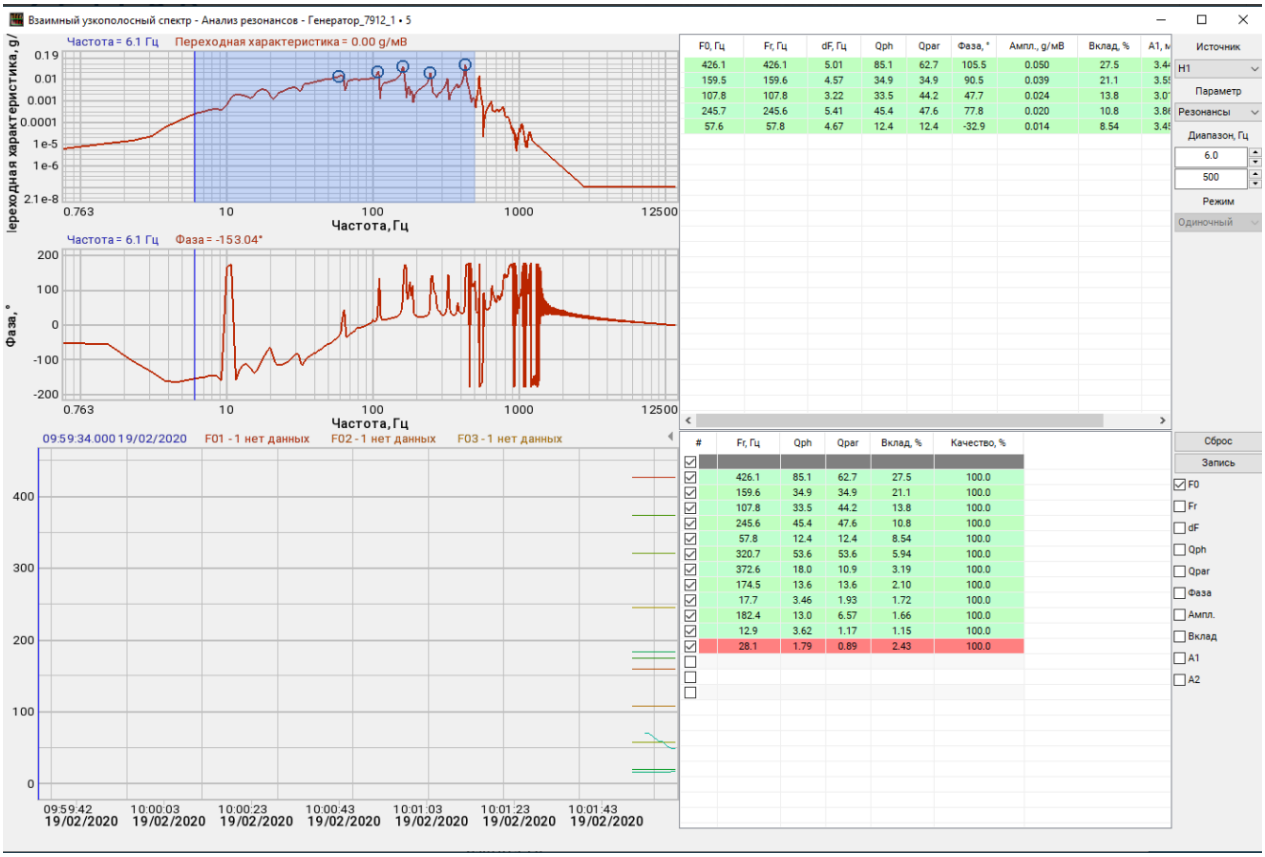
- провести узкополосный спектральный анализ вибрации в расширенных диапазонах частот;
- получить основные спектральные характеристики сигнала;

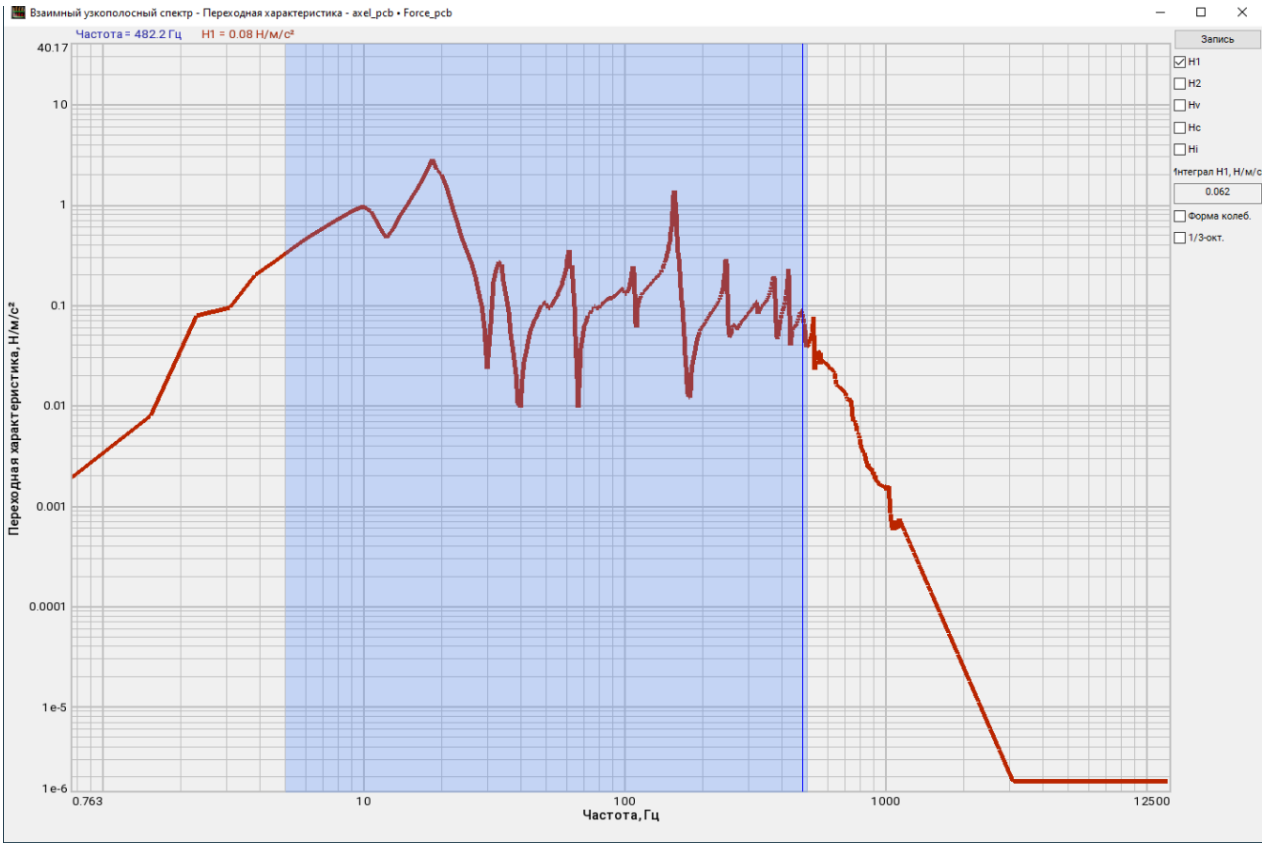
- определить собственные частоты исследуемого объекта.



ВЗАИМНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ




Взаимный узкополосный спектр - Анализ резонансов - Генератор_7912_1 • 5
Частота = 6.1 Гц
Переходная характеристика = 0.00 g/мВ
Переходная характеристика, g/
Частота, Гц
Частота = 6.1 Гц
Фаза = -153.04°
Фаза, °
Частота, Гц
09:59:34.000 19/02/2020
F01 - 1 нет данных
F02 - 1 нет данных
F03 - 1 нет данных
F0, Гц
Fr, Гц
dF, Гц
Qph
Qpar
Фаза, °
Ампл., g/мВ
Вклад, %
426.1 426.1 5.01 85.1 62.7 105.5 0.050 27.5
159.5 159.6 4.57 34.9 34.9 90.5 0.039 21.1
107.8 107.8 3.22 33.5 44.2 47.7 0.024 13.8
245.7 245.6 5.41 45.4 47.6 77.8 0.020 10.8
57.6 57.8 4.67 12.4 12.4 -32.9 0.014 8.54
#
Fr, Гц
Qph
Qpar
Вклад, %
Качество, %
426.1 85.1 62.7 27.5 100.0
159.6 34.9 34.9 21.1 100.0
107.8 33.5 44.2 13.8 100.0
245.6 45.4 47.6 10.8 100.0
57.8 12.4 12.4 8.54 100.0
320.7 53.6 53.6 5.94 100.0
372.6 18.0 10.9 3.19 100.0
174.5 13.6 13.6 2.10 100.0
17.7 3.46 1.93 1.72 100.0
182.4 13.0 6.57 1.66 100.0
12.9 3.62 1.17 1.15 100.0
28.1 1.79 0.89 2.43 100.0
Источник
H1
Параметр
Резонансы
Диапазон, Гц
6.0
500
Режим
Одиночный
Сброс
Запись
F0
Fr
dF
Qph
Qpar
Фаза
Ампл.
Вклад
A1
A2


Взаимный узкополосный спектр - Переходная характеристика - axel_pcb • Force_pcb
Частота = 482.2 Гц
H1 = 0.08 Н/м/с²
Переходная характеристика, Н/м/с²
Частота, Гц
Запись
H1
H2
Hv
Hc
Hi
Интеграл H1, Н/м/с
0.062
Форма колеб.
1/3-окт.

Возможности .....

Встроенный в программу модуль управления и автоматизации из состава ZETLab Studio обеспечивает простоту и удобство при построении собственных программно-измерительных комплексов,
Амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристику фильтров можно получить с помощью программ «Снятие АЧХ и ФЧХ«.
С помощью программы Арифмометр также можно реализовать режекторные фильтры.

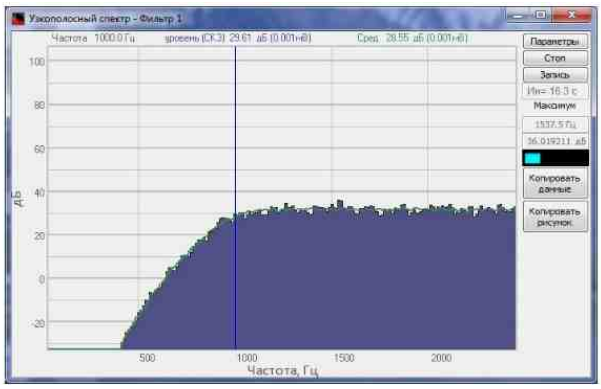
Полосовые фильтры .....

В программе **Фильтрация сигналов** реализованы фильтры:

- ФНЧ (фильтр нижних частот) - пропускает частоты до Fcp,
- ФВЧ (фильтр верхних частот) - пропускает частоты от Fcp,
- ППФ (полосно-пропускающий фильтр) - пропускает частоты в заданной полосе,
- ПЗФ (полосно-заграждающий фильтр) - пропускает частоты вне заданной полосы.

На рисунках ниже представлены спектры сигнала "белый шум", обработанного фильтром нижних частот с частотой среза 1000 Гц и фильтром нижних частот с частотой среза 1000 Гц



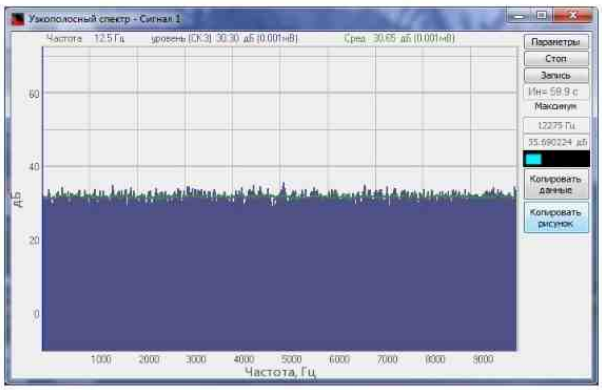


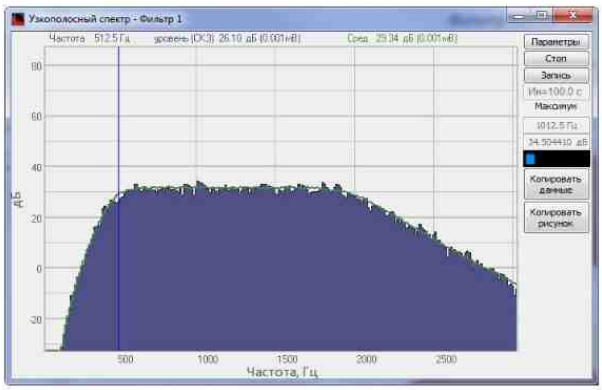
Фильтр нижних частот Fcp = 1000 Гц
Фильтр верхних частот Fcp = 1000 Гц

ФВЧ и ФНЧ реализованы как фильтры Баттерворта 2, 4, 6, 8 или 10 порядков с бесконечной импульсной характеристикой. Коэффициенты фильтров рассчитываются в соответствии со стандартными методиками, изложенными в литературе (например, Ричард Лайонс, «Цифровая обработка сигналов», Глава 6). Порядок фильтров зависит от отношения частоты среза фильтра к частоте дискретизации фильтруемого канала: чем это соотношение больше, тем выше порядок фильтра.

Частоты среза фильтров Fcp задаются в Гц и устанавливаются на уровне минус 3 дБ. Изменять крутизну фильтра можно, применяя каскадную фильтрацию. На рисунках ниже приведен спектр сигнала "белый шум", обработанного полосовым фильтром с частотами

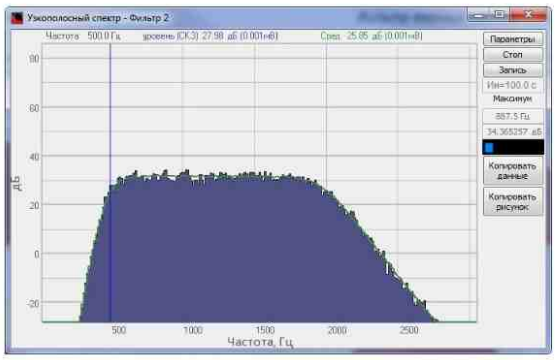
среза 500 Гц и 5000 Гц, на различных этапах: без обработки, одна итерация, две итерации, три итерации:

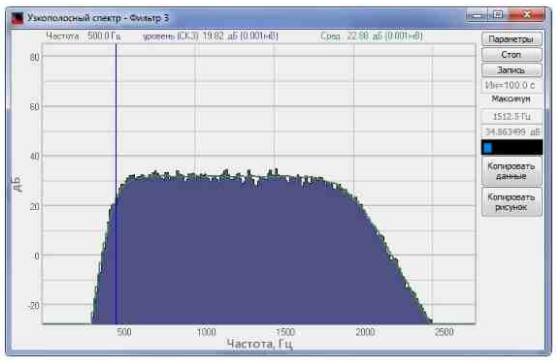




Спектр исходного сигнала (белый шум)

Полосно-пропускающий фильтр 500...2000 Гц





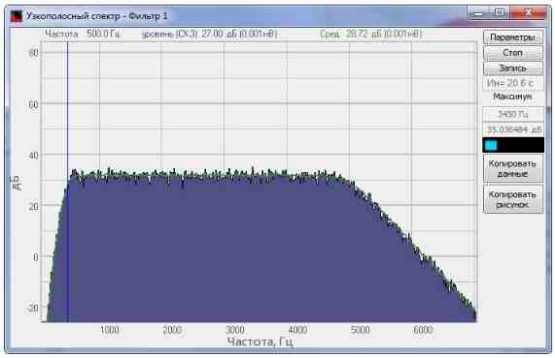
Полосно-пропускающий фильтр 500...2000 Гц применимый дважды

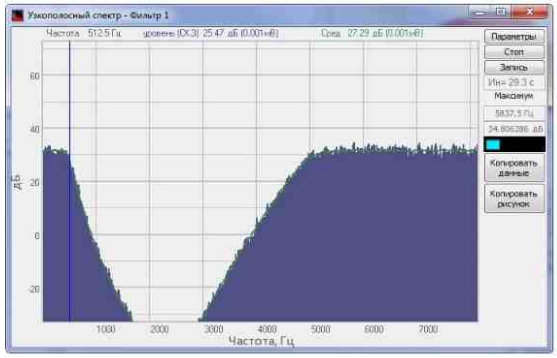
Полосно-пропускающий фильтр 500...2000 Гц применимый трижды

Каскадная фильтрация осуществляется следующий образом: в программе "Фильтрация сигналов" создается несколько каналов:

- 1-й канал программы: сначала фильтр применяется к исходному сигналу
- 2-й канал программы: фильтр применяется к обработанному сигналу, т.е. к 1-му каналу программы,
- 3-й канал программы: фильтр применяется к обработанному сигналу, т.е. ко 2-му каналу программы,
- и т.д. требуемое количество раз

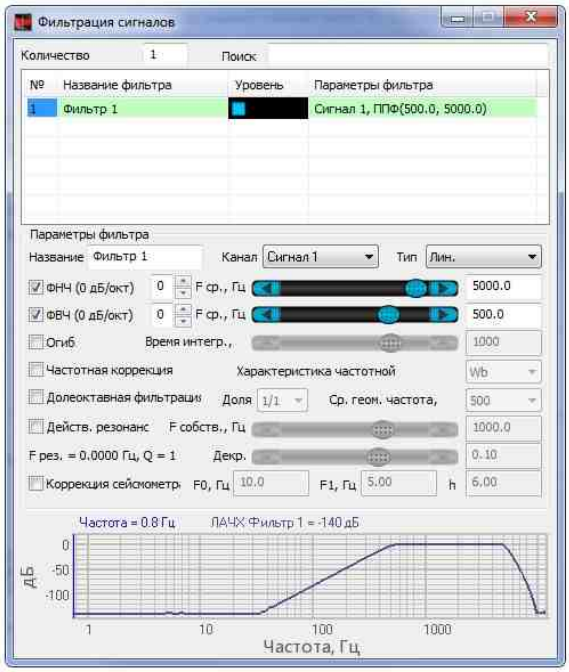
полосно-пропускающие и полосно-заграждающие фильтры создаются комбинацией фильтров верхних и нижних частот. Полосно-пропускающий фильтр реализуется комбинацией ФНЧ и ФВЧ с частотами среза FсрФНЧ > FсрФВЧ. При частоте среза ФНЧ меньшей частоты среза ФВЧ (FсрФНЧ < FсрФВЧ), реализуется полосно-заградительный фильтр (ПЗФ). На рисунках ниже приведены примеры полосно-пропускающего и полосно-заграждающего фильтров частотами среза 500 Гц и 5000 Гц.

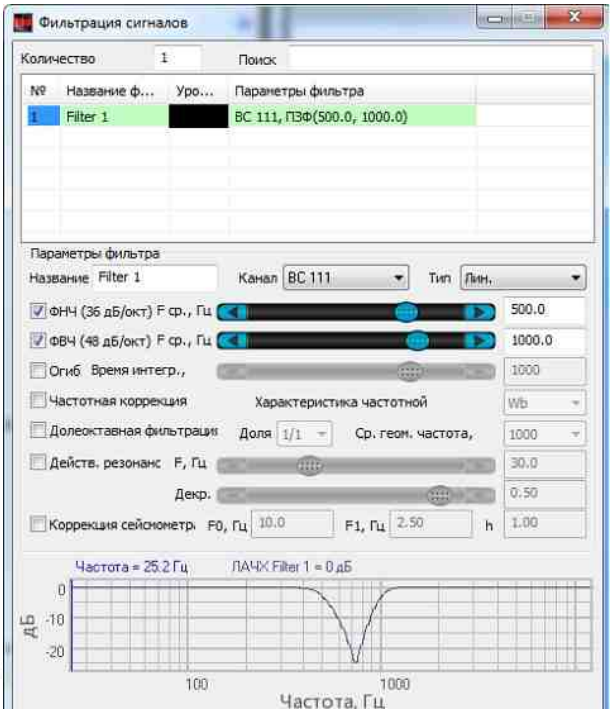




Полосно-пропускающий фильтр FсрФВЧ = 500 Гц; FсрФНЧ = 5000 Гц
Полосно-заграждающие фильтр FсрФНЧ = 500 Гц; FсрФВЧ = 5000 Гц

На рисунках ниже представлены примеры настройки программы Фильтрация сигналов для реализации полосно-пропускающих и полосно-заграждающих фильтров.





Полосно-пропускающий фильтр с полосой 1000...5000 Гц.
Настройка полосно-пропускающего фильтра

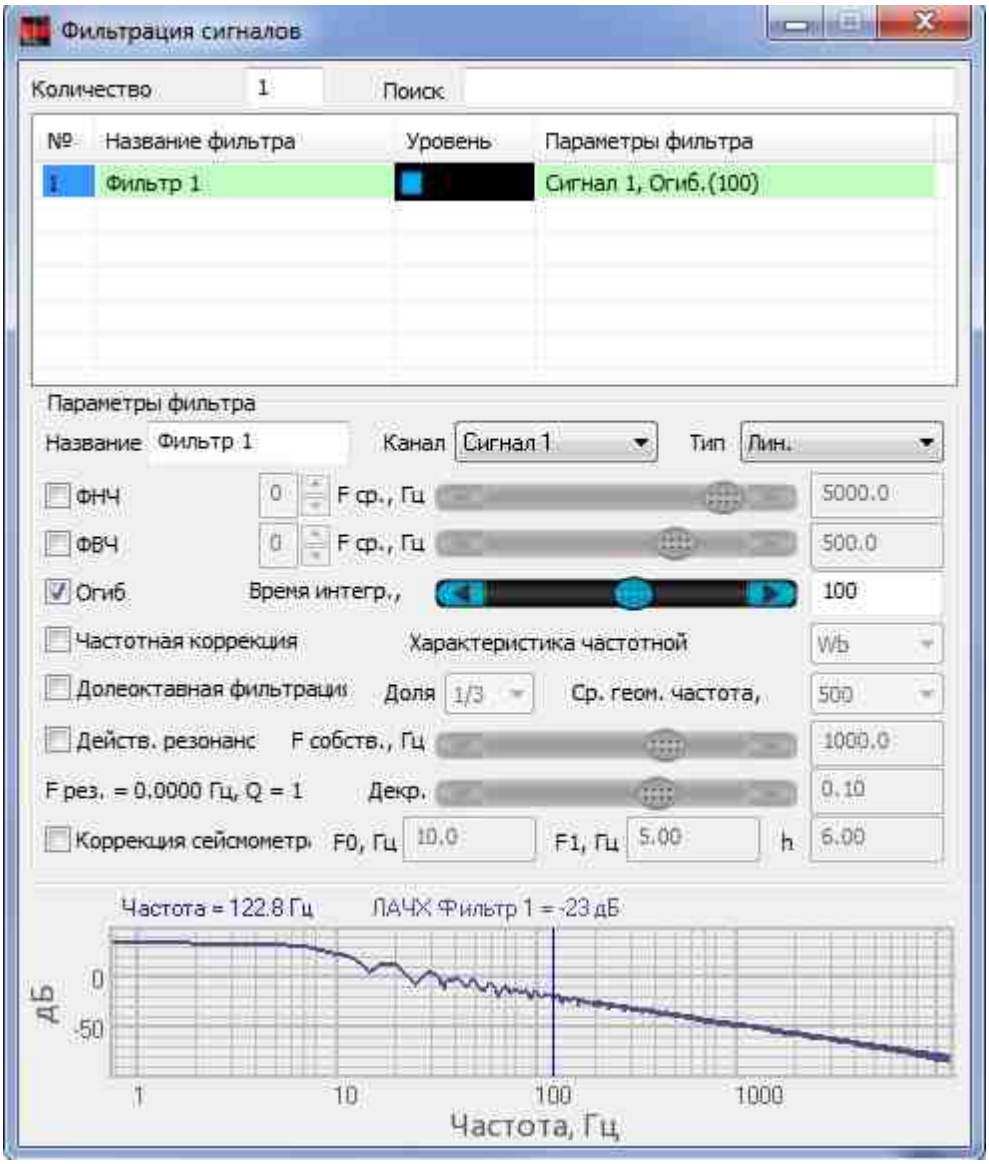
Полосно-заградительный фильтр с полосой 500...1000 Гц.
Настройка полосно-заграждающего фильтра

Огибающая сигнала .....

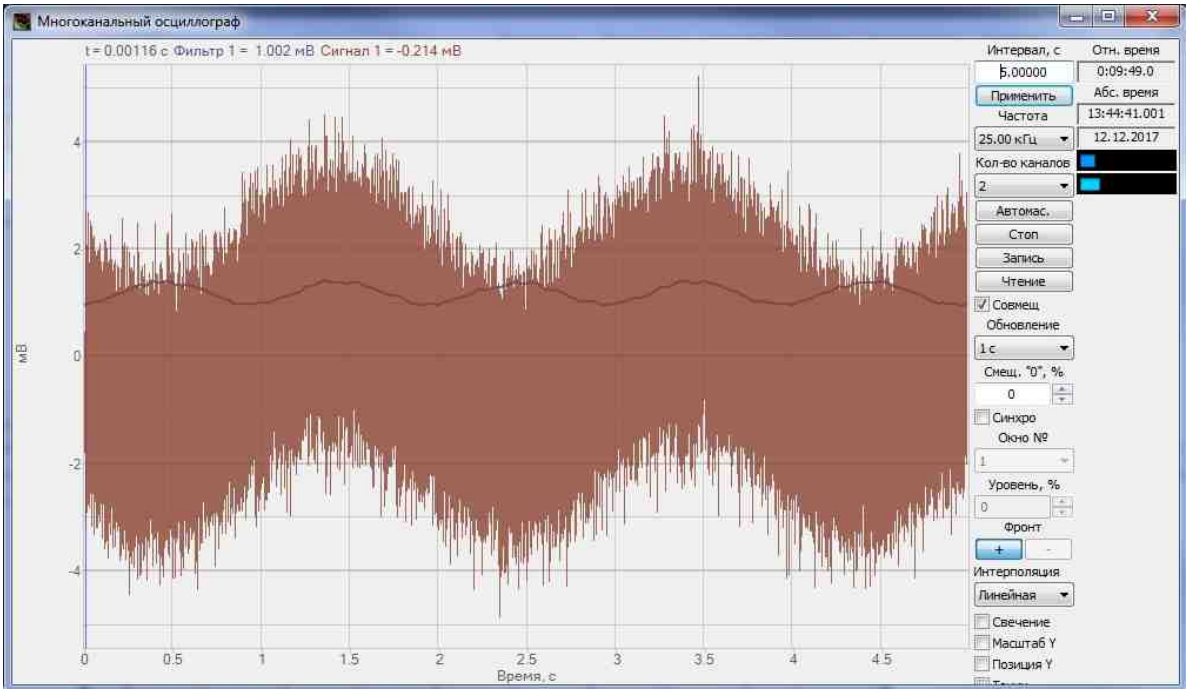
Программа **Фильтрация сигналов** позволяет рассчитать огибающую сигнала. Огибающая уровня рассчитывается как сглаженное среднеквадратическое значение сигнала.

Параметром для огибающей функцией является время сглаживания, которое задается в мс. Для виброметров и шумомеров стандартизированы два времени усреднения «Быстро» (125 мс) «Медленно» (1000 мс).

На рисунках ниже представлен пример расчета огибающей амплитудно-модулированного сигнала в программе "Фильтрация сигналов"



Расчет огибающей сигнала в программе "Фильтрация сигналов"



Исходный сигнал и огибающая (программа "Многоканальный осциллограф, режим совмещения")

Частотная коррекция .....

В программе фильтрация сигналов реализованы фильтры с частотными коррекциями:

- Wb, Wc, Wd, We, Wf, Wh, Wj, Wk, Wm, Fh, Fk, Fm (в соответствии с **ГОСТ ИСО 8041**);
- A, B, C, D (в соответствии с **ГОСТ 17187 (IEC 61672-1)**);
- CFC 60, CFC 180, CFC 600, CFC 1000 (в соответствии с **ИСО 6487**).

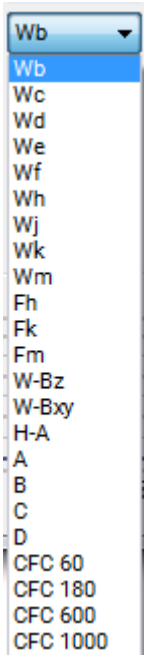


Рис. 1 перечень, используемых в программе корректирующих фильтров

Частотная коррекция

Для измерения воздействия вибрации на организм человека возможно применение частотно-корректирующих фильтров:

- **W-Bz** — для измерения общей вибрации (корректированного виброускорения) в вертикальной плоскости оси Z (в соответствии с ISO 8041 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96);
- **W-Bxy** — для измерения общей вибрации (корректированного виброускорения) в горизонтальной плоскости по осям XY (в соответствии с ISO 8041 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96);
- **W-Bc** — для оценки воздействия вибрации на человека на спинке сидений (в соответствии с ISO 2631 и ISO 8041); (В разработке)
- **Wk** — для измерения общей вибрации, воздействующей на человека по оси Z (в соответствии с ISO 8041, ISO 2631-1 и ГОСТ 12.1.012) (в настоящее время в России не применяются);
- **Wd** — для измерения общей транспортной вибрации, воздействующей на человека по осям XY (в соответствии с ISO 8041, ISO 2631-1 и ГОСТ 12.1.012) (в настоящее время в России не применяются);
- **Wh** — для измерения общей вибрации, воздействующей на человека (в соответствии с ISO 8041, ISO 2631-1 и ГОСТ 12.1.012);
- **Wc** — для оценки воздействия вибрации на человека через спинку сидения (в соответствии с ISO 8041, ISO 2631-1 и ГОСТ 12.1.012) (в настоящее время в России не применяются);
- **Wj** — для оценки воздействия вибрации на голову лежащего человека (в соответствии с ISO 8041, ISO 2631-1 и ГОСТ 12.1.012) (в настоящее время в России не применяются);

- **H-A** — для измерения локальной вибрации (корректированного виброускорения), воздействующей на участки тела человека по трем осям XYZ (в соответствии с ISO 5349 и СН 2.2.4/2.1.8.566-96);
- **KB** — для измерения общей вибрации на морских и речных судах (КВ = W-Bc + 28,9 дБ). (В разработке)

Частотная коррекция W .....

В программе **Фильтрация сигналов** реализованы фильтры с частотными коррекциями Wb, Wc, Wd, We, Wf, Wh, Wj, Wk, Wm в соответствии с ГОСТ ИСО 8041-2006 и ИСО 2631-4:

Примечание - В настоящем приложении значения функции частотной коррекции, ее фазы и истинные среднегеометрические значения частот третьоктавных полос представлены с точностью до четырех значащих цифр для абсолютных значений и с точностью до двух цифр после запятой для относительных значений (в дБ). Это не следует трактовать как точность, требуемую от средства измерений.

Таблица 1 - Функция частотной коррекции Wb для общей вибрации в вертикальном направлении (ось z),

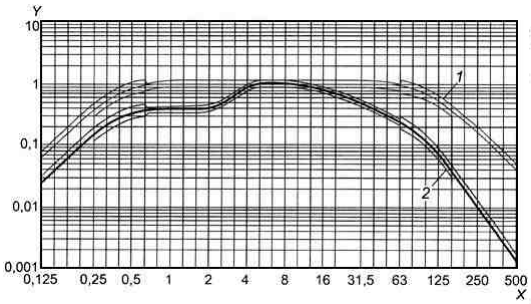
воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лежа (на основе ИСО 2631-4)

n	Среднегеометрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wb			Допуск		
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.02494	-32.06	160.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.03941	-28.09	154.5	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.06198	-24.15	147.4	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.09645	-20.31	138.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.1464	-16.69	126.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.2113	-13.50	110.7	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.2800	-11.06	93.14	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.3347	-9.51	75.73	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.3666	-8.72	60.94	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.3808	-8.39	49.84	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	0.3853	-8.29	42.42	+12/-11	+1/-1	+6/-6
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	0.3864	-8.26	38.51	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	0.3916	-8.14	38.27	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	0.4168	-7.60	41.76	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	0.4960	-6.09	46.57	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	0.6653	-3.54	45.79	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	0.8850	-1.06	34.64	+12/-11	+1/-1	+6/-6

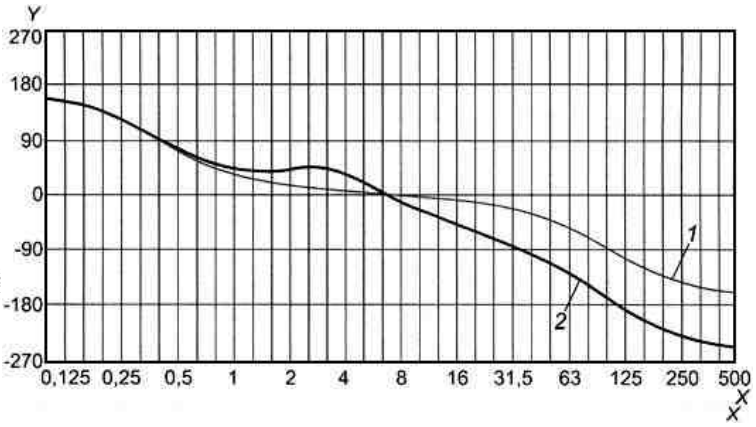
7	5	5.012	1.00 00	0.00	2.416	1.026	0.22	17.75	+12/-11	+1/-1	+6/-6
8	6.3	6.310	1.00 00	0.00	0.0244	1.054	0.46	1.770	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.00 00	0.00	-2.366	1.026	0.23	- 11.94	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.99 99	0.00	-4.887	0.974 5	-0.22	- 24.56	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.99 99	0.00	-7.679	0.904 2	-0.87	- 37.10	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.99 97	0.00	-10.90	0.814 4	-1.78	- 49.93	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.99 92	-0.01	-14.75	0.708 8	-2.99	- 62.89	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.99 80	-0.02	-19.47	0.597 3	-4.48	- 75.75	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.99 50	-0.04	-25.40	0.490 6	-6.18	- 88.55	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.98 77	-0.11	-32.97	0.395 0	-8.07	- 101.7	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.96 99	-0.27	-42.78	0.311 8	-10.12	- 116.0	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.92 91	-0.64	-55.49	0.238 9	-12.44	- 132.2	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.84 57	-1.46	-71.41	0.173 4	-15.22	- 150.9	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.70 71	-3.01	-89.68	0.115 4	-18.75	- 171.3	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.53 36	-5.46	-107.9	0.069 29	-23.19	- 191.3	+26/-21	+2/-2	+12/-12

22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.03818	-28.36	-208.5	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.01999	-33.98	-222.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.01020	-39.82	-232.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.005154	-45.76	-240.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.002591	-51.73	-247.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wb

Рис. 1 - Модуль функции частотной коррекции Wb



X - частота. Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wb

Рис. 2 - Фаза функции частотной коррекции Wb,

Таблица 2 - Функция частотной коррекции **Wc** для общей вибрации в горизонтальном направлении (ось x),

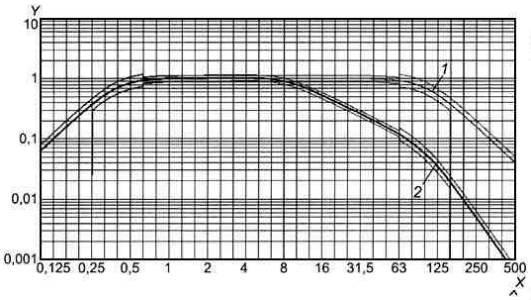
воздействующей на человека в положении сидя, спинка сиденья (на основе ИСО 2631-1)

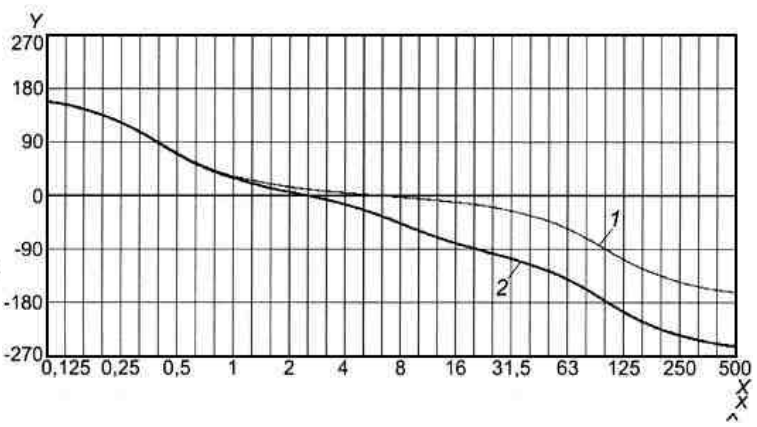
n	Среднегеометрическая частота, Гц	Характеристика полосового фильтра	Функция частотной коррекции Wc	Допуск

	Номи-наль-ная	Истин-ная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.06238	-24.10	158.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.09858	-20.12	153.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.1551	-16.19	145.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.2415	-12.34	135.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.3669	-8.71	123.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.5302	-5.51	107.0	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.7042	-3.05	88.38	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.8442	-1.47	69.65	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.9292	-0.64	53.11	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.9716	-0.25	39.64	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	0.9910	-0.08	28.88	+12/-11	+1/-1	+6/-6
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	1.000	0.00	20.11	+12/-11	+1/-1	+6/-6

2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	1.006	0.06	12.66	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	1.012	0.10	5.957	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	1.017	0.15	-0.5318	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	1.023	0.19	-7.327	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	1.024	0.21	-15.00	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	1.0000	0.00	2.416	1.013	0.11	-24.10	+12/-11	+1/-1	+6/-6
8	6.3	6.310	1.0000	0.00	0.0244	0.9739	-0.23	-34.91	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.0000	0.00	-2.366	0.8941	-0.97	-47.06	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-4.887	0.7762	-2.20	-59.37	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-7.679	0.6425	-3.84	-70.70	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9997	0.00	-10.90	0.5166	-5.74	-80.61	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-14.75	0.4098	-7.75	-89.43	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-19.47	0.3236	-9.80	-97.78	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-25.40	0.2549	-11.87	-106.4	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.97	0.2002	-13.97	-115.9	+12/-11	+1/-1	+6/-6

17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.78	0.1557	-16.15	-127.3	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-55.49	0.1182	-18.55	-141.2	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.41	0.08538	-21.37	-158.0	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.68	0.05665	-24.94	-177.0	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.9	0.03394	-29.39	-195.8	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.01868	-34.57	-212.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.009772	-40.20	-225.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.004987	-46.04	-235.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.002518	-51.98	-242.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.001266	-57.95	-248.5	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞





X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wc

Рис. 3 - Модуль функции частотной коррекции Wc

X - частота. Гц; Y - фаза. °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wc

Рис. 4 - Фаза функции частотной коррекции Wc,

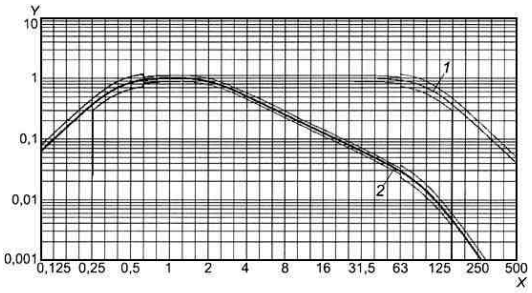
Таблица 3 - Функция частотной коррекции **Wd** для общей вибрации в горизонтальном направлении (ось x или Y),

воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лежа (на основе ИСО 2631-1)

n	Среднегеометрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wd			Допуск		
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Фаза... °	Модуль	дБ	Фаза. °	Модуль. %	дБ	$\Delta\varphi_0$ °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.06242	-24.09	157.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.09867	-20.12	151.5	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.1553	-16.18	143.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.2420	-12.32	133.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.3862	-8.68	119.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.5330	-5.47	102.8	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.7097	-2.98	83.11	+26/-21	+2/-2	+12/-12

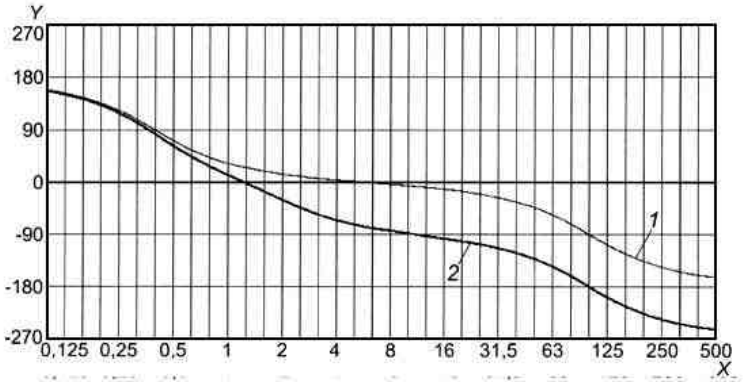
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.8540	-1.37	62.84	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.9443	-0.50	44.21	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.9914	-0.08	27.86	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	1.011	0.10	13.09	+12/-11	+1/-1	+6/-6
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	1.007	0.06	-1.131	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	0.9707	-0.26	-15.55	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	0.8913	-1.00	-30.06	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	0.7733	-2.23	-43.71	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	0.6398	-3.88	-55.44	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	0.5143	-5.78	-64.89	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	1.0000	0.00	2.416	0.4081	-7.78	-72.34	+12/-11	+1/-1	+6/-6
8	6.3	6.310	1.0000	0.00	0.0244	0.3226	-9.83	-78.34	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.0000	0.00	-2.366	0.2550	-11.87	-83.39	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-4.887	0.2017	-13.91	-87.90	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-7.679	0.1597	-15.93	-92.20	+12/-11	+1/-1	+6/-6

12	16	15.85	0.9997	0.00	-10.90	0.1266	-17.95	-96.59	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-14.75	0.1004	-19.97	-101.3	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-19.47	0.07958	-21.98	-106.8	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-25.40	0.06299	-24.01	-113.3	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.97	0.04965	-26.08	-121.3	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.78	0.03872	-28.24	-131.4	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-55.49	0.02946	-30.62	-144.4	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.41	0.02130	-33.43	-160.6	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.68	0.01414	-36.99	-179.0	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.9	0.008478	-41.43	-197.4	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.004668	-46.62	-213.4	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.002442	-52.24	-226.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.001246	-58.09	-235.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.000629	-64.02	-243.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.000316	-70.00	-249.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wd

Рис. 5 - Модуль функции частотной коррекции Wd



X - частота. Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wd

Рис. 6 - Фаза функции частотной коррекции Wd,

Таблица 4 - Функция частотной коррекции We для общей угловой вибрации во всех направлениях,

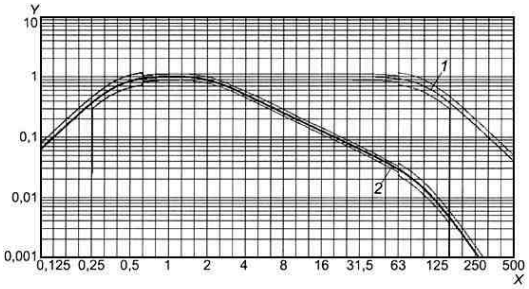
воздействующей на человека в положении сидя (на основе ИСО 2631-1)

n	Среднегеометрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции We			Допуск		
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.06252	-24.08	155.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.09893	-20.09	149.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.1560	-16.14	140.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.2435	-12.27	129.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.3715	-8.60	115.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.5394	-5.36	96.68	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.7198	-2.86	74.87	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.8635	-1.27	51.65	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.9389	-0.55	29.04	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.9423	-0.52	7.786	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	0.8798	-1.11	-11.85	+12/-11	+1/-1	+6/-6
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	0.7683	-2.29	-29.24	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	0.6372	-3.91	-43.67	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	0.5127	-5.80	-55.05	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	0.4070	-7.81	-63.83	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	0.3218	-9.85	-70.66	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	0.2543	-11.89	-76.11	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	1.0000	0.00	2.416	0.2012	-13.93	-80.61	+12/-11	+1/-1	+6/-6

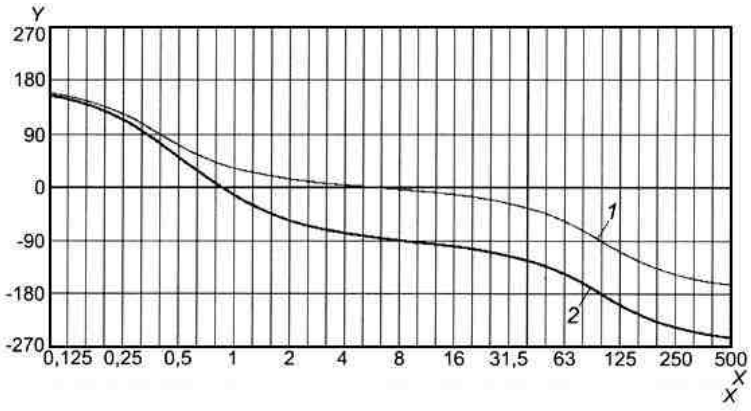
8	6.3	6.310	1.0000	0.00	0.0244	0.1594	-15.95	-84.51	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.0000	0.00	-2.366	0.1263	-17.97	-88.06	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-4.887	0.1002	-19.98	-91.49	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-7.679	0.07954	-21.99	-94.99	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9997	0.00	-10.90	0.06314	-23.99	-98.77	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-14.75	0.05011	-26.00	-103.1	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-19.47	0.03975	-28.01	-108.1	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-25.40	0.03147	-30.04	-114.3	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.97	0.02481	-32.11	-122.1	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.78	0.01935	-34.26	-132.1	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-55.49	0.01473	-36.64	-145.0	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.41	0.01065	-39.46	-161.0	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.68	0.007071	-43.01	-179.3	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.9	0.004239	-47.46	-197.7	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.002334	-52.64	-213.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.001221	-58.27	-226.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.0006232	-64.11	-236.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.0003147	-70.04	-243.4	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.0001528	-76.02	-249.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота. Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции We

Рис. 7 - Модуль функции частотной коррекции We



X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции We

Рис. 8 - Фаза функции частотной коррекции We,

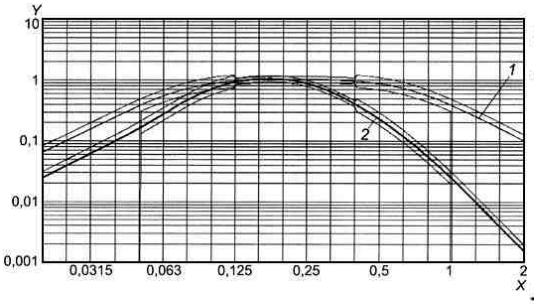
Таблица 5 - Функция частотной коррекции **Wf** для общей низкочастотной вибрации в вертикальном направлении (ось z),

воздействующей на человека в положении сидя или стоя (на основе ИСО 2631-1)

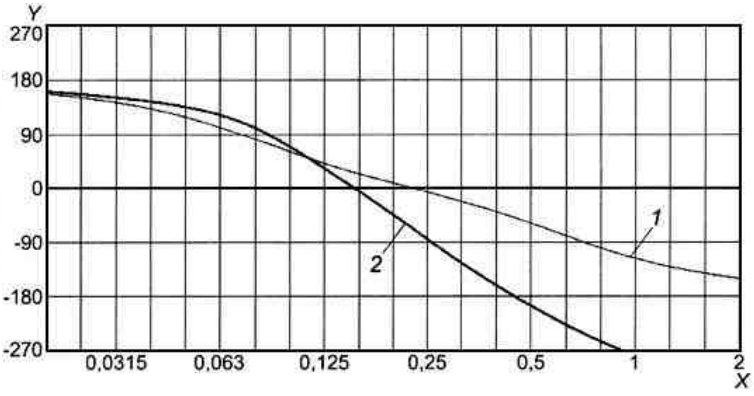
n	Среднегеометрическая частота, Гц	Характеристика полосового фильтра	Функция частотной коррекции Wf	Допуск

	Номи-наль-ная	Истин-ная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-17	0.02	0.01995	0.06208	-24.14	156.8	0.02407	-32.37	160.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-16	0.025	0.02512	0.09811	-20.17	150.5	0.03803	-28.40	156.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-15	0.0315	0.03162	0.1544	-16.23	142.4	0.06021	-24.41	150.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-14	0.04	0.03981	0.2404	-12.38	131.8	0.09619	-20.34	143.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-13	0.05	0.05012	0.3653	-8.75	118.0	0.1575	-16.06	134.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-12	0.063	0.06310	0.5282	-5.54	100.6	0.2675	-11.45	121.4	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-11	0.08	0.07943	0.7020	-3.07	80.31	0.4537	-6.86	99.53	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-10	0.1	0.1000	0.8420	-1.49	59.38	0.6951	-3.16	68.36	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-9	0.125	0.1259	0.9265	-0.66	40.04	0.9000	-0.92	32.06	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-8	0.16	0.1585	0.9671	-0.29	22.97	1.004	0.04	-5.596	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-7	0.2	0.1995	0.9824	-0.15	7.579	0.9928	-0.06	-44.61	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-6	0.25	0.2512	0.9826	-0.15	-7.217	0.8501	-1.41	-85.43	+12/-11	+1/-1	+6/-6

-5	0.315	0.3162	0.9677	-0.29	-22.58	0.6149	-4.22	-125.5	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-4	0.4	0.3981	0.9279	-0.65	-39.60	0.3884	-8.22	-162.1	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-3	0.5	0.5012	0.8447	-1.47	-58.89	0.2225	-13.05	-195.6	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.7059	-3.02	-79.79	0.1157	-18.73	-226.8	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-1	0.8	0.7943	0.5324	-5.47	-100.1	0.05434	-25.30	-254.6	+26/-21	+2/-2	+12/-12
0	1	1	0.3689	-8.66	-117.6	0.02352	-32.57	-277.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
1	1.25	1.259	0.2429	-12.29	-131.5	0.00971	-40.26	-295.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
2	1.6	1.585	0.1561	-16.13	-142.2	0.00392	-48.14	-309.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
3	2	1.995	0.0992	-20.07	-150.4	0.00157	-56.11	-320.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X - частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wf



X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wf

Рис. 9 - Модуль функции частотной коррекции Wf

Рис. 10 - Фаза функции частотной коррекции Wf,

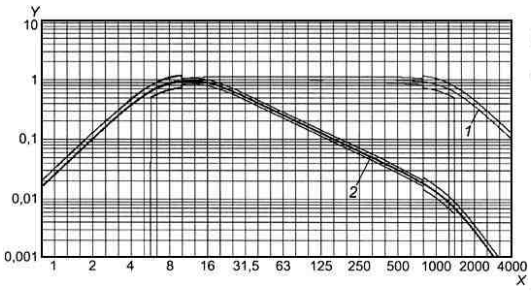
Таблица 6 - Функция частотной коррекции **Wh** для локальной вибрации во всех направлениях (на основе ИСО 5349-1)

n	Среднегеометрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wh			Допуск		
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Фаза, ...°	Модуль	дБ	Фаза, ...°	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$.°
-1	0.8	0.7943	0.01585	-36.00	169.7	0.01586	-36.00	168.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
0	1	1.000	0.02511	-32.00	167.0	0.02514	-31.99	165.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
1	1.25	1.259	0.03978	-28.01	163.5	0.03985	-27.99	161.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
2	1.6	1.585	0.06297	-24.02	159.1	0.06314	-23.99	155.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
3	2	1.995	0.09950	-20.04	153.4	0.09992	-20.01	149.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
4	2.5	2.512	0.1565	-16.11	146.1	0.1576	-16.05	140.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
5	3.15	3.162	0.2436	-12.27	136.4	0.2461	-12.18	129.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

6	4	3.981	0.3699	-8.64	123.7	0.3754	-8.51	115.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
7	5	5.012	0.5336	-5.46	107.9	0.5450	-5.27	96.70	+26/-21	+2/-2	+12/-12
8	6.3	6.310	0.7071	-3.01	89.59	0.7272	-2.77	74.91	+26/-21	+2/-2	+12/-12
9	8	7.943	0.8457	-1.46	71.30	0.8731	-1.18	51.74	+26/-21	+2/-2	+12/-12
10	10	10.00	0.9291	-0.64	55.36	0.9514	-0.43	29.15	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9699	-0.27	42.62	0.9576	-0.38	7.810	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9877	-0.11	32.76	0.8958	-0.96	-12.05	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9950	-0.04	25.14	0.7820	-2.14	-29.71	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	19.15	0.6471	-3.78	-44.37	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9992	-0.01	14.34	0.5192	-5.69	-55.89	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9997	0.00	10.38	0.4111	-7.72	-64.78	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9999	0.00	7.027	0.3244	-9.78	-71.70	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9999	0.00	4.065	0.2560	-11.83	-77.27	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	1.000	0.00	1.330	0.2024	-13.88	-81.94	+12/-11	+1/-1	+6/-6
20	100	100.0	1.000	0.00	-1.330	0.1602	-15.91	-86.06	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6

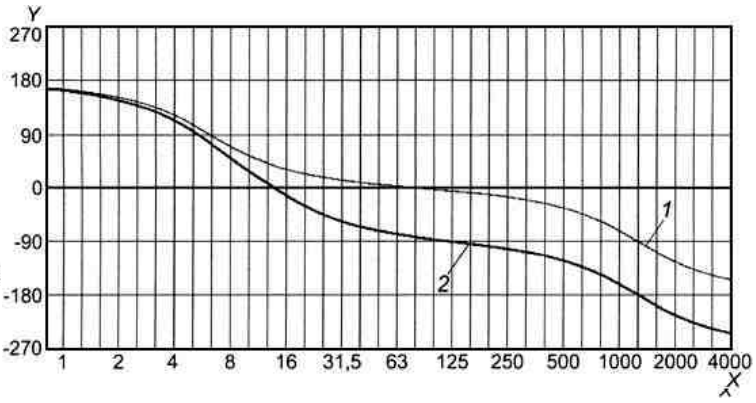
21	125	125.9	0.9999	0.00	-4.065	0.1270	-17.93	-88.92	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
22	160	158.5	0.9999	0.00	-7.027	0.1007	-19.94	-93.75	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
23	200	199.5	0.9997	0.00	-10.38	0.07988	-21.95	-97.80	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
24	250	251.2	0.9992	-0.01	-14.34	0.06338	-23.96	-102.3	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
25	315	316.2	0.9980	-0.02	-19.15	0.05026	-25.97	-107.5	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
26	400	398.1	0.9950	-0.04	-25.14	0.03980	-28.00	-113.8	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
27	500	501.2	0.9877	-0.11	-32.76	0.03137	-30.07	-121.7	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
28	630	631.0	0.9699	-0.27	-42.62	0.02447	-32.23	-131.8	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
29	800	794.3	0.9291	-0.64	-55.36	0.01862	-34.60	-144.7	+ 12/-11	+ 1/-1	+ 6/-6
30	1000	1000	0.8457	-1.46	-71.30	0.01346	-37.42	-160.8	+ 26/-21	+ 2/-2	+12/-12
31	1250	1259	0.7071	-3.01	-89.59	0.008940	-40.97	-179.2	+ 26/-21	+ 2/-2	+12/-12
32	1600	1585	0.5336	-5.46	-107.9	0.005359	-45.42	-197.5	+ 26/-21	+ 2/-2	+12/-12
33	2000	1995	0.3699	-8.64	-123.7	0.002950	-50.60	-213.5	+ 26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
34	2500	2512	0.2436	-12.27	-136.4	0.001544	-56.23	-226.2	+ 26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
35	3150	3162	0.1565	-16.11	-146.1	0.000787 8	-62.07	-235.9	+ 26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

36	4000	3981	0.09950	-20.04	-153.4	0.000397 8	-68.01	-243.3	+ 26/-100	+2/- ∞	+ ∞ /- ∞



X- частота. Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wh

Рис. 11 - Модуль функции частотной коррекции Wh



X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wh

Рис. 12 - Фаза функции частотной коррекции Wh,

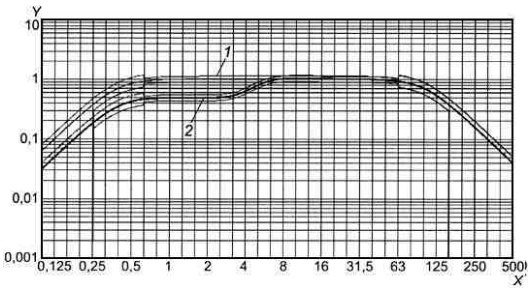
Таблица 7 - Функция частотной коррекции **Wj** для вибрации в вертикальном направлении (ось X), воздействующей на голову лежащего человека (на основе ИСО 2631-1)

	Среднегео-метрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wj			Допуск		
	Номи-нальная	Истин-ная	Модуль	дБ	Фаза, ... °	Модуль	дБ	Фаза, ... °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$ °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.03099	-30.18	159.8	+26/-100	+2/- ∞	+ ∞ /- ∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.04897	-26.20	154.2	+26/-100	+2/- ∞	+ ∞ /- ∞

-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.07703	-22.27	147.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.1199	-18.42	137.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.1821	-14.79	125.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.2630	-11.60	109.9	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.3489	-9.15	92.06	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.4176	-7.58	74.31	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.4585	-6.77	59.02	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.4776	-6.42	47.18	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	0.4844	-6.30	38.57	+12/-11	+1/-1	+6/-6
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	0.4851	-6.28	32.71	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	0.4832	-6.32	29.31	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	0.4819	-6.34	28.42	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	0.4889	-6.22	30.41	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	0.5246	-5.60	35.14	+12/-11	+1/-1	+6/-6

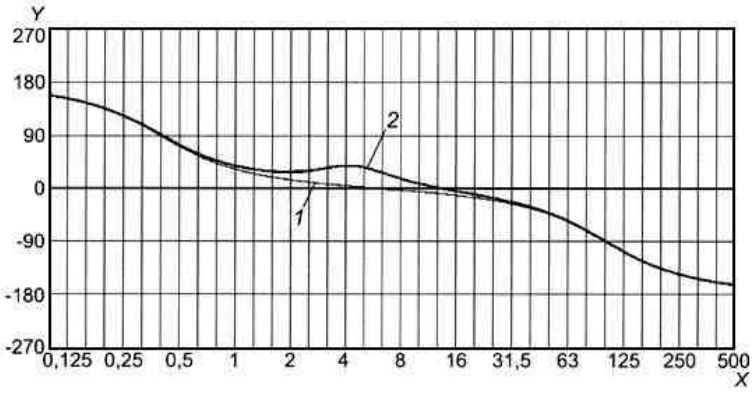
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	0.6251	-4.08	39.31	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	1.0000	0.00	2.416	0.7948	-1.99	36.78	+12/-11	+1/-1	+6/-6
8	6.3	6.310	1.0000	0.00	0.0244	0.9470	-0.47	27.42	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.0000	0.00	-2.366	1.016	0.14	17.07	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-4.887	1.030	0.26	8.688	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-7.679	1.026	0.22	2.043	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9997	0.00	-10.90	1.019	0.16	-3.729	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-14.75	1.012	0.10	-9.330	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-19.47	1.006	0.06	-15.31	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-25.40	1.000	0.00	-22.16	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.97	0.9911	-0.08	-30.43	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.78	0.9720	-0.25	-40.78	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-55.49	0.9304	-0.63	-53.90	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.41	0.8465	-1.45	-70.15	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.68	0.7075	-3.01	-88.68	+26/-21	+2/-2	+12/-12

21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.9	0.5338	-5.45	-107.1	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.3700	-8.64	-123.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.2437	-12.26	-135.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.1565	-16.11	-145.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.09951	-20.04	-153.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.06297	-24.02	-158.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wj

Рис. 13 - Модуль функции частотной коррекции Wj



X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wj

Рис. 14 - Фаза функции частотной коррекции Wj,

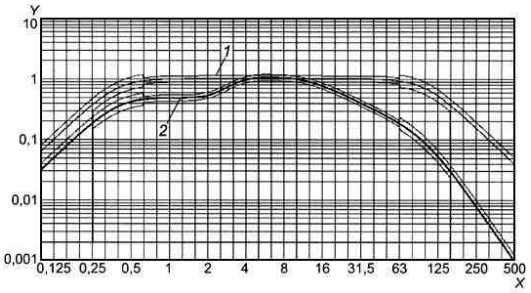
Таблица 8 - Функция частотной коррекции Wk для общей вибрации в вертикальном направлении (ось z),

воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лежа (на основе ИСО 2631-1)

	Среднегео-метрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wk			Допуск		
	Номи-нальная	Истин-ная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-10	0.1	0.1000	0.06238	-24.10	159.3	0.03121	-30.11	159.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.09857	-20.12	153.6	0.04931	-26.14	154.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-8	0.16	0.1585	0.1551	-16.19	146.3	0.07756	-22.21	147.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.2415	-12.34	136.6	0.1207	-18.37	137.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-6	0.25	0.2512	0.3669	-8.71	124.1	0.1832	-14.74	125.4	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.5300	-5.51	108.3	0.2644	-11.55	109.9	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-4	0.4	0.3981	0.7037	-3.05	90.06	0.3504	-9.11	92.20	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-3	0.5	0.5012	0.8434	-1.48	71.76	0.4188	-7.56	74.54	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-2	0.63	0.6310	0.9279	-0.65	55.78	0.4588	-6.77	59.44	+12/-11	+1/-1	+6/-6
-1	0.8	0.7943	0.9693	-0.27	43.01	0.4767	-6.44	47.96	+12/-11	+1/-1	+6/-6
0	1	1.000	0.9874	-0.11	33.15	0.4825	-6.33	40.06	+12/-11	+1/-1	+6/-6

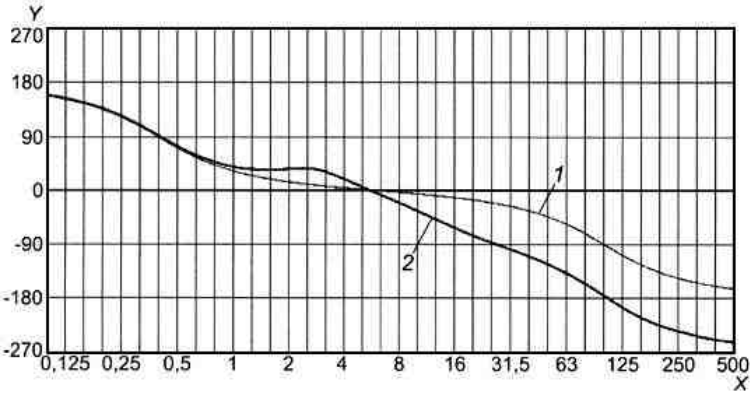
1	1.25	1.259	0.9949	-0.04	25.54	0.4846	-6.29	35.55	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9980	-0.02	19.58	0.4935	-6.13	34.48	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9992	-0.01	14.84	0.5308	-5.50	36.45	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9997	0.00	10.97	0.6335	-3.97	37.98	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9999	0.00	7.740	0.8071	-1.86	32.73	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9999	0.00	4.941	0.9648	-0.31	20.35	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	1.0000	0.00	2.416	1.039	0.33	6.309	+12/-11	+1/-1	+6/-6
8	6.3	6.310	1.0000	0.00	0.0244	1.054	0.46	-6.841	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	1.0000	0.00	-2.366	1.037	0.32	-19.73	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-4.887	0.9884	-0.10	-33.30	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-7.679	0.8989	-0.93	-47.62	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9997	0.00	-10.90	0.7743	-2.22	-61.84	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-14.75	0.6373	-3.91	-75.03	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-19.47	0.5103	-5.84	-87.02	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-25.40	0.4031	-7.89	-98.35	+12/-11	+1/-1	+6/-6

16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.97	0.3160	-10.01	-109.9	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.78	0.2451	-12.21	-122.7	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-55.49	0.1857	-14.62	-137.6	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.41	0.1339	-17.47	-155.2	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.68	0.08873	-21.04	-174.8	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.9	0.05311	-25.50	-194.1	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.8	0.02922	-30.69	-210.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.4	0.01528	-36.32	-224.0	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.1	0.007795	-42.16	-234.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.5	0.003935	-48.10	-241.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.2	0.001978	-54.08	-247.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wk

Рис. 15 - Модуль функции частотной коррекции Wk



X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wk

Рис. 16 - Фаза функции частотной коррекции Wk,

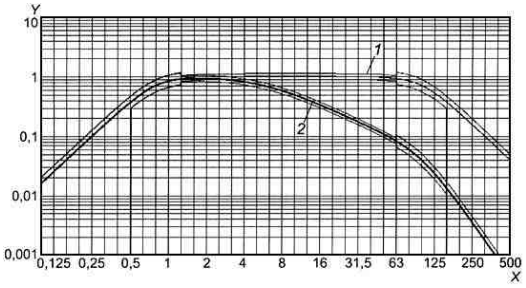
Таблица В.9 - Функция частотной коррекции Wm для общей вибрации в зданиях во всех направлениях (на основе ИСО 2631-2)

	Среднегеометрическая частота, Гц		Характеристика полосового фильтра			Функция частотной коррекции Wm			Допуск		
	Номинальная	Истинная	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль	дБ	Фаза, °	Модуль, %	дБ	$\Delta\varphi_0$, °
-10	0.1	0.1000	0.01585	-36.00	169.7	0.01584	-36.00	168.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-9	0.125	0.1259	0.02511	-32.00	166.9	0.02510	-32.00	165.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-8	0.16	0.1585	0.03978	-28.01	163.5	0.03976	-28.01	161.9	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-7	0.2	0.1995	0.06297	-24.0	159.1	0.06293	-24.02	157.1	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

				2							
-6	0.25	0.2512	0.0995	-20.04	153.4	0.09941	-20.05	150.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-5	0.315	0.3162	0.1565	-16.11	146.0	0.1563	-16.12	142.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-4	0.4	0.3981	0.2436	-12.27	136.3	0.2430	-12.29	132.2	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-3	0.5	0.5012	0.3699	-8.64	123.6	0.3684	-8.67	118.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
-2	0.63	0.6310	0.5336	-5.45	107.7	0.5304	-5.51	101.3	+26/-21	+2/-2	+12/-12
-1	0.8	0.7943	0.7071	-3.01	89.36	0.7003	-3.09	81.40	+26/-21	+2/-2	+12/-12
0	1	1.000	0.8457	-1.46	71.00	0.8329	-1.59	42.49	+26/-21	+2/-2	+12/-12
1	1.25	1.259	0.9291	-0.64	54.98	0.9071	-0.85	26.56	+12/-11	+1/-1	+6/-6
2	1.6	1.585	0.9699	-0.27	42.14	0.9342	-0.59	12.83	+12/-11	+1/-1	+6/-6
3	2	1.995	0.9877	-0.11	32.17	0.9319	-0.61	0.5459	+12/-11	+1/-1	+6/-6
4	2.5	2.512	0.9950	-0.04	24.39	0.9101	-0.82	-10.89	+12/-11	+1/-1	+6/-6
5	3.15	3.162	0.9980	-0.02	18.20	0.8721	-1.19	-21.86	+12/-11	+1/-1	+6/-6
6	4	3.981	0.9992	-0.01	13.15	0.8184	-1.74	-32.52	+12/-11	+1/-1	+6/-6
7	5	5.012	0.9997	0.00	8.884	0.7498	-2.50	-42.85	+12/-11	+1/-1	+6/-6

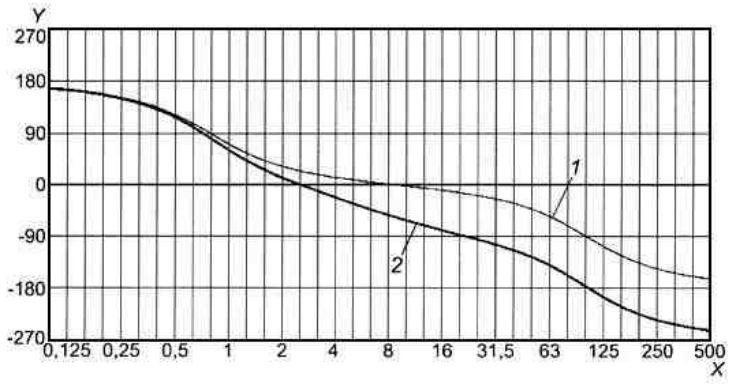
8	6.3	6.310	0.9999	0.00	5.135	0.6692	-3.49	-52.73	+12/-11	+1/-1	+6/-6
9	8	7.943	0.9999	0.00	1.680	0.5819	-4.70	-62.07	+12/-11	+1/-1	+6/-6
10	10	10.00	0.9999	0.00	-1.680	0.4941	-6.12	-70.84	+12/-11	+1/-1	+6/-6
11	12.5	12.59	0.9999	0.00	-5.135	0.4114	-7.71	-79.15	+12/-11	+1/-1	+6/-6
12	16	15.85	0.9997	0.00	-8.884	0.3375	-9.44	-87.25	+12/-11	+1/-1	+6/-6
13	20	19.95	0.9992	-0.01	-13.15	0.2738	-11.25	-95.45	+12/-11	+1/-1	+6/-6
14	25	25.12	0.9980	-0.02	-18.20	0.2203	-13.14	-104.2	+12/-11	+1/-1	+6/-6
15	31.5	31.62	0.9950	-0.04	-24.39	0.1760	-15.09	-114.0	+12/-11	+1/-1	+6/-6
16	40	39.81	0.9877	-0.11	-32.17	0.1396	-17.10	-125.7	+12/-11	+1/-1	+6/-6
17	50	50.12	0.9699	-0.27	-42.14	0.1093	-19.23	-139.8	+12/-11	+1/-1	+6/-6
18	63	63.10	0.9291	-0.64	-54.98	0.08336	-21.58	-156.9	+12/-11	+1/-1	+6/-6
19	80	79.43	0.8457	-1.46	-71.00	0.06036	-24.38	-176.1	+26/-21	+2/-2	+12/-12
20	100	100.0	0.7071	-3.01	-89.36	0.04013	-27.93	-195.1	+26/-21	+2/-2	+12/-12
21	125	125.9	0.5336	-5.46	-107.7	0.02407	-32.37	-211.5	+26/-21	+2/-2	+12/-12
22	160	158.5	0.3699	-8.64	-123.6	0.01326	-37.55	-224.6	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞

23	200	199.5	0.2436	-12.27	-136.3	0.006937	-43.18	-234.7	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
24	250	251.2	0.1565	-16.11	-146.0	0.003541	-49.02	-242.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
25	315	316.2	0.09950	-20.04	-153.4	0.001788	-54.95	-248.3	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞
26	400	398.1	0.06297	-24.02	-159.1	0.000899	-60.92	-252.8	+26/-100	+2/-∞	+∞/-∞



X- частота, Гц; Y - весовой коэффициент; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wm

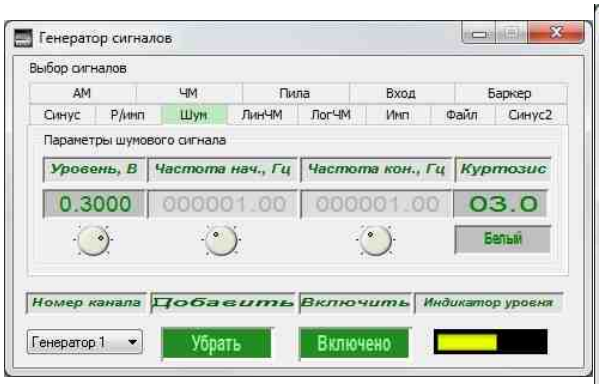
Рис. 17 - Модуль функции частотной коррекции Wm



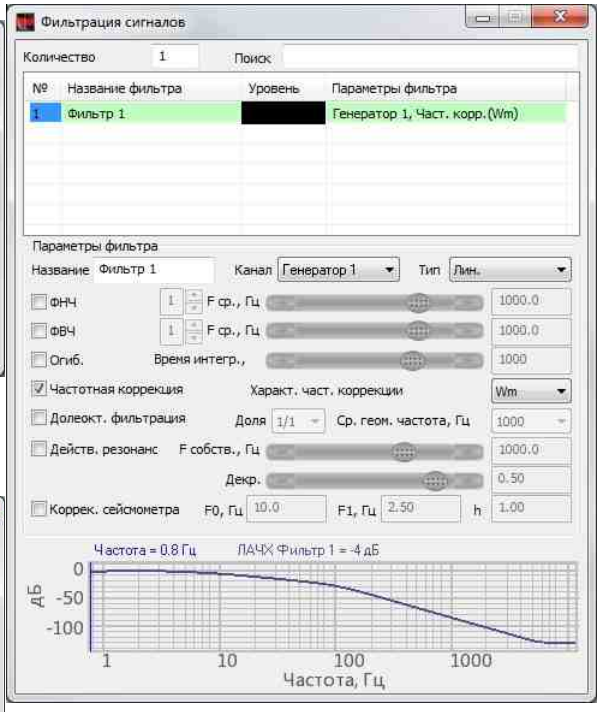
X - частота, Гц; Y - фаза, °; *1* - полосовой фильтр; *2* - функция частотной коррекции Wm

Рис. 18 - Фаза функции частотной коррекции Wm,

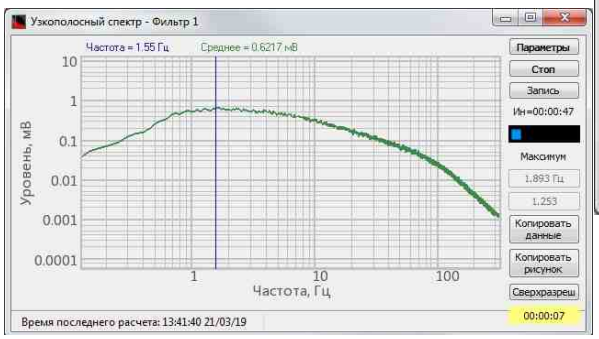
Примеры работы фильтров с помощью программ ZETLAB



Настройка "Генератор сигналов"

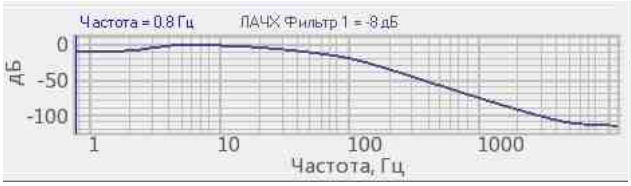


Настройка "Фильтрация сигналов"

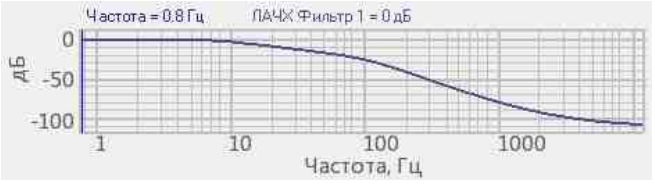


Настройка "Узкополосный спектр"

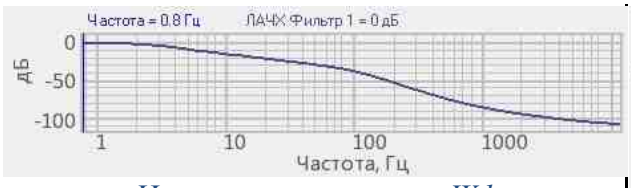
Примеры частотных фильтров в "Фильтрации сигналов"



Частотная коррекция Wb



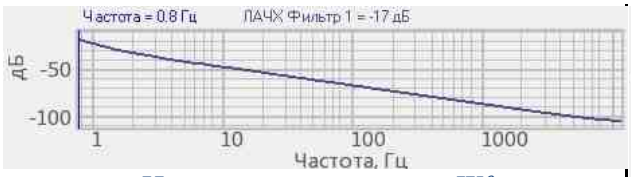
Частотная коррекция Wc



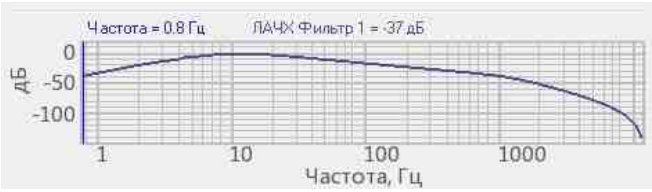
Частотная коррекция Wd



Частотная коррекция We



Частотная коррекция Wf



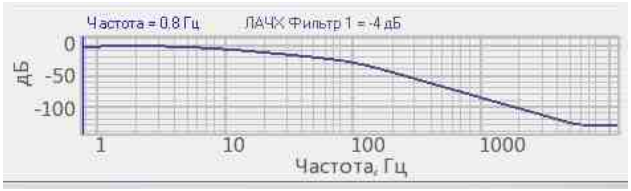
Частотная коррекция Wh



Частотная коррекция Wj

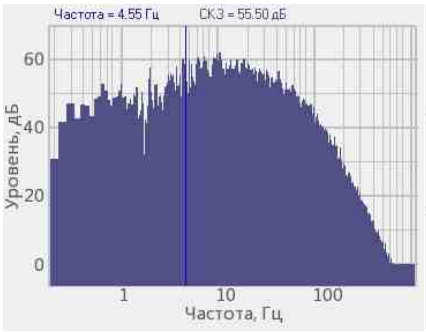


Частотная коррекция Wk

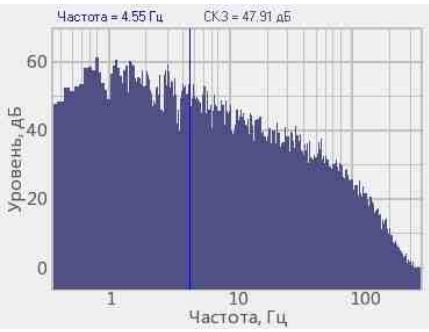


Частотная коррекция Wm

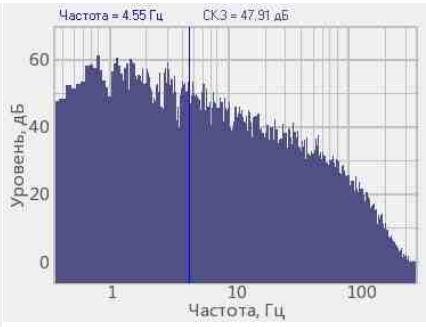
Примеры частотных фильтров в "Узкополосном спектре"



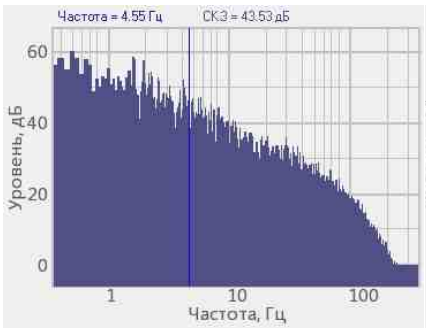
Частотная коррекция Wb



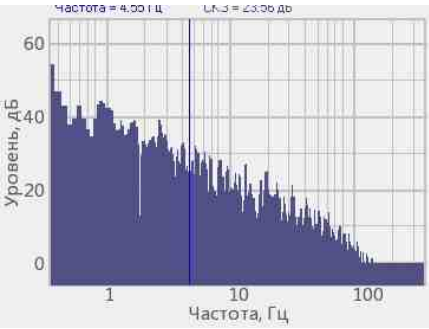
Частотная коррекция Wc



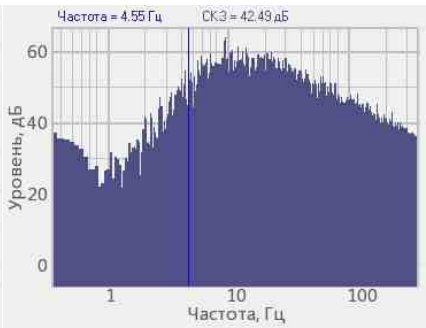
Частотная коррекция Wd



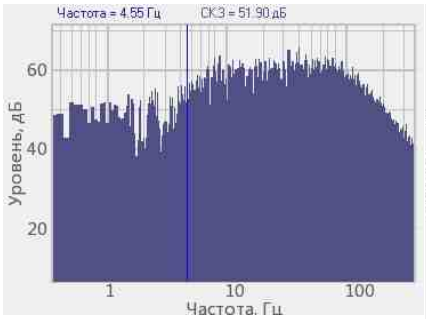
Частотная коррекция We



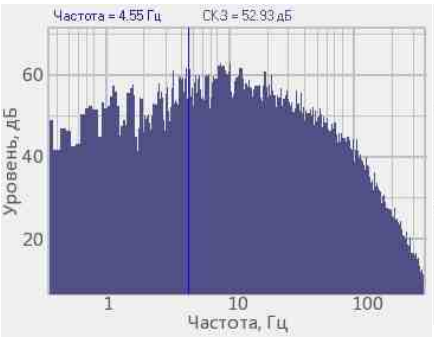
Частотная коррекция Wf



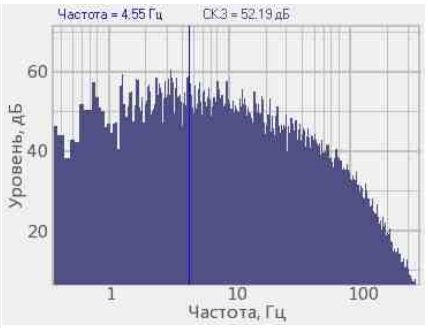
Частотная коррекция Wh



Частотная коррекция Wj



Частотная коррекция Wk



Частотная коррекция Wm

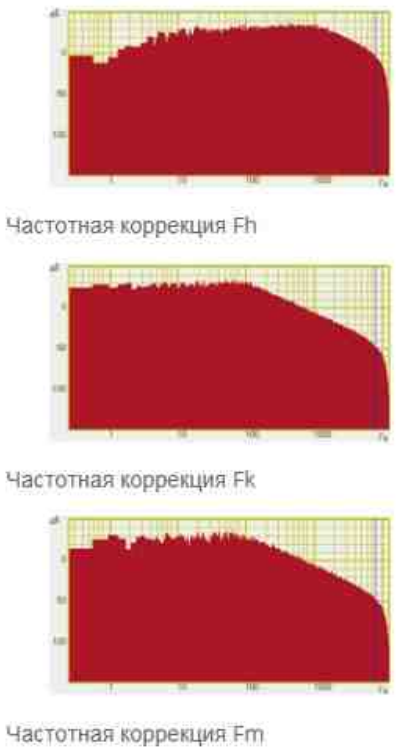
Линейные фильтры .....

Линейные фильтры

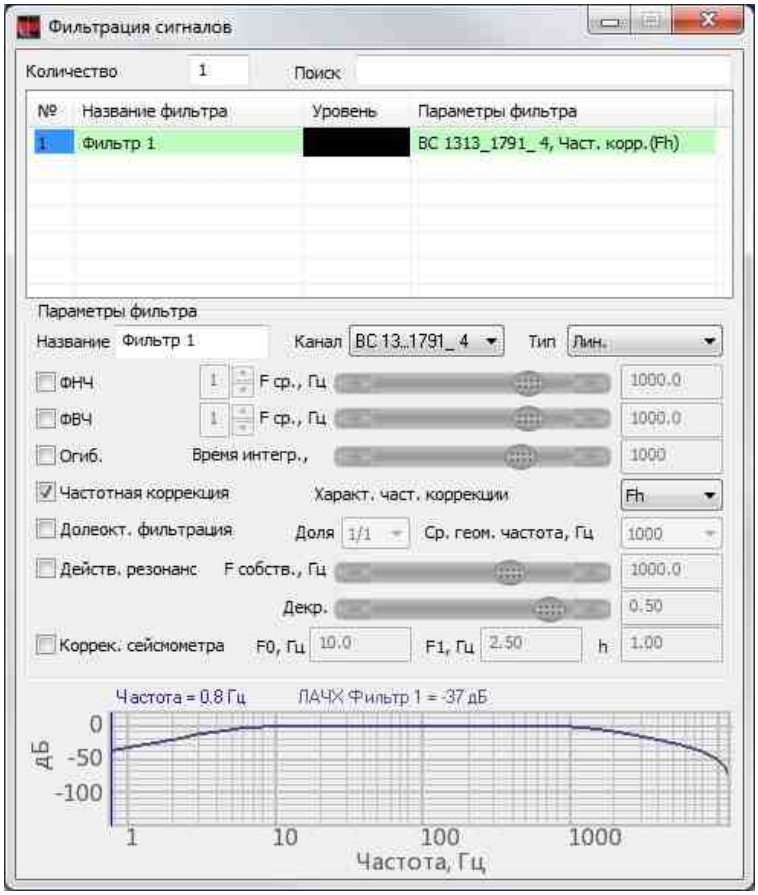
В программе ***Фильтрация сигналов*** реализованы линейные фильтры с частотными коррекциями:

- ***Fh*** — линейный ППФ (полосно-пропускающий фильтр) с полосой 6.8…1286 Гц,
- ***Fk*** — линейный ППФ (полосно-пропускающий фильтр) с полосой 0.4…100 Гц,
- ***Fm*** — линейный ППФ (полосно-пропускающий фильтр) с полосой 0.8…100 Гц.

Результаты работы фильтров приведены ниже — спектры сигнала, обработанного фильтрами с частотной коррекцией Fh, Fk, Fm.



Спектры сигнала, обработанного фильтрами с частотной коррекцией Fh, Fk, Fm

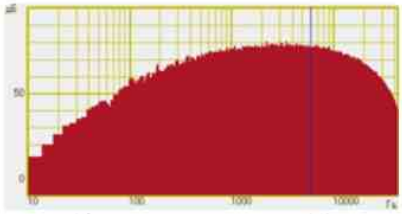


Фильтр с частотной коррекцией Fh

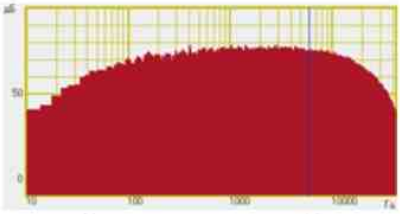
Корректирующие фильтры A, B, C и D

Фильтры с частотными коррекциями A, B, C и D используются при измерениях уровня шума. Фильтры выполнены в соответствии с ГОСТ 17187 «Шумомеры, общие технические требования и методы испытаний». Это позволяет использовать анализаторы ZET 017-U2, ZET 017-U8 и A19-U2 в качестве шумомера первого класса точности.

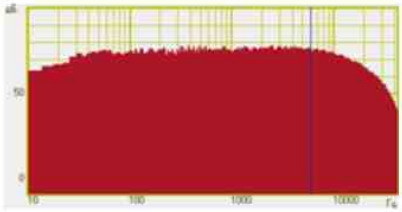
На рисунках ниже представлены спектры сигналов, обработанных фильтрами с частотными коррекциями A, B, C и D, реализованными в программе Фильтрация сигналов.



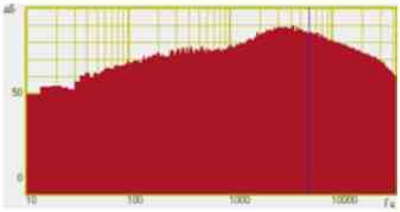
Частотная коррекция A



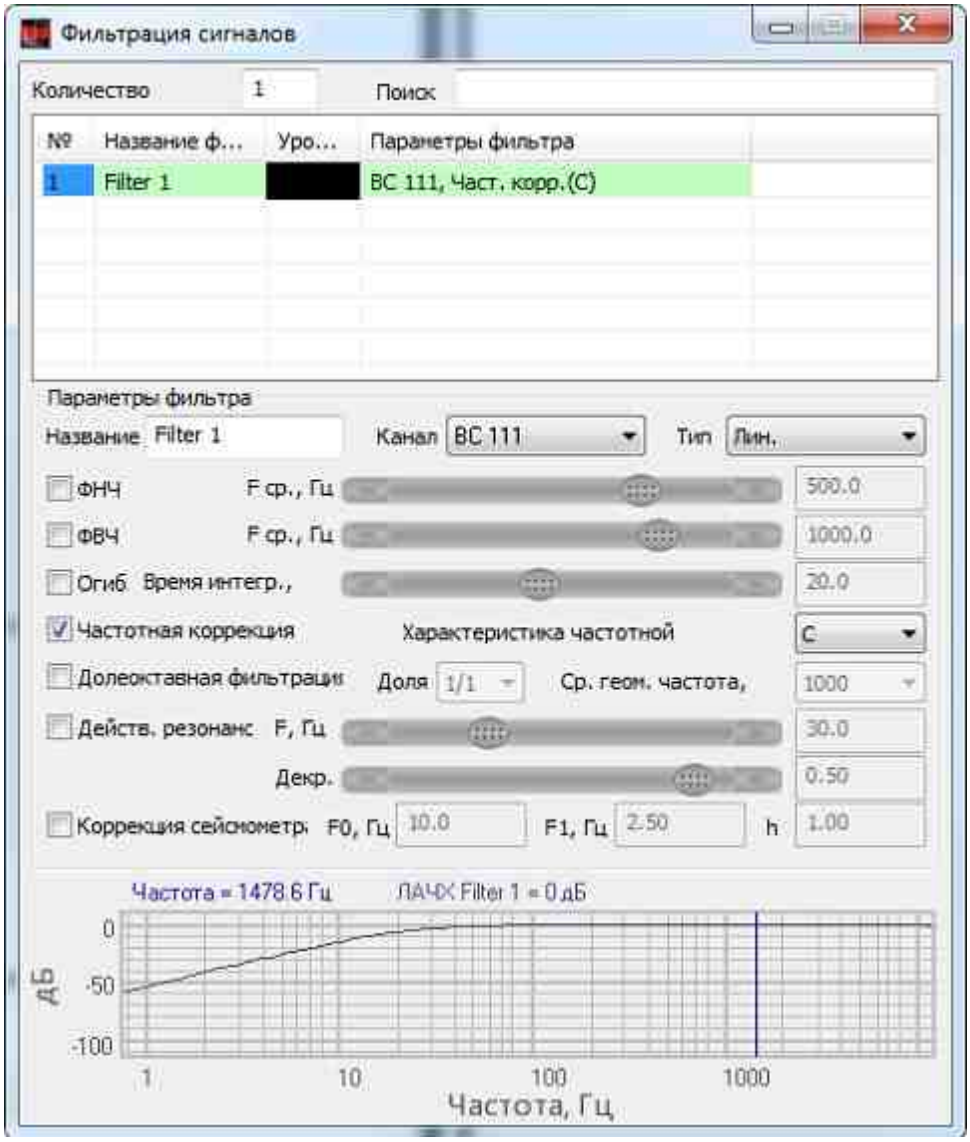
Частотная коррекция B



Частотная коррекция C



Частотная коррекция D



Фильтр с частотной коррекцией C

Во всех рассмотренных выше примерах для демонстрации работы фильтров в качестве исходного сигнала использовался белый шум. Спектр белого шума приведен на рисунке ниже.



Спектр исходного сигнала

Фильтры по ISO 6487-2015 .....

ISO 6487-2015(E)

Транспорт дорожный. Методы измерений при ударных испытаниях.

Фильтры по ISO 6487-2015

CFC

класс частот канала обозначается числом, указывающим, что частотная характеристика канала лежит в определенных пределах

Примечание 1 к записи: CFC XXXX определяет класс частот с XXX = Частота, Fh, Гц

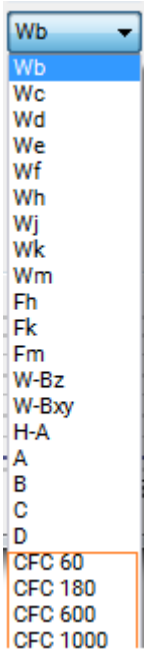
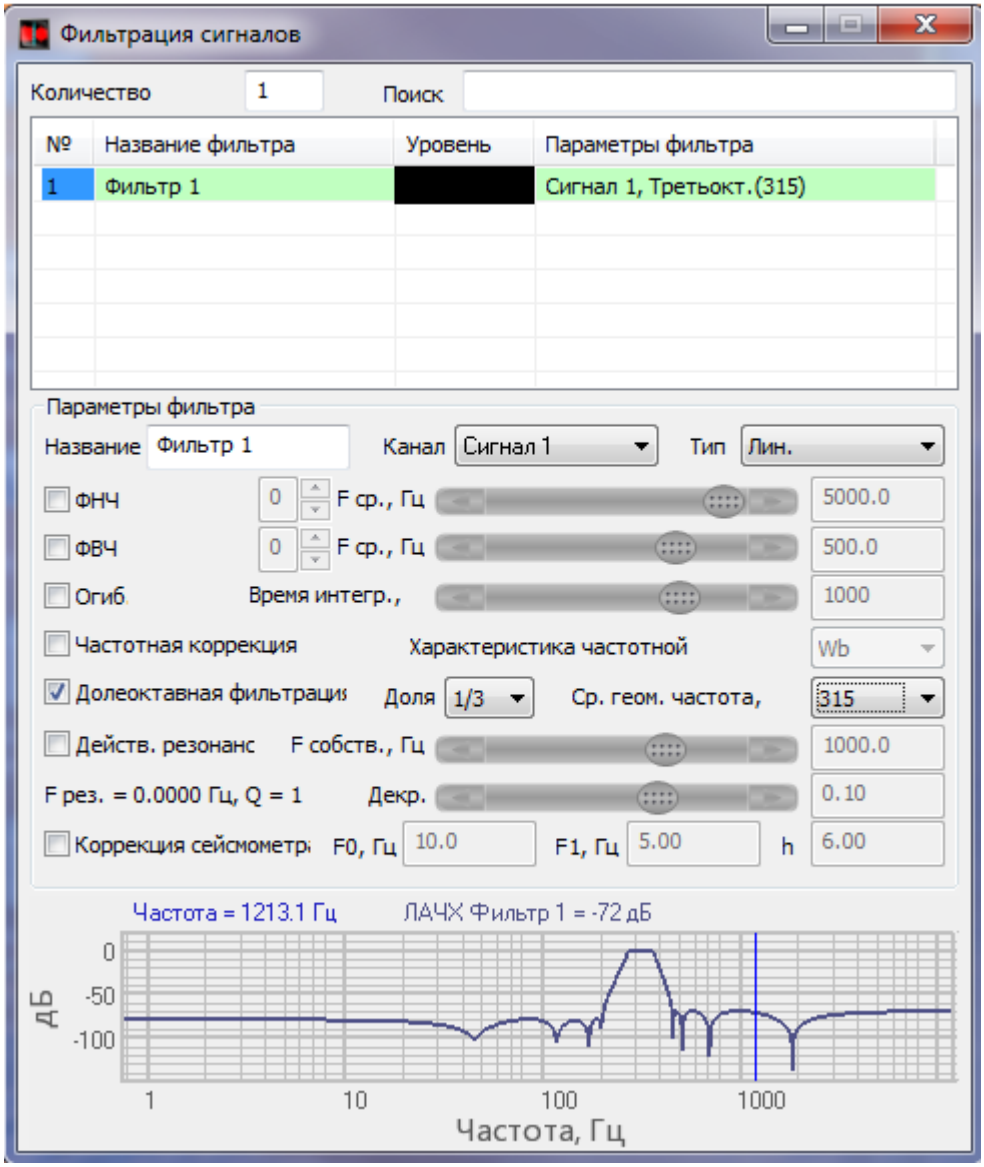


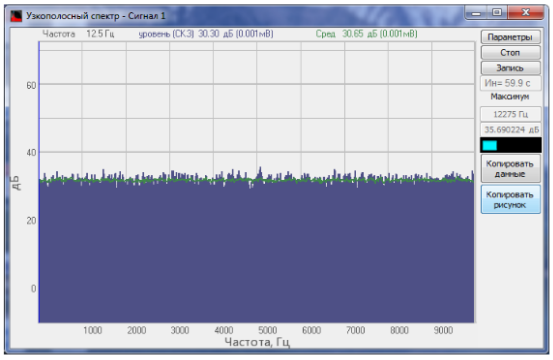
Рис. 2 перечень, используемых в программе корректирующих фильтров

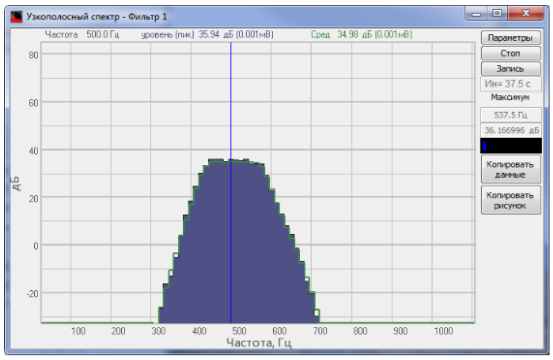
Долеоктавная фильтрация .....

В каждом канале программы Фильтрация сигналов могут включаться октавные или долеоктавные фильтры. Фильтры реализованы в соответствии с ГОСТ Р 8.714-2010 (МЭК 61260:1995) «Фильтры полосовые октавные и на доли октавы. Технические требования и методы испытаний» для 1 класса точности.
Суть октавной фильтрации заключается в разделении исследуемого сигнала на октавные полосы частот. Октавная полоса частот (октава) — полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно 2. Соответственно, весь исследуемый частотный диапазон при помощи октавных фильтров разбивается на определенное количество октав, необходимое для дальнейшей обработки.
В программе Фильтрация сигналов реализованы:

- октавный фильтр с точными центральный частотами: 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, 4000 Гц, 8000 Гц;
- 1/3-октавный фильтр с точными центральными частотами: 315 Гц, 400 Гц, 500 Гц, 630 Гц, 800 Гц, 1000 Гц, 1250 Гц, 1600 Гц, 2000 Гц, 2500 Гц, 3150 Гц, 4000 Гц, 5000 Гц, 6300 Гц, 8000 Гц, 10000 Гц.







Спектр исходного сигнала (белый шум)

Спектр сигнала после 1/3-октавной фильтрации на центральной частоте 500 Гц

Действительный резонатор .....

Программа Фильтрация сигналов

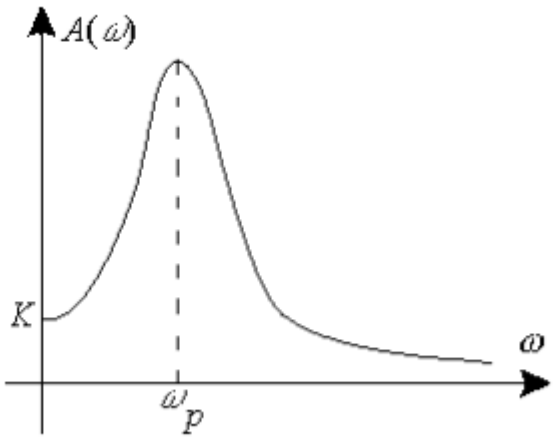
Программа **Фильтрация сигналов** позволяет задавать резонанс на установленной пользователем частоте и с установленным декрементом затухания.

Генерация резонанса в программе **Фильтрация сигналов** осуществляется при помощи колебательного звена. Колебательным называется звено второго порядка, в котором при получении на входе ступенчатого воздействия, выходная величина стремится к новому установившемуся значению, совершая затухающие колебания.

Уравнение движения колебательного звена имеет вид:

$$T^2\frac{d^2y(t)}{dt^2}+2\xi T\frac{dy(t)}{dt}+y(t)=KX(t)$$

Амплитудно-частотная характеристика колебательного звена приведена на графике:

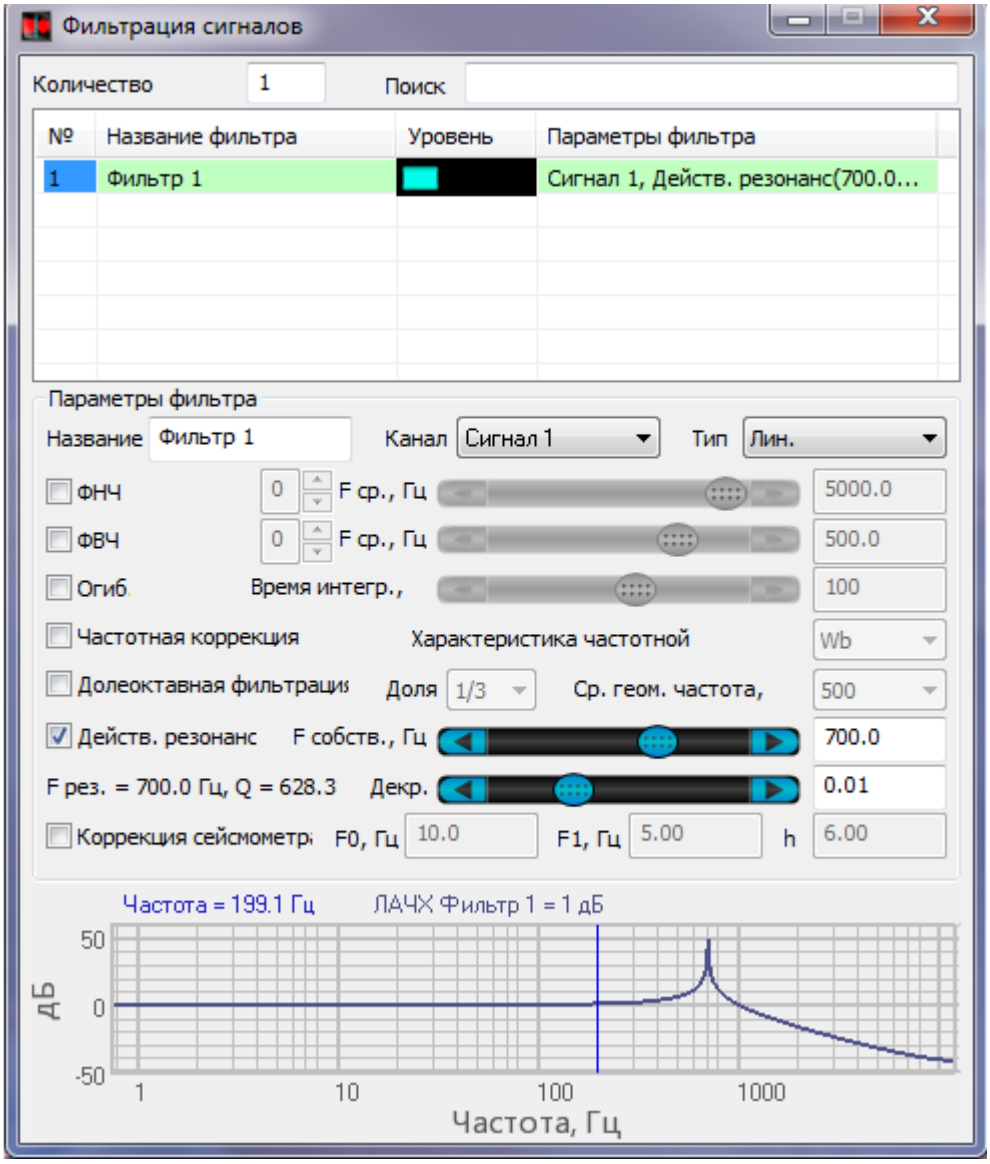


$A(\omega)$ имеет максимум, отвечающий условию резонанса. Резонансную частоту можно определи

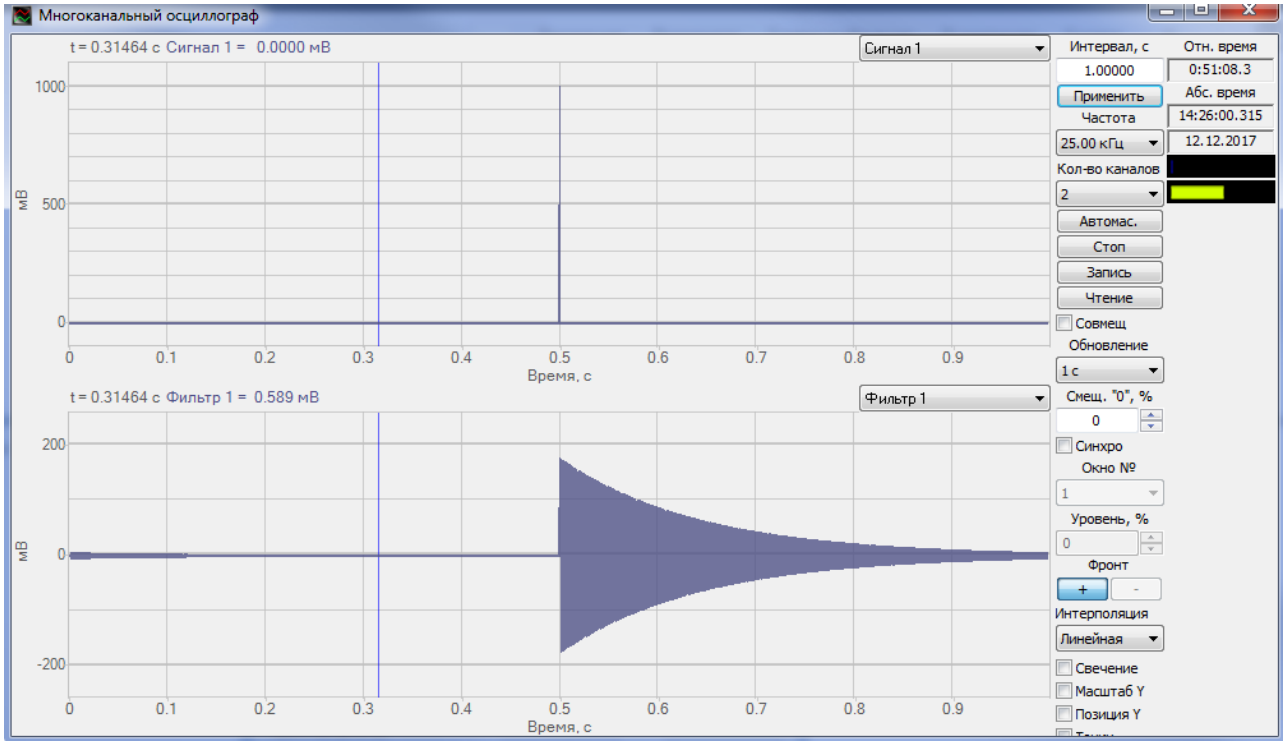
$$\omega_p=\frac{1}{T}\sqrt{1-2\varepsilon^2}$$

Примером колебательного звена является любая RLC-цепь.

На рисунках ниже представлен пример формирования резонанса в программе **Фильтрация сигналов**.



Окно программы Фильтрация сигналов с параметрами резонанса



Окно программы Многоканальный осциллограф. Отображение исходного сигнала и сигнала с применением фильтра (длительность развёртки 1 с)

Математическое описание

Анализ и проектирование цифровых фильтров

Рассмотрим ***действительный БИХ-фильтр второго порядка***, передаточная функция которого имеет два комплексно-сопряженных полюса:

$$p_1 = re^{j\omega_0},\ p_1^* = re^{-j\omega_0}$$

$$H(z) = \frac{1}{2}\left[\frac{1}{1-re^{j\omega_0}z^{-1}} + \frac{1}{1-re^{-j\omega_0}z^{-1}}\right] = \frac{1-(r\cos\omega_0)z^{-1}}{1-2(r\cos\omega_0)z^{-1}+r^2z^{-2}} = \frac{1+b(1)z^{-1}}{1+a(1)z^{-1}+a(2)z^{-2}}$$

Передаточная функция имеет и один нуль $z_1 = r\cos\omega_0$, положение, которого жестко связано с положением полюсов. Разностное уравнение фильтра имеет вид:

$$y(n) = -a(1)y(n-1) - a(2)y(n-2) + x(n) + b(1)x(n-1)$$

АЧХ такого ***действительного резонатора*** образуется совокупностью АЧХ двух комплексных резонаторов с резонансными частотами ω_0 и $(-\omega_0)$ для диапазона частот $(-\pi \le \omega \le \pi)$.

На (Рис.1а представлен один из вариантов структурной схемы действительного резонатора, а на (Рис.1б - график его АЧХ при $r = 0.95$ и $\omega_0 = \pi/2$.

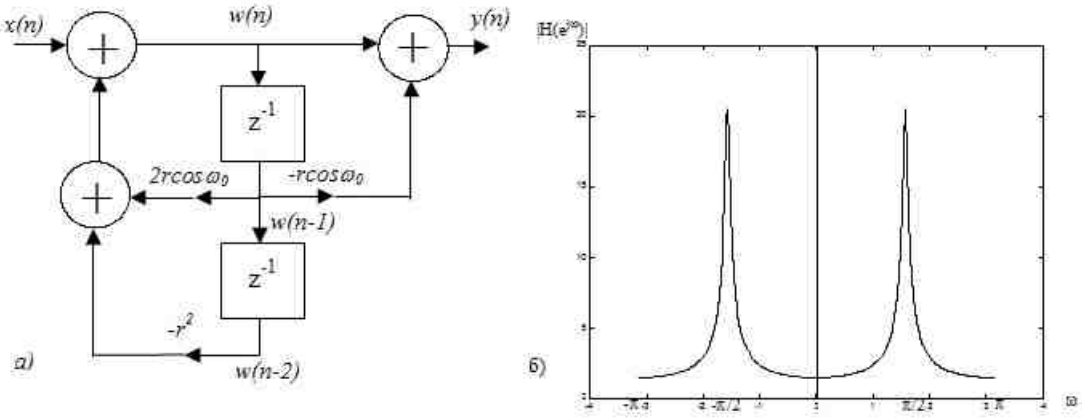
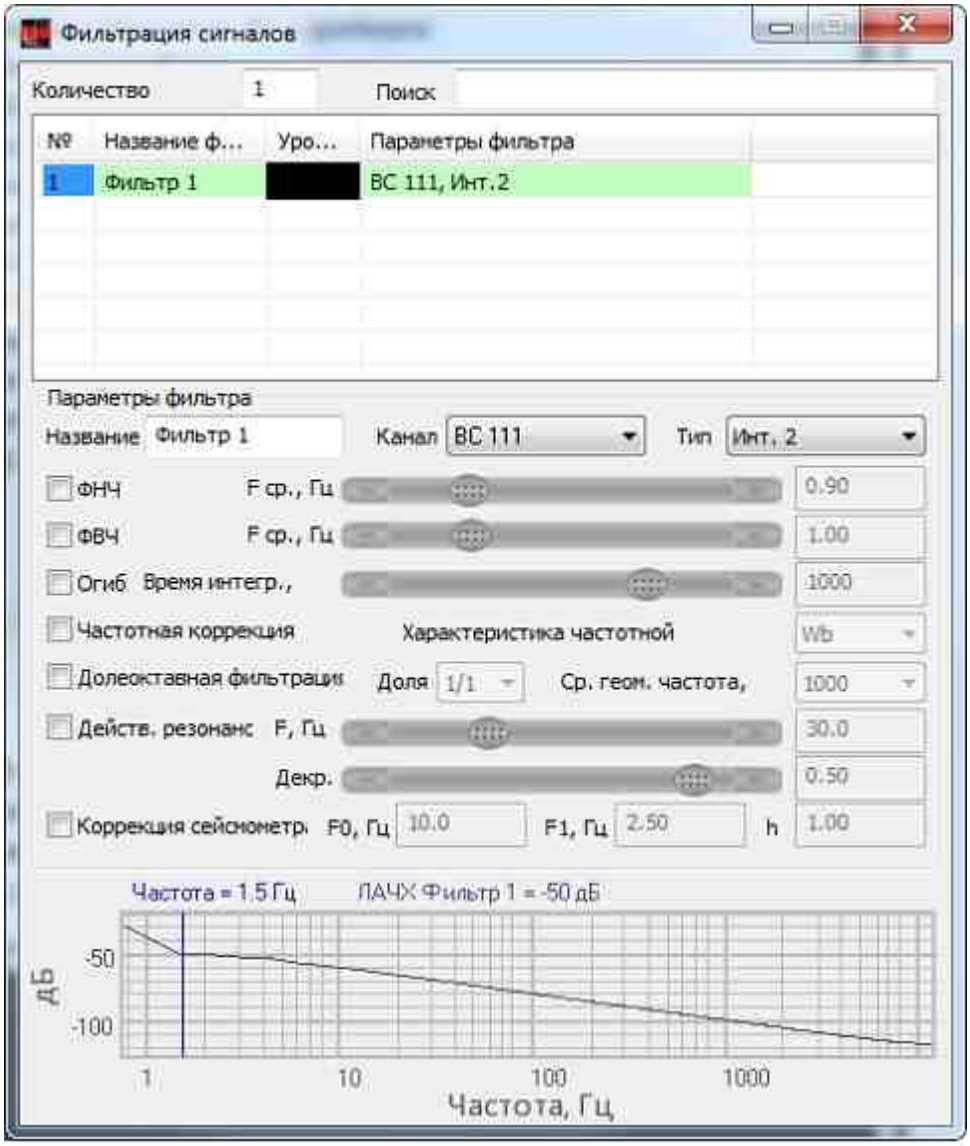


Рис. а) Структурная схема и АЧХ действительного резонатора б) Структурная схема и АЧХ действительного резонатора

Рис. 1. Структурная схема (а) и АЧХ действительного резонатора (б)

Интегрирующие и дифференцирующие фильтры .....

В программе **Фильтрация сигналов** реализованы интегрирующие и дифференцирующие фильтры первого и второго порядка.



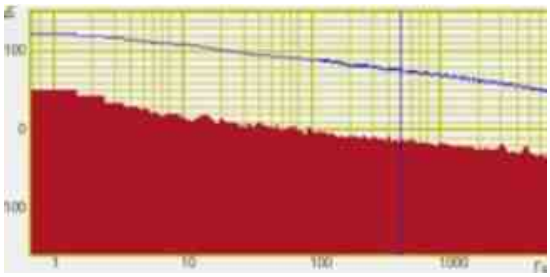
Программа "Фильтрация сигналов" Фильтр, интегрирующий второго порядка

Интегрирующие фильтры позволяют получать из сигнала ускорения сигнал скорости и сигнал перемещения. Это позволят, например, проводить контроль всех вибрационных характеристик объекта (частота, ускорение, скорость и перемещение) по сигналу одного датчика - акселерометра. Интегрирование сигнала ускорения используется в инерциальных измерительных системах: системе мониторинга ширины колеи железнодорожных путей, системе определения положения лифта и параметров движения и т.д. Интегрирующие фильтры используются для балансировки вращающихся изделий, поскольку для определения параметров дисбаланса требуется значение перемещения контрольной точки, которое невозможно получить с помощью датчиков перемещений при высоких скоростях вращения.

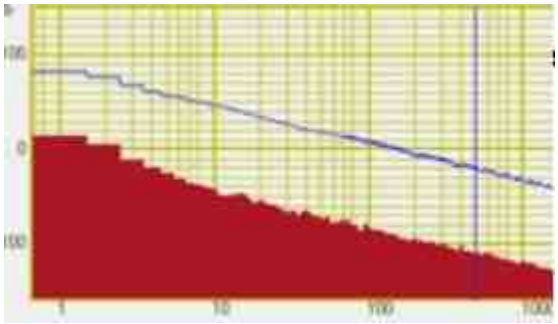
На рисунках ниже продемонстрирована работа интегрирующих фильтров 1-го и 2-го порядков. На первом рисунке приведен спектр исходного сигнала ускорения. На втором рисунке - спектр сигнала, прошедшего интегрирующий фильтр первого порядка, в результате получился сигнал скорости. На третьем рисунке представлен сигнал перемещения - результат двойного интегрирования сигнала ускорения.



Линейный фильтр -сигнал ускорения



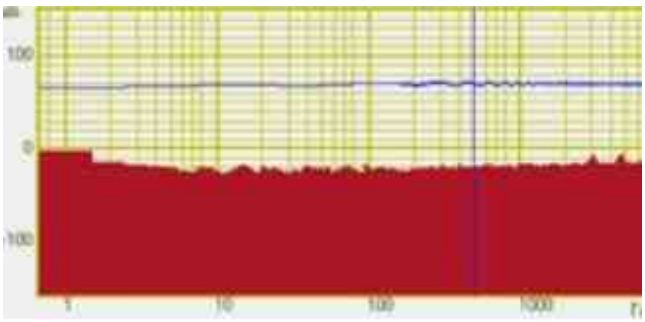
Интегрирующий фильтр 1-го порядка - сигнал скорости



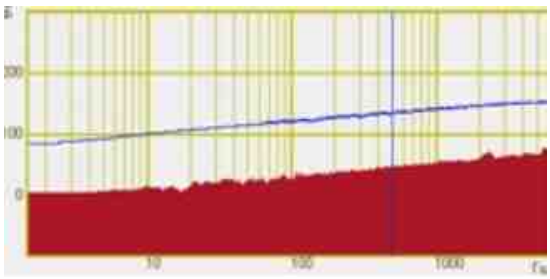
Интегрирующий фильтр 2-го порядка - сигнал перемещения

Дифференцирующие фильтры используются для получения сигналов скорости и ускорения из сигналов перемещения, отдаваемых, например, оптическими датчиками перемещения, вихретоковыми датчиками перемещения и др. Данный метод часто применяется для низкочастотных сигналов, поскольку в области низких частот на показания вибродатчиков сильное влияние оказывают собственные шумы датчика и электронные шумы измерительной аппаратуры, в то время как датчики перемещения обеспечивают высокую точность измерений.

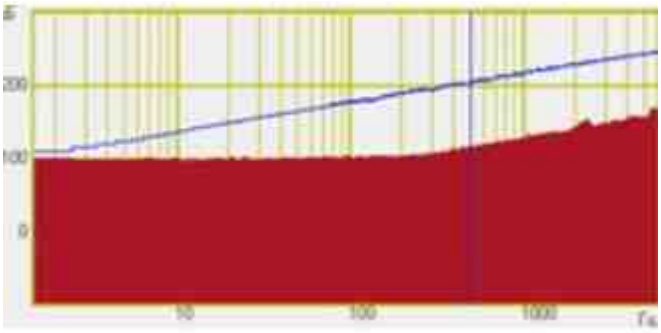
На рисунках ниже продемонстрирована работа дифференцирующих фильтров 1-го и 2-го порядков. На первом рисунке приведен спектр исходного сигнала перемещения. На втором рисунке - спектр сигнала, прошедшего дифференцирующий фильтр первого порядка, в результате получился сигнал скорости. На третьем рисунке представлен сигнал ускорения - результат двойного дифференцирования сигнала перемещения.



Линейный фильтр - сигнал перемещения



Дифференцирующий фильтр 1-го порядка - сигнал скорости



Дифференцирующий фильтр 2-го порядка - сигнал ускорения

Если входной сигнал является сигналом виброускорения (т.е. единица измерения "g" или "м/с2"), то при интегрировании единица измерения выходного канала становится единица измерения виброскорость – "м/с". При двойном интегрировании сигнала виброускорения единица измерения выходного канала становится единица виброперемещения – "мм".

Опорные значения для расчета "дБ" также претерпевают изменения. Если у входного канала опорное значения "дБ" были выбраны по системе ISO, то опорные значения выходных каналов для интегрирования и двойного интегрирования также берутся по системе ISO. Если опорные значения дБ выбраны по ГОСТ, то опорные значения выходных каналов задаются также по ГОСТ.

В противном случае к единице измерения входного канала при интегрировании добавляется "*с", а при двойном интегрировании – "*$с^2$", при дифференцировании – "/с", при двойном дифференцировании – "/$с^2$". Опорные значения расчета "дБ" при этом не меняются.

Рисунки получены обработкой сигнала "сканирующий синус" (синусоидальный сигнал с изменяющейся во времени частотой). Для отображения использовалась программа "Узкополосный спектральный анализ" в режиме накопления максимального значения спектра сигнала.

Коррекция сейсмометра .....

Программа Фильтрация сигналов

В программе **Фильтрация сигналов** реализована функция коррекции частотной характеристики сейсмометров обратным фильтром для уменьшения нижней граничной частоты датчика.

Математически процесс коррекции в частотной области описывается следующим образом:

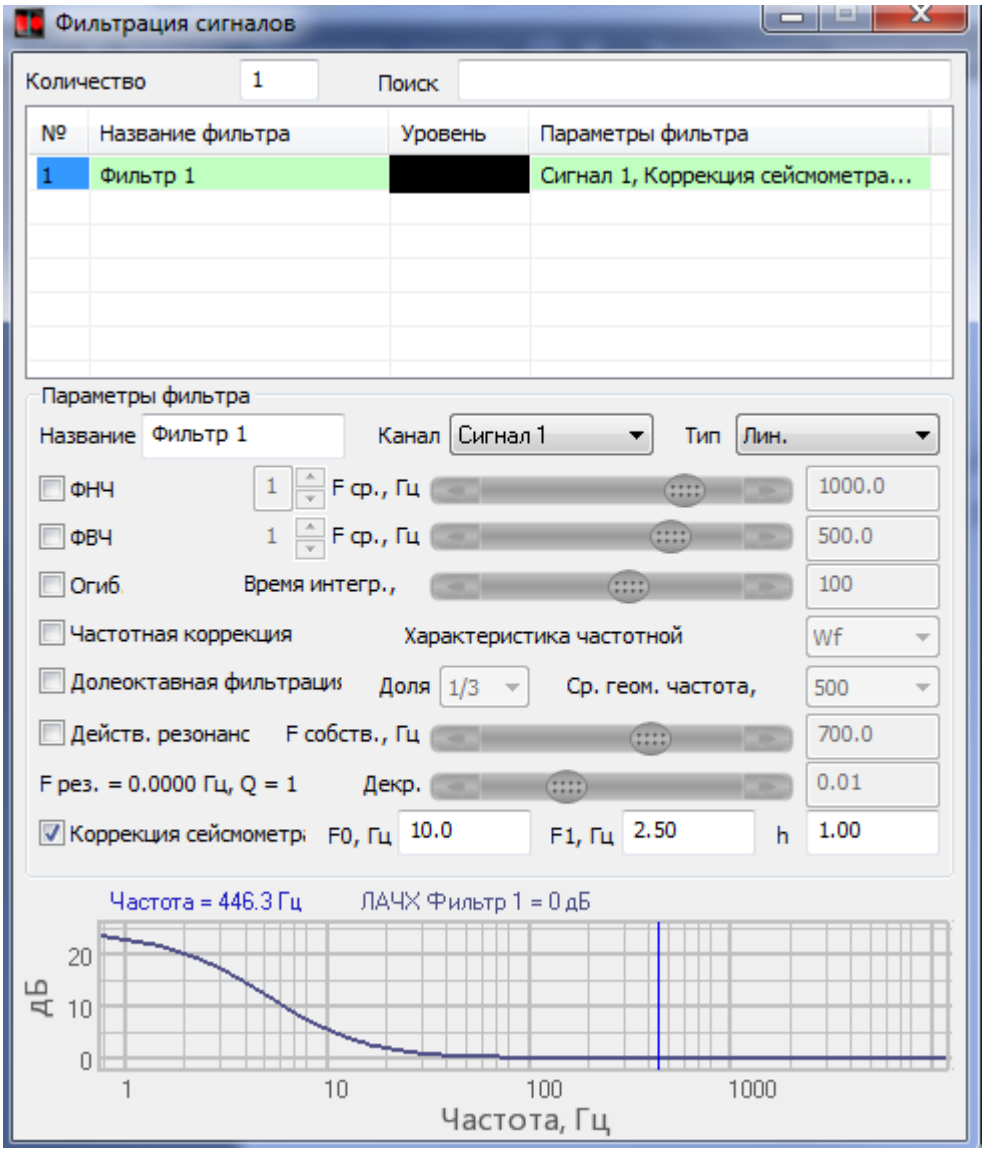
$$F_0 \square F_k = F_1,$$

где F_0 — частотная характеристики корректируемого датчика;

F_k — частотная характеристика корректирующей схемы;

F_1 — частотная характеристика для датчика, получаемое в результате коррекции.

Программа **Фильтрация сигналов** благодаря обратному фильтру позволяет уменьшить нижнюю граничную частоту сейсмометра в 10-20 раз. Единственным минусом такой фильтрации является увеличение собственных шумов сейсмометра. Зависимость таких параметров как собственные шумы сейсмометра, затухание и инерционная масса установили американские сейсмологи Аки К. и Ричардс П. и описали в своей книге «Количественная сейсмология: Теория и методы.»: собственный шум сейсмометра прямо пропорционален затуханию и обратно пропорционален инертной массе сейсмометра.



Окно настройки обратного фильтра в программе Фильтрация сигналов

Формула .....

Программа Формула позволяет пользователю в режиме онлайн моделировать сигналы любой сложности. Всё что вам требуется — ввести в командную строку соответствующий код или выбрать из списка доступных команд нужную, и сразу же на выходе образуется виртуальный канал с моделированным сигналом, который можно изучать и анализировать при помощи любых программ из состава ПО ZETLAB. Программа Формула — это своего рода универсальная среда программирования для любого пользователя, начиная от человека совершенного далёкого от программирования, до профессионала в своём деле!
Формула — программа для проведения математических операций с сигналами, фильтрации сигналов, измерения параметров сигналов и формирования различных сигналов. Программа Формула является виртуальным измерительным прибором. Программа Формула предназначена для выполнения арифметических, алгебраических и логических операций и фильтрации над непрерывными потоками данных, поступающих от модулей АЦП и ЦАП, виртуальных каналов в реальном масштабе времени. В режиме пост-обработки можно выполнять различные операции из ранее записанных файлов программой Запись сигналов. Программа Формула создает от 1 до 100 виртуальных каналов. Одновременно можно запускать несколько экземпляров программы Формула.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Формула** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

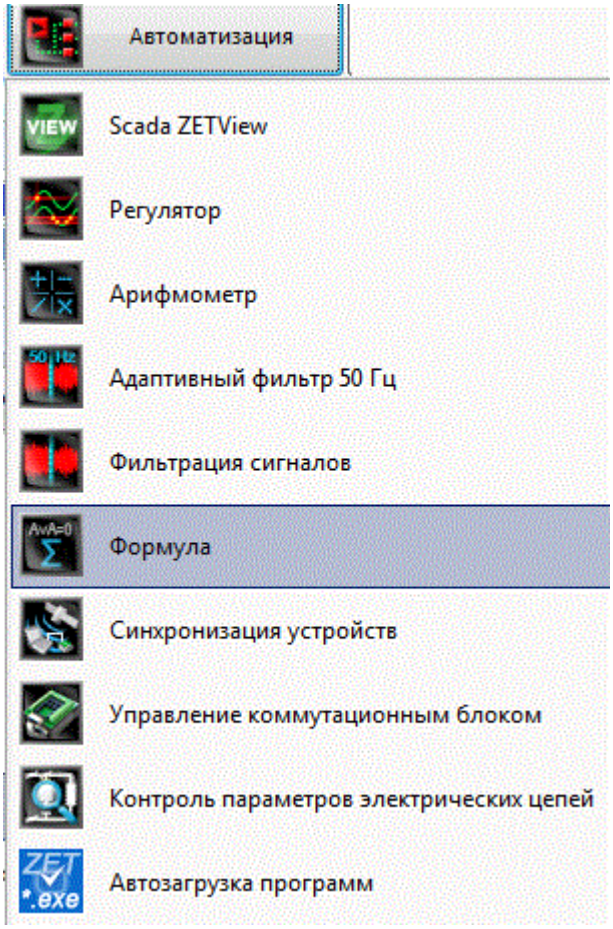
Программа **Формула** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

Формула входит в группу программ **Автоматизация**

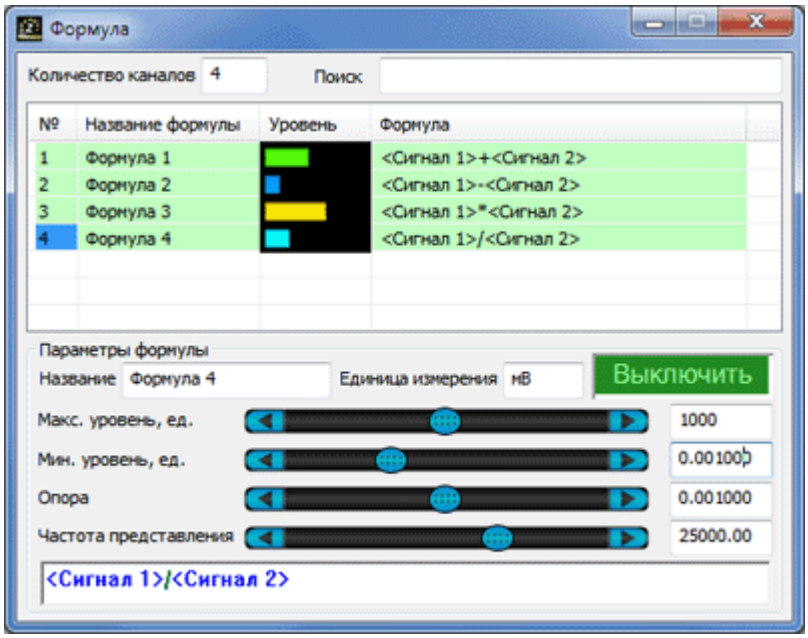
Интерфейс программы .....

Программа **Формула** запускается из меню **Автоматизация** панели **ZETLAB**.



Запуск программы "Формула"

В заголовке программы отобразится название - **Формула**.



Формула

В верхней части программы задается количество каналов, создаваемой программой **Формула**. В одном экземпляре программы **Формула** можно создавать до 100 каналов.

Среднюю часть программы занимает таблица создаваемых каналов. Одновременно отображается 7 строк таблицы, при создании большего количества каналов появляется полоса прокрутки. Для быстрого перехода на строку нужного канала предназначен поиск (поле справа над таблицей).

В таблице каналов отображается порядковый номер канала, название создаваемого сигнала, его интегральный уровень и формула. Если в формуле, по которой рассчитывается сигнал, нет ошибок, строка отображается зеленым цветом. Строки с ошибками в формулах отображаются красным цветом.

Нижнюю часть программы **Формула** занимает область редактирования создаваемого канала. Каждый канал **Формулы** редактируется индивидуально, но кнопка *Включить*/*Выключить* включает/отключает создание всех каналов **Формулы**. Для редактирования канала **Формулы** необходимо выбрать его в таблице (щелкнуть левой кнопкой "мыши" в строке канала).

Параметры формулы

Каждый сигнал, создаваемый программой **Формула** поступает в сервер данных **ZETLAB** и, таким образом, становится доступным для всех программ **ZETLAB**. Каналы **Формулы** имеют названия, заданные в поле *Название*.

В поле *Единица измерения* указывается единица измерения по создаваемому каналу. Например, если программа **Формула** используется для расчета вторичных параметров напряженно-деформированного состояния по сигналу с тензодатчика, то сигнал будет иметь единицы измерения рассчитываемого параметра.

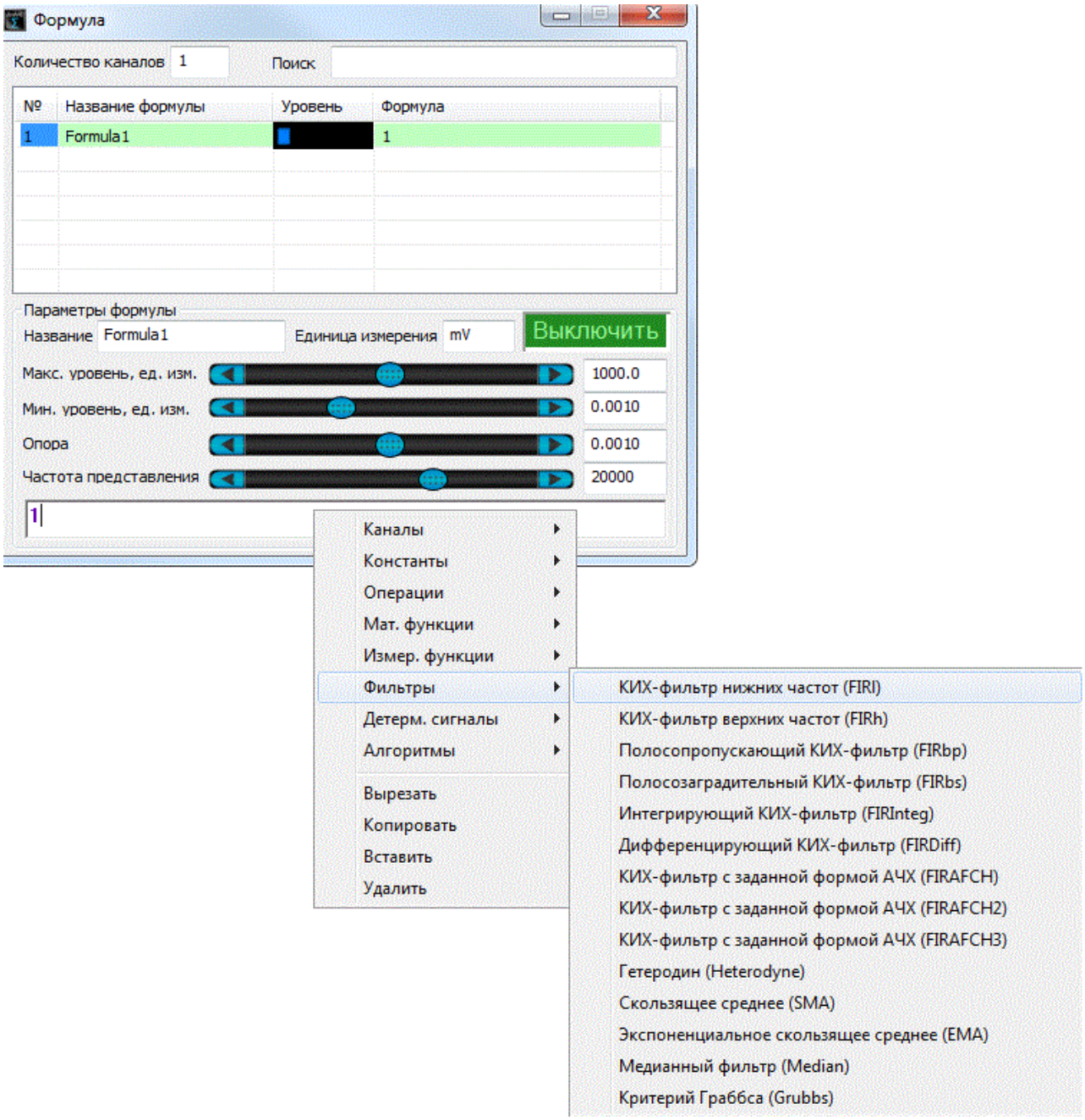
Кнопка *Включить*/*Выключить* включает/отключает создание всех каналов **Формулы**.

В полях *Макс. уровень, ед. изм.*, и *Мин. уровень, ед. изм.*, указывается диапазон уровня создаваемого сигнала в его единицах измерения - для расчета относительного уровня, который отображается на индикаторах *Интегральный уровень*. Установленные значения не влияют на уровень создаваемого сигнала - расчет производится по заложенной формуле.

В поле *Опора* указывается значение для расчета уровня сигнала в дБ, которое используется такими программами, как **Вольтметр постоянного тока**, **Узкополосный спектральный анализ** и др. для отображения результатов измерения в дБ.

В поле *Частота представления* задается частота дискретизации создаваемого сигнала - количество точек сигнала в одной секунде.

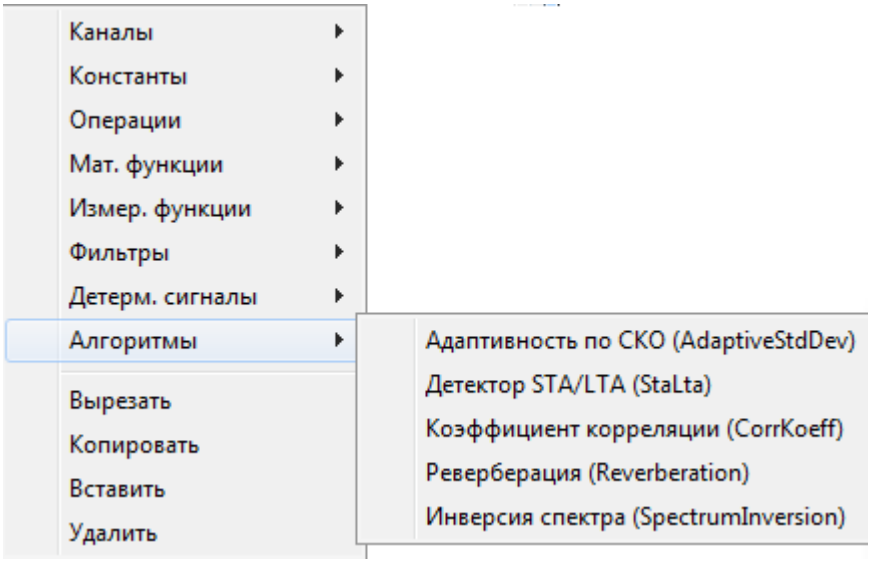
В нижней части программы располагается поле задания формулы, по которой ведется расчет сигнала. Формулу можно вводить с клавиатуры и пользоваться контекстным меню, которое вызывается нажатием правой кнопки "мыши" по полю:



Контекстное меню поля создания формулы

Контекстное меню содержит следующие пункты:

- Каналы - список каналов ZET-сервера,
- Константы - список констант,
- Операции - список математических операций,
- Мат. функции - список математических функций,
- Измер. функции - список измерительных функций,
- Фильтры - список фильтров,
- Детерм. сигналы - список детерминированных сигналов;
- Алгоритмы - список алгоритмов;

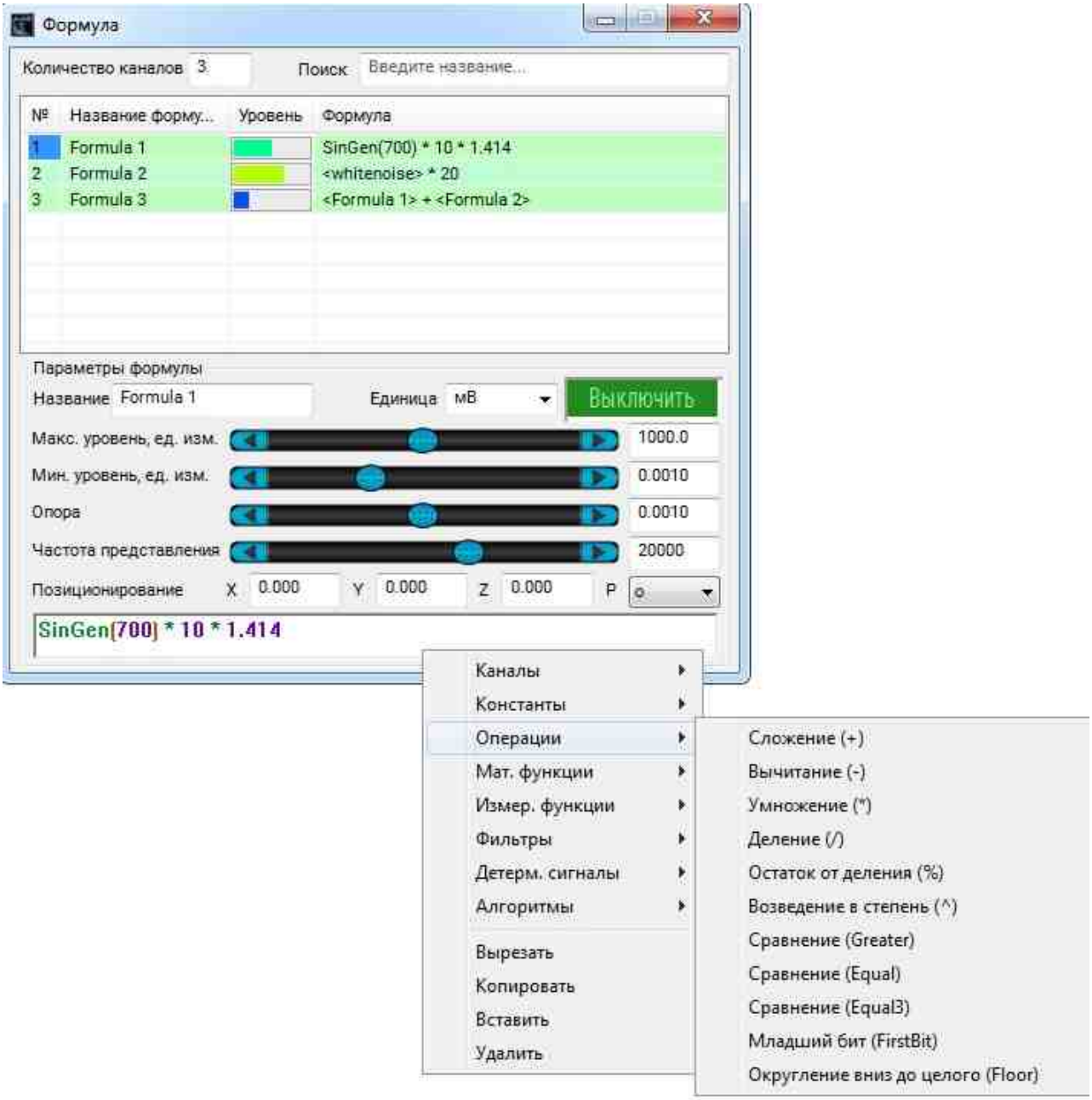


Формула: Алгоритмы

А также стандартные команды *Вырезать*, *Копировать*, *Вставить* и *Удалить*, которые производят соответствующие действия над выделенным фрагментом формулы.

Параметры Формулы .....

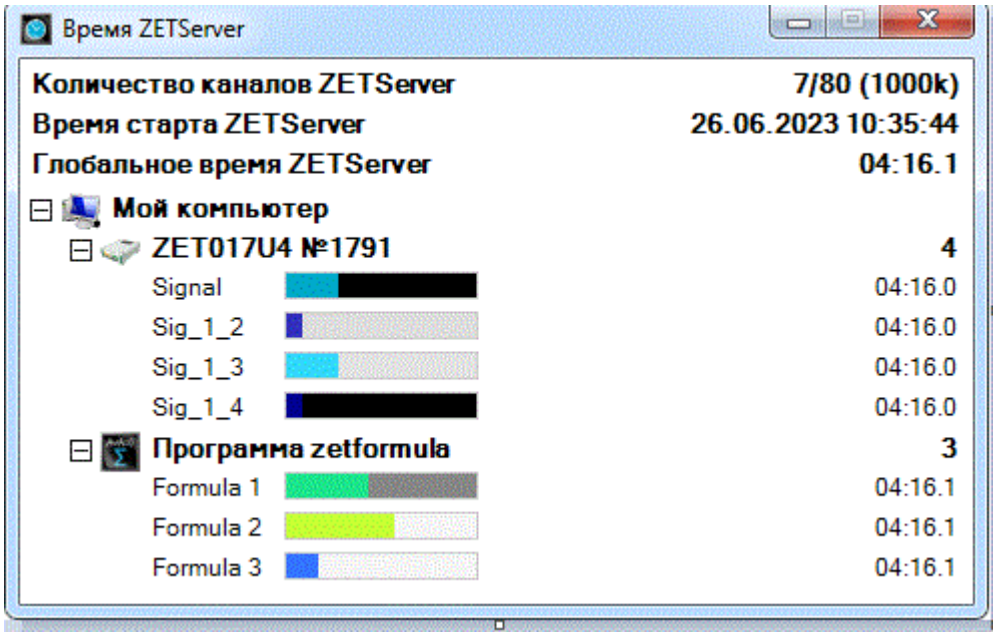
Каждый сигнал, создаваемый программой Формула, поступает в сервер данных ZETLAB и, таким образом, становятся доступными для всех программ ZETLAB. Каналы Формулы имеют названия, заданные в поле Название.
В поле «Единица измерения» указывается единица измерения по создаваемому каналу. Например, если программа Формула используется для расчета вторичных параметров напряженно-деформированного состояния по сигналу с тензодатчика, то сигнал будет иметь единицы измерения рассчитываемого параметра.
В полях «Макс. уровень, ед.» и «Мин. уровень, ед.» указывается диапазон уровня создаваемого сигнала в его единицах измерения — для расчета относительного уровня, который отображается на индикаторах «Интегральный уровень». Установленные значения не влияют на уровень создаваемого сигнала — расчет производится по заложенной формуле.
В поле «Опора» указывается значение для расчета уровня сигнала в дБ, которое используется такими программами, как Вольтметр переменного тока, Узкополосный спектр и др. для отображения результатов измерения в дБ.
В поле «Частота представления» задается частота дискретизации создаваемого сигнала — количество точек сигнала в одной секунде.
В нижней части программы располагается поле задания формулы, по которой ведется расчет сигнала. Формулу можно вводить с клавиатуры и пользоваться контекстным меню, которое вызывается нажатием правой кнопки «мыши» по полю.



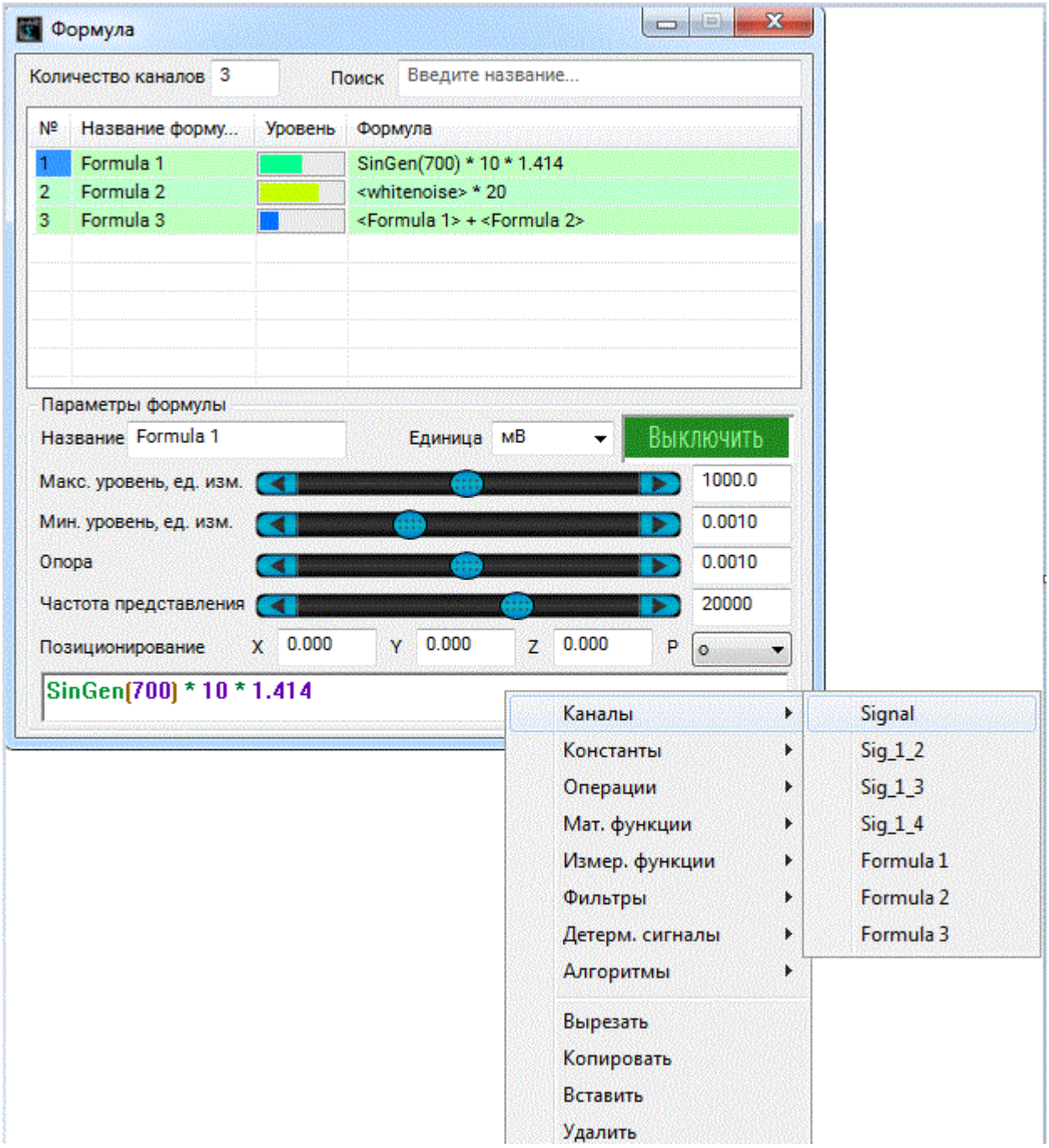
Контекстное меню поля создания формулы содержит следующие пункты:

Каналы .....

В меню «Каналы» отображаются доступные каналы. На рисунках ниже приведен пример списка каналов в программе Время ZETSERVER и в контекстном меню Формулы.



Список каналов ZET-сервера



Список каналов в программе "Формула"

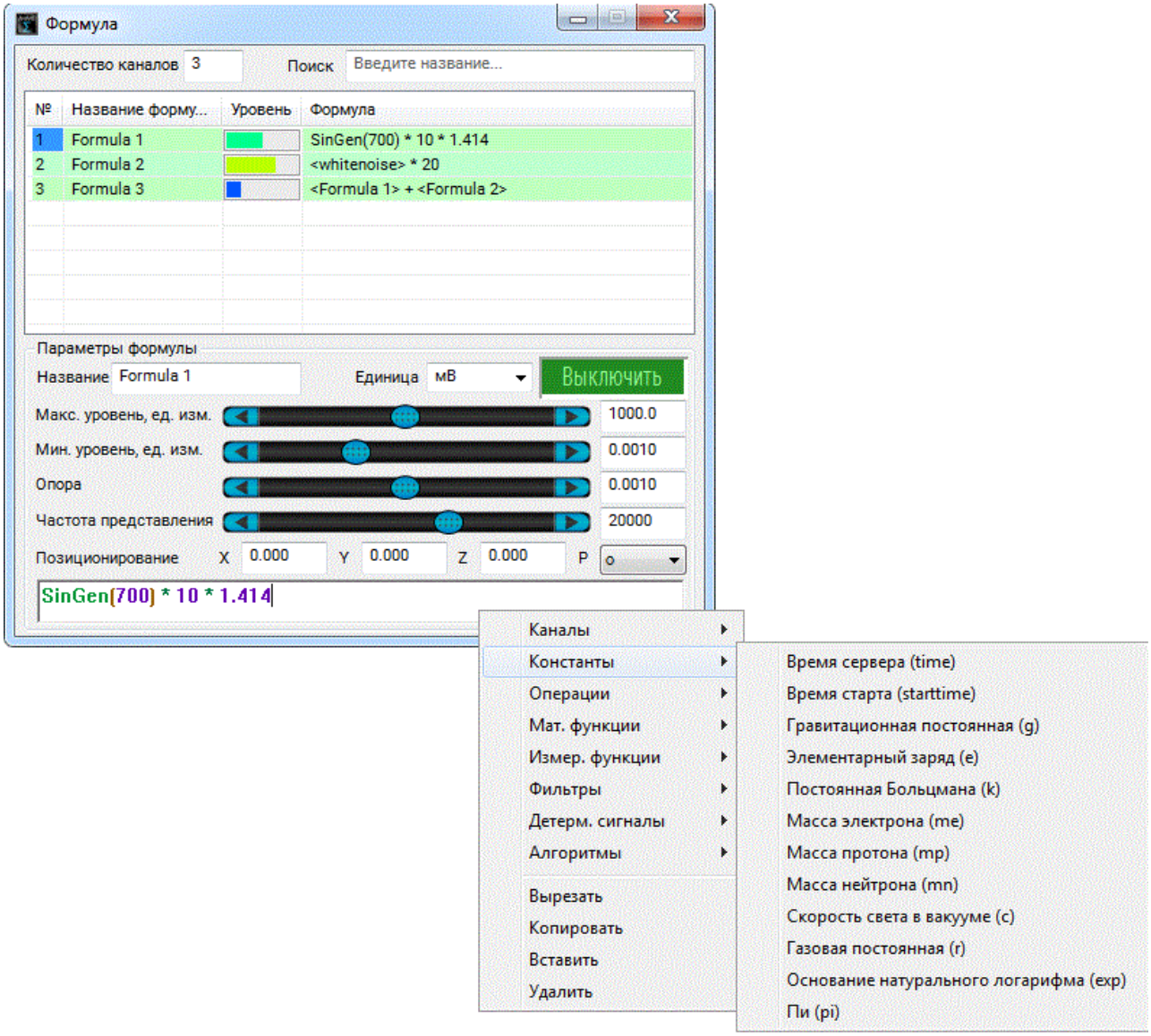
При выборе канала, его название отображается в строке формулы в угловых скобках. Если к компьютеру подключены несколько устройств ZET и частоты дискретизации по ним различны, то по каналам с меньшими частотами дискретизации производиться кусочно-линейная интерполяция и повышение частоты дискретизации до наибольшей в системе.

На некоторых устройствах ZET установлена одна микросхема АЦП, делающая поочередную выборку между каналами, что вызывает фазовые задержки. Программа Формула синхронизует такие каналы в фоновом режиме.

Промежуточные результаты вычислений являются так же каналами, но они не отображаются в системе ZETLAB. Т.е. в функциях, которые требуют в качестве аргумента канал, возможно использование выражения в качестве этого аргумента.

Константы .....

Для удобства пользователя в программе *Формула* доступны некоторые математические и физические константы.



Формула: константы

В таблице ниже приведены значения констант.

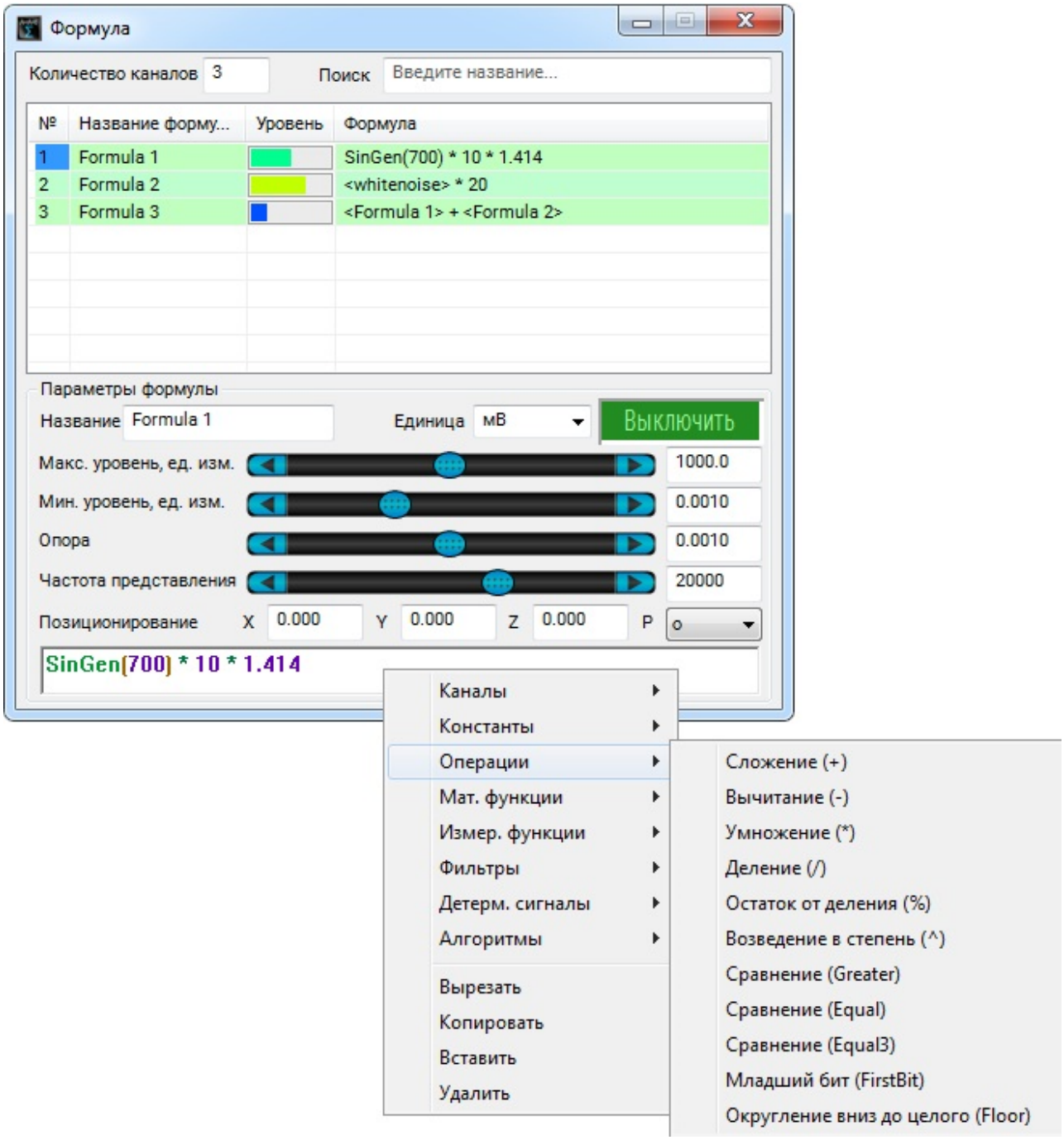
Название в меню	Отображение в строке формулы	Название	Значение	Ед. изм.
Время ZETServer (time)	<time>	Время ZETServer	Время ZETServer	с
Время старта (starttime)	<starttime>	время запуска программы Формула		с

Гравитационная постоянная (g)	<g>	гравитационная постоянная	6.67Ч10^{-11}	м^3/(кг·с^2)
Элементарный заряд (e)	<e>	элементарный заряд	1.602Ч10^{-19}	Кл
Постоянная Больцмана (K)	<k>	постоянная Больцмана	1.380Ч10^{-23}	Дж/К
Масса электроны (me)	< me >	масса электрона	9.10938291(40) Ч10^{-31}	кг
Масса протона (mp)	<mp>	масса протона	1.672621777(74) Ч10^{-27}	кг
Масса нейтрона (mn)	<mn>	масса нейтрона	1.674927351(74) Ч10^{-27}	кг
Скорость света в вакууме (c)	<c>	скорость света в вакууме	299 792 458	м/с
Газовая постоянная (R)	<r>	газовая постоянная	8.314	Дж/(К·моль)
Основание натурального логарифма (exp)	<exp>	постоянная Эйлера	2.718…	
ПИ (pi)	<pi>	число ПИ	3.14….	

В строке формулы константы отображаются в угловых скобках сиреневым цветом.

Операции .....

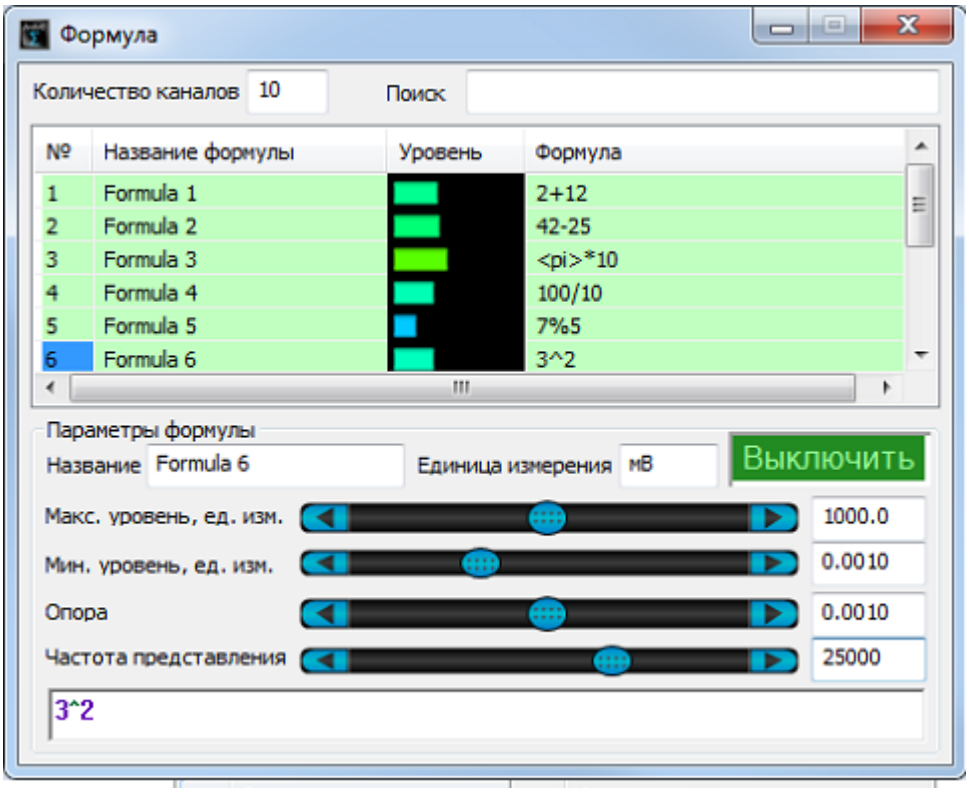
На рисунке ниже представлено меню «Операции» программы Формула.



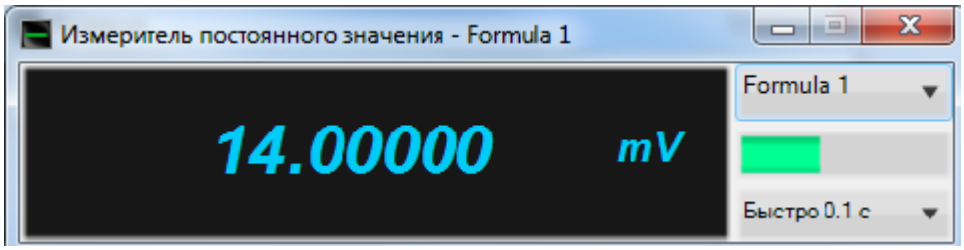
Формула: операции

«Сложение (+)» – сложение каналов. констант, результатов вычисления выражений.
«Вычитание (–)» – разность каналов, констант, результатов вычисления выражений.
«Умножение (*)» – произведение каналов, констант, результатов вычисления выражений.
«Деление (/)» – частное каналов, констант, результатов вычисления выражений.
«Остаток от деления (%)» – остаток от деления каналов, констант, результатов вычисления выражений.
«Возведение в степень (^)» – возведение в степень каналов, констант, результатов вычисления выражений.
«***Инверсия (!)***», «***Модуль (\)***», «***Сравнение (Greater)***», «***Сравнение (Equal)***», «***Сравнение (Equal3)***», «***Младший бит (FirstBit)***» — описаны ниже в примерах.

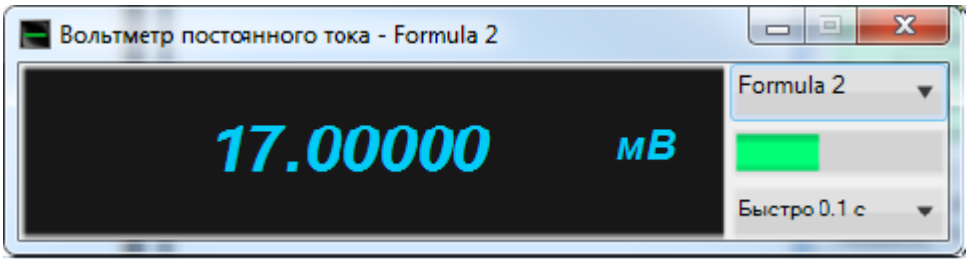
На рисунках ниже показана работа основных математических операций «+», «-», «*», «/», «%» и «^». Для наглядности работа производится с числами (константами), однако данные операции могут применяться к каналам (используются мгновенные значения сигналов) и результатам вычисления выражений. Значения по каналам программы Формула измеряются вольтметрами постоянного тока, т.к. в данном примере результатом вычисления математического выражения является константа.



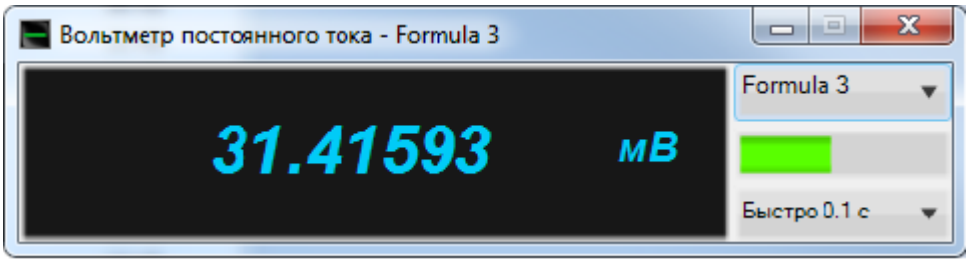
Формула: операции «+», «-», «», «/», «%» и «^»*



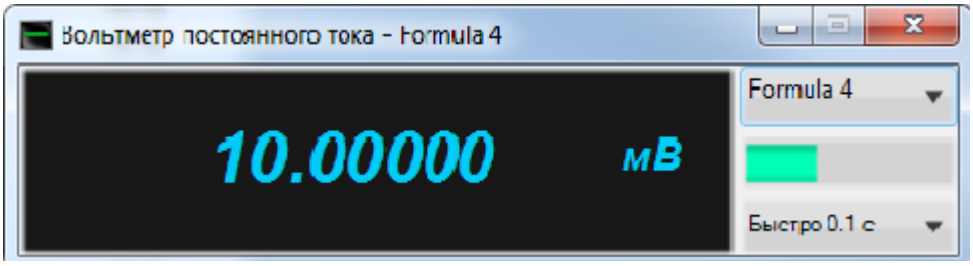
Результат работы операции "+"



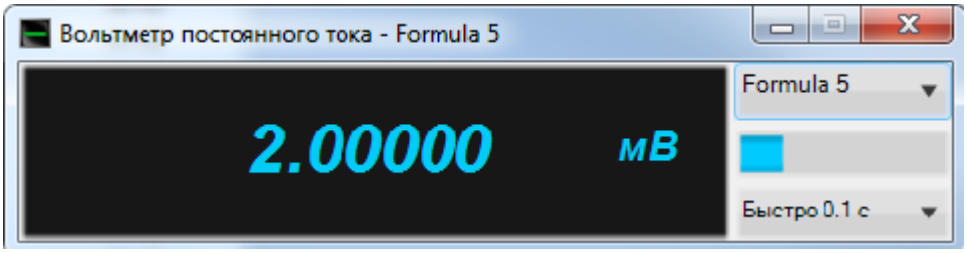
Результат работы операции "-"



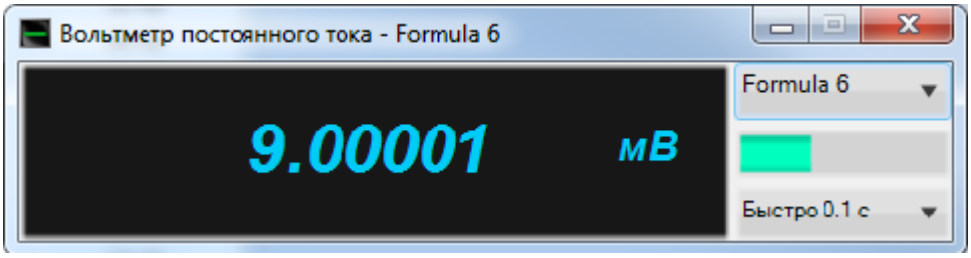
Результат работы операции ""*



Результат работы операции "/"



Результат работы операции "%"

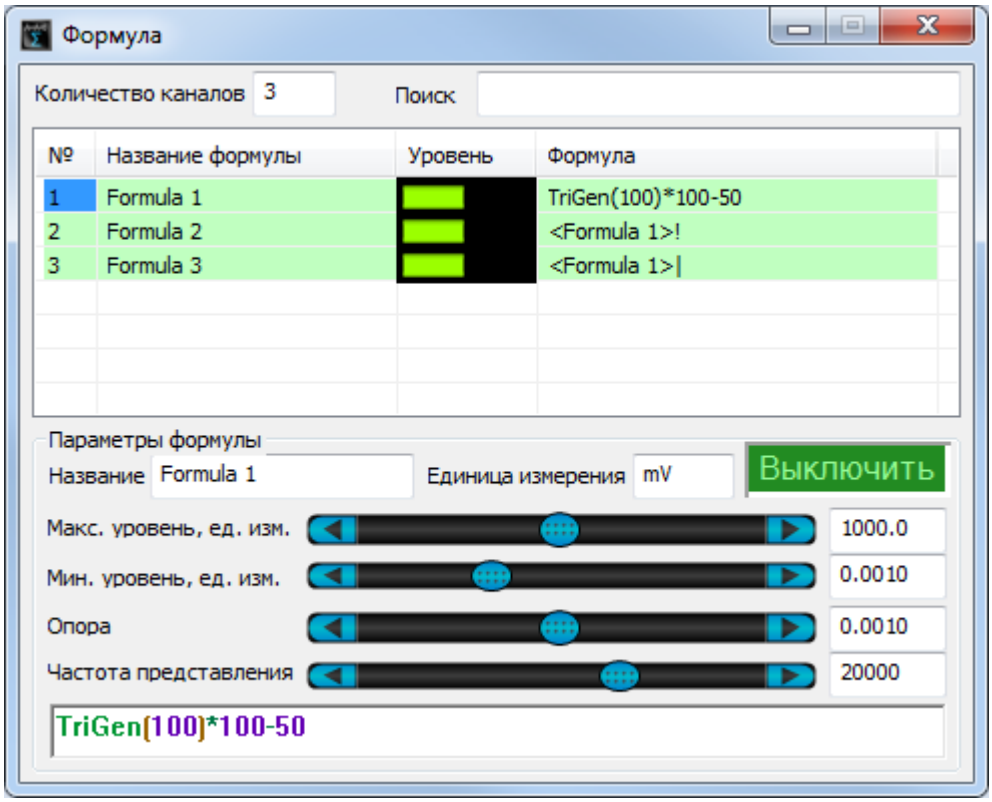


Результат работы операции "^"

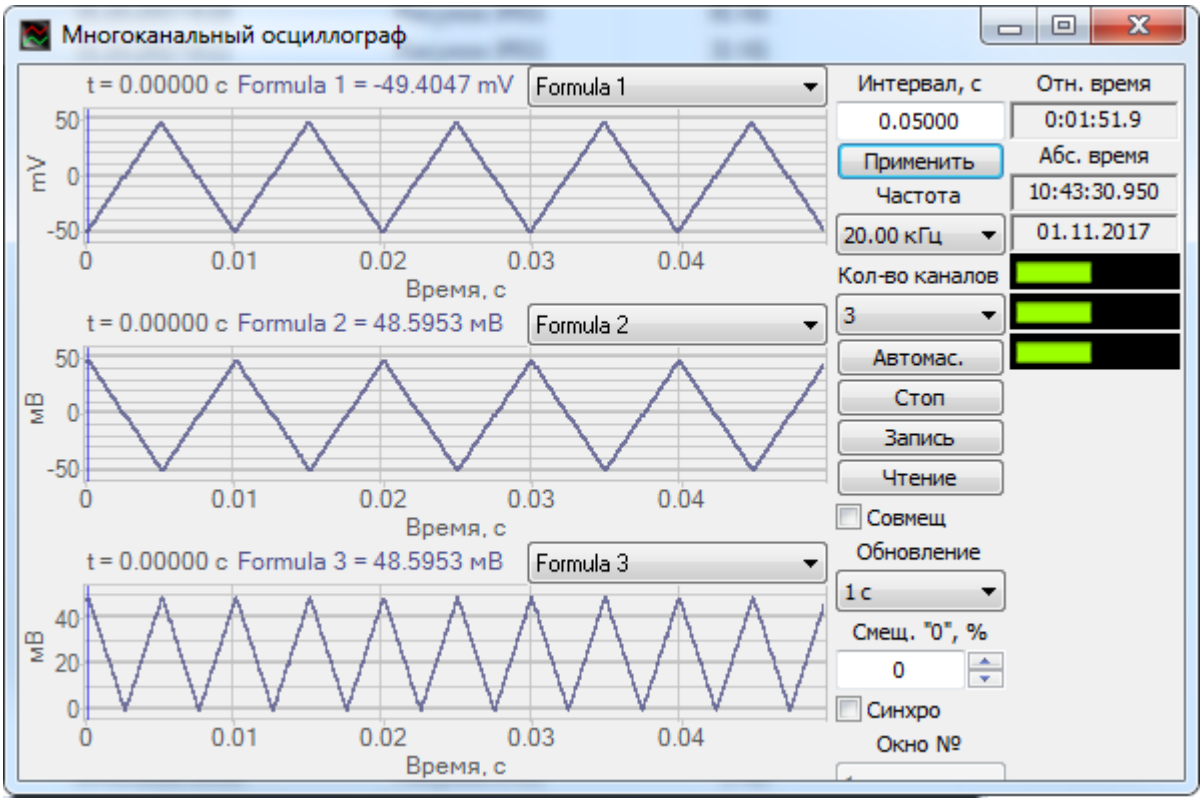
«Инверсия (!)» – унарный постфиксный оператор инверсии, равносилен умножению на (-1).

«Модуль (|)» – унарный постфиксный оператор модуля: устанавливает положительный знак для всех значений.

В примере на рисунке ниже продемонстрирована работа операторов инверсии и модуля. В качестве основы взята функция TriGen (пилообразный сигнал). На осциллографе отображены исходный сигнал (Formula 1), инверсный сигнал (Formula 2) и сигнал, взятый по модулю (Formula 3).



Формула: операции "!" и "|"



Результат работы операций "!" и "|"

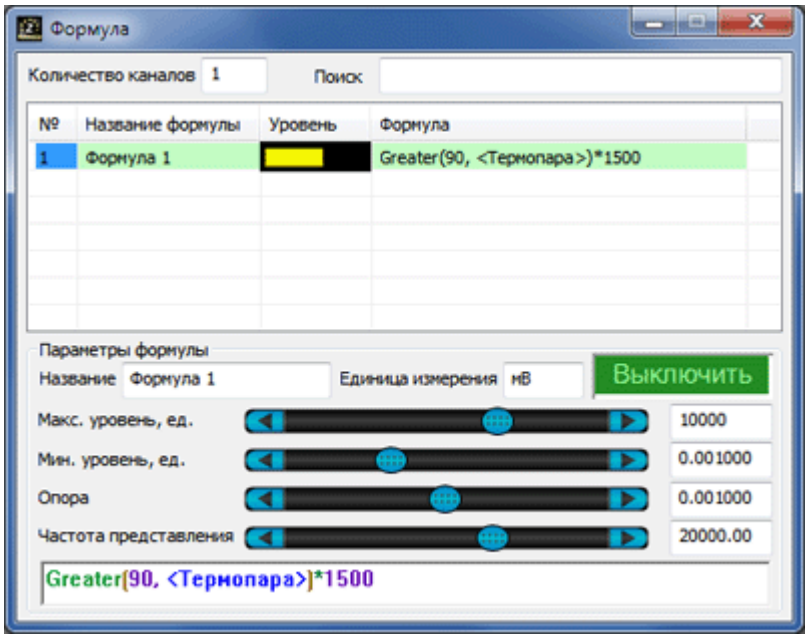
Greater (a1, a2) – операция сравнения, возвращает единицу, если значение первого операнда больше значения второго, иначе возвращает ноль.

Equal (a1, a2, const) – операция сравнения на равенство, если разница между значениями первого и второго операндов по модулю меньше значения const, возвращается единица, иначе — ноль.

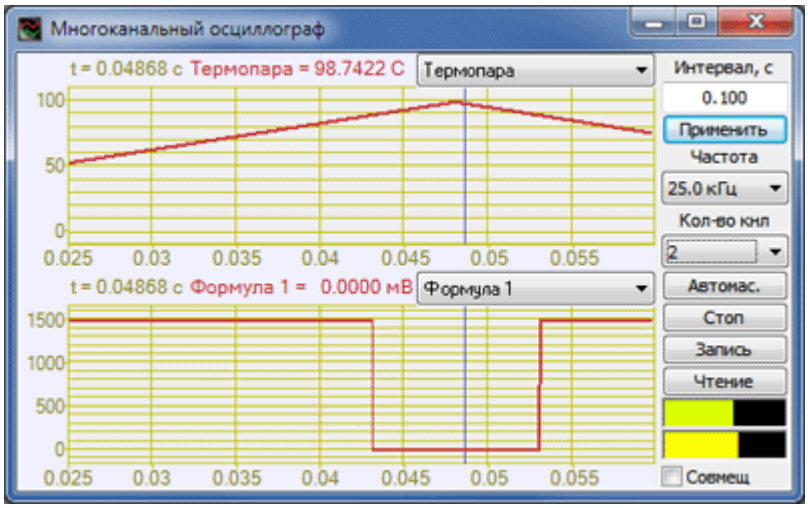
Equal3 (a1, a2, const) – операция сравнения на равенство, если разница между значениями первого и второго операндов больше значения const, возвращается единица, меньше -const — минус единица, иначе – ноль.

Операции *Greter, Equal, Equal3* удобны для написания функций порогового обнаружения и создания различных регуляторов. В качестве операндов могут использоваться каналы (операции производятся с мгновенными значениями сигналов), константы и выражения (операции производятся с результатами вычисления).

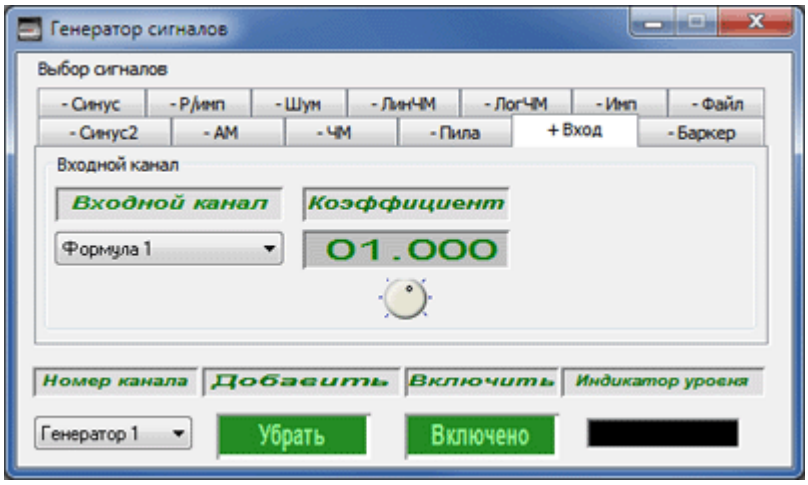
В примере на рисунке ниже продемонстрирована работа функции *Greater*. Значения сигнала «Канал 1» равны 1,5 В, если показания датчика «Термопара1» меньше 90. Можно организовать систему поддержания постоянной температуры, если к выходу ЦАП подключить реле, управляющее током на нагревательном элементе, и запустить программу **Генератор сигналов**, настроенную на генерацию сигнала «Канал 1».



Формула: операция "Greater"

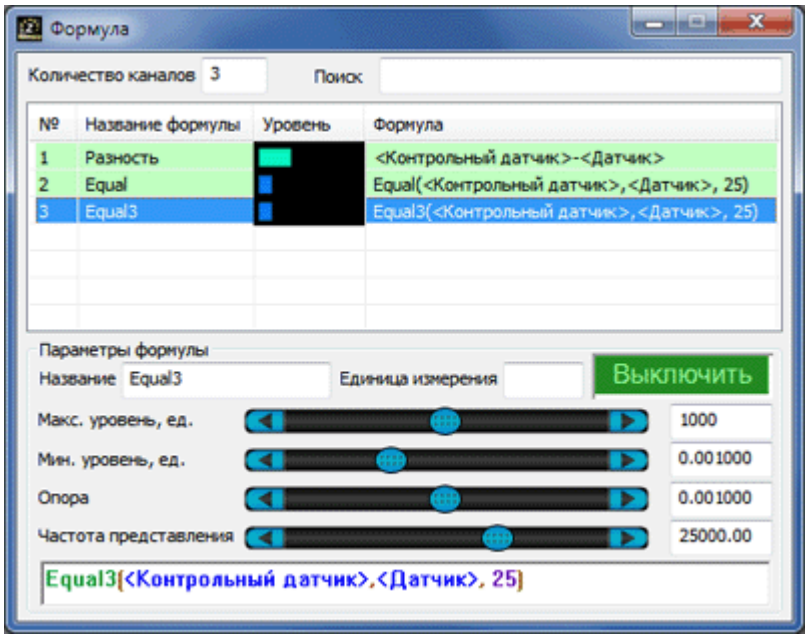


Результат работы операции "Greater"

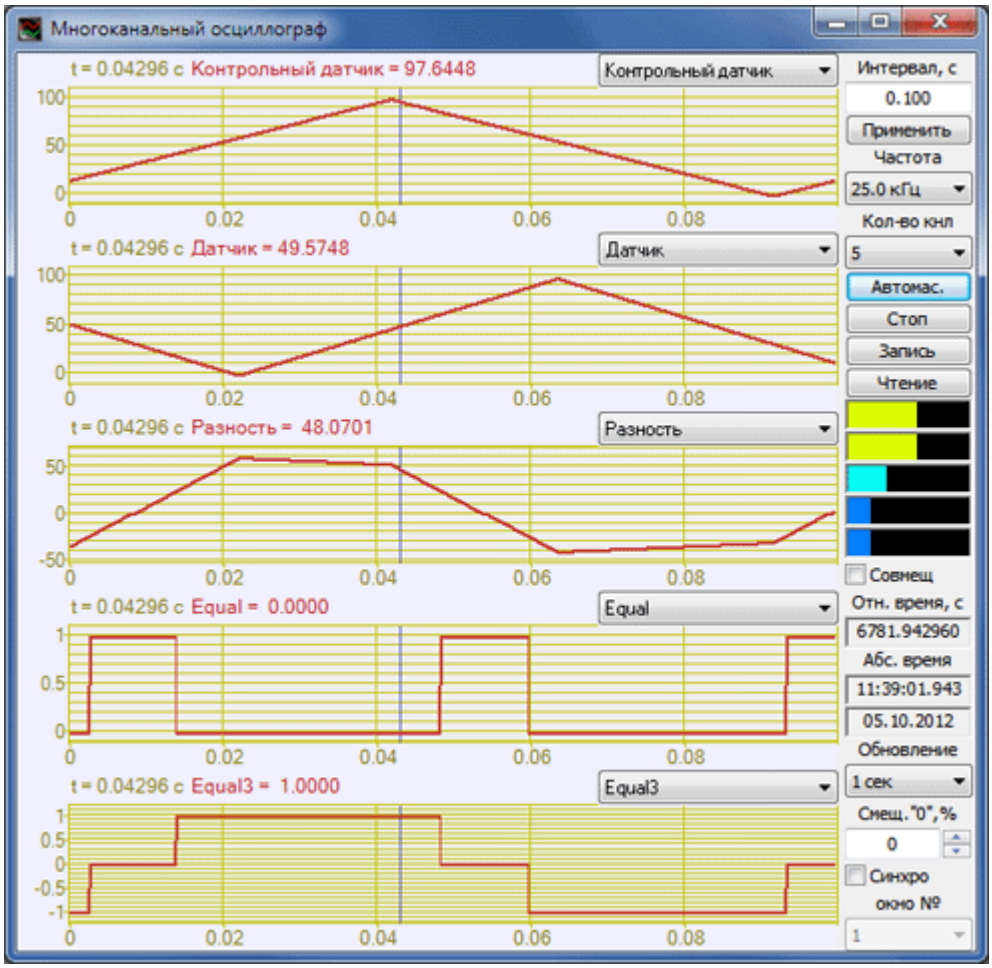


Использование результатов работы формулы для управления генератором

На рисунке ниже показан пример программы Формула, демонстрирующий работу операций Equal и Equal3. Для удобства демонстрации создано 3 канала. Первый канал «Разность» — рассчитывает разность между мгновенными значениями по измерительным каналам «Контрольный датчик» и «Датчик». Второй канал — результат операции Equal, третий канал – результат операции Equal3.



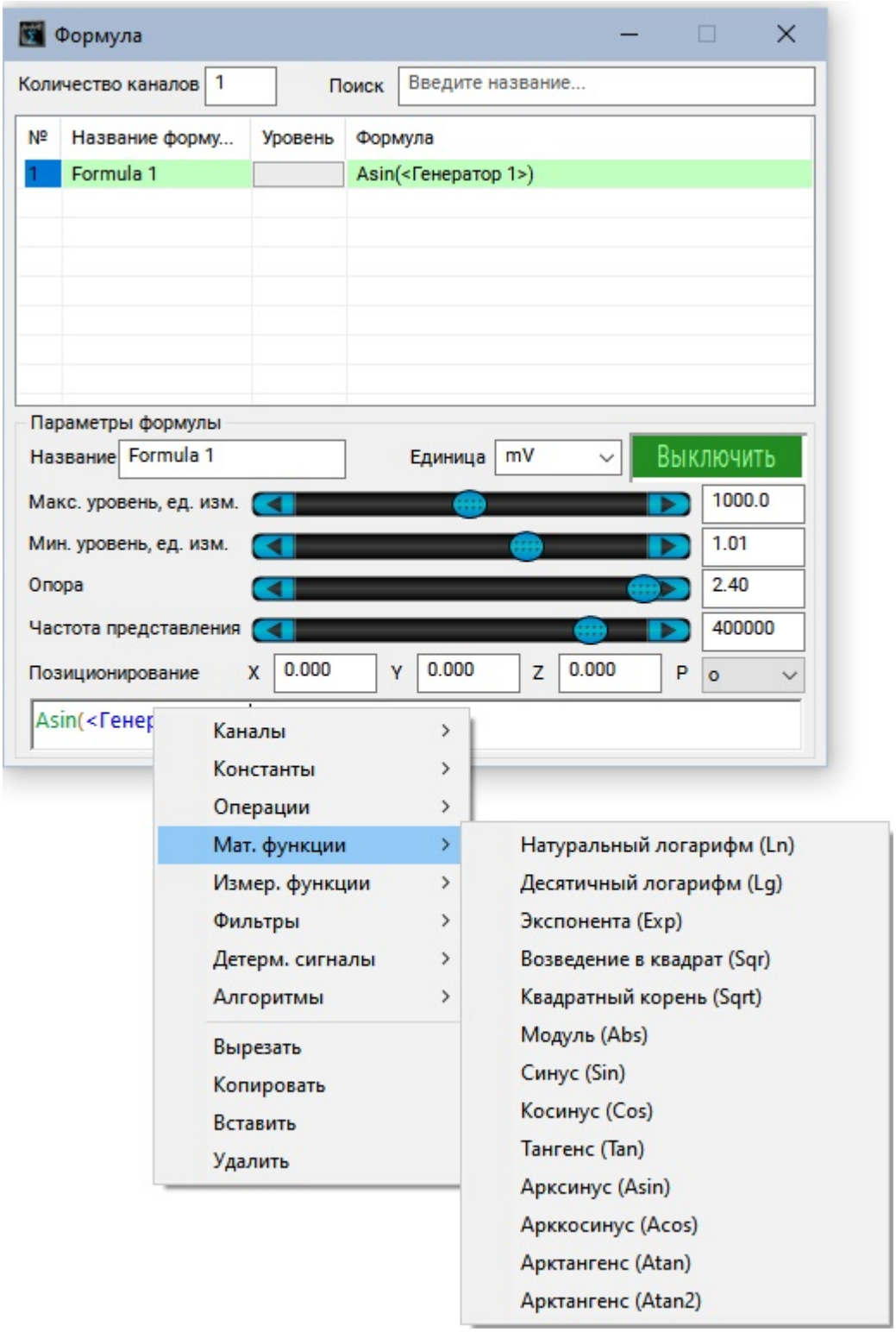
Формула: операции "Equal" и "Equal3"



Результат работы операций "Equal" и "Equal3"

Математические функции .....

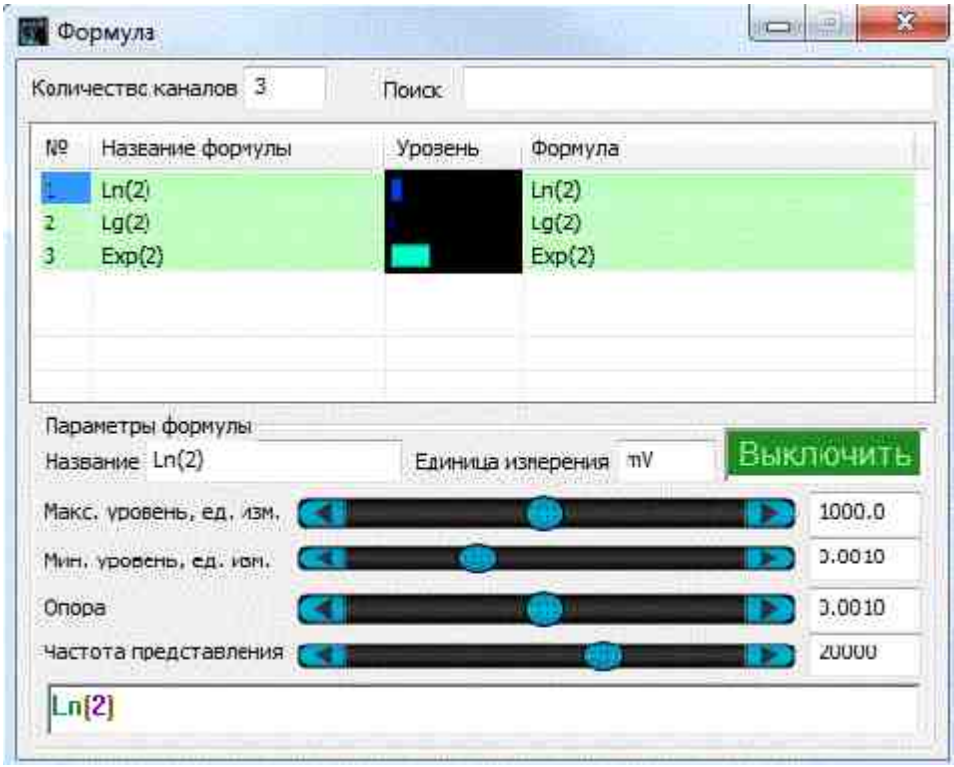
Математические функции предназначены для произведения математических операций – вычисление логарифмов, возведения в степень и т.д. В качестве аргумента математических функций могут использоваться каналы (операции производятся над мгновенными значениями сигналов), константы и выражения.



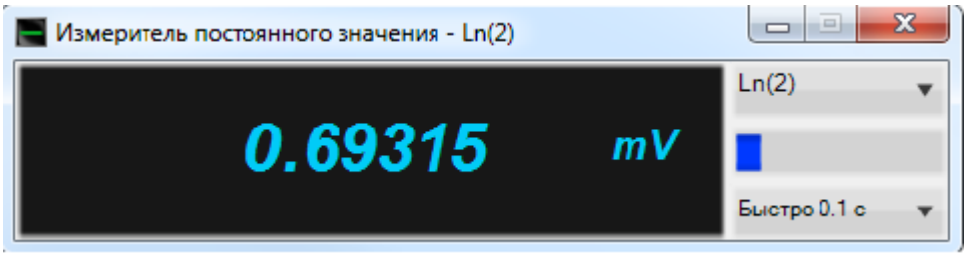
Формула: математические функции

Натуральный логарифм (Ln) – вычисление натурального логарифма аргумента (константа, канал, выражение).
Десятичный логарифм (Lg) – вычисление десятичного логарифма аргумента (константа, канал, выражение).
Экспонента (Exp) – вычисление экспоненты аргумента (константа, канал, выражение).

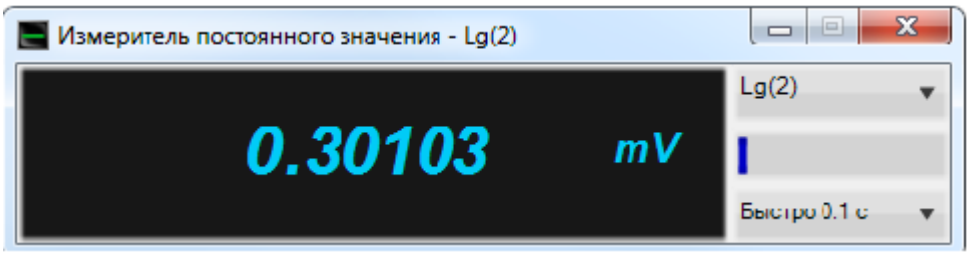
На рисунке ниже приведен пример вычисления натурального и десятичного логарифмов и экспоненты. Для наглядности работа производится с числами (константами), однако данные операции могут применяться к каналам (используются мгновенные значения сигналов) и результатам вычисления выражений. Значения по каналам программы Формула измеряются вольтметрами постоянного тока, т.к. в данном примере результатом вычисления математического выражения является константа.



Формула: мат. функции "Ln", "Lg" и "Exp"



Результат работы мат. функции "Ln"

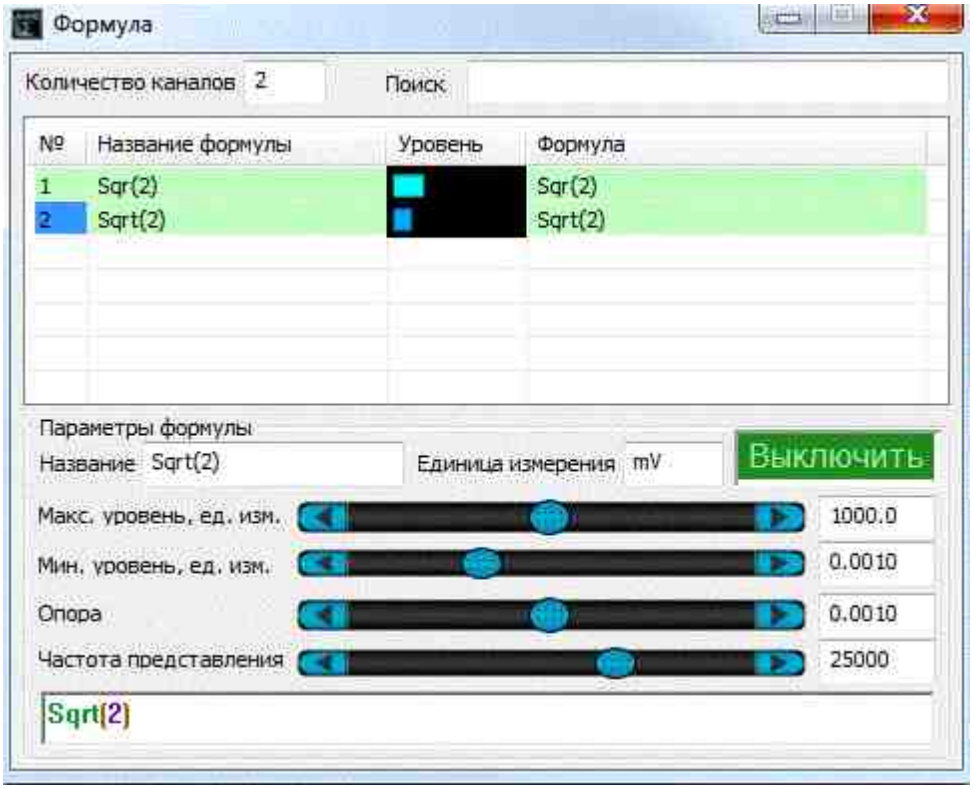


Результат работы мат. функции "Lg"

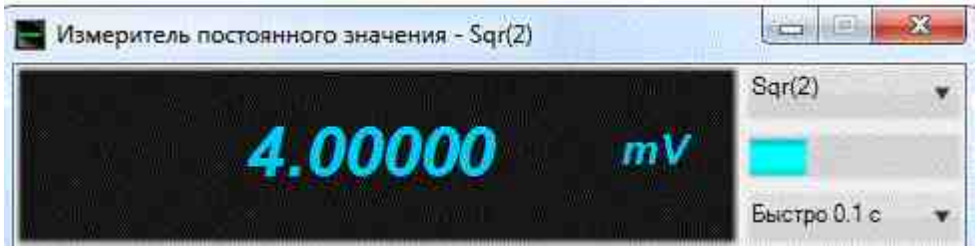


Результат работы математической функции "Exp"

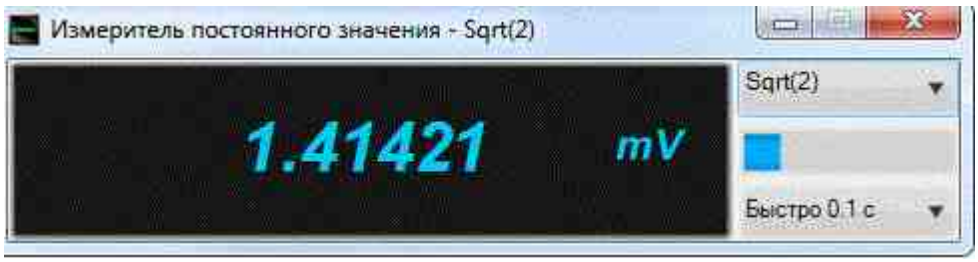
Возведение в квадрат (Sqr) – вычисление квадрата аргумента.
Квадратный корень (Sqrt) – вычисление квадратного корня аргумента.
На рисунке ниже приведен пример возведения в квадрат и вычисления квадратного корня. Для наглядности работа производится с числами (константами), однако данные операции могут применяться к каналам (используются мгновенные значения сигналов) и результатам вычисления выражений. Значения по каналам программы Формула измеряются вольтметрами постоянного тока, т.к. в данном примере результатом вычисления математического выражения является константа.



Формула: команды "Sqr" и "Sqrt"

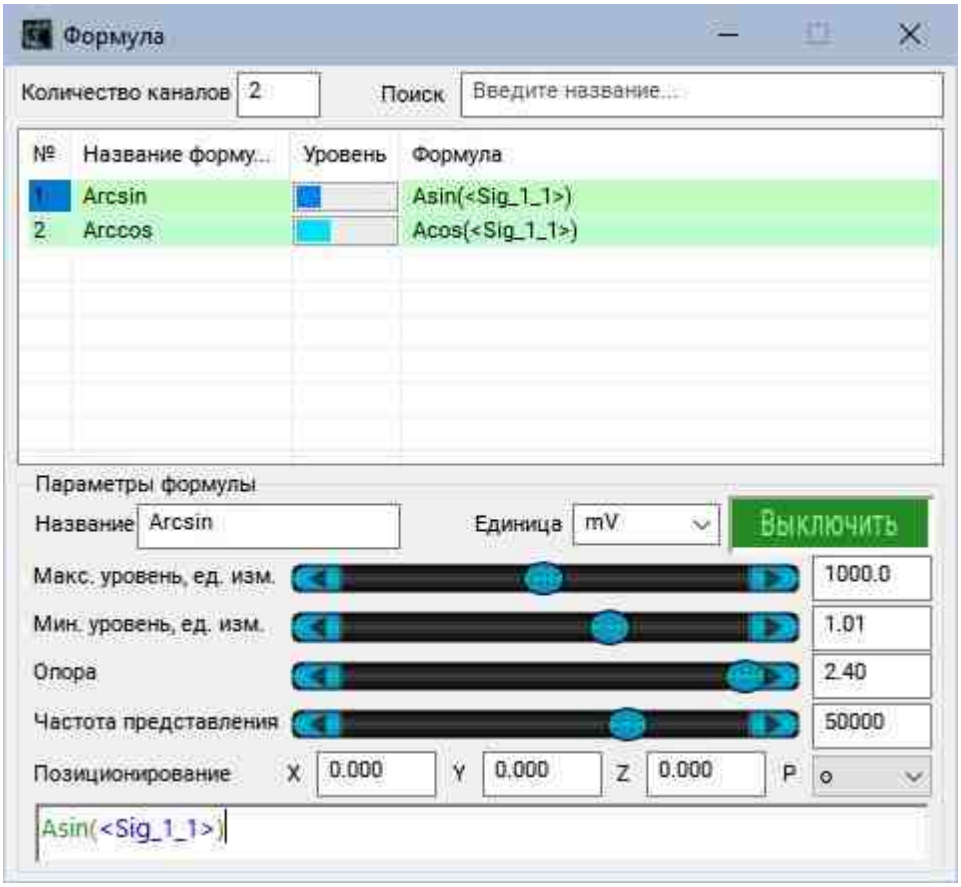


Результат работы команды "Sqr"

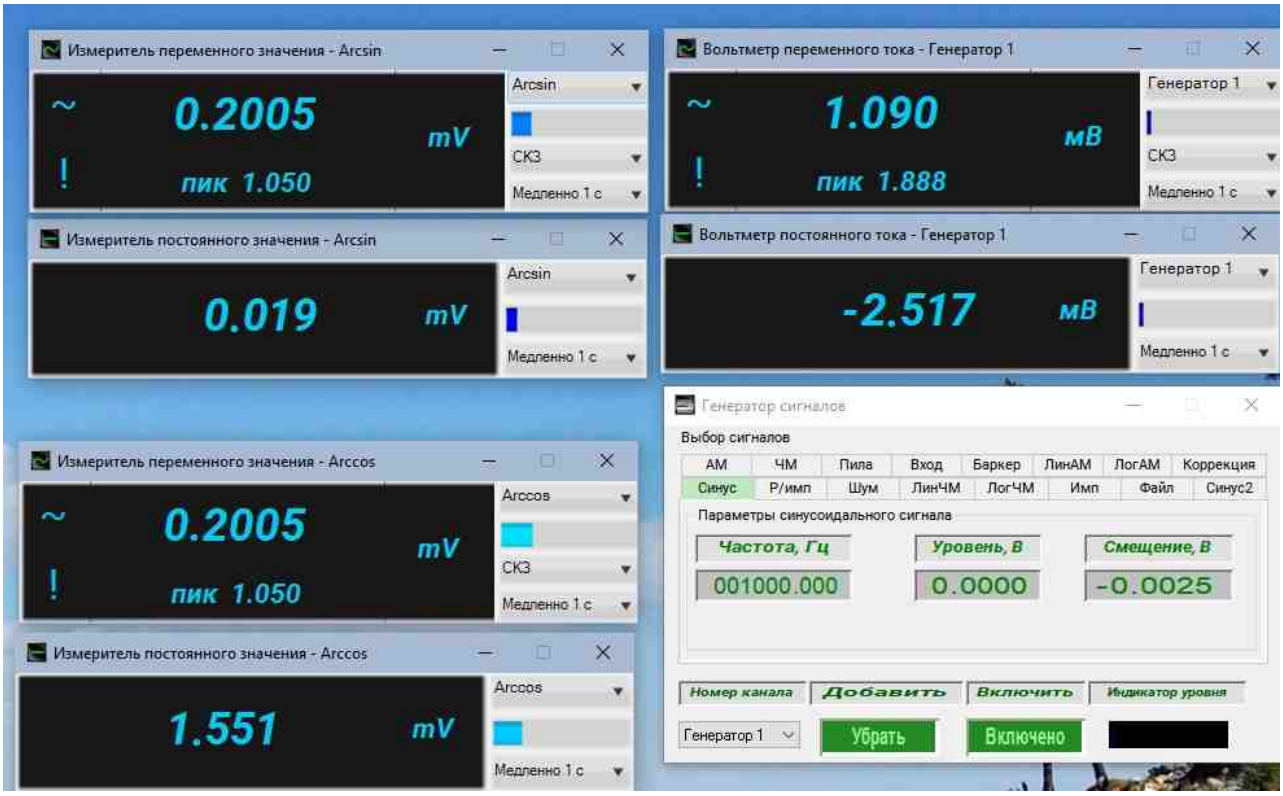


Синус (Sin) – вычисление синуса аргумента (задается в радианах).
Косинус (Cos) – вычисление косинуса аргумента (задается в радианах).

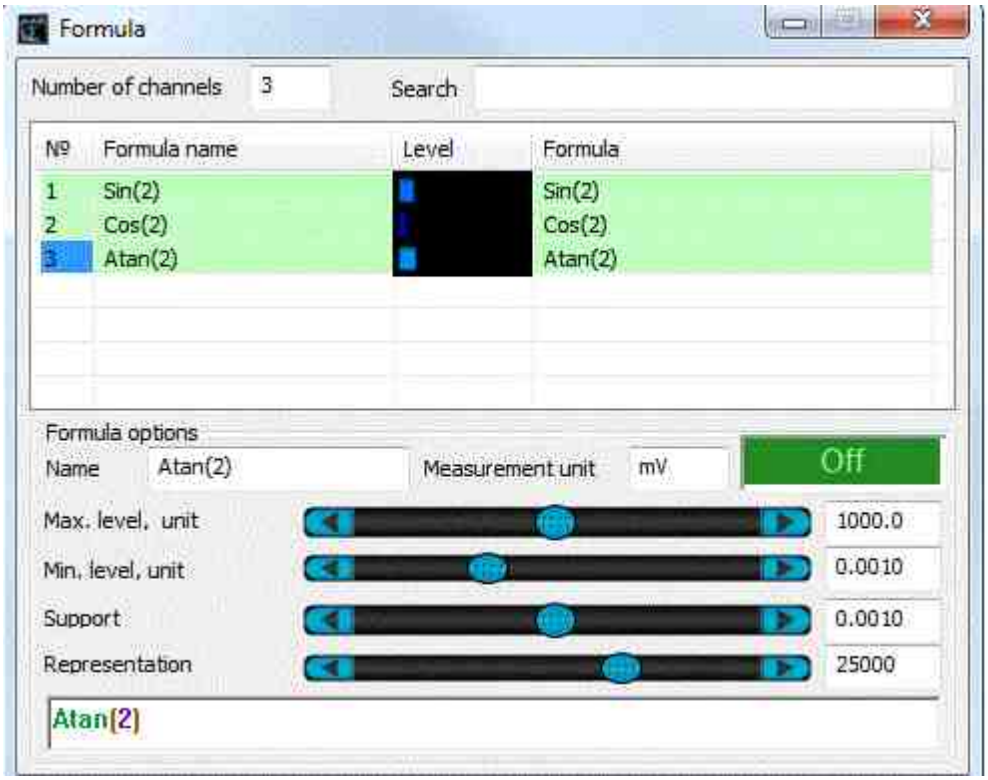
Арксинус (ASin) – вычисление арксинуса аргумента (результат получается в радианах). Входное значение может быть **arccos x: −1 ≤ x ≤ 1.**
Арккосинус (ACos) – вычисление арккосинуса аргумента (результат получается в радианах). Входное значение может быть **arcsin x: −1 ≤ x ≤ 1.**



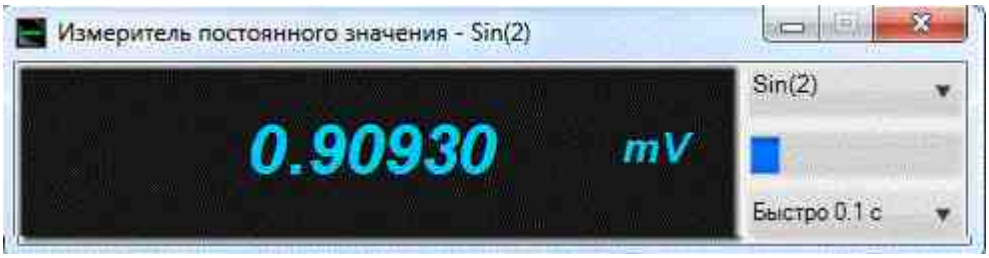
Формула: параметры "Asin", "Acos"



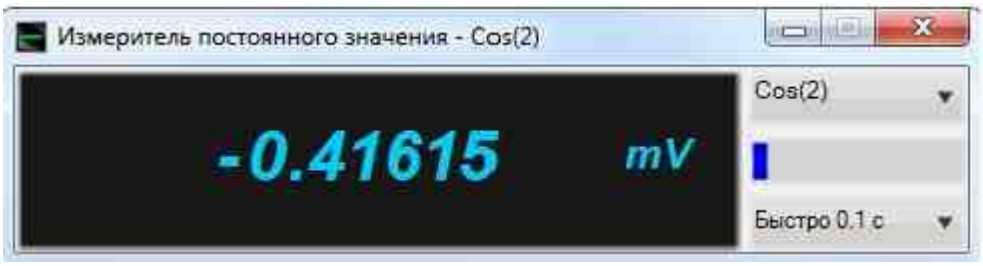
Тангенс (Tan) – вычисление тангенса аргумента (задается в радианах).
Арктангенс (Atan) – вычисление арктангенса аргумента (задается в радианах).
На рисунке ниже приведен пример, в котором в программе Формула вычисляются синус, косинус и тангенс. Для наглядности работа производится с числами (константами), однако данные операции могут применяться к каналам (используются мгновенные значения сигналов) и результатам вычисления выражений. Значения по каналам программы Формула измеряются вольтметрами постоянного тока, т.к. в данном примере результатом вычисления математического выражения является константа.



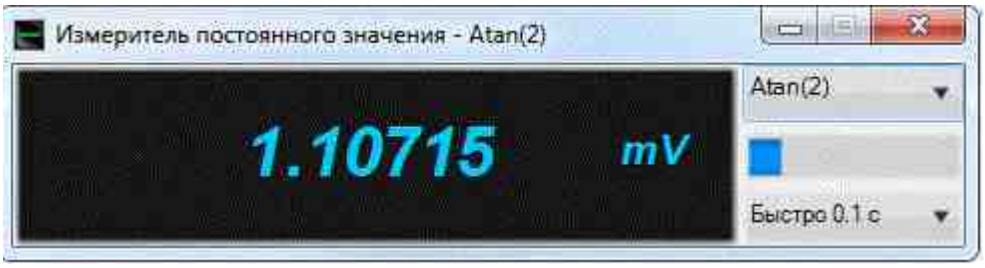
Формула: параметры "Sin", "Cos", "Atan"



Результат вычисления функции "Sin"



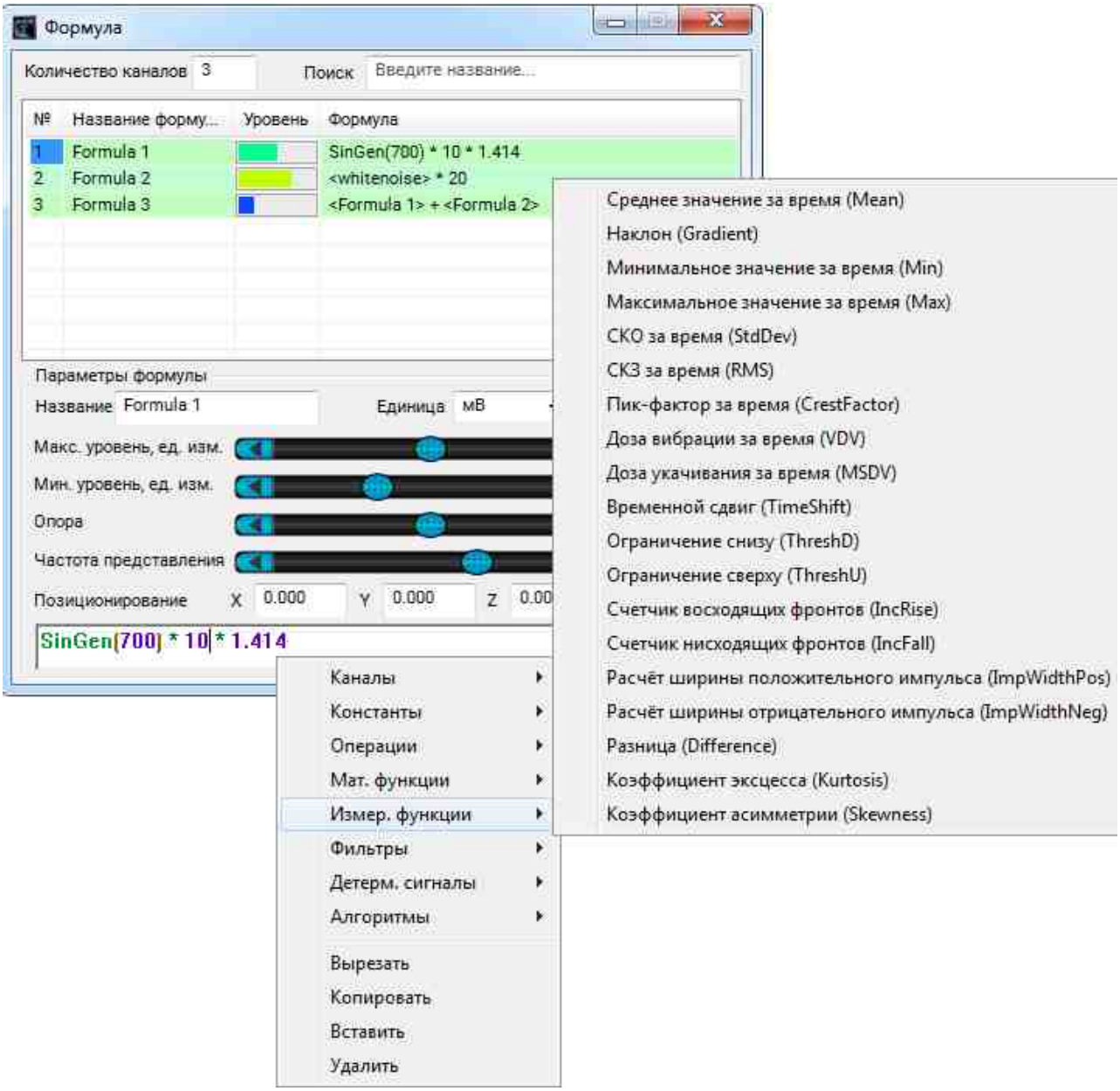
Результат вычисления функции "Cos"



Результат вычисления функции "Atan"

Измерительные функции .....

Измерительные функции предназначена для измерения различных параметров сигналов. Как и для других функций программы Формула, аргументы могут быть заданы в виде выражения.

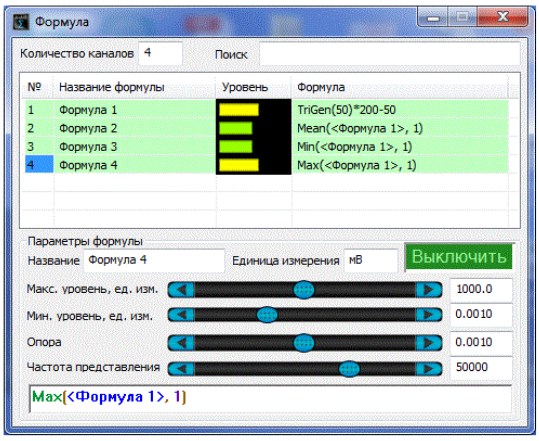


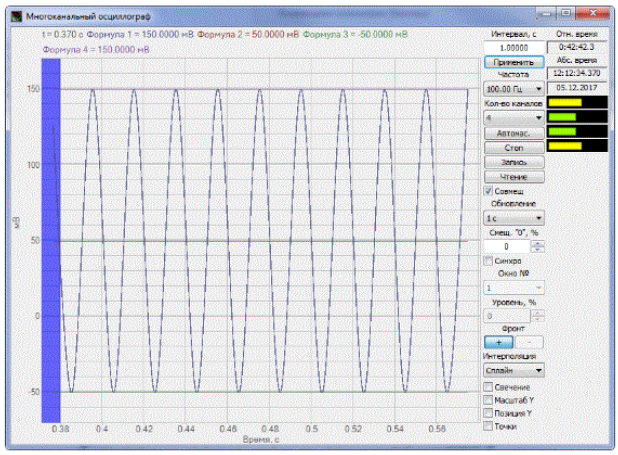
Формула: измерительные функции

Mean (<канал>, t) – находит среднее значения по каналу за t предшествующих секунд.
Gradient (<канал>, t) — по методу наименьших квадратов, рассчитывает коэффициент k, определяющий наклон сигнала за время t.
Min (<канал>, t) – находит минимальное значение по каналу за t предшествующих секунд.
Max (<канал>, t) – находит максимальное значение по каналу за t предшествующих секунд.

Эти функции являются по своей сути фильтрами, АЧХ которых выглядит подобно функции sin(x)/x, где x – величина, обратная введенному временному промежутку. Для значений временного интервала выше 0.1 с, эти значения округляются с точностью 0.1 с до ближайшего большего, с целью ускорения работы и экономии памяти программой.

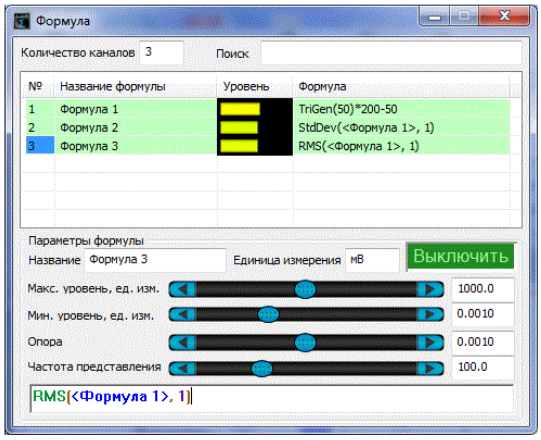
На рисунке ниже продемонстрировано вычисление минимального, максимального и среднего значений по каналу. В качестве анализируемого задан сигнал треугольной формы. Результаты вычисления отображаются на осциллографе в режиме совмещения:

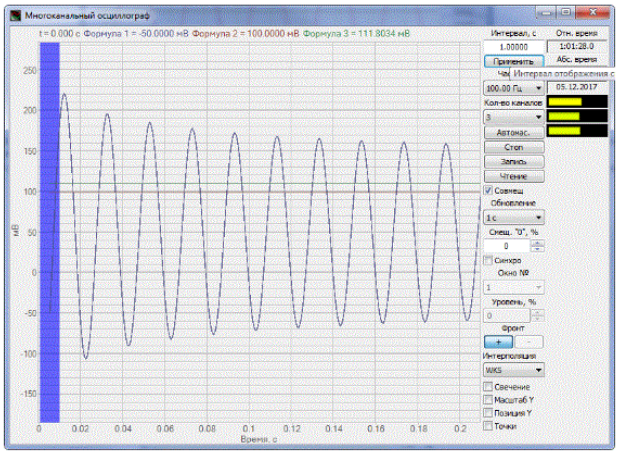




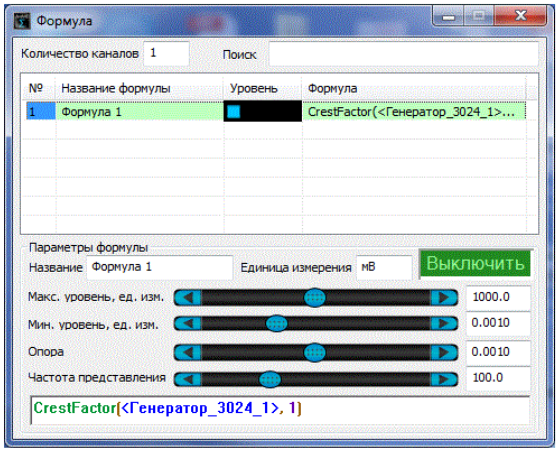
StdDev (<канал>, t) – нахождение стандартного отклонения от мат. ожидания (квадратного корня из дисперсии) по каналу за t предшествующих секунд. Для периодических сигналов по сути является вольтметром переменного тока.
RMS (<канал>, t) – среднеквадратичный уровень сигнала в течение времени t.

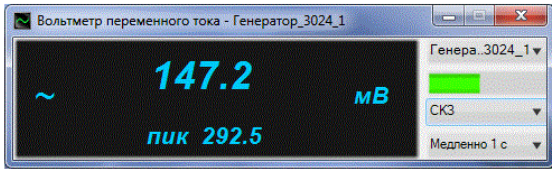
На рисунке ниже представлен результат работы функций StdDev и RMS, в качестве аргумента используется сигнал одной и той же амплитуды, но имеющий различный уровень постоянной составляющей.

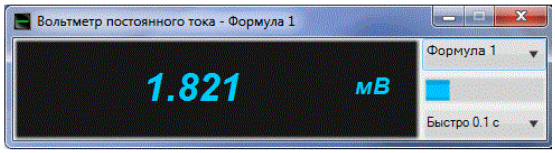




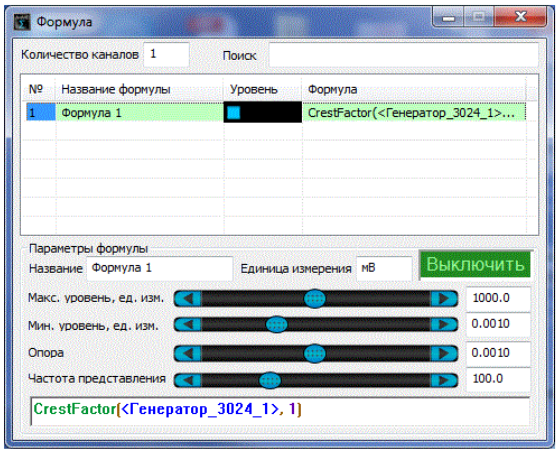
CrestFactor (<канал>, t) – пик фактор, рассчитывает отношение амплитудного значения (пик) сигнала к среднеквадратичному с усреднением за t предшествующих секунд.
На рисунке ниже представлен результат работы функции CrestFactor, в качестве аргумента используется синусоидальный сигнал, параметры которого (СКЗ и пик) измеряются вольтметром переменного тока. Результат работы функции CrestFactor отображается вольтметром постоянного тока.

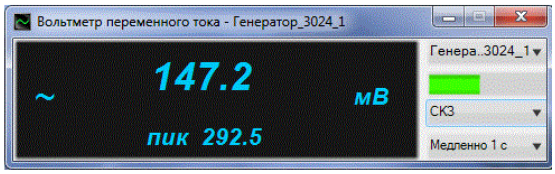


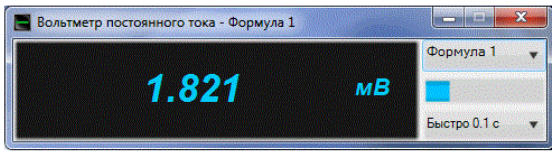




CrestFactor (<канал>, t) – пик фактор, рассчитывает отношение амплитудного значения (пик) сигнала к среднеквадратичному с усреднением за t предшествующих секунд.
На рисунке ниже представлен результат работы функции CrestFactor, в качестве аргумента используется синусоидальный сигнал, параметры которого (СКЗ и пик) измеряются вольтметром переменного тока. Результат работы функции CrestFactor отображается вольтметром постоянного тока.







VDV (<канал>, t) – доза вибрации за время t.
MSDV (<канал>, t) – доза укачивания за время t.
Пик-фактор (CrestFactor), доза вибрации (VDV) и доза укачивания (MSDV) являются параметрами корректированного ускорения и выполнены по ГОСТ ИСО 8041-2006: среднеквадратичное значение корректированного ускорения aw: Усредненная по времени поступательная или угловая вибрация, определяемая формулой:

$$a_w = \left(\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(\xi) d\xi \right)^{1/2},$$

aw(ξ) — текущее значение корректированного ускорения (поступательного или углового) как функция времени ξ;
• T — период измерений.
уровень корректированного ускорения Lw: Уровень среднеквадратичного значения корректированного ускорения, дБ, определяемый формулой:

$$L_w = 20\lg\frac{a_w}{a_0},$$

aw — среднеквадратичное значение корректированного ускорения, м/с2;

- a0 — опорное значение ускорения, равное 10-6 м/с2.

текущее среднеквадратичное значение корректированного ускорения aw,θ(t):
Среднеквадратичное значение корректированного ускорения в момент времени t, определяемое формулой:

$$a_{w,\theta}(t) = \left(\frac{1}{\theta}\int_{t-\theta}^{t} a_w^2(\xi)d\xi\right)^{1/2},$$

- aw(ξ) — текущее значение корректированного ускорения в момент времени ξ;
- θ — период интегрирования;
- t — текущее время.

Примечание — в качестве аппроксимации линейного усреднения может быть использовано экспоненциальное усреднение, определяемое формулой:

$$a_{w,\tau}(t) = \left(\frac{1}{\tau}\int_{-\infty}^{t} a_w^2(\xi)\exp\left(\frac{\xi - t}{\tau}\right)d\xi\right)^{1/2},$$

- τ — постоянная времени экспоненциального усреднения.

максимальное кратковременное среднеквадратичное значение (корректированного ускорения) MTVV: Максимальное значение текущего среднеквадратичного значения корректированного ускорения для периода интегрирования θ, равного 1 с.
доза укачивания MSDV: Величина, представляющая собой интеграл квадрата корректированного ускорения aw(t), выражаемая в м/с1,5 и определяемая формулой:

$$MSDV = \left(\int_0^{\Phi} a_w^2(\xi)d\xi\right)^{1/2},$$

где Ф — общий период времени, в течение которого наблюдают низкочастотные колебания, вызывающие укачивание (болезнь движения).
Примечания:
1 Доза укачивания может быть получена из среднеквадратичного значения, корректированного ускорения умножением на коэффициент Ф1/2.
2 Если не определено иначе, время воздействия Ф принимают равным периоду измерений T.
доза вибрации VDV: Величина, представляющая собой интеграл четвертой степени корректированного ускорения aw(t), выражаемая в м/с1,75 и определяемая формулой:

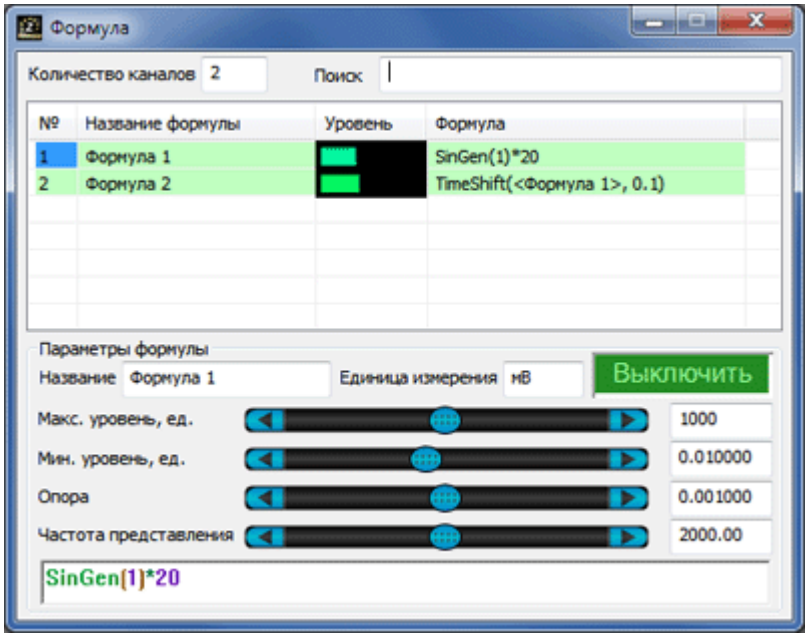
$$VDV = \left(\int_0^{\Phi} a_w^4(t)dt\right)^{1/4},$$

где Ф — общее время воздействия вибрации.

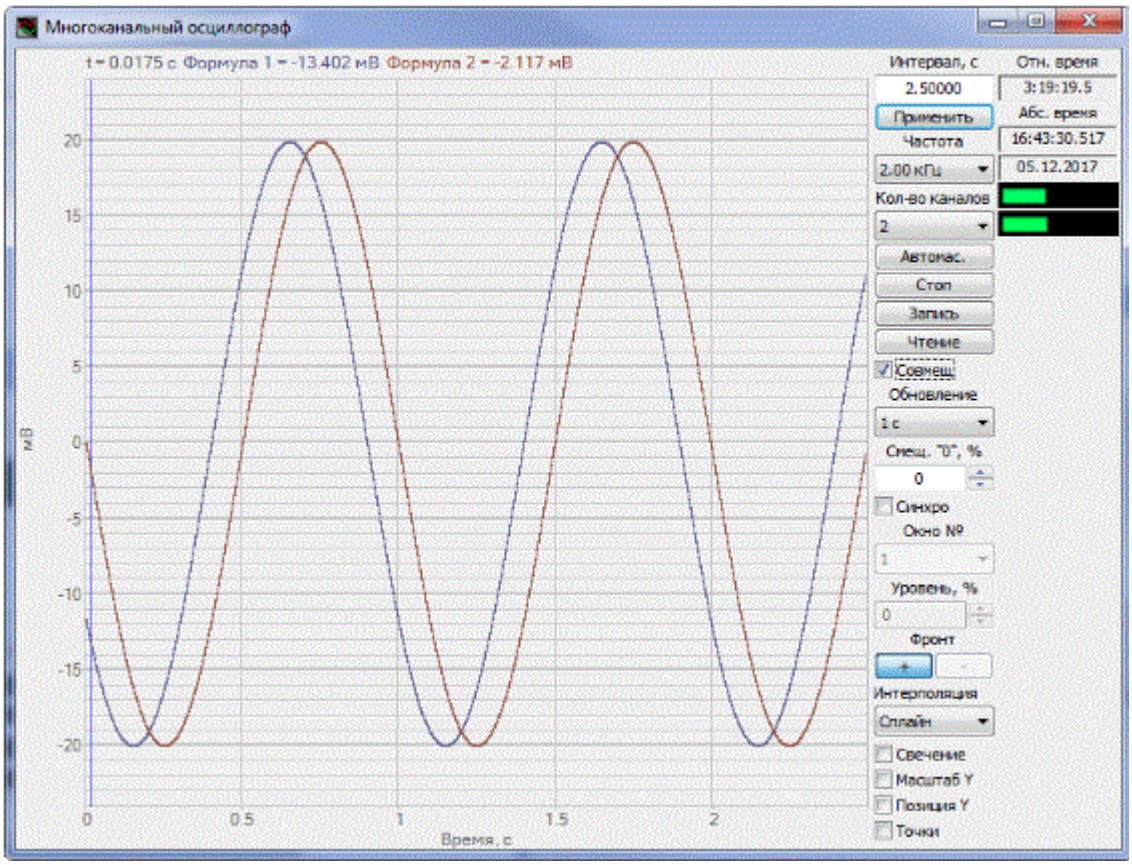
Примечания:
1. Доза вибрации более чувствительна к пиковым значениям ускорения, чем среднеквадратичное значение.
2. Если не определено иначе, время воздействия Ф принимают равным периоду измерений T.

TimeShift (<канал>, t) – сдвиг во времени значений по каналу, на заданное количество секунд.

На рисунке ниже продемонстрирована работа функции TimeShift. В качестве исходного сигнала задана функция SinGen (Формула 1). Сдвиг по времени осуществляется на 0.1 с (Формула 2).

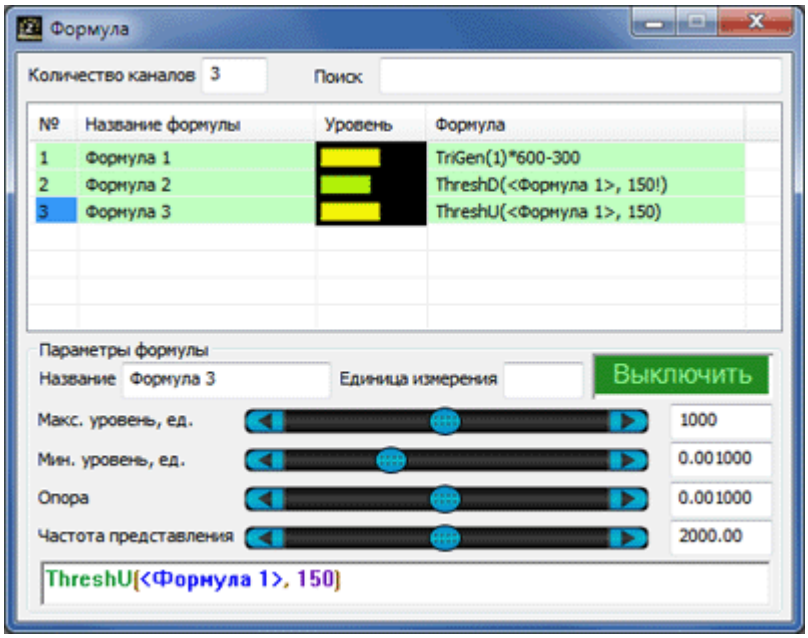


Формула: функция "TimeShift"



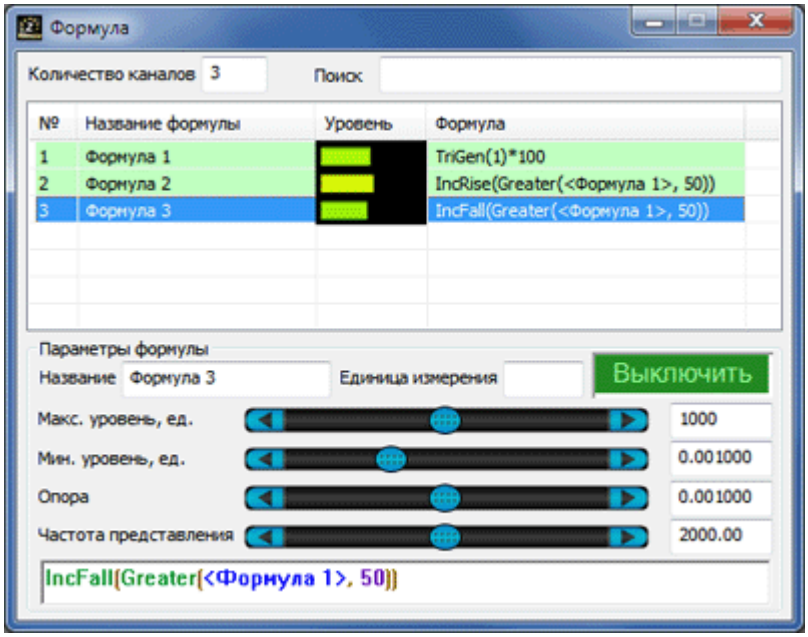
Результат работы функции "TimeShift"

ThreshD (<канал>, const) – ограничение снизу значений по каналу константной. Т.е. все значения, меньшие константы заменяются ею.
ThreshU (<канал>, const) – ограничение сверху значений по каналу константной. Т.е. все значения, большие константы заменяются ею.
Для задания отрицательного значения в качестве константы следует использовать постфиксный оператор инверсии.
На рисунке ниже продемонстрирован результат работы функций ThreshD и ThreshU. В качестве исходного использован сигнал треугольной формы с амплитудой ±300 мВ (Формула 1). Ограничение снизу осуществляется значением -150 (Формула 2), сверху – значением 150 (Формула 3).

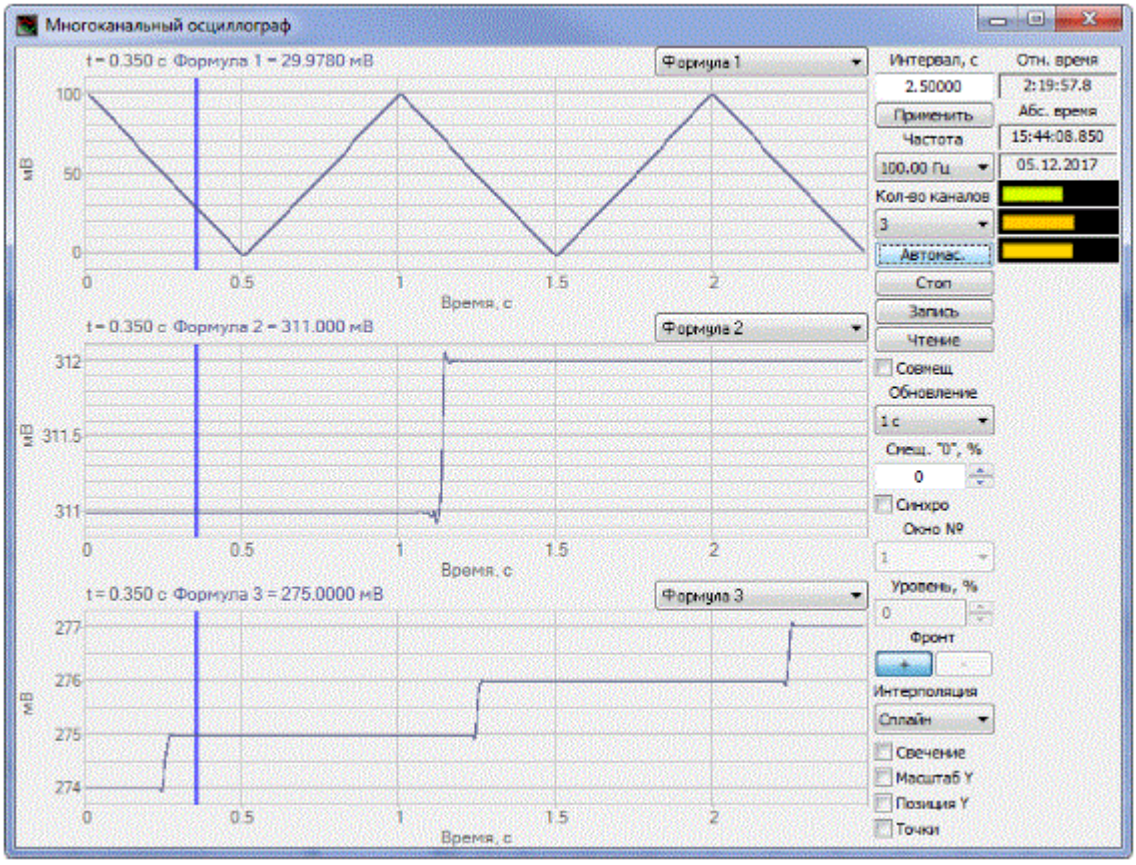


Формула: функции "ThreshD" и "ThreshU"

IncRise (<канал>) – счетчик фронтов (переходов из 0 в 1).
IncFall (<канал>) – счетчик срезов (переходов из 1 в 0).
Следует использовать с логическими функциями Equal и Greater. На рисунке ниже приведен пример работы счетчиков переходов. За основу взят пилообразный сигнал TriGen.

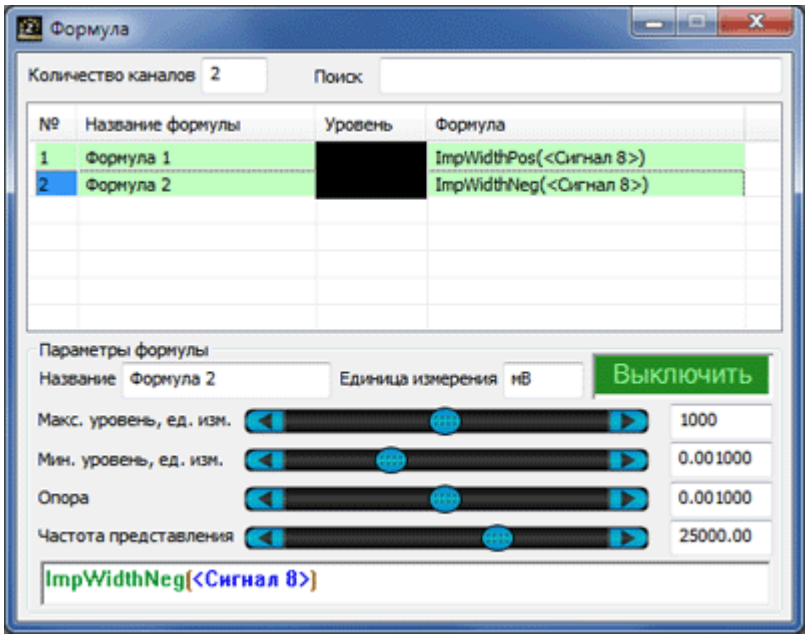


Формула: счетчики переходов

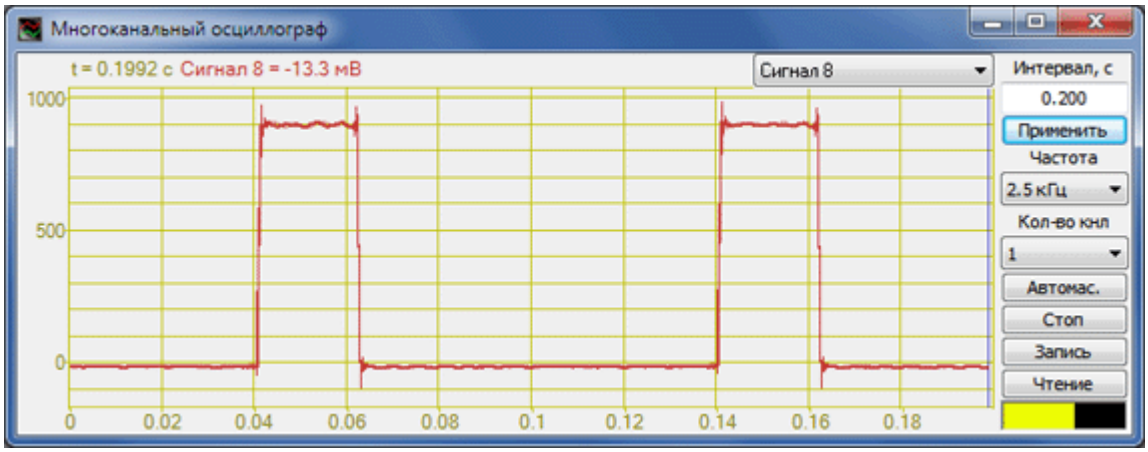


Результаты работы счетчиков переходов

ImpWidthPos (<канал>) – ширина положительного импульса в секундах.
ImpWidthNeg (<канал>) – ширина отрицательного импульса в секундах.
Следует использовать с логическими функциями Equal и Greater.
На рисунках ниже демонстрируется работа функций ImpWidthPos и ImpWidthNeg.



Формула, функции "ImpWidthPos" и "ImpWidthNeg"



Осциллограмма сигнала



Результат работы функции "ImpWidthPos"



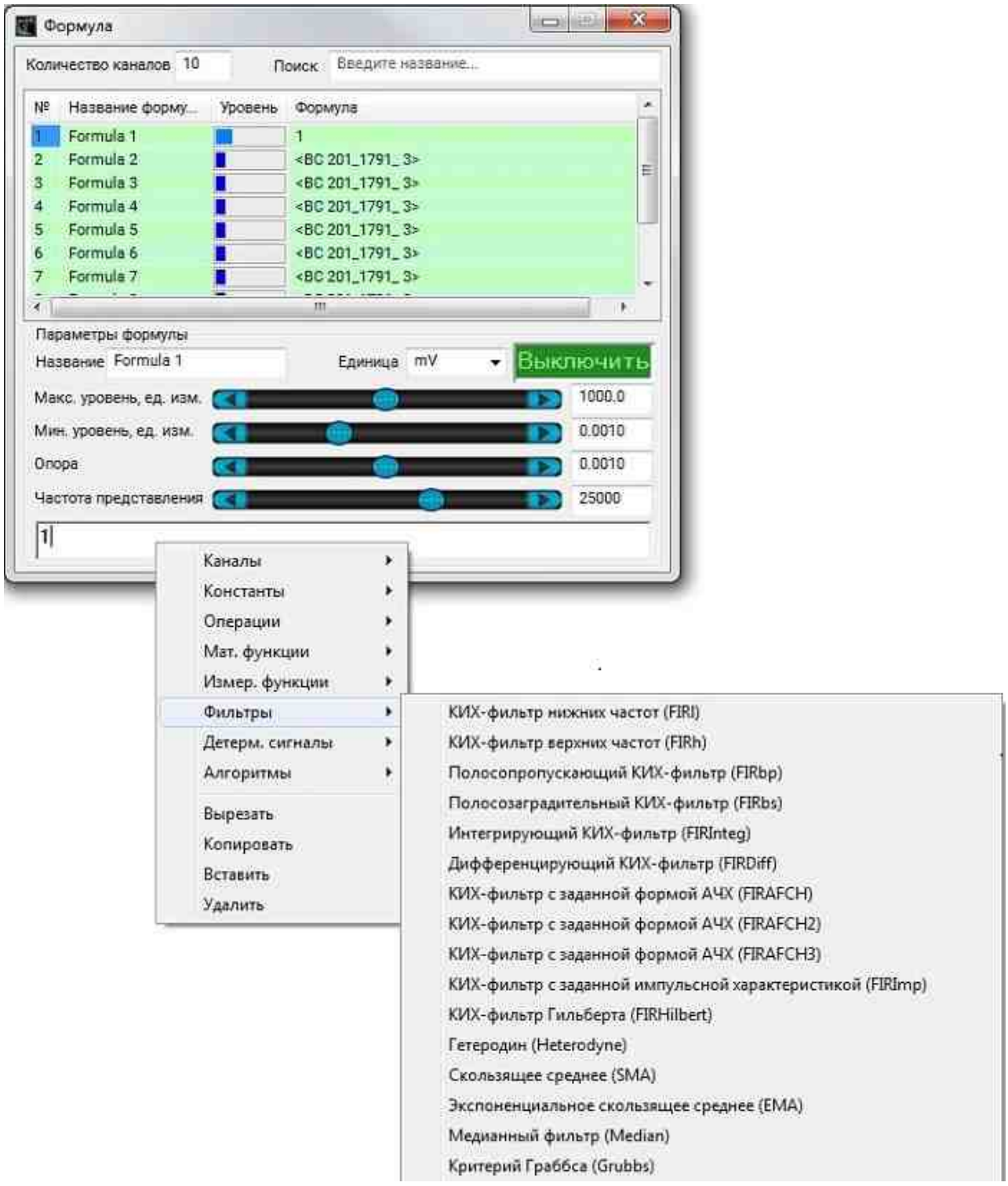
Результат работы функции "ImpWidthNeg"

Difference (<канал1>, <канал2>, t) – степень различия формы и амплитуд двух сигналов за определённый промежуток времени t (переменная составляющая).

Kurtosis (<канал>, t) – показатель остроты вершины и толщины хвостов одномерного распределения сигнала на основе четвёртого центрального момента распределения за время t.
Skewness (<канал>, t) – коэффициент ассиметрии, который характеризует ассиметрию распределения случайной величины за время t.

Фильтры .....

Меню Фильтры содержит функции, накладывающие различные фильтры:



Формула: фильтры

Несколько слов насчет использования КИХ-фильтров

Фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры) имеют задержку, определяемую количеством коэффициентов. Причем задержка всегда равна количеству коэффициентов фильтра. Также количество коэффициентов служит мерой точности фильтра:

отношение частоты дискретизации по каналу, отнесенное к числу коэффициентов фильтра, представляет собой половину полосы частот в которой фильтр удовлетворяет требованиям. Вообще говоря, для цифрового фильтра в подавляющем числе случаев число коэффициентов лучше увеличивать. Но есть одно важное ограничение: при большом числе коэффициентов фильтрация сигнала занимает слишком много процессорного времени. В связи с этим в программе Формула введен алгоритм вычисления оптимального числа коэффициентов.

Количество коэффициентов фильтра вычисляется согласно следующему алгоритму:

1) определяется тактовая частота установленного процессора, и число коэффициентов рассчитывается так, чтобы загрузка одного ядра процессора составляла 3%. Формула для расчета:

$$tapslen = CPUSPEED*2\%/ADC\_FREQUENCY,$$

где tapslen — число коэффициентов фильтра,
CPUSPEED — тактовая частота процессора, Гц,
ADC_FREQUENCY — частота дискретизации по фильтруемому каналу.

2) Если полученный результат превышает рационально допустимое количество коэффициентов (2000), то количество коэффициентов приравнивается к нему.

3) Если полученный результат меньше минимально допустимого (20), то количество коэффициентов приравнивается к нему.

4) Если полученный результат не позволяет вычислить результат с требуемой точностью по частоте, то используется формула:

$$tapslen = 1/(0.5*NORM\_FREQ),$$

где NORM_FREQ — нормализованная частота, т.е. введенная частота, отнесенная к частоте дискретизации.

5) Если же полученный результат является слишком дорогостоящим по вычислительной мощности (загружает более 30% одного ядра процессора), то окончательный результат будет рассчитываться по формуле:

$$tapslen = CPUSPEED*30\%/ADC\_FREQUENCY.$$

Пример:

Пусть необходимо рассчитать временную задержку по каналу с частотой дискретизации 500 кГц на двухядерном процессоре 2.5 ГГц, при наложении ФНЧ на 300 Гц.
Воспользуемся алгоритмом по шагам:
1) tapslen = 2.5e+9 * 2e-2 / 5e+5 = 100 — вариант при котором загрузка процессора составит 2% делённое на количество ядер, т.е. 1%
2), 3) — не влияют на результат
4) tapslen = 1 / (5e-1 * 3e+2 / 5e+5) = 3.3e+3 — такое количество коэффициентов необходимо для удовлетворения поставленной задачи
5) tapslen = 2.5e+9 * 3e-1/ 5e+5 = 1500 — такое количество коэффициентов мы можем себе позволить при данных условиях.

Теперь, когда получено количество коэффициентов фильтра tapslen = 1500, оценим временную задержку и то насколько требуемый фильтр удовлетворяет нашим требованиям по точности.

Временная задержка dt = tapslen/ADC_FREQUENCY = 1.5e+2 / 5e+5 = 3e-4 (секунды), или 300 мкс.

Частота среза фильтра составит: Fсреза = ADC_FREQUENCY/(0.5e-1 * tapslen) = 5e+5 / (0.5e-1 * 1.5e+3) = 6.7e+3 (Герц), т.е. в два раза больше, чем требовалось.

Будьте внимательны! При высоких частотах дискретизации не стоит настраивать фильтры с очень большой точностью — вы загрузите процессор, а результата так и не добьетесь. Старайтесь выбирать для измерений наиболее оптимальный диапазон частот. Если вам нужно исследовать ВЧ-сигнал, то мы советуем использовать аппаратный гетеродин.

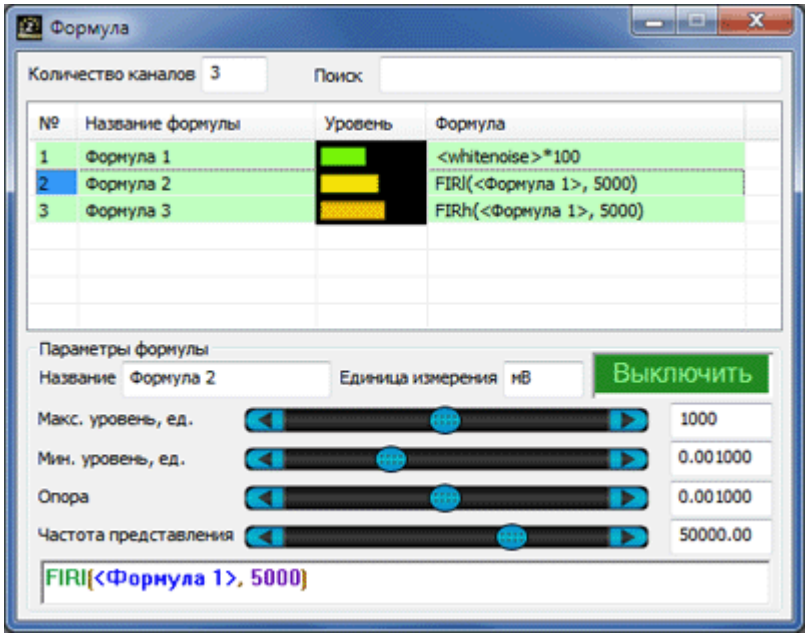
Примечание: *в программе* **Фильтрация сигналов** *используются фильтры с бесконечной импульсной характеристикой. При описании фильтров* **Формулы** *будут приводиться результаты работы фильтров программы Фильтрация сигналов — для сравнения.*

Описание фильтров

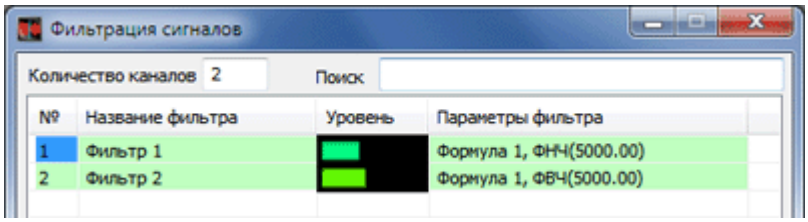
FIRl (<канал>, const) – фильтр низких частот с граничной частотой равной const. Частота не может быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Данный тип фильтра следует использовать для отсечения нежелательных высокочастотных составляющих, к примеру — в задаче идентификации движения человека или автомобиля по земле, где интересующий нас сигнал лежит в области низких частот.

FIRh (<канал>, const) – фильтр высоких частот с граничной частотой равной const. Частота не может быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Данный тип фильтра следует использовать для отсечения постоянной и низкочастотной составляющих сигнала. Пример использования: вывод звуковой информации с отсечением неслышимой части и постоянной составляющей.

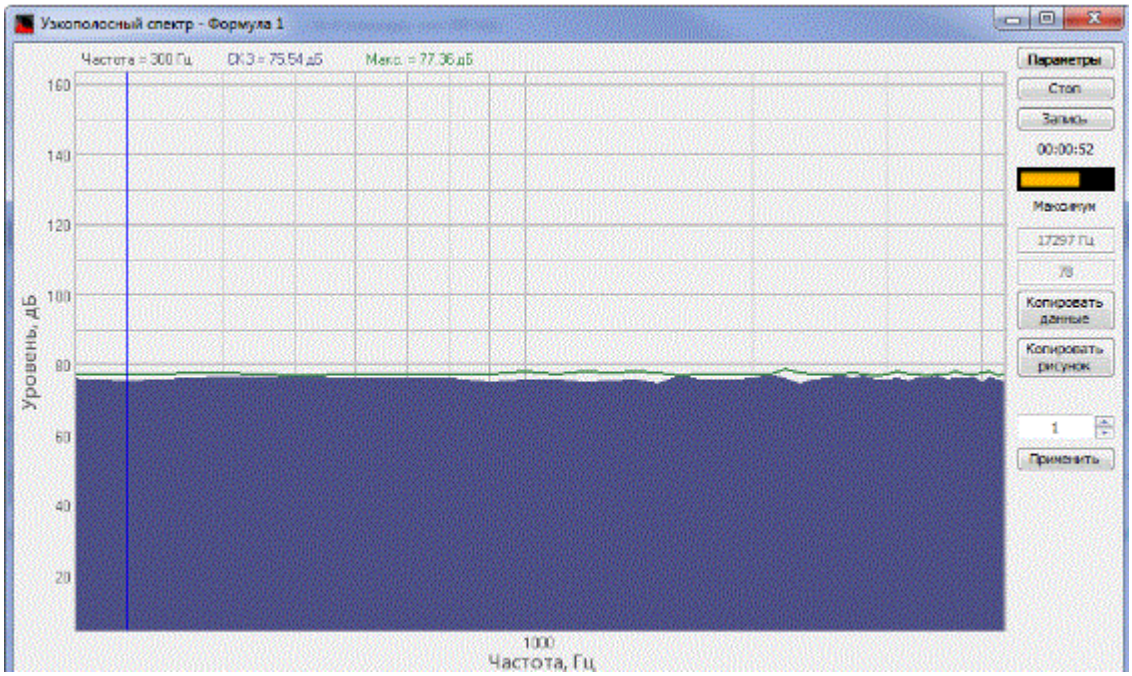
На рисунках ниже приведен пример фильтрации шумового сигнала (используется функция формулы) фильтром низких и фильтром высоких частот в программе **Формула** и программе **Фильтрация сигналов**.



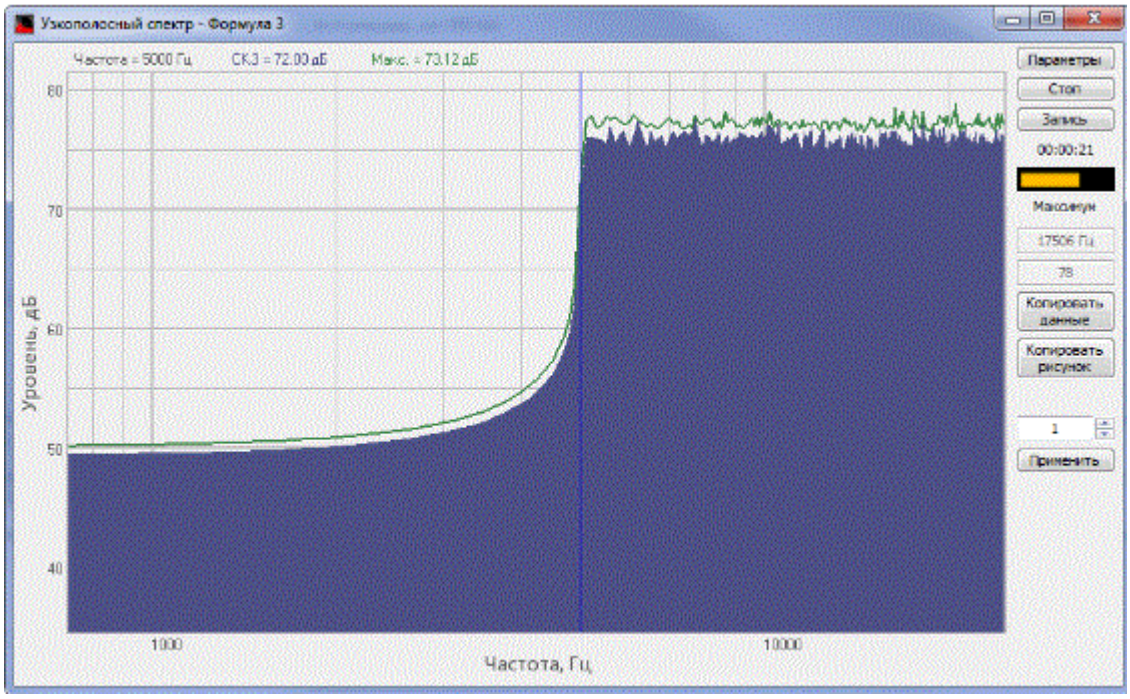
Параметры фильтрации в программе "Формула"



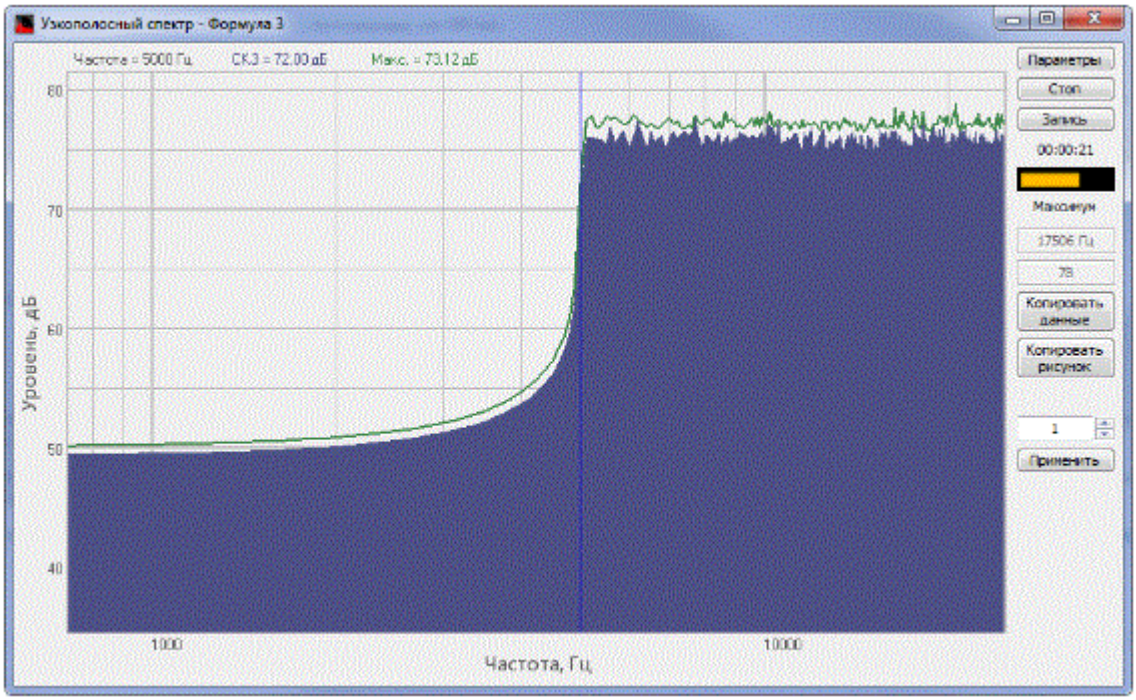
Параметры фильтрации в программе "Фильтрация сигналов"



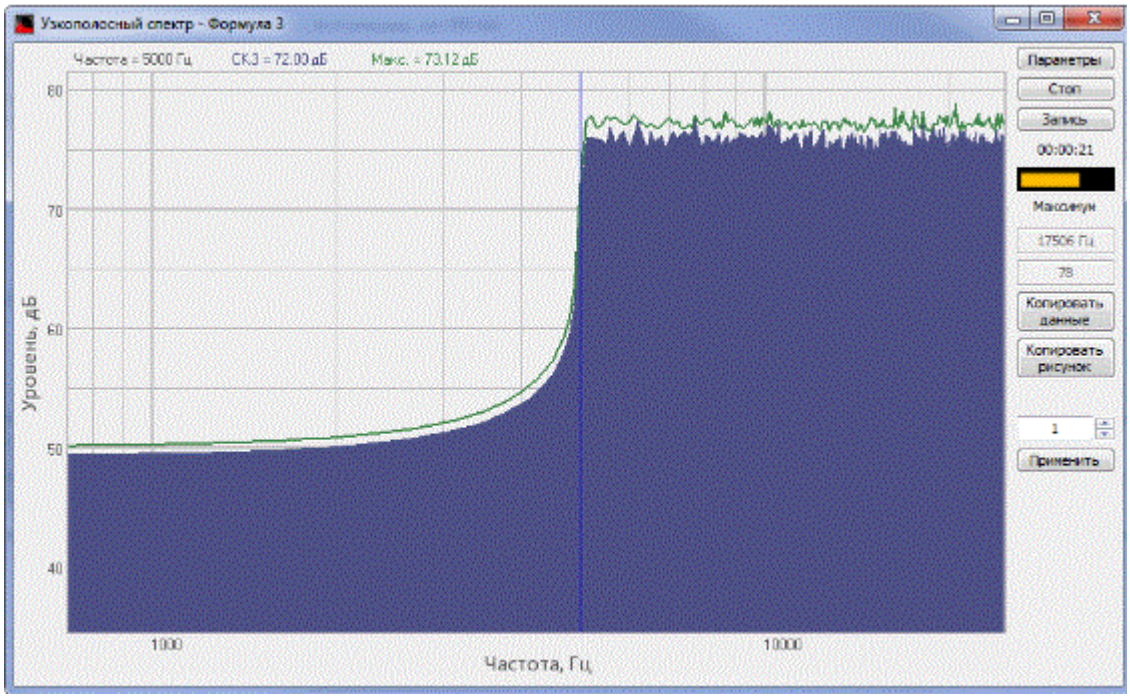
Спектр белого шума, с генерированного программой "Формула"



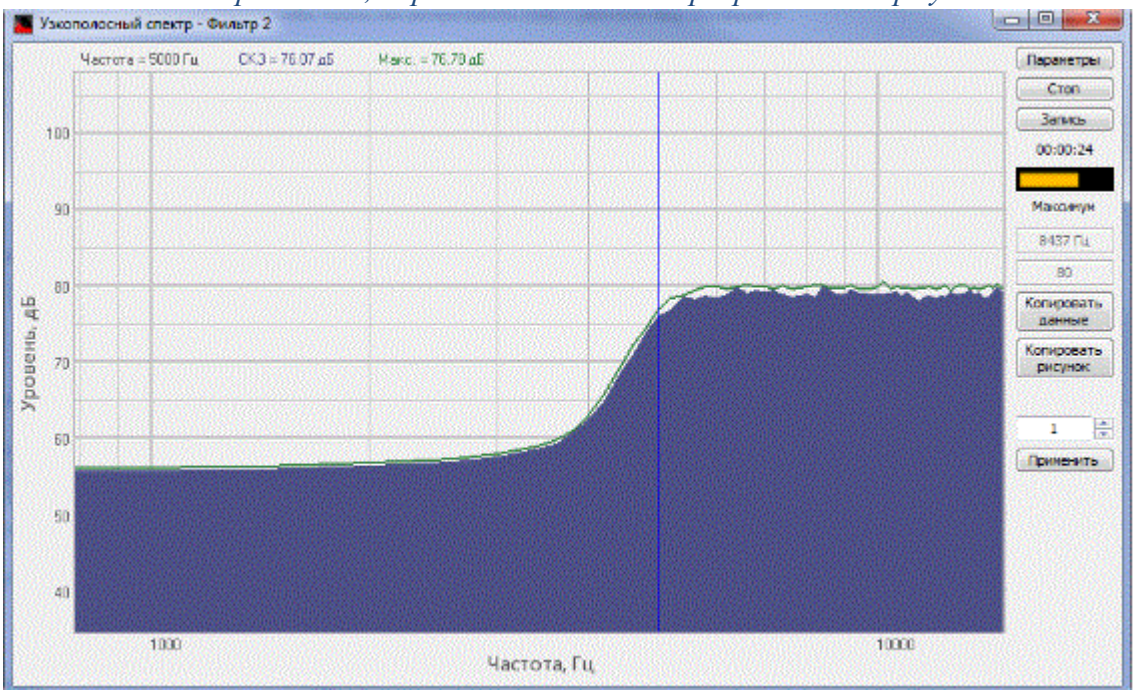
Спектр сигнала, обработанного ФНЧ программы "Формула"



Спектр сигнала, обработанного ФНЧ программы "Фильтрация сигналов"



Спектр сигнала, обработанного ФВЧ программы "Формула"

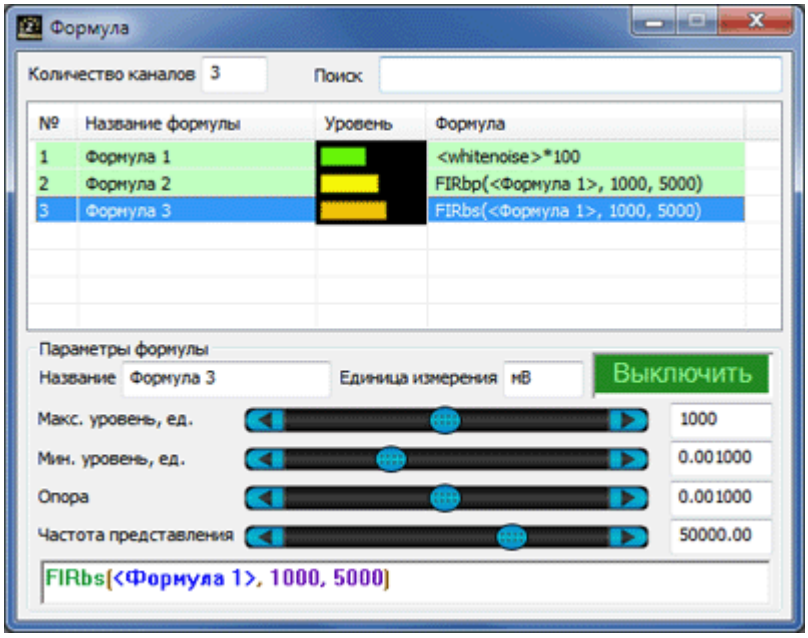


Спектр сигнала, обработанного ФВЧ программы "Фильтрация сигналов"

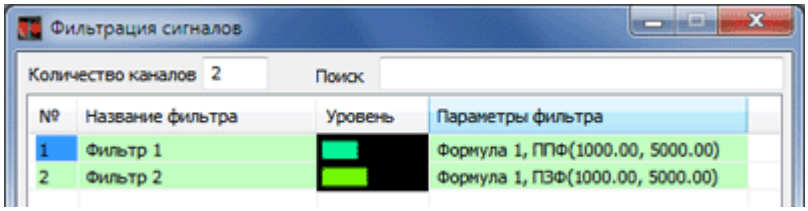
FIRbp (<канал>, const 1, const 2) – полосовой фильтр, пропускающий частоты от первой до второй. Значения частот не могу быть меньше нуля и больше половины частоты дискретизации. Если введены такие значения, то фильтр на их место подставляет предельно допустимые. Фильтр может быть использован для вырезания частот, соответствующих человеческому голосу.

FIRbs (<канал>, const 1, const 2) – полосовой фильтр, вырезающий частоты от первой до второй. Значения частот не могу быть меньше нуля и больше половины частоты

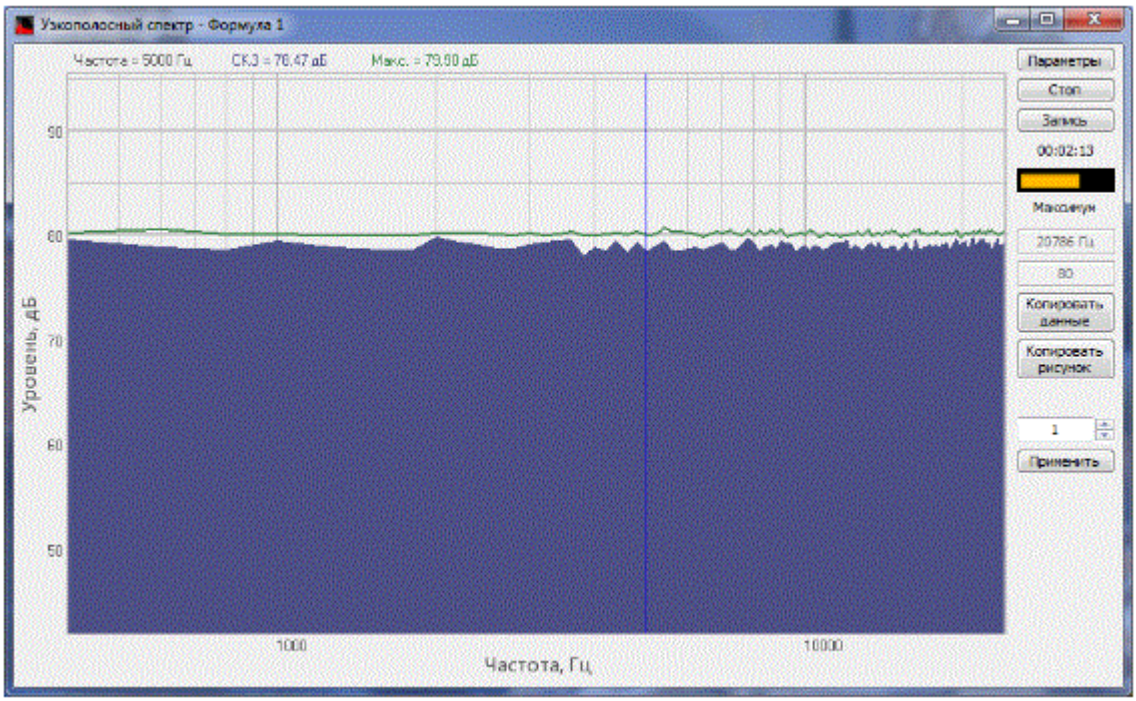
дискретизации. Если введены такие значения, то фильтр на их место подставляет предельно допустимые. Разницы в порядке следования частот в выражении нет.
На рисунках ниже приведен пример фильтрации шумового сигнала (используется функция формулы) полосно-пропускающим фильтром (ППФ) и полосно-заграждающим фильтром (ПЗФ) в программе Формула и программе Фильтрация сигналов.



Параметры фильтрации в программе "Формула"

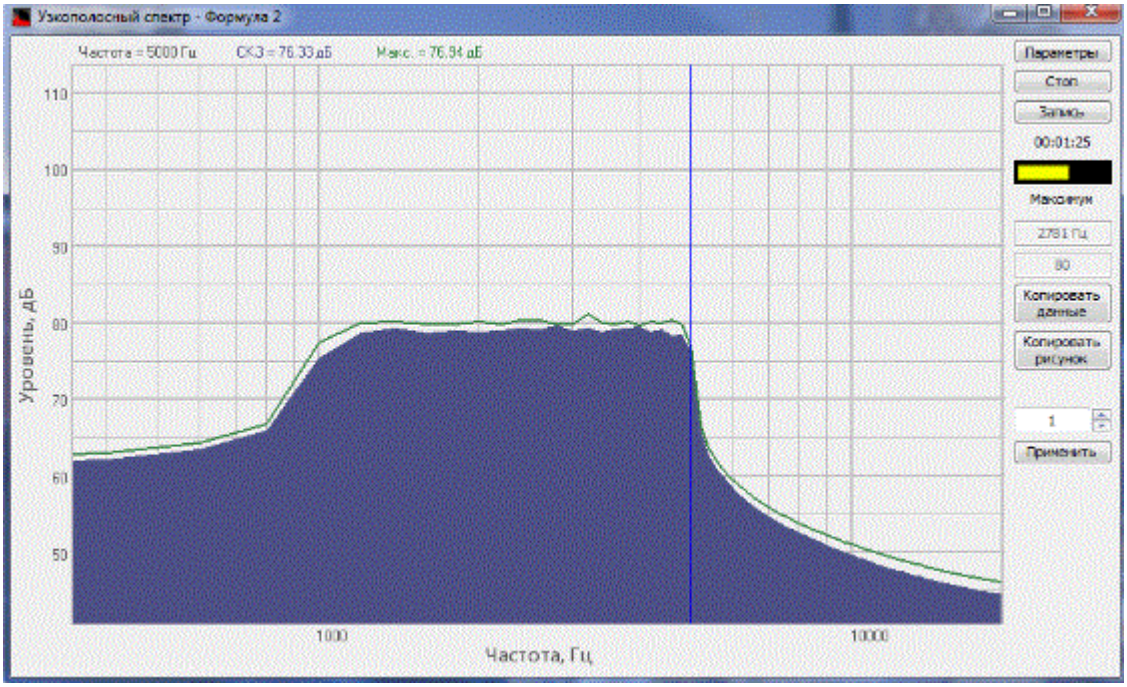


Параметры фильтрации в программе "Фильтрация сигналов"

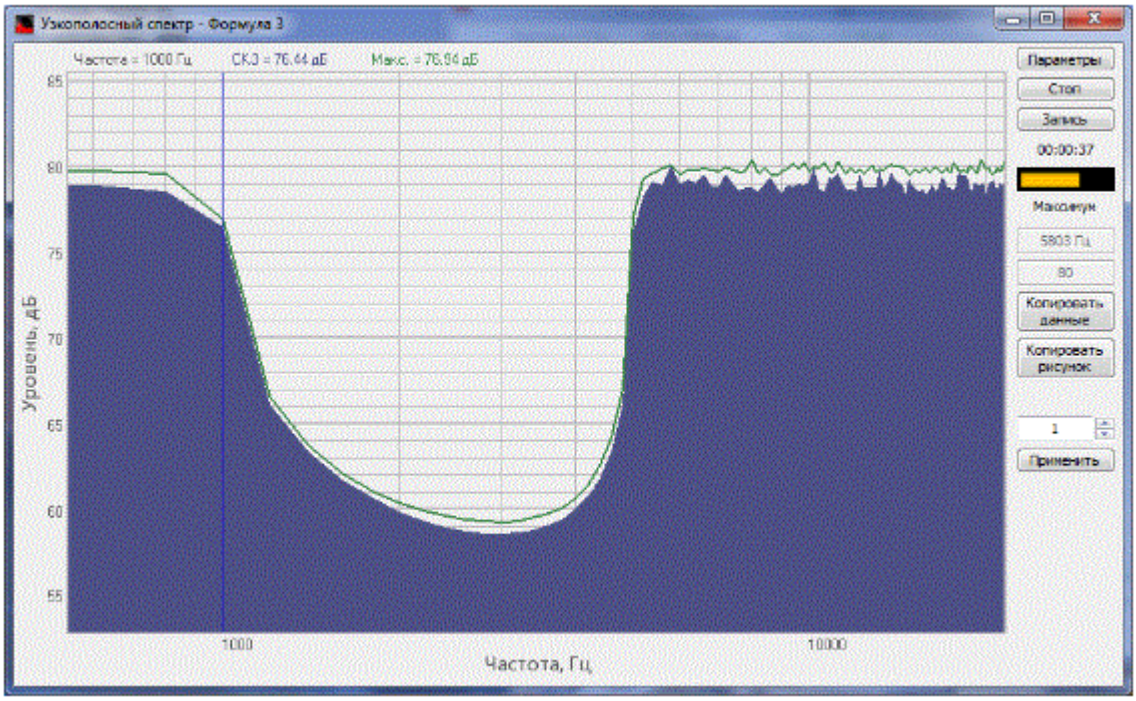


Спектр исходного сигнала

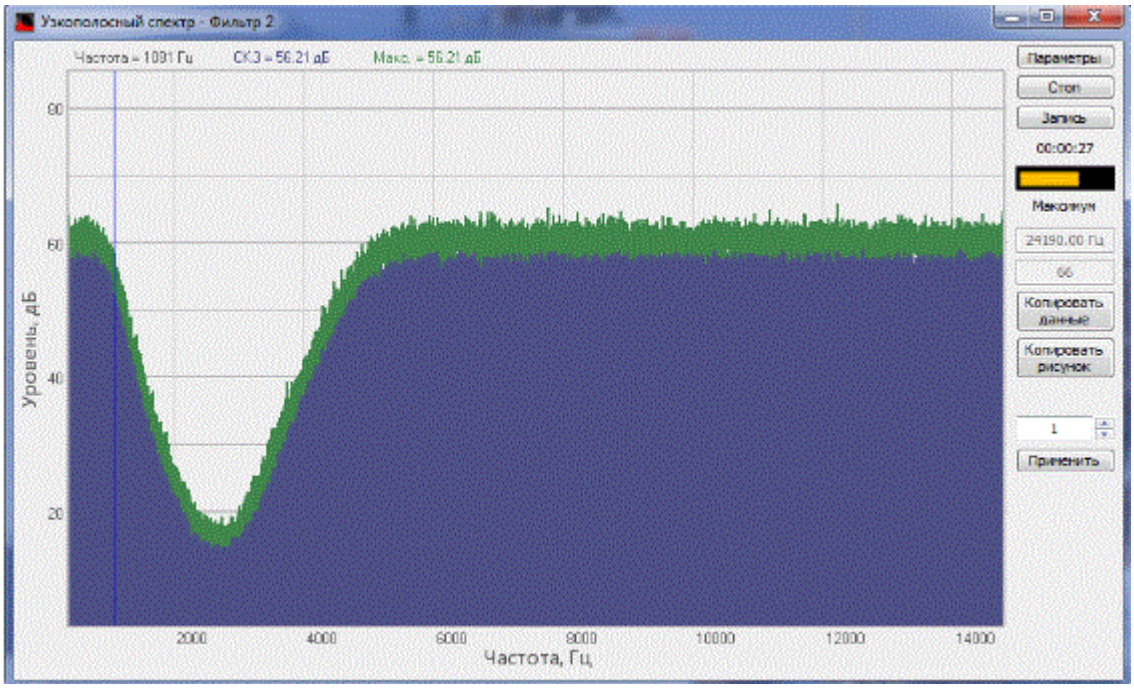
Спектр сигнала, обработанного ППФ программы "Фильтрация сигналов"



Спектр сигнала, обработанного ППФ программы "Формула"



Спектр сигнала, обработанного ПЗФ программы "Формула"



Спектр сигнала, обработанного ПЗФ программы "Фильтрация сигналов"

FIRInteg (<канал>) – интегрирующий КИХ-фильтр, является потенциально неустойчивым, поэтому перед его применением следует ставить фильтр высоких частот.

FIRDiff (<канал>) - дифференцирующий КИХ-фильтр

FIRAFCH (<Channel>, <AFCH>) – КИХ-фильтр с заданной формой АЧХ (FIRAFCH).

1FIRAFCH2 (<Channel>, "AFC_File", Size) – КИХ-фильтр с заданной формой АЧХ (FIRAFCH2).

FIRAFCH3 (<Channel>, "AFC_File", "PFC_File", Size, Delay) – КИХ-фильтр с заданной формой АЧХ (FIRAFCH3).

FIRImp (<Channel>, "Imp_File") - КИХ-фильтр с заданной импульсной характеристикой.

FIRInteg (<канал>) – интегрирующий КИХ-фильтр, является потенциально неустойчивым, поэтому перед его применением следует ставить фильтр высоких частот.

FIRDiff (<канал>) — дифференцирующий КИХ-фильтр

FIRAFCH (<канал1>, <канал2>) – КИХ-фильтр с заданной формой АЧХ.

Heterodyne (<канал>, частота, полоса) – гетеродин. Вырезает из спектра сигнала полосу с частотой Frequency Гц и полосой Band Гц. Затем сдвигает её в область низких частот. Основным использованием гетеродина является частотная демодуляция сигнала — процесс переноса части спектра из области высоких частот в область низких. Применяется в радиотехнических задачах.

SMA (<канал1>, время) — фильтрует скользящее среднее значения которых в каждой точке определения равны среднему значению исходной функции за предыдущий период. Скользящие средние обычно используются с данными временных рядов для сглаживания краткосрочных колебаний. Математически скользящее среднее является одним из видов свёртки, и поэтому его можно рассматривать как фильтр низких частот, используемых в обработке сигналов. Так как при расчёте скользящего среднего значение функции вычисляется каждый раз заново, при этом учитывается конечное значимое множество предыдущих значений, скользящее среднее «перемещается» (движется), как бы «скользя» по временному ряду (Подробнее).

EMA (<канал1>, константа) — фильтрует экспоненциальное среднее. В обычном экспоненциальном скользящем среднем сглаживанию подвергается значения исходной функции, однако, сглаживанию могут подвергаться и значения результирующей функции. Значение «Константа» должно изменяться от 0 до 1, чем оно меньше, тем более крупным становится экспоненциальное значение (Подробнее).

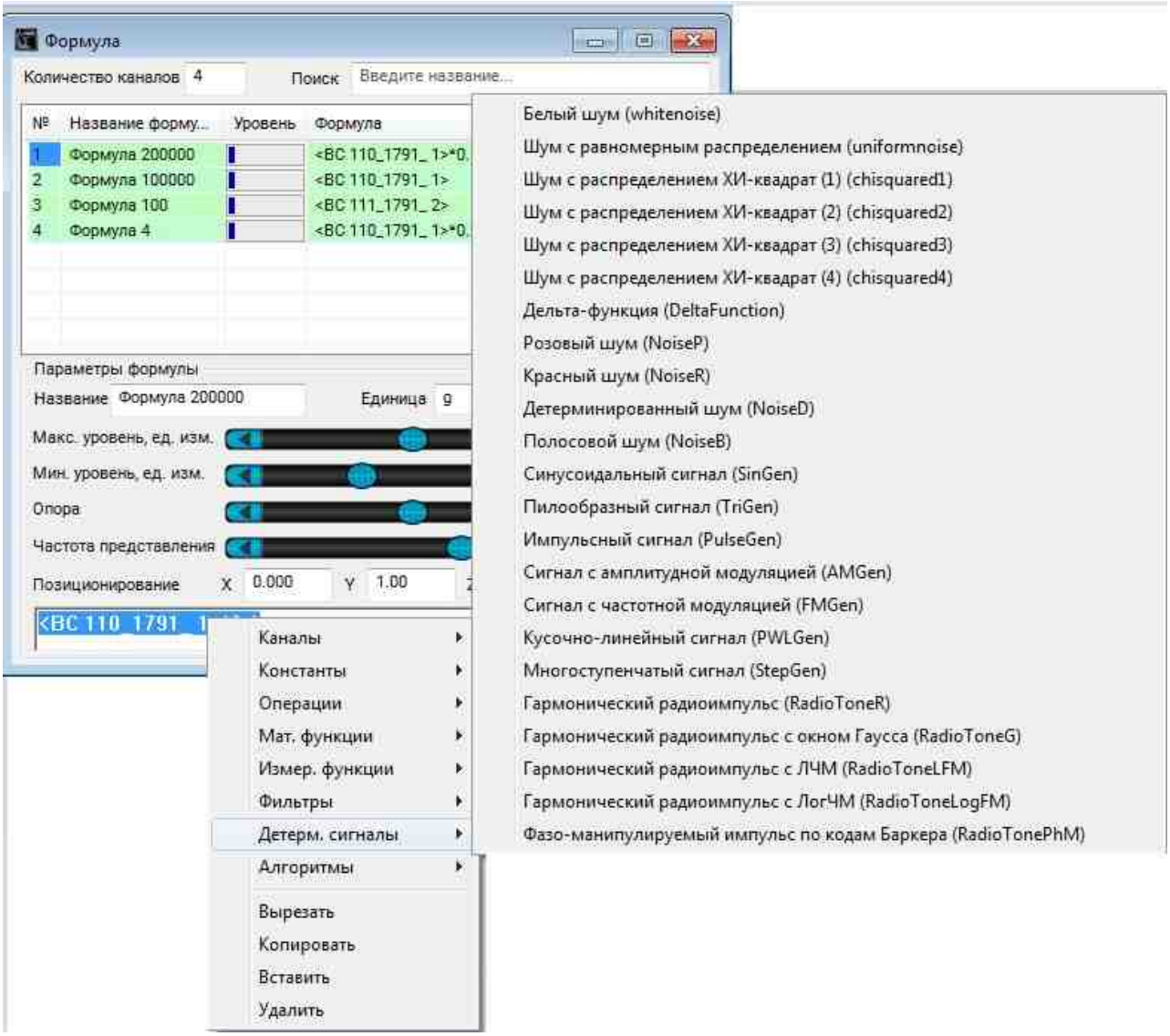
Median (<канал1>, Time) — эффективная процедура обработки сигналов, подверженных воздействию импульсных помех. Является одним из видов цифровых фильтров, широко используемый в цифровой обработке сигналов и изображений для уменьшения уровня шума. Медианный фильтр является нелинейным КИХ-фильтром. Значения отсчётов внутри окна фильтра сортируются в порядке возрастания (убывания); и значение, находящееся в середине упорядоченного списка, поступает на выход фильтра. В случае четного числа отсчетов в окне выходное значение фильтра равно среднему значению двух отсчетов в середине упорядоченного списка. Окно перемещается вдоль фильтруемого сигнала и вычисления повторяются (Подробнее).

Grubbs (<канал1>, Time, Q) — осуществляет исключение грубых погрешностей. Для исключения грубых погрешностей используют критерий Граббса. Статистический критерий Граббса исключения грубых погрешностей основан на предположении о том, что группа результатов измерений принадлежит нормальному распределению (Подробнее).

Выполнен по ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений».

Детерминированные сигналы .....

Раздел "Детерминированные сигналы" меню функций программы **Формула** содержит функции генерирования сигналов.



Меню "Детерминированные сигналы" программы "Формула"

Функции <whitenoise>, NoiseP(Frequency1, Frequency2), NoiseR(Frequency1, Frequency2), NoiseD(Frequency1, Frequency2), NoiseB(Frequency1, Frequency2) предназначены для формирования сигналов шума: белого, розового, красного, детерминированного, полосового

соответственно. Частотная полоса шума задаётся от нижней частоты (**Frequency1**) до верхней (**Frequency2**). На рисунках ниже приведен пример генерирования виртуальных сигналов шума программой **Формула** - параметры сигналов и соответствующие спектры.

Функция **<uniformnoise>** предназначена для формирования сигналов шума: шум с равномерным распределением.

Функции **<chisquared1>, <chisquared2>, <chisquared3>, <chisquared4>** предназначены для формирования сигналов шума с n степенями свободы: шума с распределением хи-квадрат (1), шума с распределением хи-квадрат (2), шума с распределением хи-квадрат (3), шума с распределением хи-квадрат (4).

Функции сигналов **PulseGen(RiseTime, FallTime, WidthTime, PeriodTime)** - импульсный, **SinGen(Frequency)** - синусоидальный, **TriGen(Frequency)** - пилообразный, **AMGen(Frequency1, Frequency2, Depth)** - с амплитудной модуляцией, **FMGen(Frequency1, Frequency2, Depth)** - с частотной модуляцией, **PWLGen(Time1, Level1, Time2, Level2, ...)** - кусочно-линейный, **StepGen(Time1, Level1, Time2, Level2, ...)** - многоступенчатый.

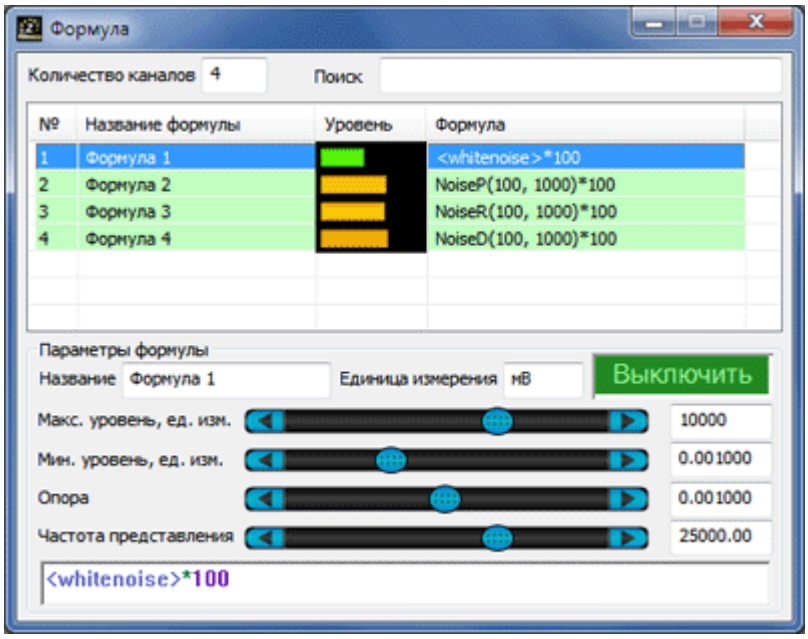
Функция гармонического радиоимпульса **RadioToneR (Time, Period, Frequency).**

Функция гармонического радиоимпульса с окном Гаусса **RadioToneG (Time, Period, Frequency).**

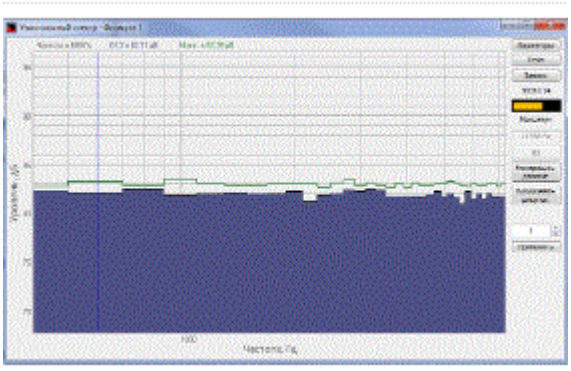
Функция гармонического радиоимпульса с Линейной Частотной Модуляцией (ЛЧМ) **RadioToneLFM (Time, Period, Frequency1, Frequency2).**

Функция гармонического радиоимпульса с Логарифмической Частотной Модуляцией (ЛогЧМ) **RadioToneLogFM (Time, Period, Frequency1, Frequency2).**

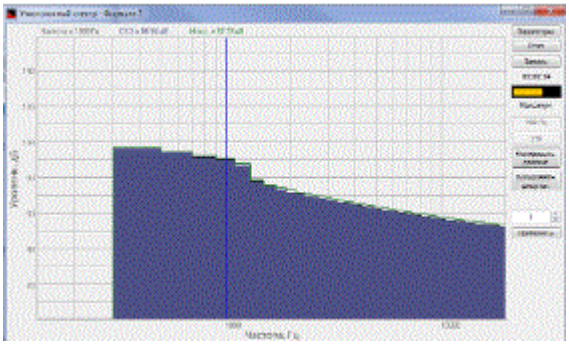
Функция фазо-манипулируемого импульса по кодам Баркера **RadioTonePhM (Frequency, Period, NumPeriods, NumDiscretes).**



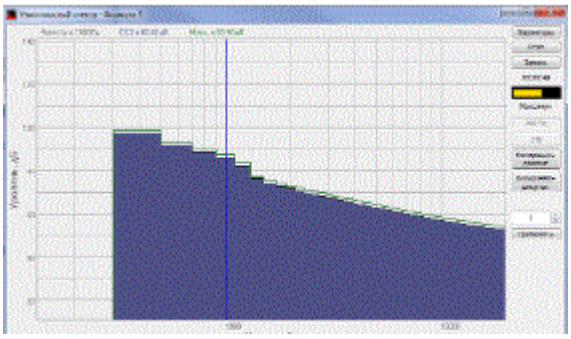
Формула: генерирование сигналов шума



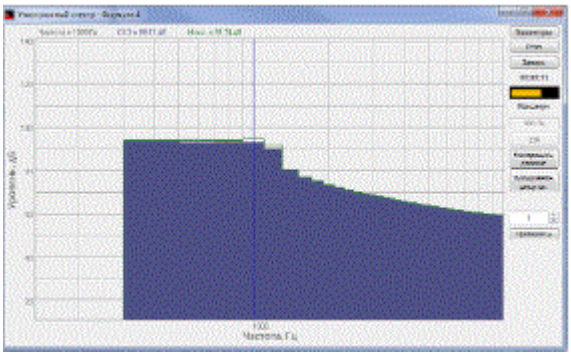
Спектр белого шума, сгенерированного программой "Формула"



Спектр розового шума, сгенерированного программой "Формула"



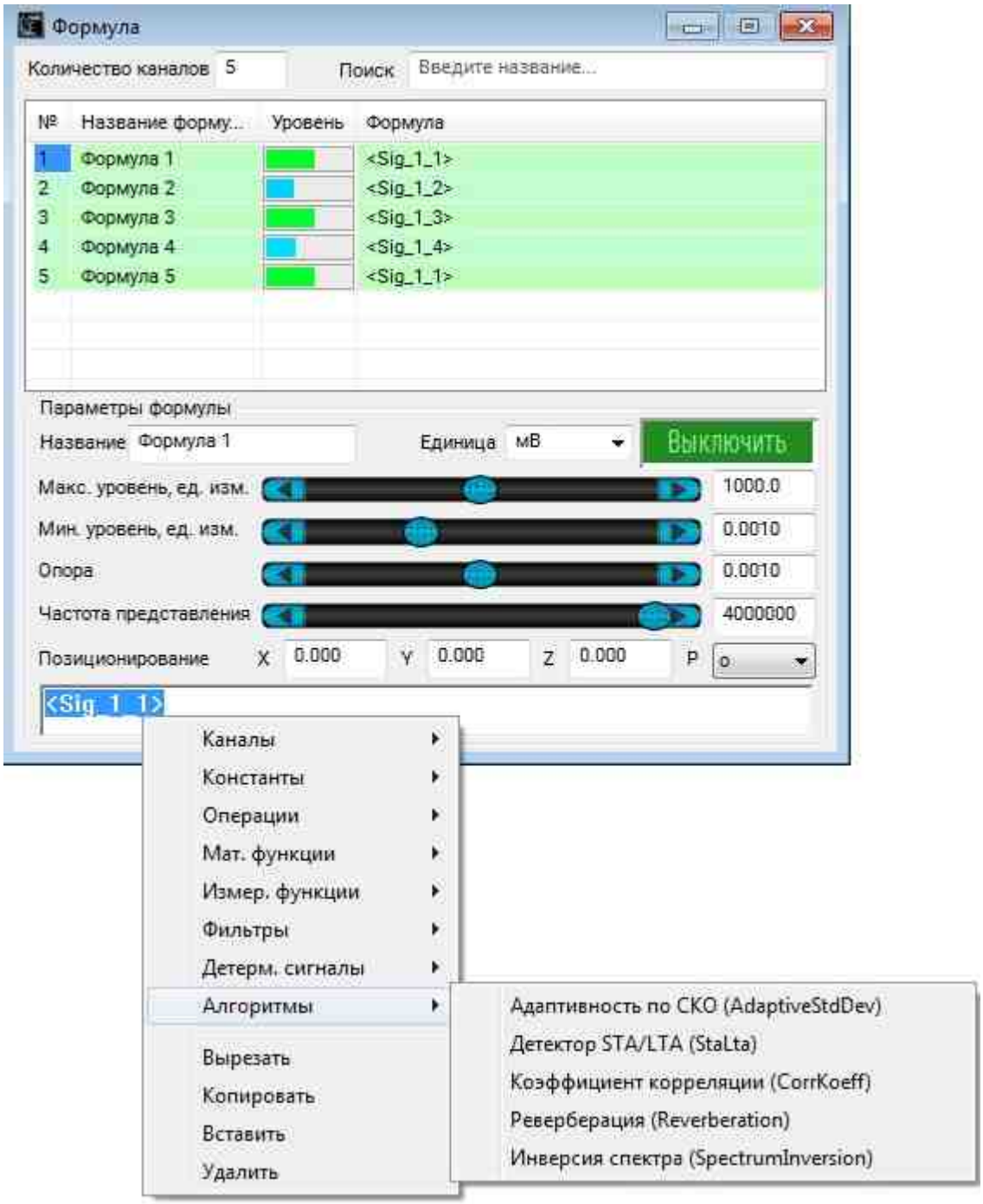
Спектр красного шума, сгенерированного программой "Формула"



Спектр детерминированного шума, сгенерированного программой "Формула"

Алгоритмы .....

Раздел "Алгоритмы" меню функций программы **Формула** содержит функции алгоритмов.

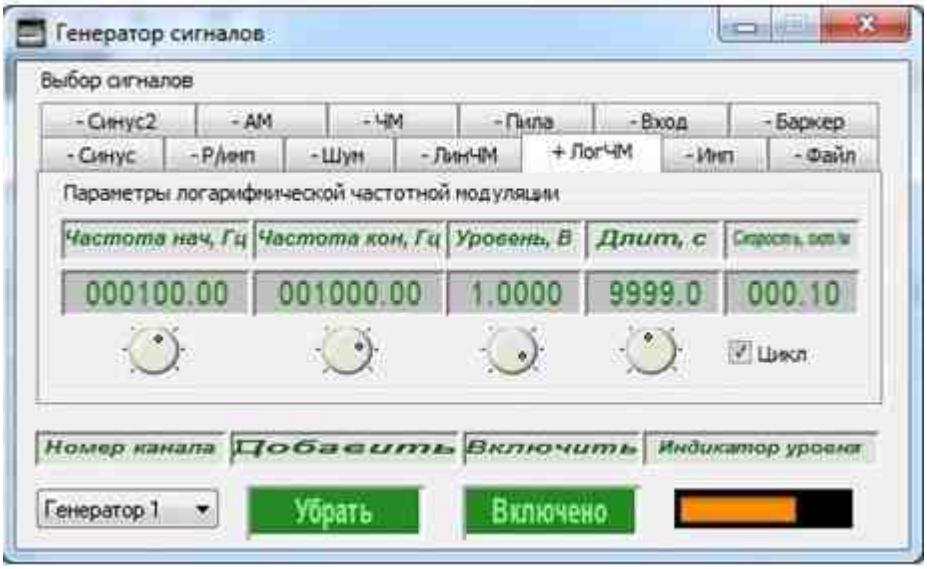


Меню "Алгоритмы" программы "Формула"

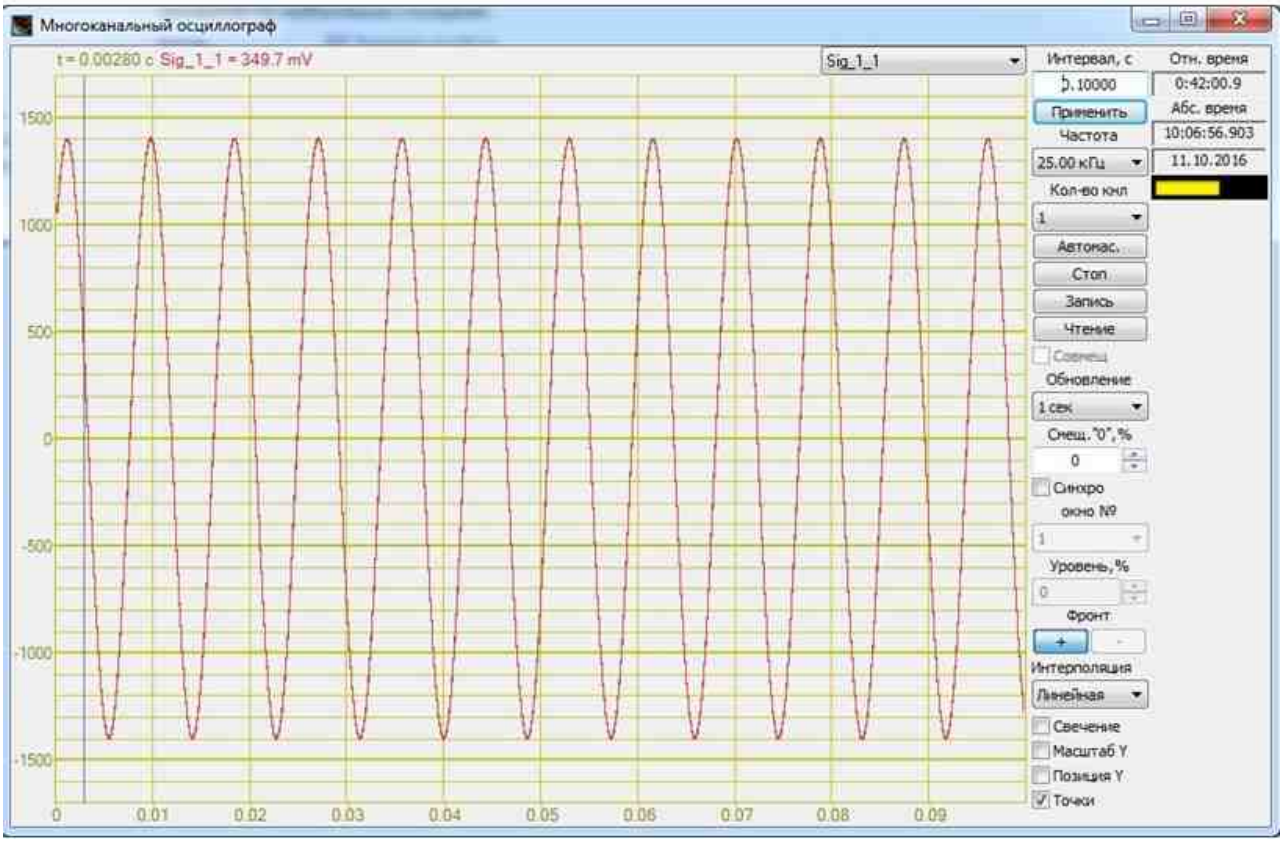
Измерение частоты и фазы сигнала .....

Имеется синусоидальный сигнал, измеренный при помощи любого из устройств, требуется выдать с ЦАП данного устройства синусоидальный сигнал такой же амплитуды с измененной фазой и частотой.

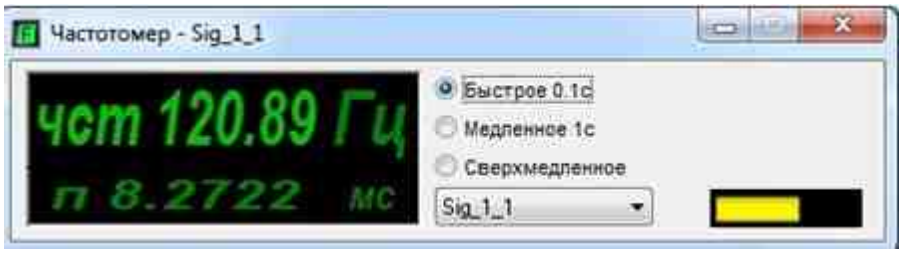
В качестве устройства будем использовать ZET 210, которое имеет 16 входных каналов АЦП и 2 канала ЦАП. Задействуем первый канал ЦАП устройства и сгенерируем через него синусоидальный сигнал с медленно меняющейся частотой, используя программу «Генератор сигналов».



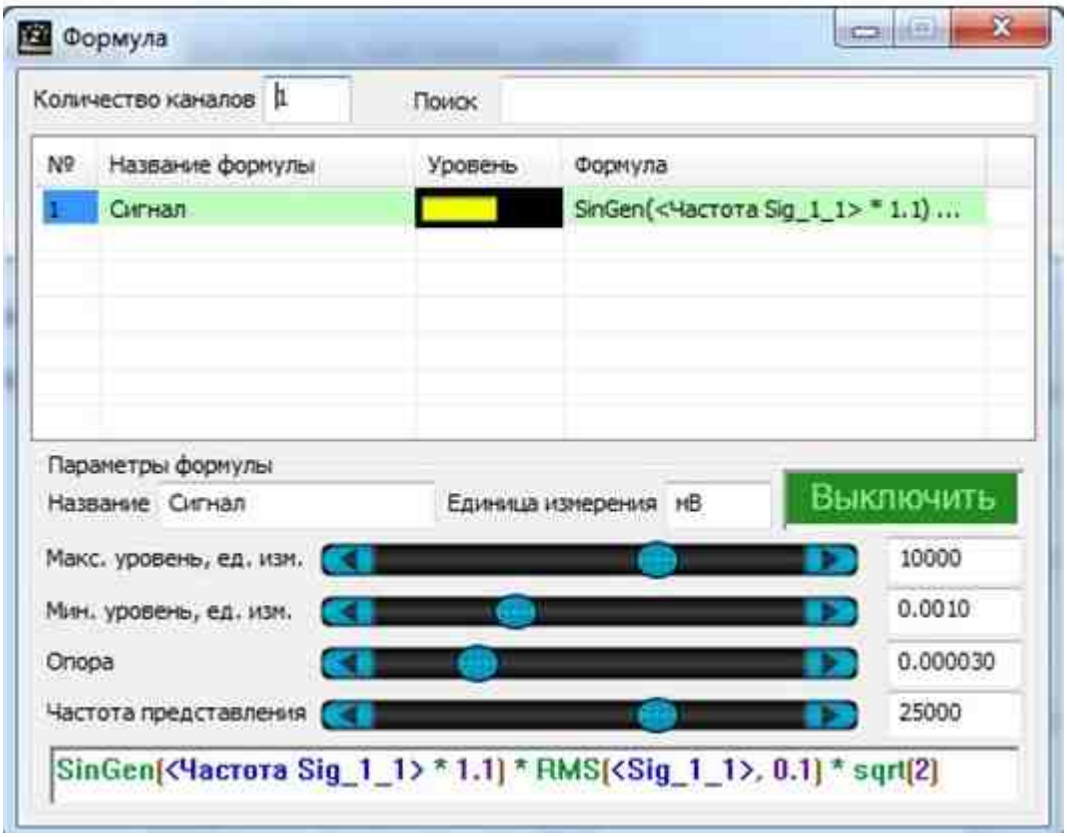
Соединим выход первого канала ЦАП и вход первого канала АЦП, получив таким образом входной сигнал, который будем преобразовывать.



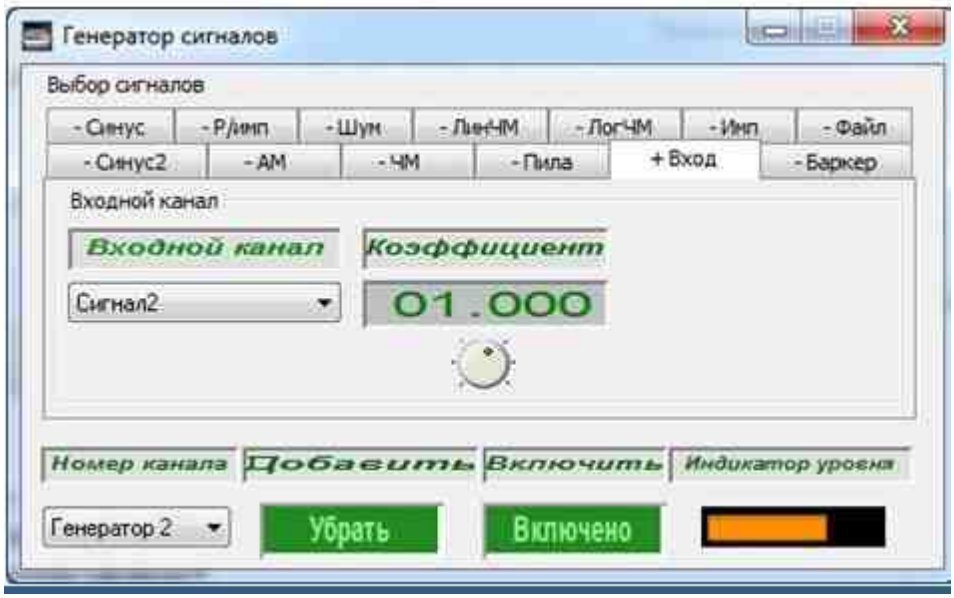
Активируем измерение частоты входного сигнала, запустив программу «Частотомер». При этом получаем виртуальный канал «Частота Sig_1_1», в котором будут результаты измерения частоты сигнала.



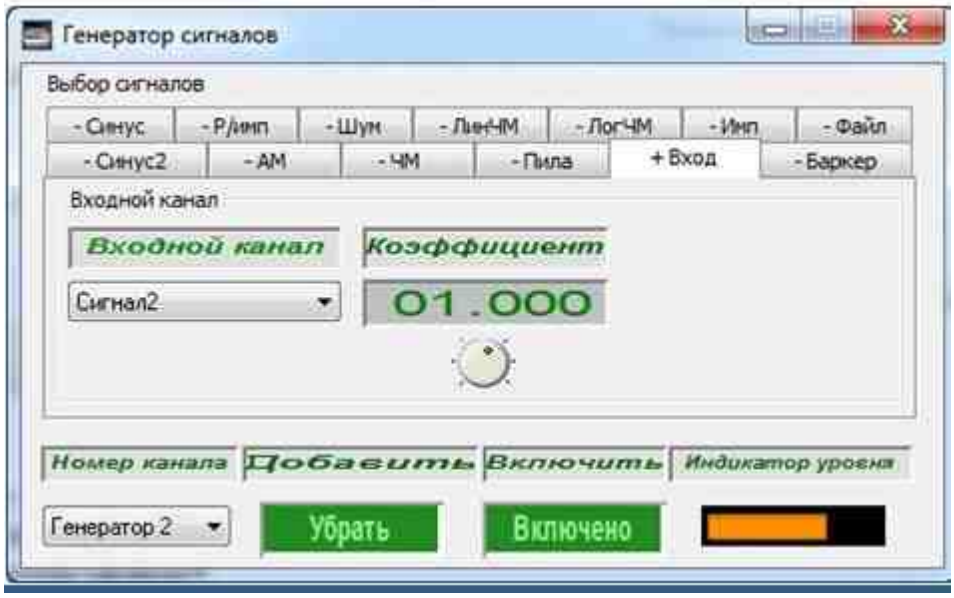
Запустим программу «Формула» и создадим канал «Сигнал» с синусоидальным сигналом той же амплитуды, но измененной частоты. Частоту будем изменять по простому мультипликативному закону.



Создадим второй канал «Сигнал2», в котором будет синусоидальный сигнал из первого канала формулы, сдвинутый по фазе на 45°.



Полученный сигнал можно выдать со второго канала ЦАП устройства.



Синхронизация устройств .....

Отображение и запись текущих координат и скорости движения объекта во время регистрации сигналов, поступающих на входные каналы модулей «ZET 2XX».

- Воссоздание параметров эксперимента во время воспроизведения записанных сигналов.
- Программа работает по протоколу NMEA 183.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Синхронизация устройств** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

Синхронизация устройств входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Синхронизация устройств** необходимо в меню **Автоматизация** панели ***ZETLab*** выбрать команду **Синхронизация устройств** (*Рис. 1*). На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Синхронизация устройств** (*Рис. 2*). **Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Synchronization.exe.

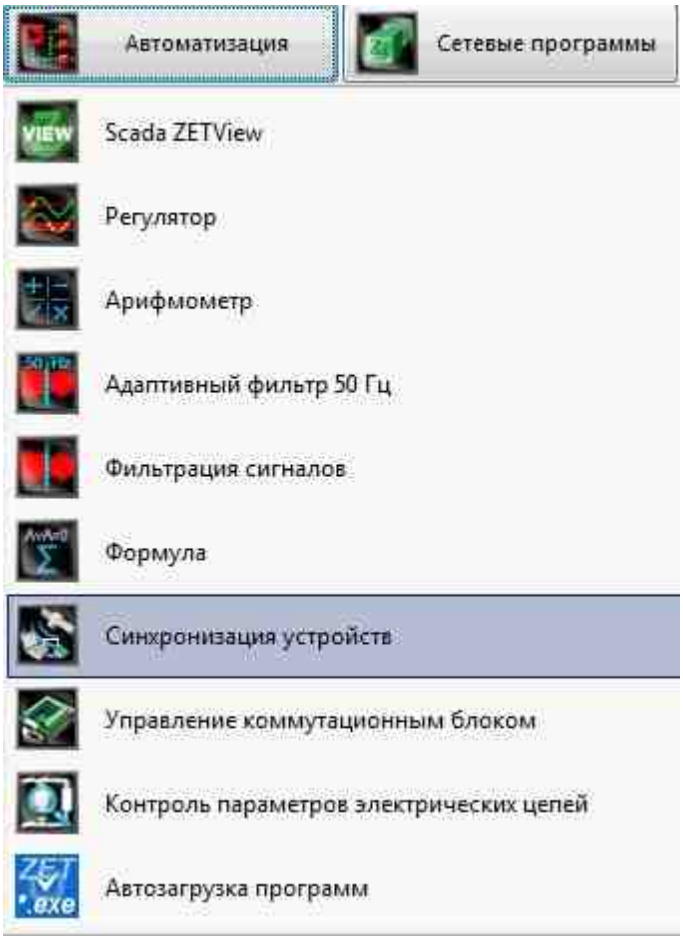


Рис. 1 Запуск программы "Синхронизация устройств" из меню "Автоматизация"

Основную часть окна программы занимает графический индикатор, на котором отображаются:

- дата и время (первая строка);
- координаты (вторая строка);
- скорость движения объекта; количество наблюдаемых спутников, по которым ведется расчет всех параметров; сдвиг по времени в секундах между внутренним временем и точным временем, определяемым по спутниковой системе (третья строка).

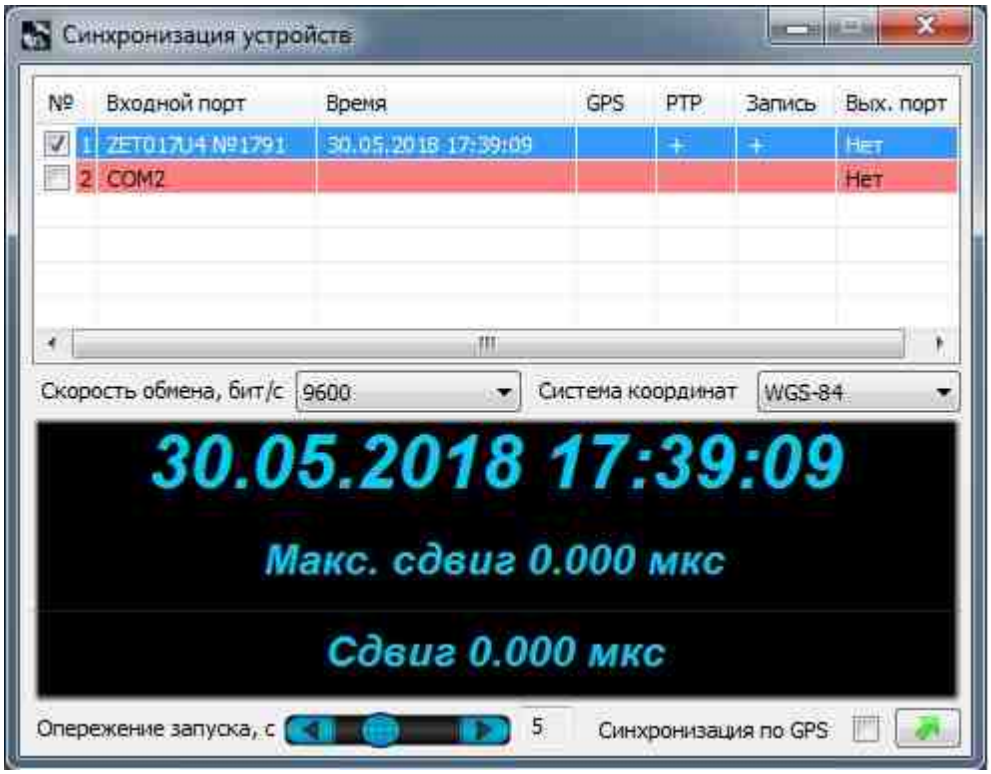


Рис. 2 Основное окно программы

В правой части окна программы находятся поля со списком входного и выходного портов модуля АЦП-ЦАП (анализатора спектра, тензостанции, сейсмостанций).

Входной порт – порт, к которому подключен **GPS.**

Выходной порт – порт, к которому подключено устройство, на которое передаются данные во время воспроизведения записанных параметров эксперимента.

Скорость обмена по порту принимающего устройства, бит/с - скорости обмена.

Опережение запуска, с - определяется время, через которое должна произойти синхронизация относительно текущего мгновенного времени (1-20).

Синхронизация устройств - позволяет включить Синхронизацию по устройствам через время опережения.

Если программа **Синхронизация устройств** запущена совместно с программой Запись сигналов, то помимо записи сигналов, происходит запись NMEA потока в файл GPSData.log в директории для записи файлов.
В этот файл записываются все параметры эксперимента (дата и время, скорость и координаты в каждый момент времени, количество наблюдаемых спутников и сдвиг по времени).

При запуске программы Воспроизведение сигналов, в окне программы **Синхронизация устройств** отображаются записанные параметры эксперимента, которые передаются подключенным к выходному порту устройствам. При использовании программ

картографии можно воссоздать траекторию движения объекта во время эксперимента, наблюдая одновременно положение объекта и его параметры в каждый момент времени.

На осциллограмме можно посмотреть работу синхронизации устройств (*Рис. 3*).

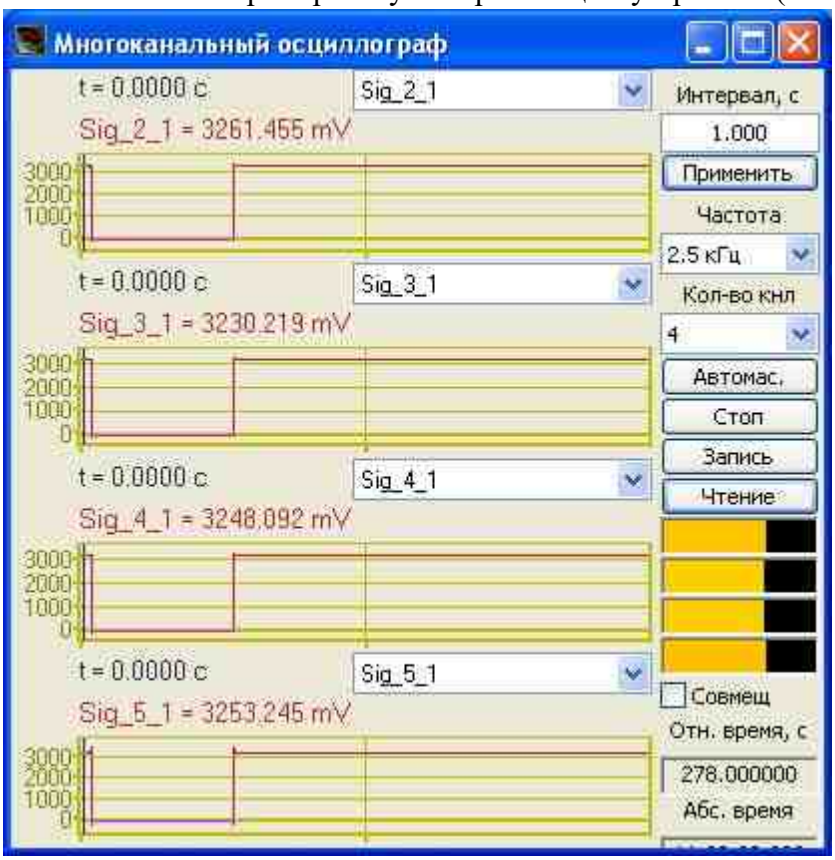


Рис. 3 Синхронизация сигналов представлена в Многоканальном осциллографе

В программе Время ZETServer можно увидеть время, идущее с момента синхронизации (*Рис. 4*)

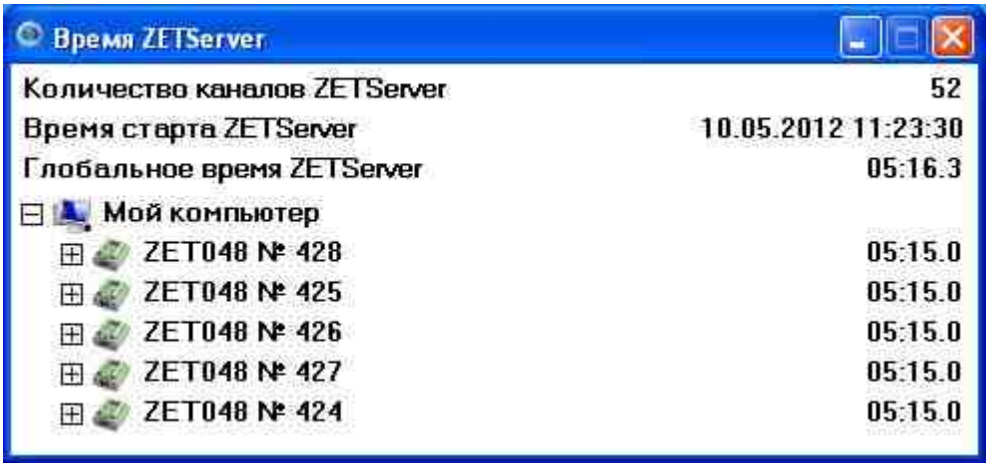


Рис. 4 Время ZETServer отображает вывод времени синхронно.

Приборы подключены через Ethernet (*Рис. 5*).

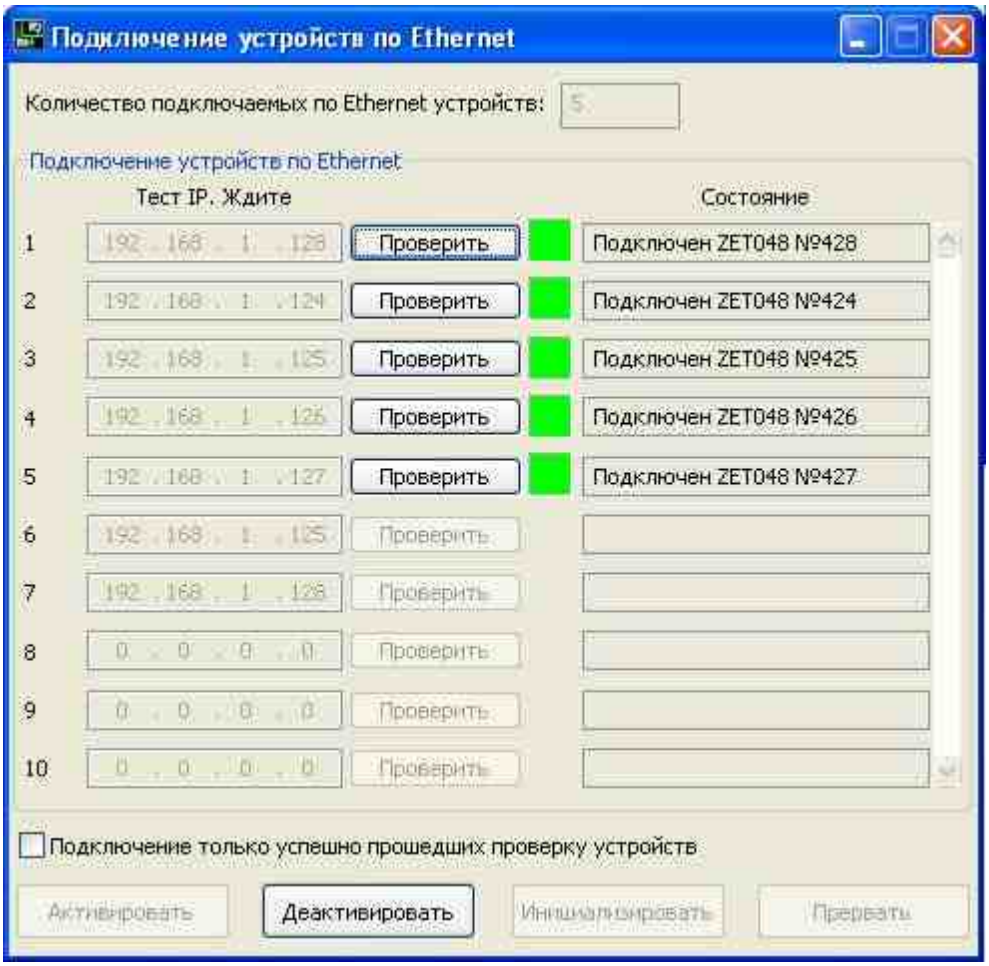


Рис. 5 Подключенные устройства по Ethernet

Управление коммутационным блоком .....

Программа предназначена для управления состоянием реле, находящихся на коммутационной колодке, при помощи цифрового порта модулей АПЦ-ЦАП ZET 210, ZET 220, ZET 230.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Управление коммутационным блоком** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

Управление коммутационным блоком входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Управление коммутационным блоком** необходимо из меню **Автоматизация** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Управление коммутационным блоком**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Управление коммутационным блоком** (*Рис. 2*). В заголовке окна программы будет отображаться название программы.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: RelayCommutation.exe.

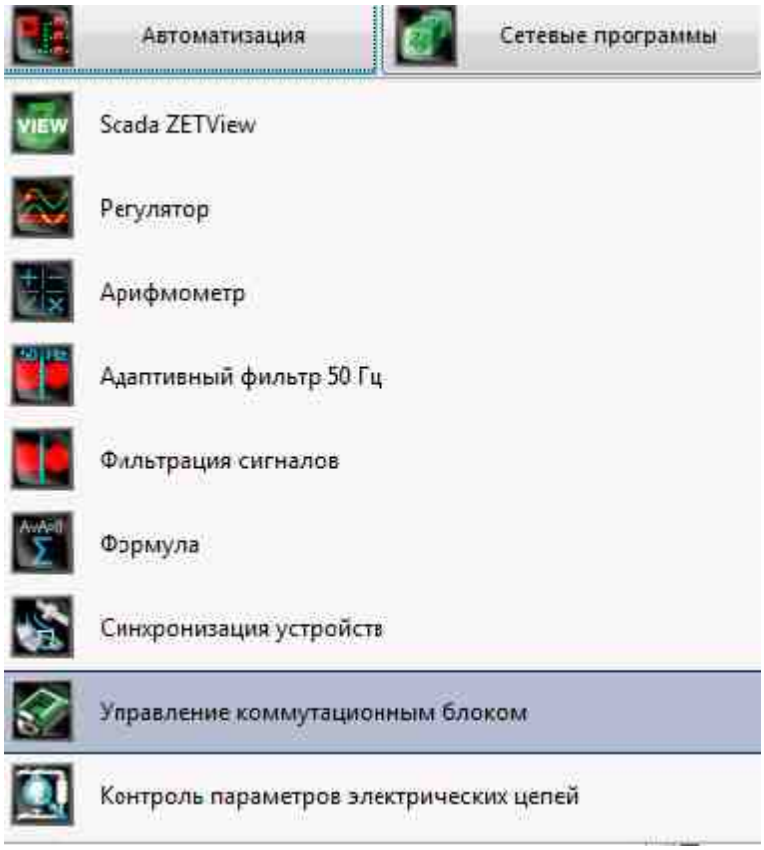


Рис. 1 Программа "Управление коммутационным блоком" из меню "Автоматизация"

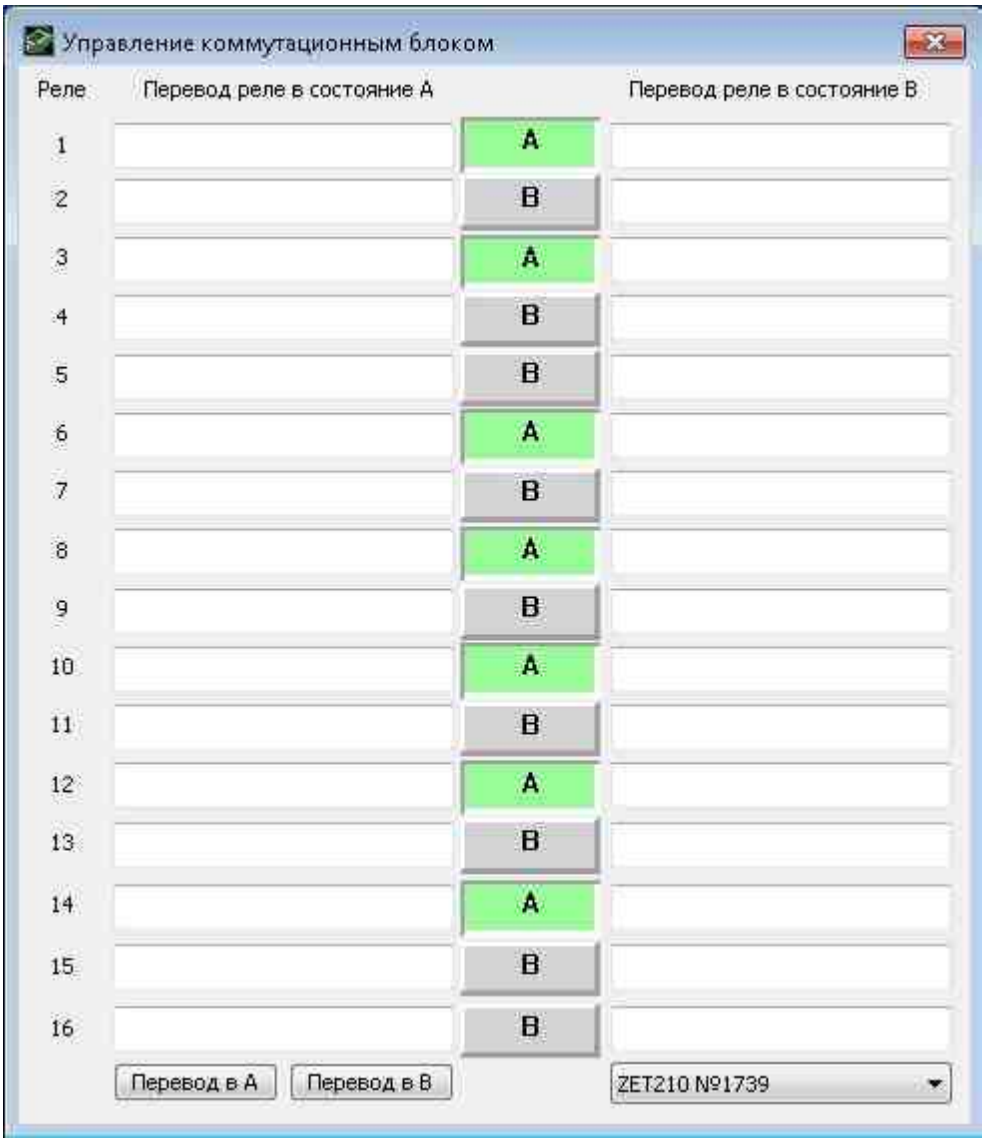


Рис. 2 Интерфейс программы

Коммутационная колодка состоит из 16 сигнальных реле и соединяется с цифровым портом модуля АЦП-ЦАП «ZET 2XX» при помощи кабеля, через который осуществляется подача напряжения на контакты реле. Для каждого реле коммутационной колодки существует два варианта замыкания контактов: INx – xA, либо INx – xB, где x – номер реле. Считается, что реле выключено при замыкании входа реле (INx) на выход «B» (xB), а включено при замыкании входа реле (INx) на выход «A». Данное соответствие подчеркивается цветовым оформлением программы (зеленый цвет соответствует включенному состоянию реле («A»), красный цвет соответствует выключенному состоянию реле («B»). Для того, чтобы перевести реле из одного состояния в другое, следует в соответствующей строке нажать кнопку. При переводе реле из состояния «A» в состояние «B», она станет красного цвета, а при переводе из состояния «B» в состояние «A» – зеленого. Для каждого реле предусмотрено два поля для комментариев: одно для включенного состояния реле, другое для выключенного. Для того чтобы ввести комментарий, необходимо щёлкнуть левой кнопкой «мыши» по нужному полю и ввести комментарий с клавиатуры. Для группового перевода реле из одного состояния в другое существуют кнопки «Все включить» (перевод всех реле в состояние «A») и «Все

выключить» (перевод всех реле в состояние «В»). Также существует возможность выбора модуля «ZET 2XX», при помощи цифрового порта которого будет осуществляться управление реле коммутационной колодки.

Контроль параметров электрических цепей .....

ПО «Контроль параметров электрических цепей» предназначено для управления устройством ZET 452 и обработки оцифрованных сигналов, а также вычисление и индикацию результатов этих сигналов.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Контроль параметров электрических цепей** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

Программное обеспечение «**Контроль параметров электрических цепей**» предназначено для управления устройством ZET 452 и обработки оцифрованных сигналов, а также вычисления и индикации результатов этих сигналов.

Контроль параметров электрических цепей входит в группу программ **Автоматизация**

Описание программы .....

Для запуска программы **Контроль параметров электрических цепей** необходимо в меню **Автоматизация** панели ***ZETLab*** выбрать команду **Контроль параметров электрических цепей** (*Рис. 1)*. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Контроль параметров электрических цепей** (*Рис. 3*). **Примечание:** программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: CableTest.exe.

Программа запускается только при подключении устройства ZET 452.

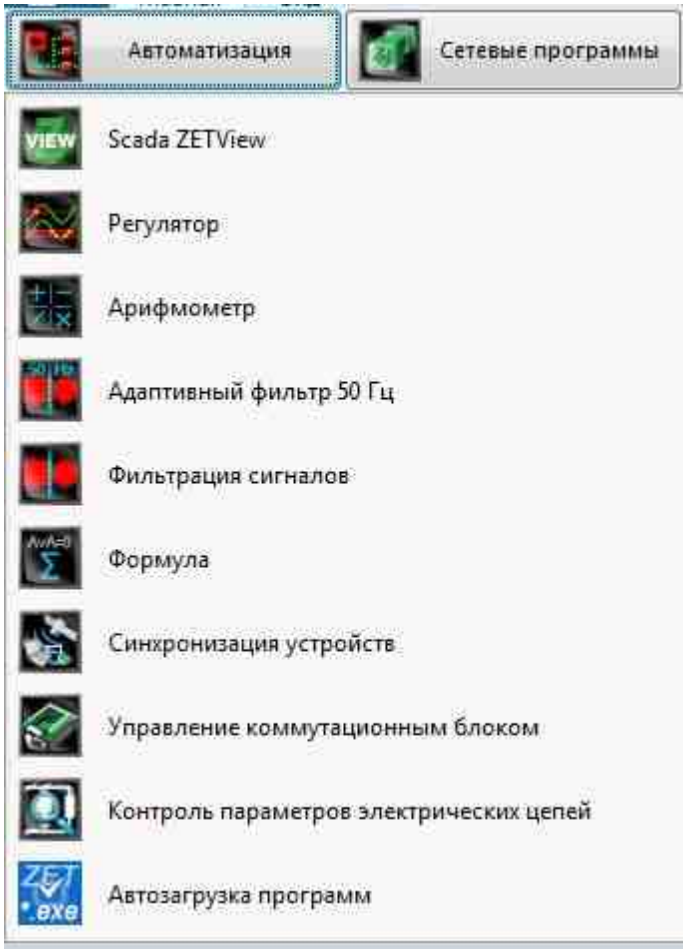


Рис. 1 Программа "Контроль параметров электрических цепей" из меню "Автоматизация"

Запуск программы «Контроль параметров электрических цепей» осуществляется из меню "Автоматизация" программа "Контроль параметров электрических цепей". Пуск панели задач операционной системы Windows.

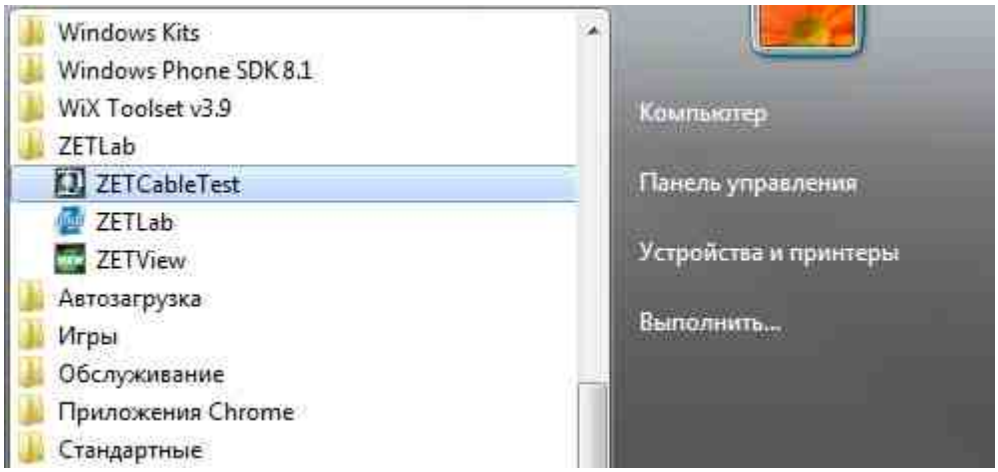


Рис. 2. Пуск панели задач операционной системы Windows

Окно программы «Контроль параметров электрических цепей» представлено (*Рис. 3.1*).

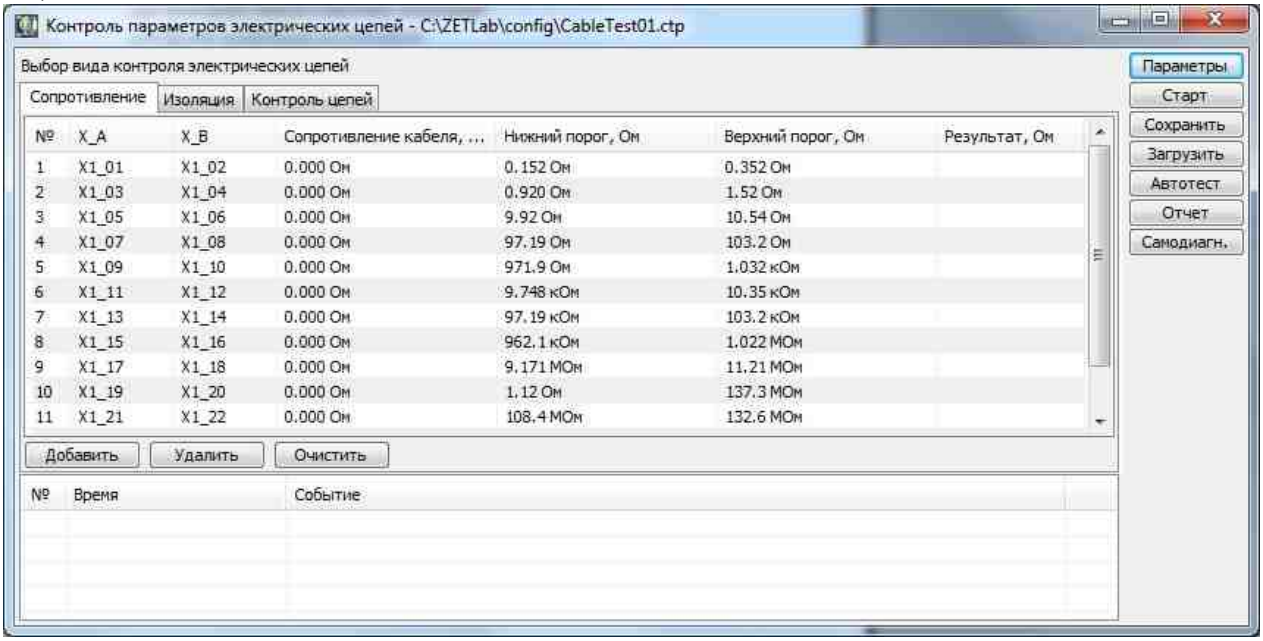


Рис. 3.1 для вкладки «Сопротивление»

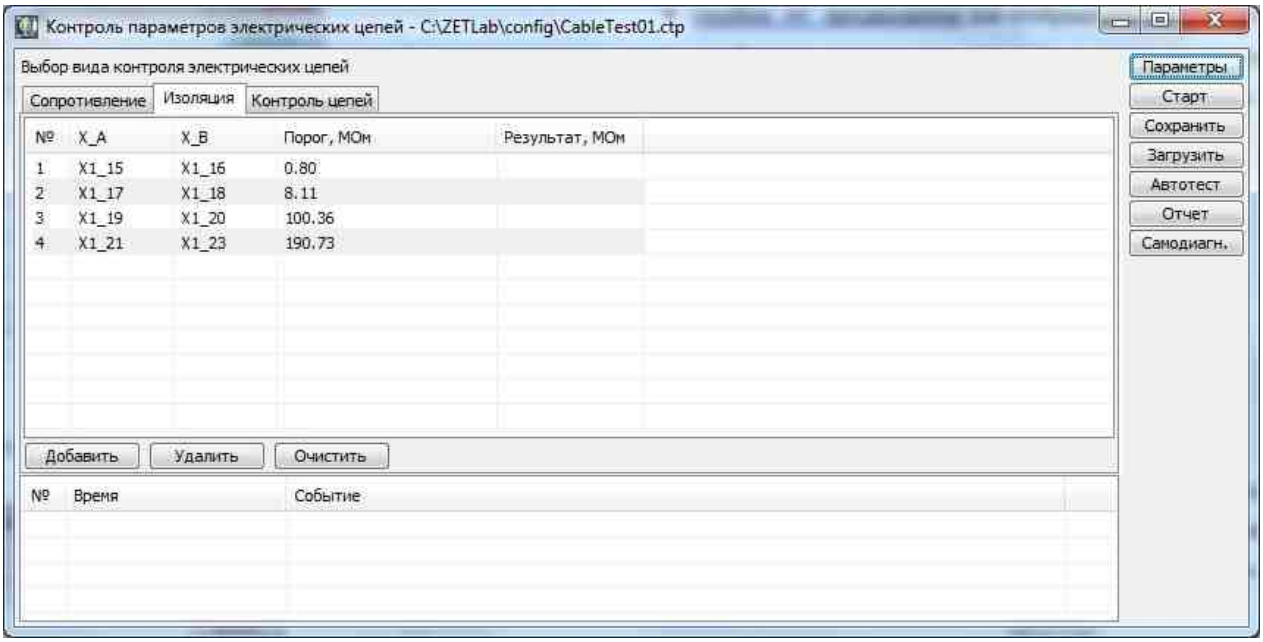


Рис. 3.2 для вкладки «Изоляция»

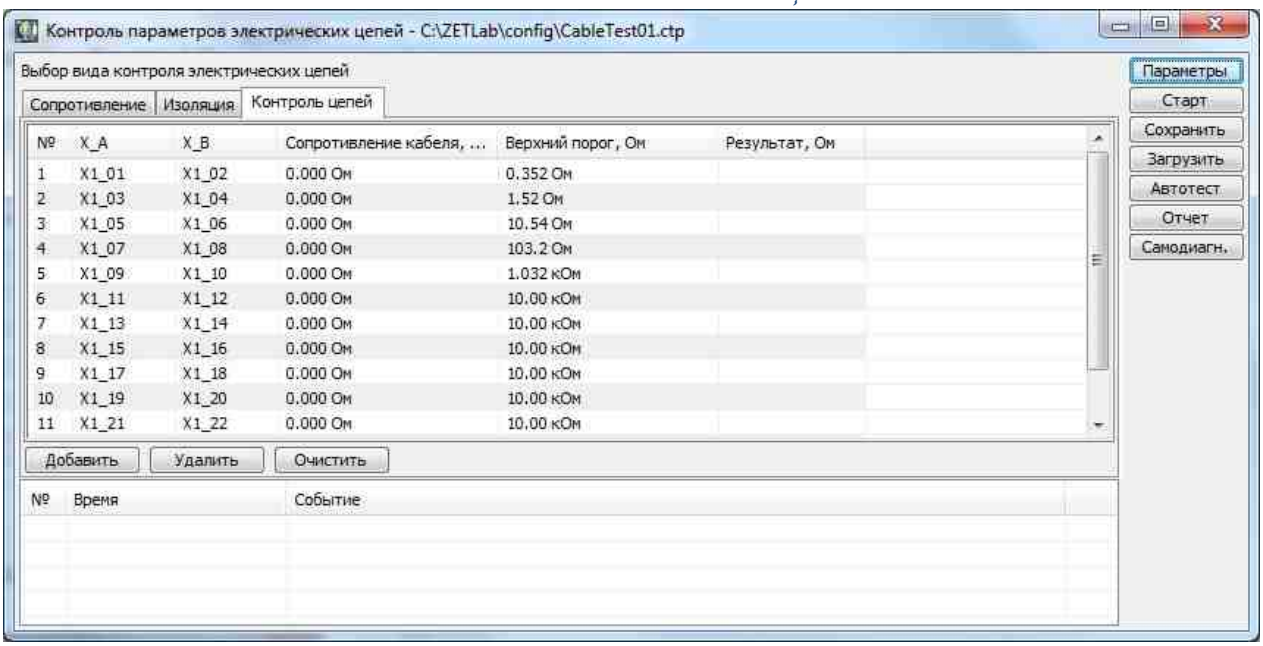


Рис. 3.3 для вкладки «Контроль цепей»

Управление программой «Контроль параметров электрических цепей»

В верхней части окна программы располагаются вкладки для выбора вида контроля электрических цепей. При измерении сопротивлений необходимо выбрать вкладку «Сопротивление», при измерении сопротивлений изоляции – вкладку «Изоляция», при контроле цепей на целостность – вкладку «Контроль цепей».

В выбранной вкладке необходимо заполнить таблицу:

· столбец № предназначен для отображения порядкового номера строки;

· столбец 

предназначен для выбора начала проверяемой электрической цепи;

 нажатие на ячейку  позволяет выбрать в ниспадающем меню 

необходимую цепь (*Рис. 3.4*);

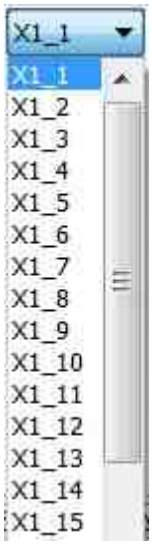


Рис. 3.4 Список для выбора необходимой цепи

 нажатие на пустое поле позволяет не выбирать цепь.

· столбец 

предназначен для выбора конца проверяемой электрической цепи;

нажатие на ячейку  позволяет выбрать в ниспадающем меню  необходимую цепь (*Рис. 3.5*);

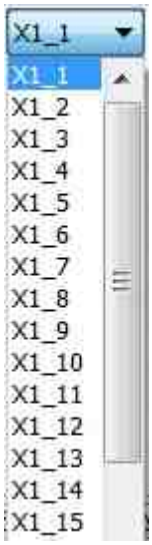


Рис. 3.5 Список для выбора необходимой цепи

нажатие на пустое поле позволяет не выбирать цепь.

· столбец «Сопротивление кабеля, Ом» (для вкладок ‹Сопротивление› и ‹Контроль цепей›) предназначен для записи значения сопротивления кабеля, которым испытуемое изделие подключается к ZET452.

нажатие на ячейку  позволяет вручную изменить значения сопротивления кабеля в данной ячейке;

нажатие на пустое поле позволяет не изменять значения в данной ячейке.

· столбец «Нижний порог, Ом» (для вкладки ‹Сопротивление›) предназначен для записи значения допустимого нижнего порога измеряемого сопротивления;

нажатие на ячейку  позволяет вручную изменить значения нижнего порога в данной ячейке;

нажатие на пустое поле позволяет не изменять значения в данной ячейке.

· столбец «Верхний порог, Ом» (для вкладок ‹Сопротивление› и ‹Контроль цепей›) предназначен для записи верхнего порога;

нажатие на ячейку  позволяет вручную изменить значения верхнего порога в данной ячейке;

нажатие на пустое поле позволяет не изменять значения в данной ячейке.

· столбец «Порог, МОм» (для вкладки «Изоляция») предназначен для записи значения допустимого нижнего порога измеряемого сопротивления;

нажатие на ячейку  позволяет вручную изменить значения порога в данной ячейке;

нажатие на пустое поле позволяет не изменять значения в данной ячейке.

· столбец «Результат, Ом» («Результат, МОм» для вкладки «Изоляция») предназначен для вывода на экран значения измеряемого сопротивления (изоляции).

В нижней части окна программы «Контроль параметров электрических цепей» располагаются кнопки:

· «Добавить» (используется для добавления строки);

При нажатии на кнопку добавляется строка с настройками «по умолчанию» (*Рис. 3.6*).

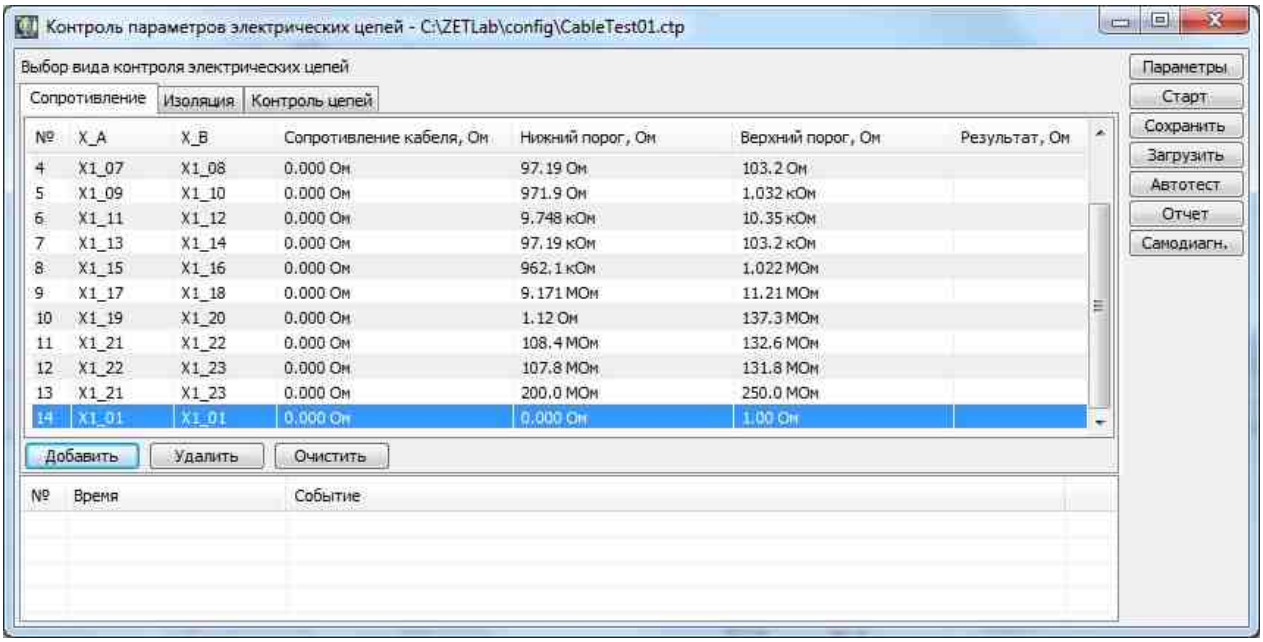


Рис. 3.6 При нажатии на кнопку добавляется строка с настройками «по умолчанию»

· «Удалить» (используется для удаления строки);

При нажатии на кнопку строка удаляется.

· «Очистить» (используется для удаления всех значений, занесенных в таблицу).

В правой части окна программы «Контроль параметров электрических цепей» располагаются кнопки:

Кнопка «Параметры»

Используется для настройки параметров цепей;
При нажатии на кнопку открывается окно для настройки параметров (*Рис. 3.7*). Описание окна «Настройка параметров» приведено ниже.

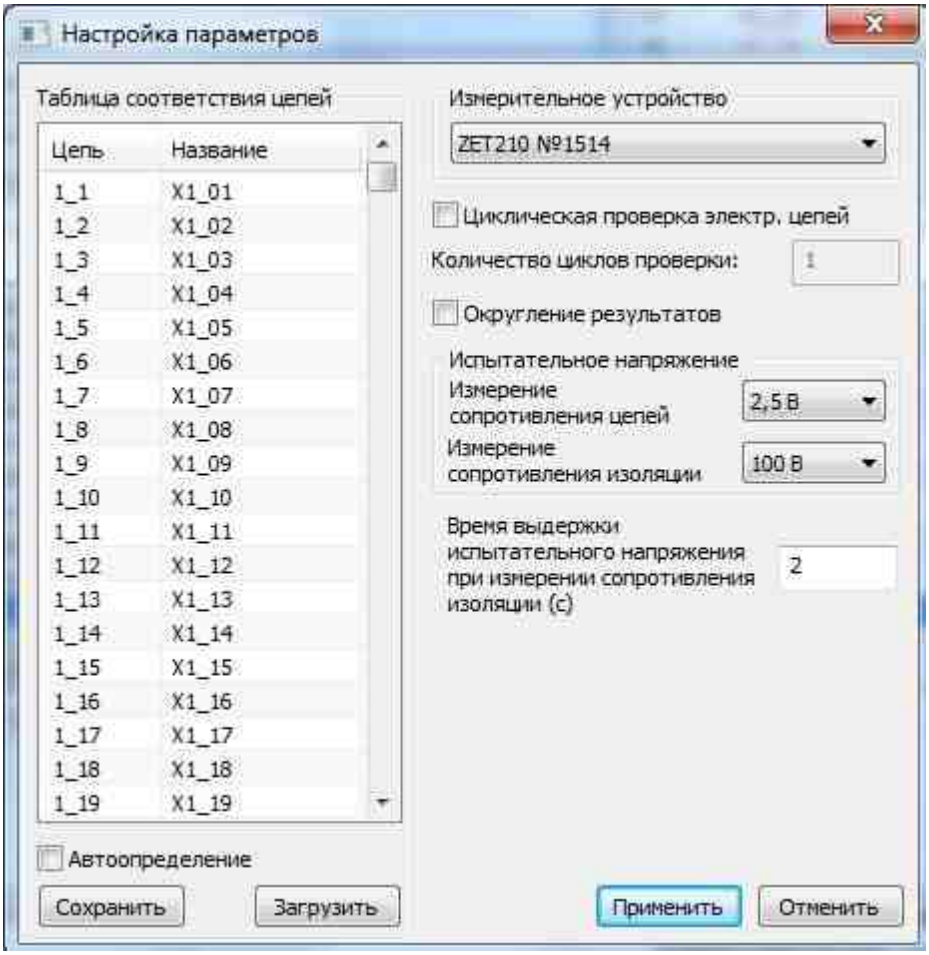


Рис. 3.7 Описание окна «Настройка параметров»

Окно «Настройка параметров»

- «Таблица соответствия цепей» предназначена для задания наименований контактам разъема «Вход» устройства ZET452. Для изменения названия контакта необходимо навести курсор «мыши» на соответствующую ячейку, выделить её одним нажатием левой кнопки «мыши» и отредактировать значение в соответствии с электрической схемойтехнологического кабеля;

- функция «Автоопределение» предназначена для автоматического определения проверяемого устройства по специальной запайке технологического кабеля. После того, как в «Таблицу соответствия цепей» введены все требуемые данные, установка в строку

«Автоопределение» и нажатие на кнопку «Сохранить» осуществляет сохранение всех введенных параметров для контролируемого устройства и помогает автоматически загружать «Таблицу соответствия цепей» при последующих подключениях контролируемого устройства;

- нажатие на кнопку «Сохранить» позволяет сохранить созданную таблицу в виде файла с расширением «*.cbl» (*Рис. 3.8*);

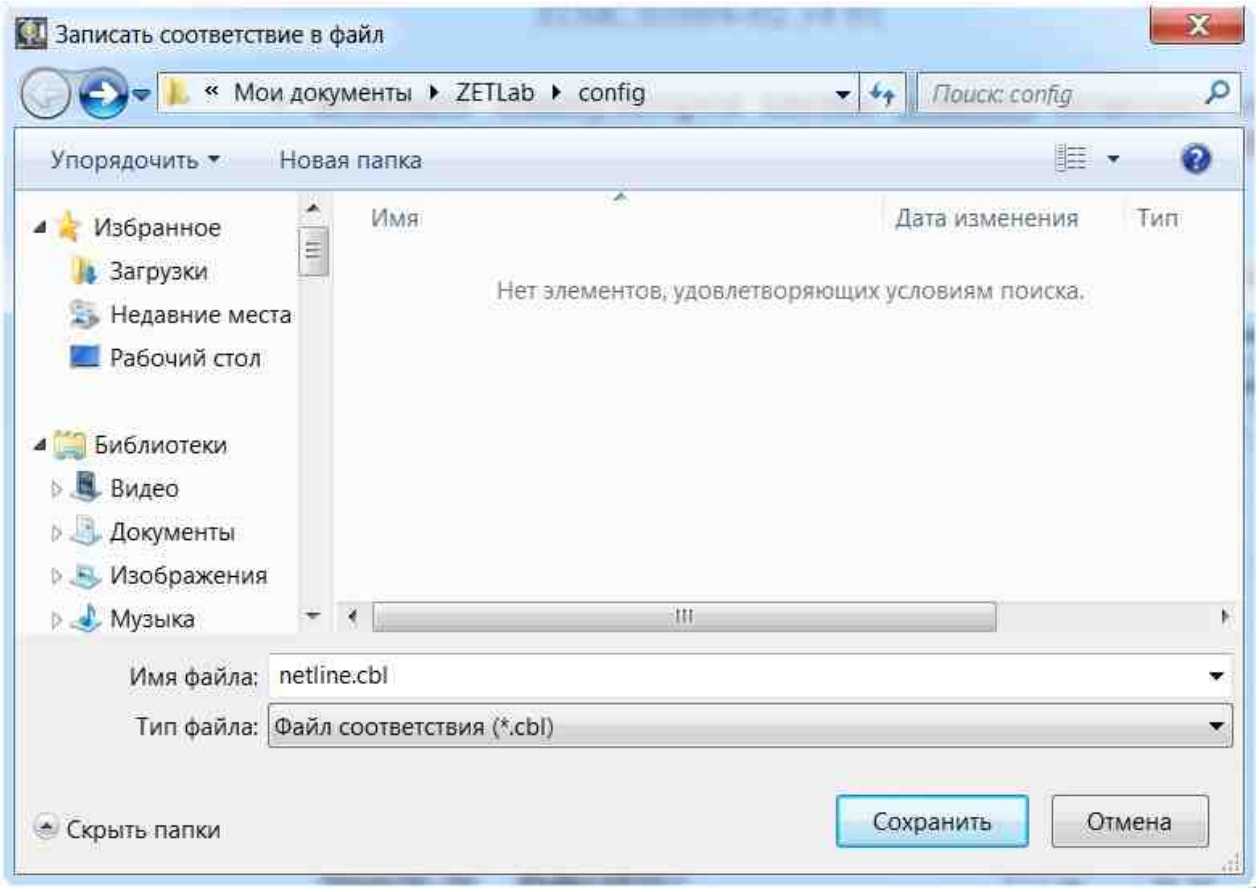


Рис. 3.8 Нажатие на кнопку «Сохранить» позволяет сохранить созданную таблицу в виде файла с расширением «.cbl»*

нажатие на кнопку «Отменить» позволяет не сохранять таблицу;

- нажатие на кнопку «Загрузить» позволяет загрузить созданный ранее файл (*Рис. 3.9*). Для этого в окне «Считать соответствие из файла»

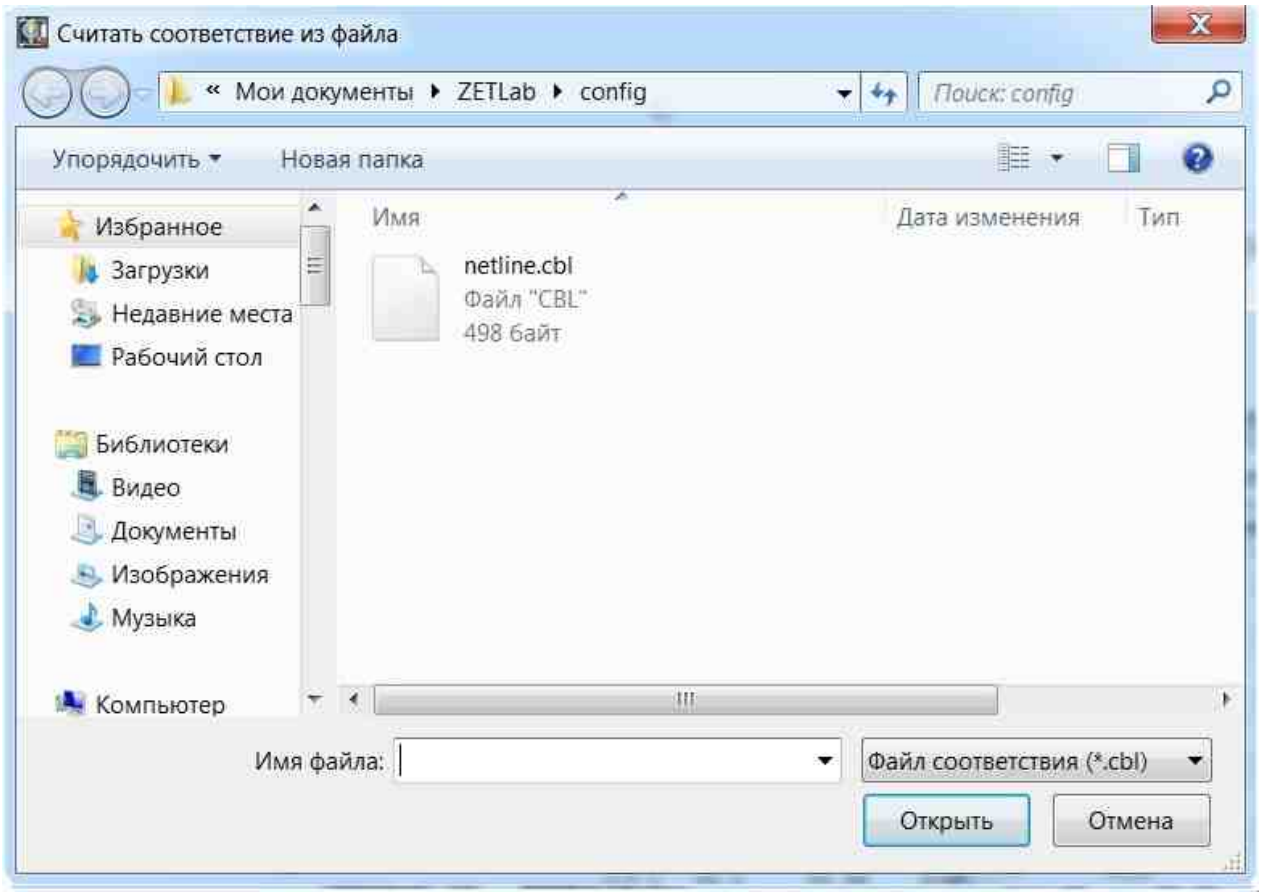


Рис. 3.9 Необходимо выбрать файл и нажать на кнопку «Открыть»

нажатие на кнопку «Отмена» позволяет не загружать файл;

- при нажатии на ниспадающее меню «Измерительное устройство» отображается серийный номер устройства ZET210, входящего в состав устройства ZET452 (*Рис.3.10*);

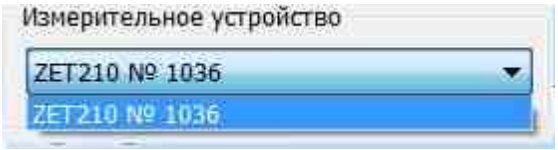


Рис.3.10 Отображается серийный номер устройства

- При включении опции «Циклическая проверка электр. цепей», станет доступным введение количества циклов проверки. Данная опция позволяет провести тестирование несколько раз.

- При выборе опции «Округление результатов», выдаваемые результаты будут округляться в зависимости от номинала полученного значения.

- Группа «Испытательное напряжения» предназначена для выбора номинала испытательных напряжений, используемых при проверке. Выбор осуществляется из доступных значений, в зависимости от опциональных возможностей устройства ZET452.

- Параметр «Время выдержки испытательного напряжения при измерении сопротивления изоляции» позволяет настраивать обозначенное время от 2 до 60 секунд.

- нажатие на кнопку «Применить» позволяет сохранить внесенные изменения;

- нажатие на кнопку «Отменить» позволяет не сохранять внесенные изменения;

- использование функции «Циклическая проверка электр. цепей» позволяет производить указанное число проверок подряд при нажатии на кнопку «Старт», при этом все события за каждый цикл измерений будут отображаться в журнале событий.

Кнопка «Старт»

используется для запуска измерения

- нажатие на кнопку «Старт» запускает измерение сопротивлений (изоляции) по заданному профилю, и кнопка «Старт» меняет название на «Стоп».

- по окончании измерений кнопка «Стоп» меняет название на «Старт», а в столбце «Результат, Ом» («Результат, МОм» для вкладки «Изоляция») выводятся значения измеренных сопротивлений (*Рис. 3.11*) или сопротивлений изоляции (*Рис. 3.12*).

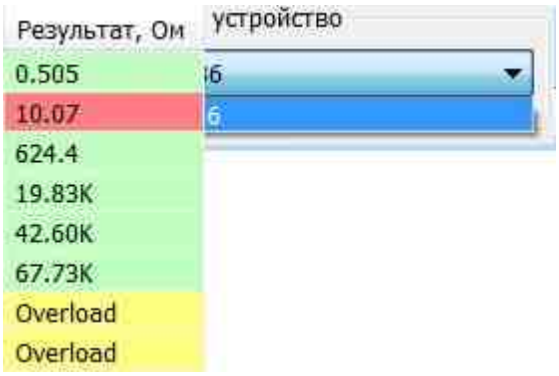


Рис. 3.11 Выводятся значения измеренных сопротивлений

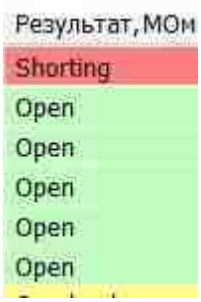


Рис. 3.12 Выводятся значения сопротивлений изоляции

Примечания .....

Примечание 1:

Для измерения сопротивления:

Шстрока, окрашенная в цвет – обозначает, что измеренные значения входят в допускаемый диапазон между Нижним и Верхним порогами.

Шстрока, окрашенная в цвет - обозначает, что измеренные значения не входят в допускаемый диапазон между Нижним и Верхним порогами.

Шстрока, окрашенная в цвет - обозначает, что измеренные значения превышают верхний порог измерений, равный 200 МОм).

Для измерения сопротивления изоляции:

Шстрока, окрашенная в цвет – обозначает, что измеренные значения находятся выше Порога.

Шстрока, окрашенная в цвет - обозначает, что измеренные значения находятся ниже Порога.

Примечание 2:

Шпри превышении результатов измерений величины сопротивления (сопротивления изоляции) значений, равных соответственно 200 МОм (100 МОм), вместо измеренного значения на экран выводится надпись Overload (*Рис. 3.13*) или Open (*Рис. 3.14*).

№	X_A	X_B	Нижний порог, Ом	Верхний порог, Ом	Результат, Ом
31	X1_62	X1_63	446.5M	493.5M	Overload

Рис. 3.13

№	X_A	X_B	Порог, МОм	Результат, МОм Ом	Результат, Ом
1	X1_62	X1_66	10.000000	Open	Overload

Рис. 3.14

Шдля случая измерения сопротивления изоляции на экран выводится надпись Shorting, если значение измеренного сопротивления изоляции оказывается меньше величины 1 МОм (*Рис. 3.15*).

№	X_A	X_B	Порог, МОм	Результат, МОм
8	X1_1	X1_8	1	Shorting

Рис. 3.15

- «Сохранить» (используется для сохранения профиля испытаний);

При нажатии на кнопку открывается окно для сохранения профиля испытаний в виде файла с расширением «*.ctp» (*Рис. 3.16*). Описание принципа работы кнопки «Сохранить» приведено ниже.

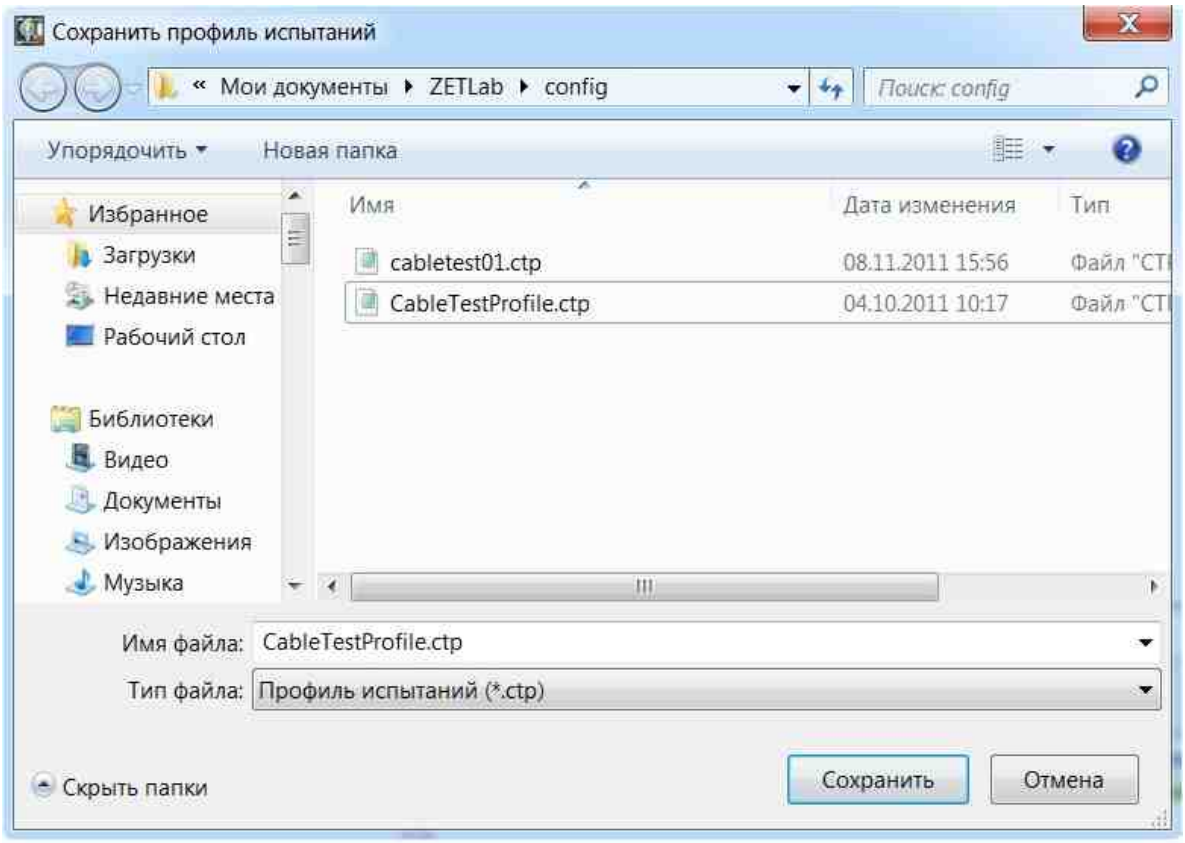


Рис. 3.16

Кнопка «Сохранить»

- нажатие на кнопку позволяет сохранить профиль испытаний, для этого в окне «Сохранить профиль испытаний» в строке «Имя файла» необходимо ввести имя файла (наведением курсора «мыши» в строку и введением имени файла);

- нажатие на кнопку «Сохранить» позволяет сохранить профиль испытаний в виде файла с расширением «*.ctp»;

нажатие на кнопку «Отмена» позволяет не сохранять внесенные изменения.

· «Загрузить» (используется для загрузки профиля испытаний, созданного ранее);

При нажатии на кнопку открывается окно для загрузки профиля испытаний (*Рис. 3.17*). Описание окна «Загрузить профиль испытаний» приведено ниже.

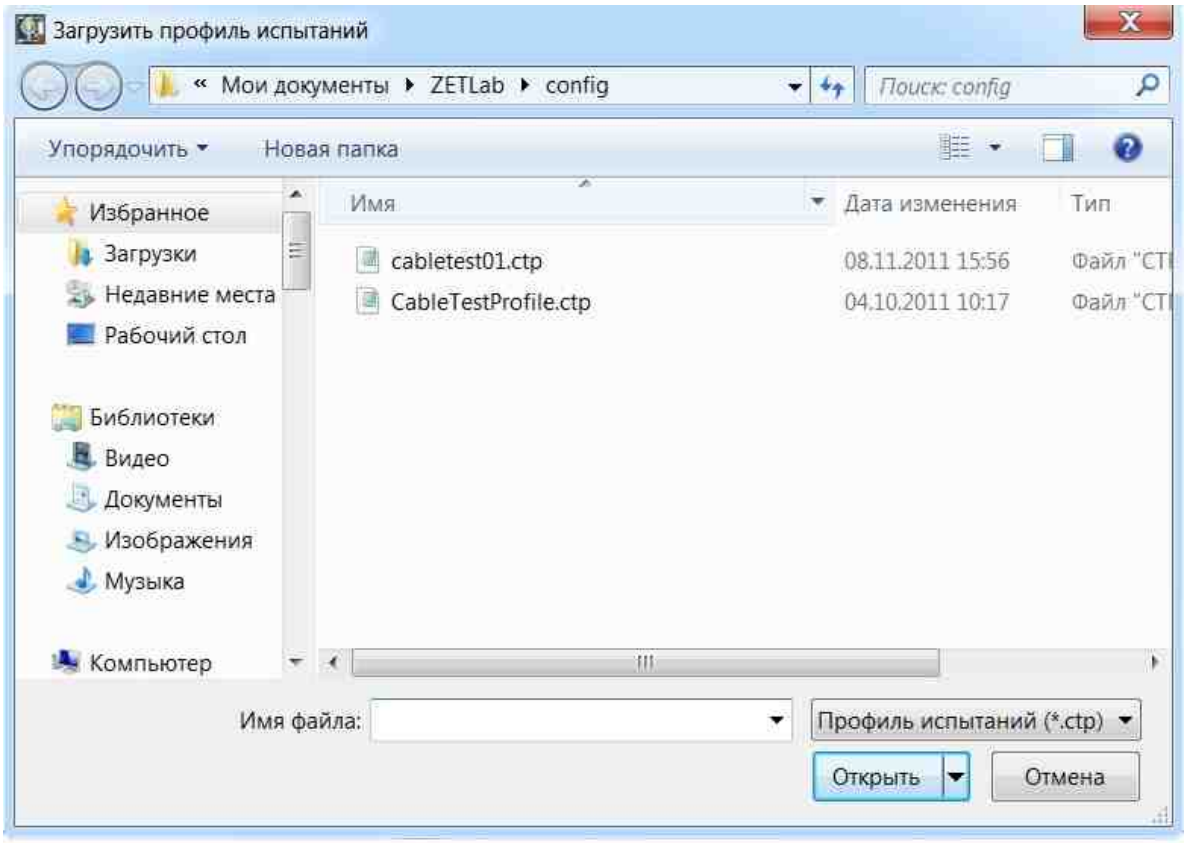


Рис. 3.17

Кнопка «Загрузить»

нажатие на кнопку позволяет загрузить профиль испытаний, созданный ранее, для этого в окне «Загрузить профиль испытаний» необходимо выбрать файл (наведением курсора «мыши» на необходимый файл и выделением его одним нажатием левой кнопки «мыши») и нажать кнопку «Открыть»;

нажатие на кнопку «Отмена» позволяет не загружать файл профиля испытаний.

Кнопка «Автотест.»

используется для учета сопротивлений цепей коммутации (как внутренних, так и внешних);

Примечание 3:

ШКнопка может использоваться только при выборе вкладок «Сопротивление» и «Контроль цепей».

При подключении к разъему «Вход» заглушки НОЛЬ (либо при подключении специально изготовленной технологической заглушки к коммутирующему устройству или технологическому кабелю, при необходимости учета их сопротивления) и нажатии на кнопку запускается измерение сопротивлений цепей коммутации. Более подробная информация о функции автотестирования приведена в п. 2.4.1 Руководства по эксплуатации ЗТМС.0029.00.000РЭ. Описание принципа работы кнопки «Автотест.» приведено ниже.

- нажатие на кнопку позволяет начать автоматический учет сопротивлений, соединительных цепей и кнопка «Автотест» меняет название на «Остановить»

- по окончании учета кнопка «Остановить» меняет название на «Автотест» и открывается окно сохранения профиля испытаний (*Рис. 3.18*);

- нажатие на кнопку «Сохранить» позволяет сохранить профиль испытаний с учетом сопротивлений соединительных цепей в виде файла с расширением «*.ctp». Каждый новый профиль испытаний автотестируется один раз после его создания. При дальнейшем использовании профиля повторное автотестирование, как правило, не требуется.

- нажатие на кнопку «Отмена» позволяет не сохранять файл профиля испытаний.

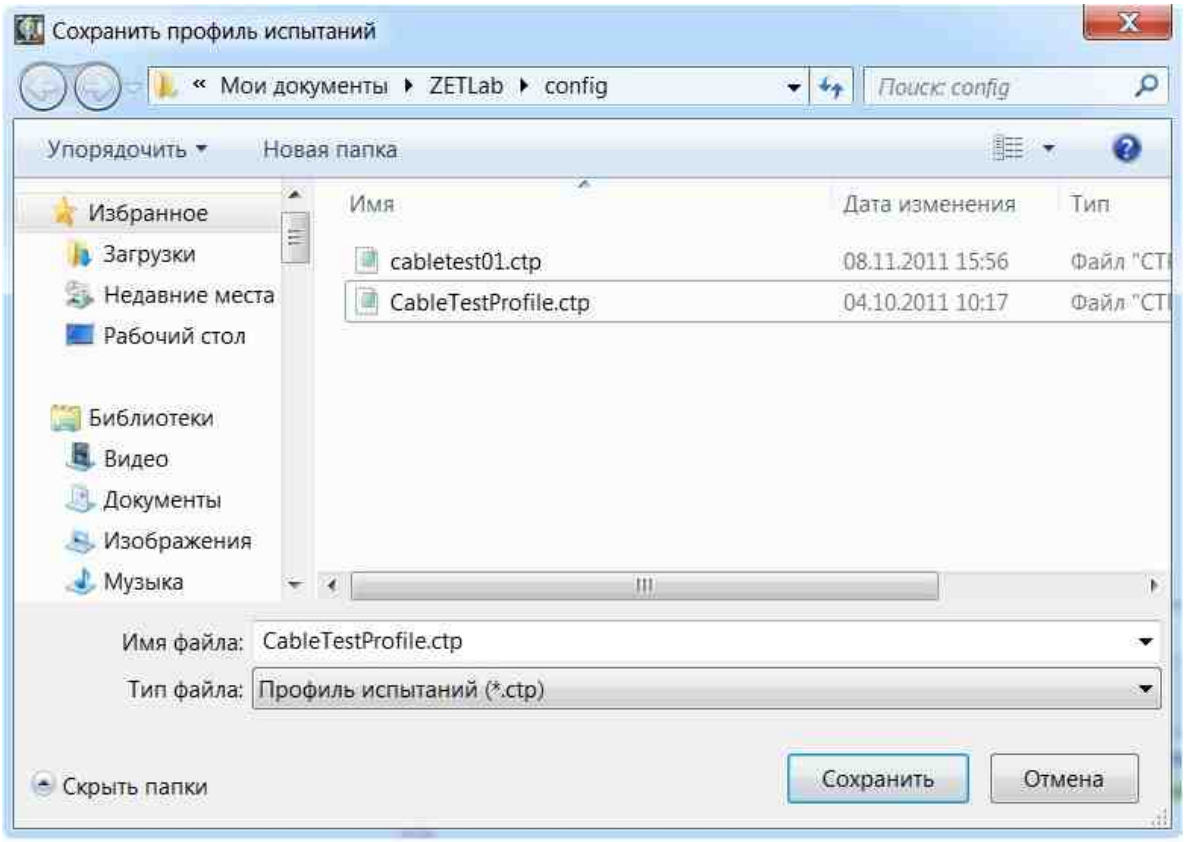


Рис. 3.18

· «Отчёт» (используется для сохранения таблицы с результатами контроля параметров электрических цепей в виде файла с расширением «*.xls»);

При нажатии на кнопку открывается окно для сохранения таблицы с результатами контроля параметров электрических цепей в виде файла с расширением «*.xls» (*Рис. 3.19*). Описание принципа работы кнопки «Отчёт» приведено ниже.

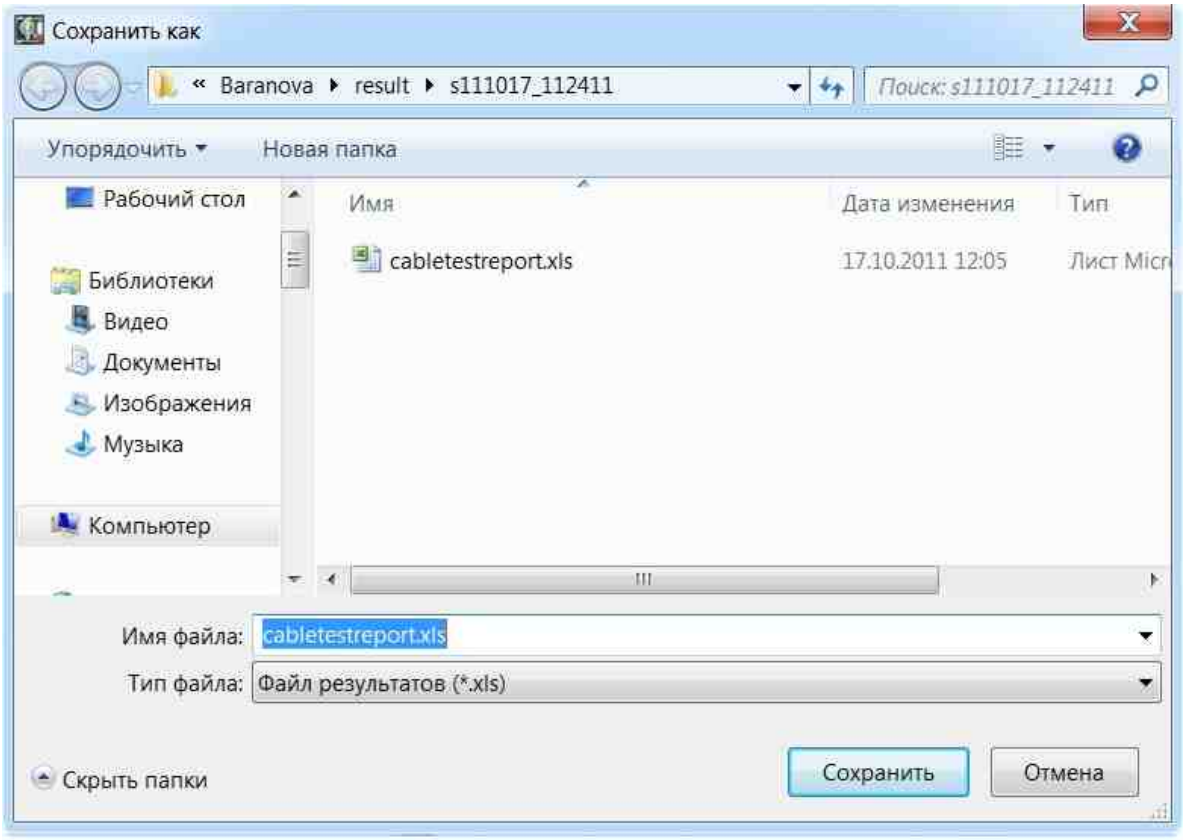
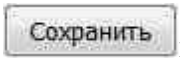


Рис. 3.19

Кнопка «Отчёт»

- нажатие на кнопку позволяет сохранить таблицу с результатами, для этого в окне «Сохранить как», в строке «Имя файла» необходимо ввести имя файла (наведением курсора «мыши» в строку и введением имени файла);

- нажатие на кнопку 

позволяет сохранить профиль испытаний в виде файла с расширением «*.xls» (*Рис. 3.20* - Пример отчета);

- нажатие на кнопку 

позволяет не сохранять файл профиля испытаний.

	A	B	C	D	E	F
1			Протокол проверки цепей			
2						
3	Номер цепи	Начало цепи	Конец цепи	Нижний порог, Ом	Верхний порог, Ом	Результат, Ом
4	1	X1_1	X1_1	0	1	0,351
5	2	X1_3	X1_4	0,09	0,29	0,208
6	3	X1_5	X1_6	0,39	0,59	0,503
7	4	X1_7	X1_8	0,88	1,08	1,01
8	5	X1_9	X1_10	2,56	2,76	2,68
9	6	X1_23	X1_24	614,8	627,7	624,5
10	7	X1_25	X1_26	990	1.010K	1.005K
11	8	X1_27	X1_28	1.782K	1.818K	1.809K
12	9	X1_29	X1_30	3.227K	3.293K	3.274K
13	10	X1_42	X1_43	97.02K	102.0K	99.87K
14	11	X1_44	X1_45	174.4K	181.6K	179.0K
15	12	X1_46	X1_47	290.1K	301.9K	295.0K
16	13	X1_48	X1_49	457.7K	476.3K	467.0K
17	14	X1_50	X1_51	950.0K	1.050M	1.000M
18	15	X1_52	X1_53	2.090M	2.330M	2.228M
19	16	X1_54	X1_55	5.311M	5.870M	5.789M
20	17	X1_56	X1_57	9.500M	10.50M	10.13M
21	18	X1_58	X1_59	43.60M	48.20M	46.07M
22	19	X1_60	X1_61	109.3M	120.8M	115.7M
23	20	X1_62	X1_63	446.5M	493.5M	466.9M
24	21	X1_64	X1_65	950.0M	1050.0M	967.7M
25	22	X1_66	X1_67	0	0,1	0,028
26	23	X1_67	X1_68	0	0,1	0,013
27	24	X1_68	X1_69	0	0,1	0,025
28	25	X1_69	X1_70	0	0,1	0,02
29	26	X1_70	X1_71	0	0,1	0,013
30	27	X1_71	X1_72	0	0,1	0,001
31	28	X1_39	X1_39	0	0,1	0
32						
33					Дата	17 октября 2011г.
34					Исполнитель	Антонов А.Ю.
35					Подпись	

Рис.3.20 - Пример отчета

После окончания работы в программе «Контроль параметров электрических цепей» необходимо закрыть её, активировав манипулятором в правом верхнем углу кнопку 
.

Кнопка «Самодиагн.»

нажатие на кнопку открывает окно режима самодиагностики, предназначенного для проверки ZET452. (*Рис. 3.21*)

Внимание! Перед проведением самодиагностики необходимо отключить все технологические кабели от разъема «Вход».

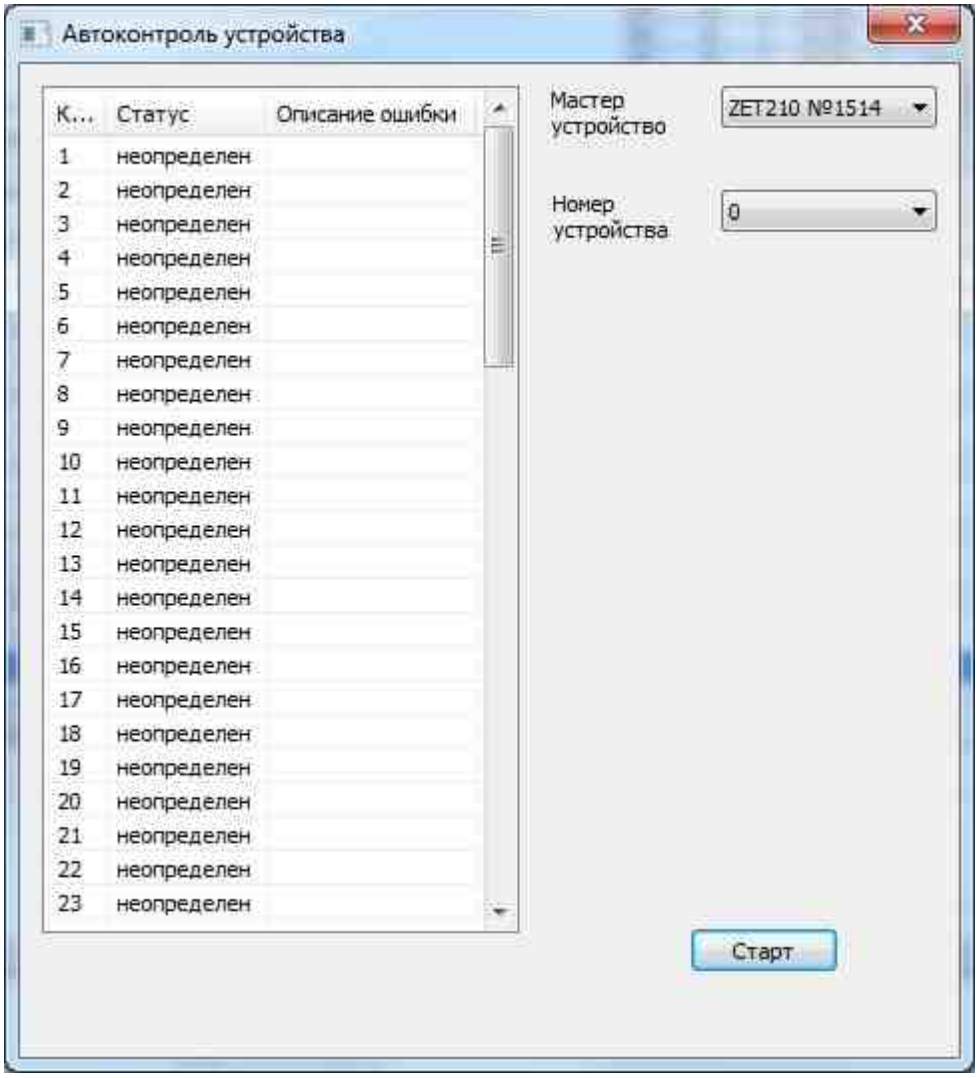


Рис. 3.21

- Перед проведением самодиагностики необходимо выбрать мастер-устройство (основной модуль ZET 452) из списка.

- Затем необходимо выбрать номер устройства:0 –основной модуль, 1…7 модули расширения (при наличии)

- Для запуска самодиагностики необходимо нажать кнопку старт и дождаться окончания. При исправном устройстве все строки таблицы в левой части окна «Автоконтроль устройства» будут подсвечены зеленым цветом (*Рис. 3.22*)

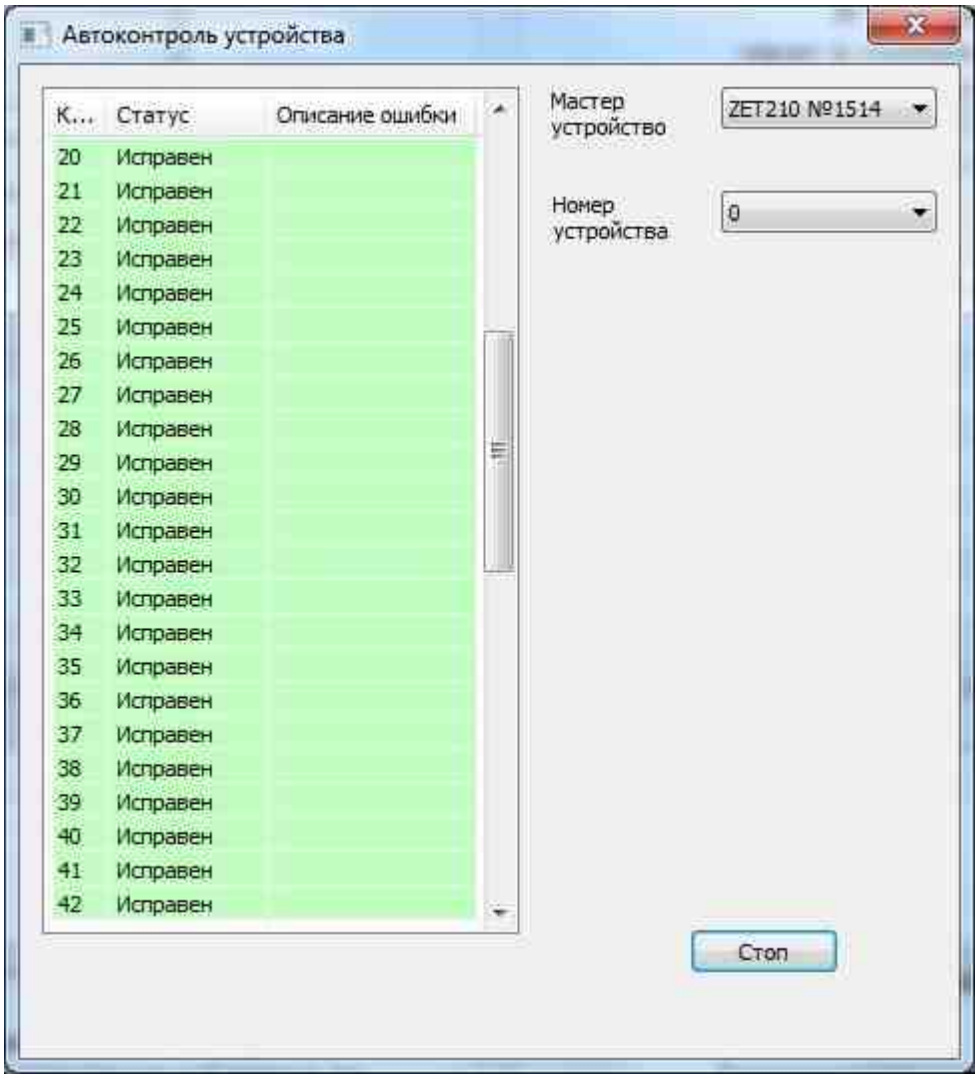


Рис. 3.22

Чтобы выйти из режима самодиагностики, необходимо закрыть окно, нажав левой кнопкой «мыши» в правом верхнем углу кнопку 

Сообщения программы .....

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки **Сервисные** панели управления **ZETLAB**.

Формат сообщений, записываемых программами ПО **ZETLAB** в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице ниже приведены сообщения программы.

Текст сообщения	**Категория**
Сообщения из Журнала ошибок ZETLAB	
101 Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
102 Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка
103 Файл конфигурации в папке DirConfig недоступен	ошибка
104 Файл справки отсутствует	ошибка
105 Папка DirHelp недоступна	ошибка
106 Папка DirSignal недоступна	ошибка
107 Папка DirResult недоступна	ошибка
108 Папка DirCorrect недоступна	ошибка
109 Папка InstallLocation недоступна	ошибка
110 Ошибка при создании экземпляра класса CAutoScaleXY	ошибка
111 Ошибка при подключении к Unit	ошибка
112 Программа запущена через Unit	ошибка
113 Программа запущена из Z-панели	ошибка
114 Программа начала работать	ошибка
115 Частота дискретизации АЦП Гц	ошибка
116 Код ошибки	ошибка
117 Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
118 Ошибка при вызове справки программы	ошибка
119 Программа завершила свою работу	ошибка
120 При чтении данных с канала произошла ошибка	ошибка
121 При обработке данных произошла ошибка	ошибка
122 Нет сервера данных	ошибка
123 Программа будет закрыта	ошибка
124 Ошибка при запуске программы обработки параметров	ошибка
Сообщения из ZETServer	
Не было подключения к серверу	ошибка
Сервер не загружен на компьютере	ошибка
К серверу подключено слишком много программ	ошибка
На компьютере не загружается сервер	ошибка
Мало оперативной памяти или дискового пространства	ошибка
Номер канала меньше нуля	ошибка
Номер канала больше максимально возможного значения	ошибка

Невозможно создать экземпляр компонента Server	ошибка

При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ **ZETLAB** дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Получение сообщения "Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта" говорит о том, что в данный момент времени загружено слишком много программ, работающих с сервером данных **ZETLAB**, либо о том, что используемый компьютер имеет недостаточный объём ОЗУ. В первом случае следует закрыть неиспользуемые программы и перезапустить программу. Во втором случае необходимо либо заменить компьютер, либо в используемом увеличить объём ОЗУ.

Автозагрузка программ .....

Программа ExeStarter предназначена для пакетного запуска определённого набора программ с возможностью программного Watch Dog за выполнением запущенных программ.

Не рекомендуется использовать в этом наборе программы, которые можно запустить в единственном экземпляре, и которые запускаются другими программами, например: NetSrv.exe, которую запускает сервер. В этом случае работа Watch Dog может быть непредсказуемой.

Программа ExeStarter работает в двух режимах: режим запуска программ и режим наблюдения за запущенными программами. В первом режиме заголовок окна программы - "Автозагрузка программ" и в таблице строки всех программ белые. Во втором режиме заголовок окна - "Автозагрузка программ — режим наблюдения" и строки программ в таблице цветные (см. раздел "Цвета программ"). В режиме запуска слежение за запущенными программами не осуществляется. Если в режиме наблюдения отслеживаемая программа зависнет или закроется, то она будет перезапущена.

Возможен запуск только одной копии программы. Программа из папки %DirConfig вычитывает файл ExeStarter.xml, в котором предварительно необходимо прописать перечень запускаемых программ и их свойства. Ниже приведён пример файла ExeStarter.xml.

```
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Lib name = "Дерево программ" autostart="+" topmost="+" reverseClose="+">
	<Program name="Копируем директорию">
		<Property StartingFlag="+" Path="c:\windows\system32\cmd.exe" Params=" /c copy /y c:
\zetlab\configarh\*.* c:\zetlab\config\" Sleep="5000"/>
	</Program>
	<Program name="Время по каналам">
		<Property StartingFlag="+" Path="c:\ZETLab\ZETServertime.exe" Params=""
TimeForStart="2500" NeedWD="+"/>
	</Program>
	<Program name="GPS Синхронизация">
		<Property StartingFlag="+" Path="c:\ZETLab\Synchronization.exe" Params=""
TimeForStart="5000" NeedWD="+"/>
	</Program>
	<Program name="SCADA проект">
		<Property StartingFlag="+" Path="c:\ZETLab\seismo.exe" Params=""
TimeForStart="5000" NeedWD="+"/>
	</Program>
	<Program name="Осциллограф">
		<Property StartingFlag="-" Path="c:\ZETLab\OscGraph.exe" Params=""/>
	</Program>
	<Program name="Вольтметр">
		<Property StartingFlag="+" Path="c:\ZETLab\VoltMeterDC.exe" Params=""
NeedWD="1"/>
	</Program>
</Lib>
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

В этом файле в первой строке прописываются параметры самой программы ExeStarter.exe, затем параметры запускаемых программ. Порядок запуска программ соответствует порядку записи программ в файле ExeStarter.xml. Перечень параметров см. в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Параметры самой программы

Параметр	Описание	Тип	Значение по умолчанию
autostart	запуск программ после запуска ExeStarter	флаг	false
topmost	окно ExeStarter всегда на первом плане	флаг	false
reverseClose	обратный порядок закрытия программ	флаг	true
needLogFile	требуется ведение log-файла	флаг	false
HangTimeOut_mSec	время ожидания при проверке программ на зависание, мс	число	3000
MinTimeJob_mSec	минимальное время работы программ, которое не вызывает рестарт, мс	число	10000
NumReStart	кол-во допустимых рестартов, при превышении этого числа ExeStarter останавливается с выдачей MessageBox	число	3
DownTime_mSec	Время простоя перед рестартом при превышении NumReStart	число	60000

Таблица 2. Параметры запускаемых программ

Параметр	Описание	Тип	Значение по умолчанию
name	произвольное описание программы	текст	-
Path	полное имя запускаемого файла (с путём)	текст	-
Params	командная строка	текст	-
StartingFlag	запускать или нет программу	флаг	false
NeedWD	для программы требуется Watch Dogs, допустимые варианты: "-", "+", "1","имя группы Watch Dogs" (в текущей версии не реализовано)	текст	"-"
TimeForStart	максимальное время запуска программы, мс	число	100000
VisibleType	тип первоначального отображения окна программы, допустимые варианты: "Visible", "Turn", "Hide", "AsParent"	текст	"Visible"

За выполнением программ, у которых параметр NeedWD "+" или "1", осуществляется программное слежение. Если такая программа в режиме наблюдения зависнет или закроется, то ExeStarter перезапустит такую программу.

Программы с параметром NeedWD = "+" образуют группу программ. При зависании и/или завершении работы любой программы из этой групп, все программы группы будут перезапущены с переходом ExeStarter в режим запуска. Закрытие программ группы выполняется в соответствии с параметром "reverseClose", запуск - в соответствии с порядком

в файле xml. Образование такой группы целесообразно, когда требуется совместная обработка данных, получаемых программами группы.

Программы с параметром NeedWD = "1" группу не образуют. При зависании или завершении такой программы ExeStarter просто перезапустит эту программу без выхода из режима наблюдения.

Возможен запуск в скрытом режиме (без отображения окон и ярлыка) как запускаемых программ, так и программы ExeStarter.exe. Параметр VisibleType = "AsParent" означает, что режим отображения окон программы будет соответствовать режиму отображения окон самой ExeStarter.exe.

Выполнение команды "**ExeStarter.exe /hide**" загружает программу в скрытом режиме. В этом случае закрыть программу (и дочерние программы, запущенные как "Hide" или "AsParent") можно только с помощью диспетчера задач.

При запуске дочерних программ в варианте "Hide" окна запускаемых программ на мгновение показываются на рабочем столе.

Цвета программ

В окне программы ExeStarter.exe запущенные программы будут перечислены в таблице и подсвечены разными цветами. Ниже представлена расшифровка цветов.

Белый — режим запуска.
Коричневый– такой программы нет.
Голубой - программа не требует запуска.
Красный – программа работает с проблемами (чаще у неё не найдены окна).
Зеленый – программа запущена с каким-либо Watch Dogs.
Жёлтый – программа без Watch Dogs.
Синий – программа выделена мышью.

Рекомендации

Локальная политика компьютера, на котором предполагается запускать программы с помощью ExeStarter.exe, должна быть настроена соответствующим образом. Для этого необходимо под учётной записью администратора запустить редактор локальной групповой политики, например: выполнив в командной строке «gpedit.msc». В разделе «Конфигурация компьютера» последовательно выбрать: «Административные шаблоны», «Компоненты Windows», «Отчёты об ошибках Windows». Далее в правой панели окна редактора элементы «Отключить отчёты об ошибках Windows» и «Не отправлять дополнительные данные» перевести в состояние «Включена», см. Рис. 1.

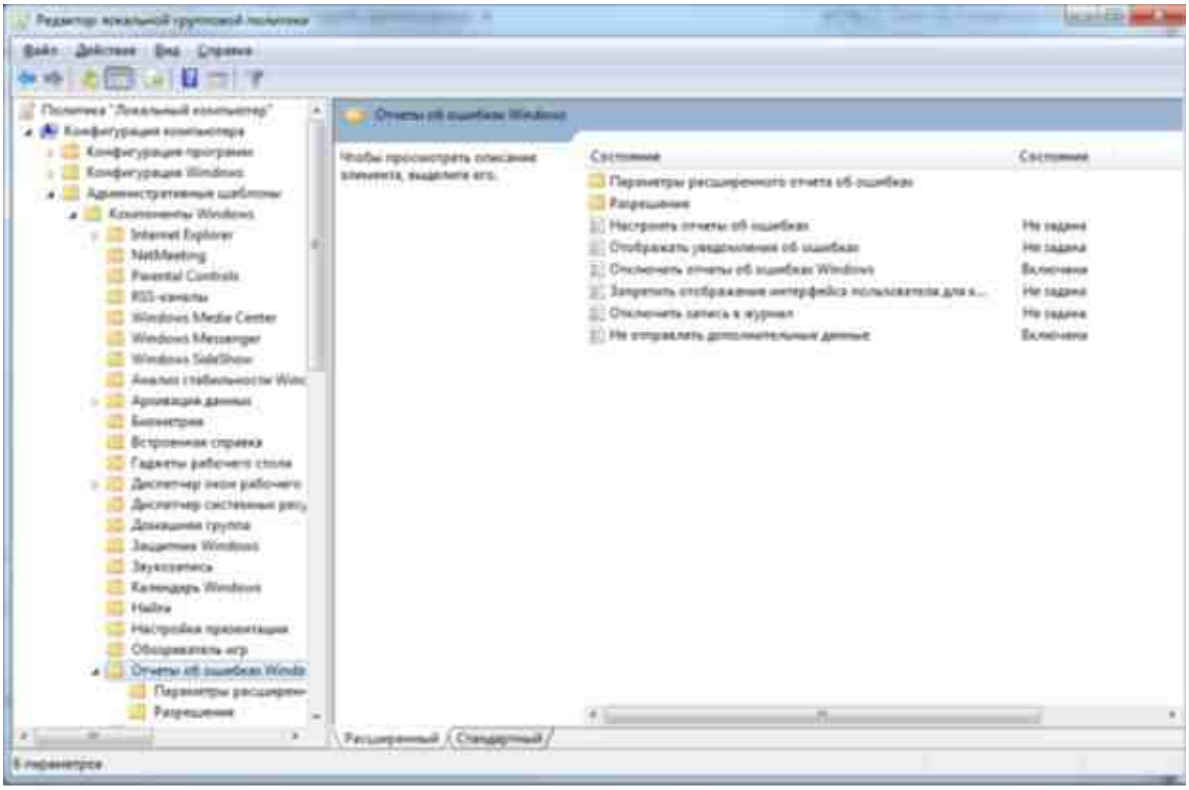


Рис. 1

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Автозагрузка в**ходит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Описание программы .....

Для запуска программы **Автозагрузка программ** необходимо запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ExeStarter.exe.

Основную часть окна программы занимает поле, на котором отображаются:

- номер задания (первый столбец). Номер последовательности выполнения задания.
- Флаг запуска (второй столбец). Флаг запуска может быть "+", т.е. программа будет запущена, а "-" программа не будет запускаться и будет пропущена.
- название программы (третий столбец). Указывается название программы для удобства пользователя.
- путь к программе (четвертый столбец). Заполняется название запускаемой программы.
- параметры запуска (пятый столбец). Описание находится ниже.

В правой части окна программы находятся кнопки:
- Запуск (верхняя кнопка). Позволяет запускать программу.
- Остановка (средняя кнопка). Позволяет останавливать программу.
- Перезапуск (нижняя кнопка). Перезапуск останавливает все программы, выгружает все программы и памяти и запускает программу заново.

В нижней части окна программы находятся кнопки:
- Свернуть все (левая кнопка). Позволяет все программы сделать свернутыми.
- Показать все (правая кнопка). Разворачивает все программы ранее свернутые.

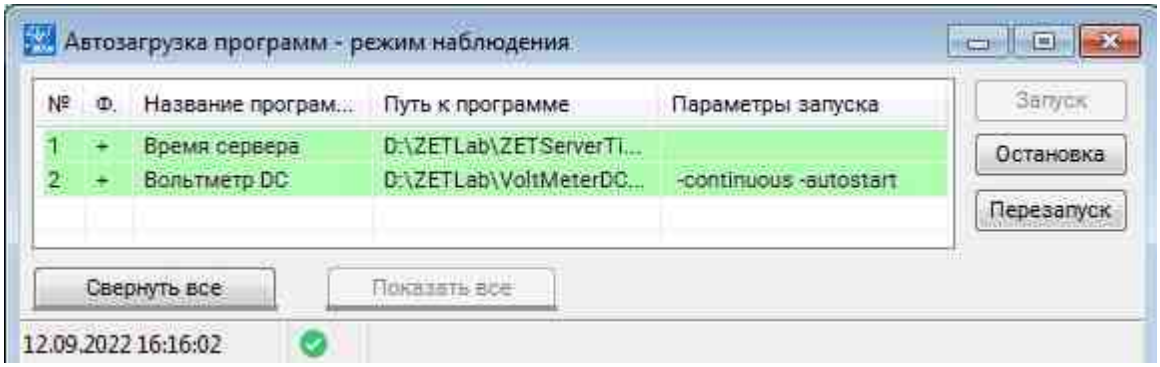


Рис. 2

Программа "Время ZETServer" не только отображает текущее время каналов сервера, но и следит за временами каналов АЦП (в том числе сетевых). Периодически программа считывает текущее время таких каналов и сравнивает это значение с соответствующим значением предыдущей проверки. Если новое значение не увеличилось, то тогда в журнал ошибок ZETLAB добавляется событие с текстом "Остановка времени канала имя_канала".

Периодичность проверки около 60 сек. Проверке подвергаются только рабочие каналы АЦП, кроме отключенных каналов, каналов отключенных устройств и т.д. Время виртуальных каналов также не проверяется.

Кроме этого программа генерирует широковещательное сообщение об остановки времени канала АЦП. В настоящее время такое сообщение принимает только программа ExeStarter.exe, которая в этом случае закрывает запущенные ею программы и закрывается сама с записью в свой log текста "Команда CommonEvent_StopTimeSRV".

Транспортная вибрация .....

Описание программы находится в разработке.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Транспортная вибрация** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Описание программы .....

Описание программы находится в разработке.

Аварийный останов .....

Описание программы находится в разработке.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Аварийный останов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Описание программы .....

Описание программы находится в разработке.

Сетевые программы

Программы предназначены для передачи и получения оцифрованных сигналов **ZETLAB** по сети.

Передатчик сигналов (сервер данных) .....

Программа предназначена для передачи оцифрованных сигналов ZETLAB по сети.
С момента включения сервера данных любой компьютер, находящийся в той же подсети, может подключиться к нему с помощью программы Приёмник сигналов (клиент данных NetCln) — и все сигналы компьютера-сервера появляются в его списке каналов. Далее уже не имеет значения, обрабатываются эти сигналы компьютером-сервером, или компьютером, в который они поступают через систему Сервер данных → Клиент данных.

Области применения передатчика сигналов

Одна из наших последних разработок — виртуальная лаборатория — строится на основе программ Клиент данных и Сервер данных. Казалось бы, такая простая схема (один компьютер данные передает, а другой их принимает), но какой спектр возможностей открывается перед нами! Это и новое слово в системах распределенного сбора данных, и виртуальные лаборатории и окончательное разделение «обязанностей»: трудно сделать блоки сбора данных и их обработки более независимыми.

Учебные классы

Сервер данных позволяет создавать целые учебные классы на основе одного ZET-устройства. Преподаватель подключает модуль к своему компьютеру и запускает программу **Передатчик сигналов (сервер данных NetSrv)**. Студенты каждый на своем компьютере запускают программу **Приёмник сигналов (клиент данных NetCln)**. Таким образом, сигналы, оцифрованные одним модулем АЦП/ЦАП могут независимо обрабатываться каждым студентом. А поскольку сервер данных способен передавать не только оцифрованные сигналы физических каналов АЦП, но и каналы, созданными виртуальными приборами ZETLAB, каждый студент сможет сравнить полученный им результат с результатом обработки исходных сигналов преподавателем. Например, использование фильтров нижних и верхних частот меняют сигнал до неузнаваемости, выделяя полезный сигнал на фоне шумов.

Виртуальные лаборатории

Лабораторные стенды создаются не только в технических и научно-исследовательских институтах. Поскольку обучение — дело занимательное, а наглядная демонстрация даёт гораздо больше результатов, чем длительное изложение физических законов и принципов, в офисе нашего предприятия нашли своё место стенды по всем областям применения: «Вибро», «Тензо», «Сейсмо», «Термо» и т.д. Для ознакомления с программным обеспечением ZETLAB можно установить его demo-версию, и, подключившись к одному или нескольким серверам данных, приступить к измерениям.

Распределенные системы сбора данных

Система **Сервер данных (NetSrv) → Клиент данных (NetCln)** нашла свое применение не только в области образования. Передача уже оцифрованных сигналов незаменима в распределенных системах сбора данных с предварительной обработкой. На данный момент практикуется подключение сборщиков, данных к компьютеру по линиям Ethernet. Таким образом, сигналы от всех анализаторов/модулей АЦП-ЦАП поступают в компьютер, где происходит их обработка. Но чем дальше места установки сборщиков, данных друг от друга, чем более разветвленной становится система, тем более усложняется структура системы. В таких случаях несколько сборщиков, данных (или даже каждый в отдельности)

подключаются к промышленному компьютеру, в котором происходит предобработка данных. Сигналы с компьютеров, установленных «на местах», передаются на сервер, с которого уже поступают в диспетчерский пункт единым потоком.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Передатчик сигналов (сервер данных)** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Передатчик сигналов (сервер данных) входит в группу программ **Сетевые программы**

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы необходимо в панели управления выбрать меню **Сетевые программы** и выбрать программу **Включить передатчик сигналов.** На экране монитора отображается рабочее окно программы (*Рис. 2*).
Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: NetSrv.exe

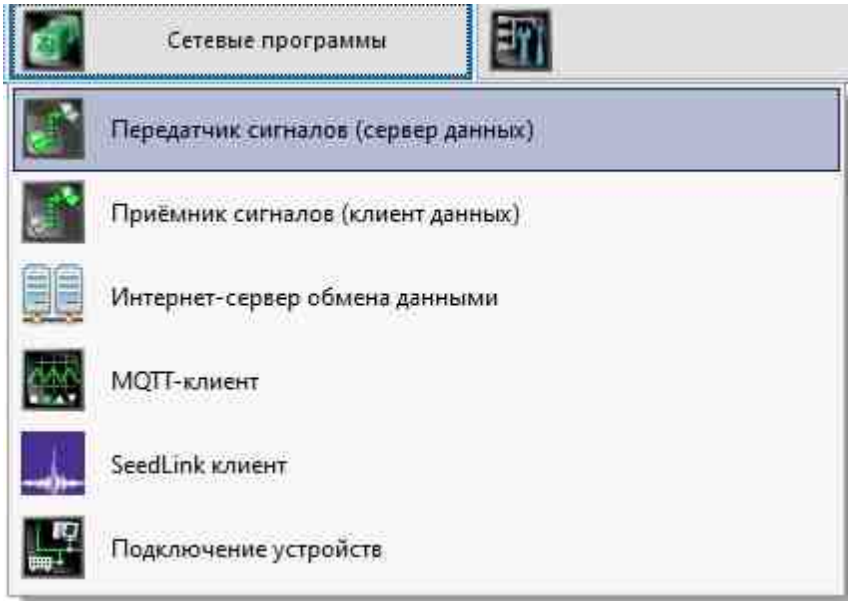


Рис. 1 Запуск программы "Передатчик сигналов (сервер данных)"

С момента включения Передатчик сигналов (сервер данных) любой компьютер, находящийся в той же подсети, может подключиться к нему с помощью программы **Приёмник сигналов (клиент данных)** - и все сигналы компьютера-сервера появляются в его списке каналов. Далее уже не имеет значения, обрабатываются эти сигналы компьютером-сервером, или компьютером, в который они поступают через систему**. Передатчик сигналов (сервер данных) → Приёмник сигналов (клиент данных)**.

.

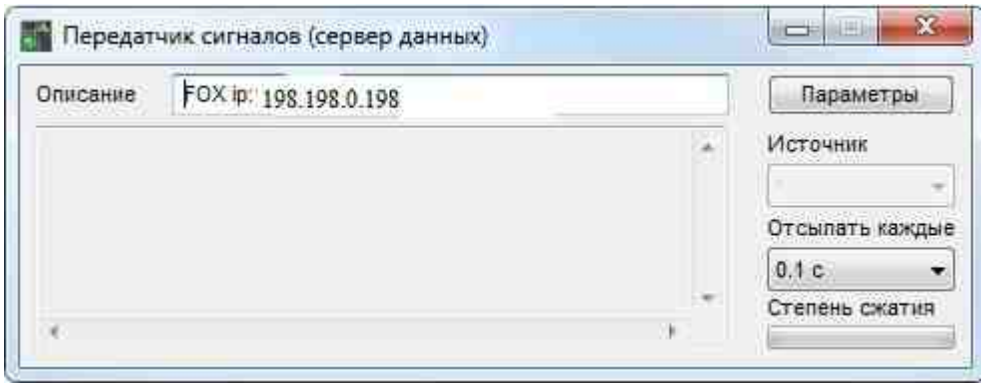


Рис. 2

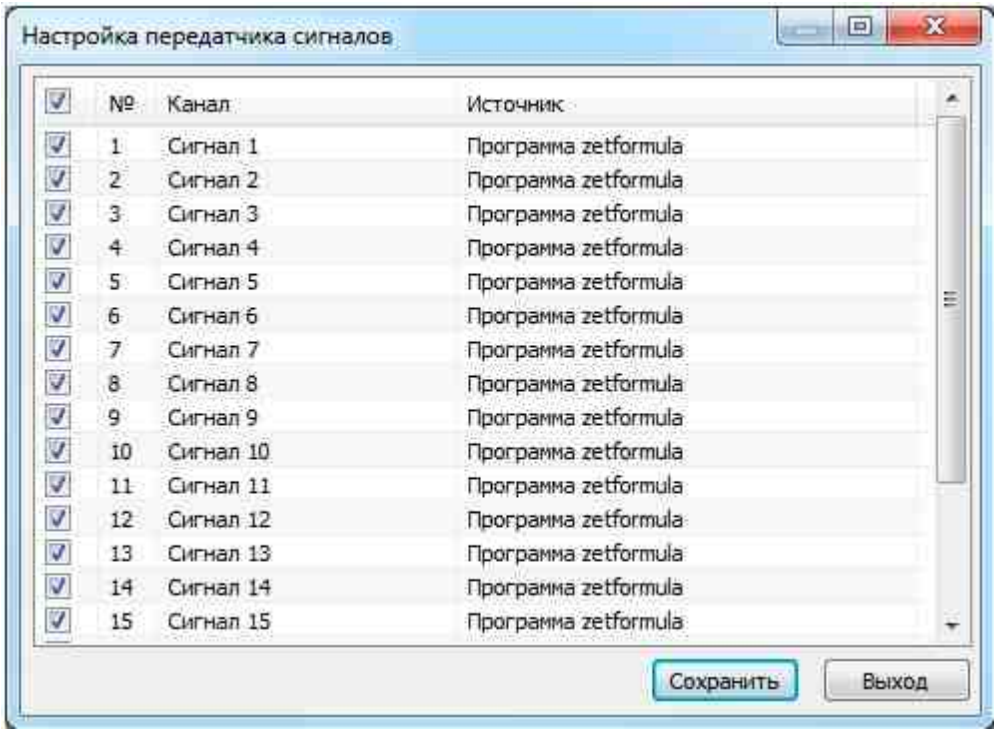


Рис. 3

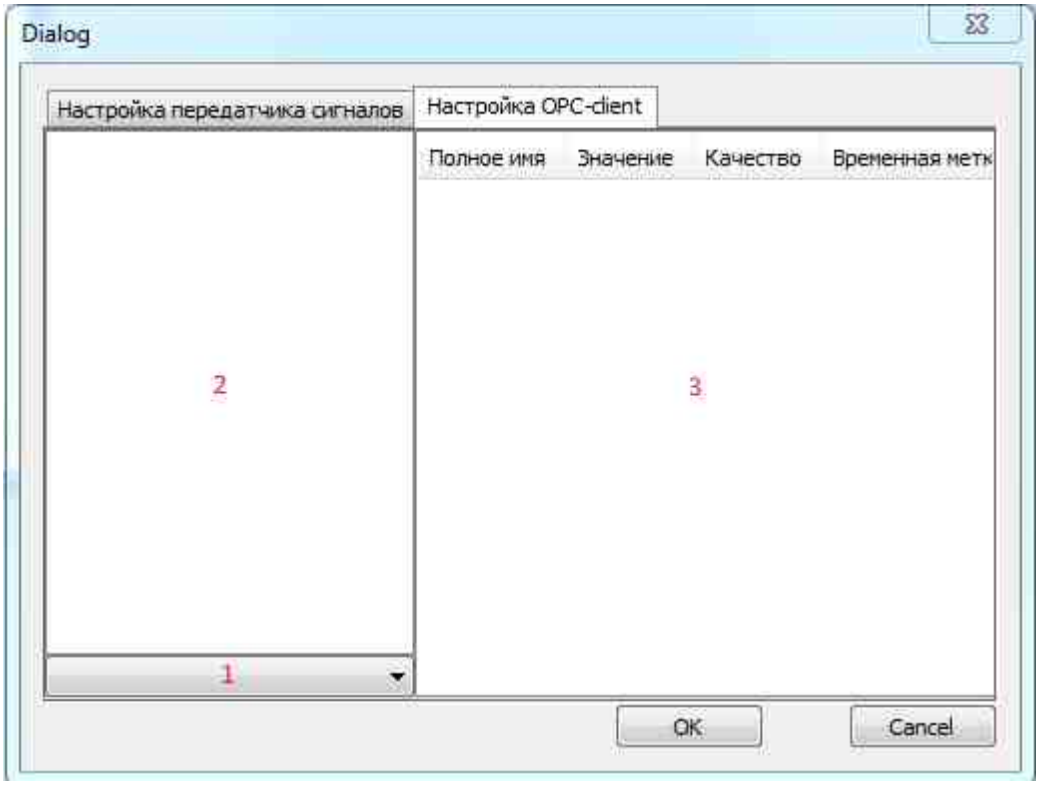


Рис. 4

В окне программы **Приёмник сигналов (клиент данных)** отображается информация о подключении к нему клиентов данных (дата и время подключения). При наличии в компьютере нескольких сетевых плат, для обеспечения защищенности соединений в окне программы**. Передатчик сигналов (сервер данных)** становится активным поле выбора IP сетевой платы, которая будете осуществлять трансляцию данных.

Настройка OPC сервера

Функционал программы расширился за счет добавления возможности передачи OPC данных. В окне параметром появилась вкладка “Настройка OPC-client”, при нажатии на которую открывается окно настройки передаваемых тэгов. Окно имеет три рабочие области (*Рис. 3*).

(1 – выбор OPC сервера;
2 – область отображения структуры OPC сервера (дерево OPC тэгов);
3 – таблица, содержащая информацию по выбранным тэгам.)

После выбора OPC сервера происходит connect, и дерево OPC сервера отображается в области 2 (*Рис. 4*).

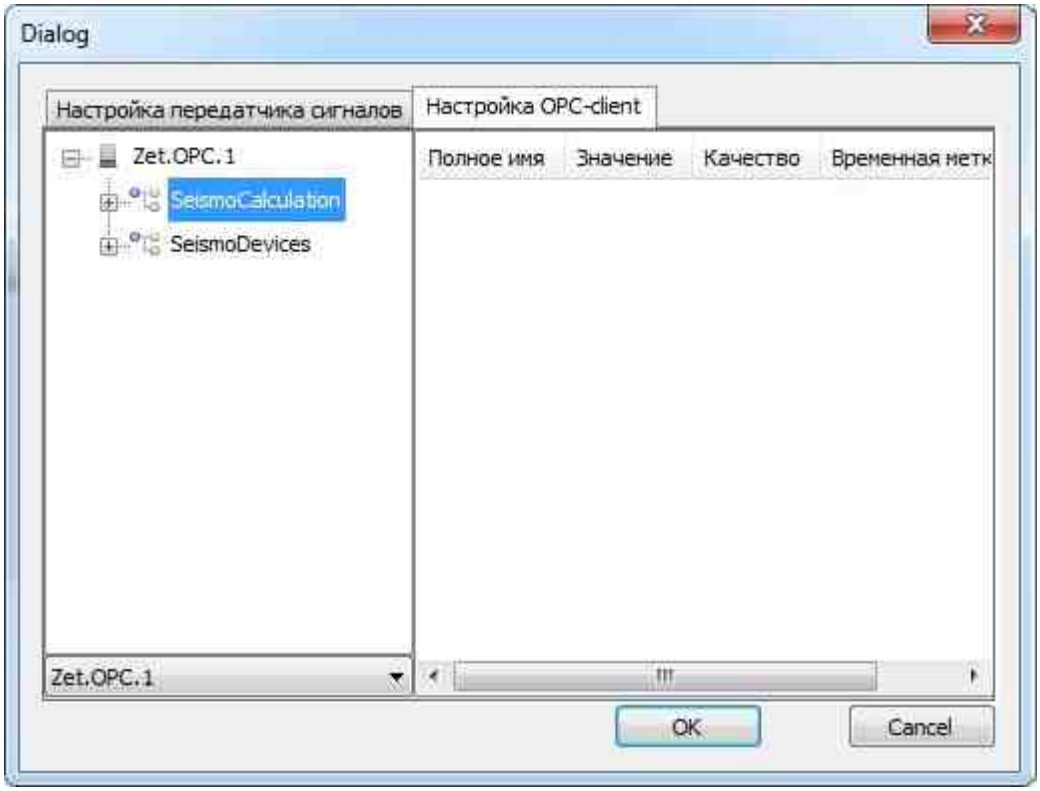


Рис. 4

Правый клик на элемент дерева вызывает контекстное меню (*Рис. 5*).

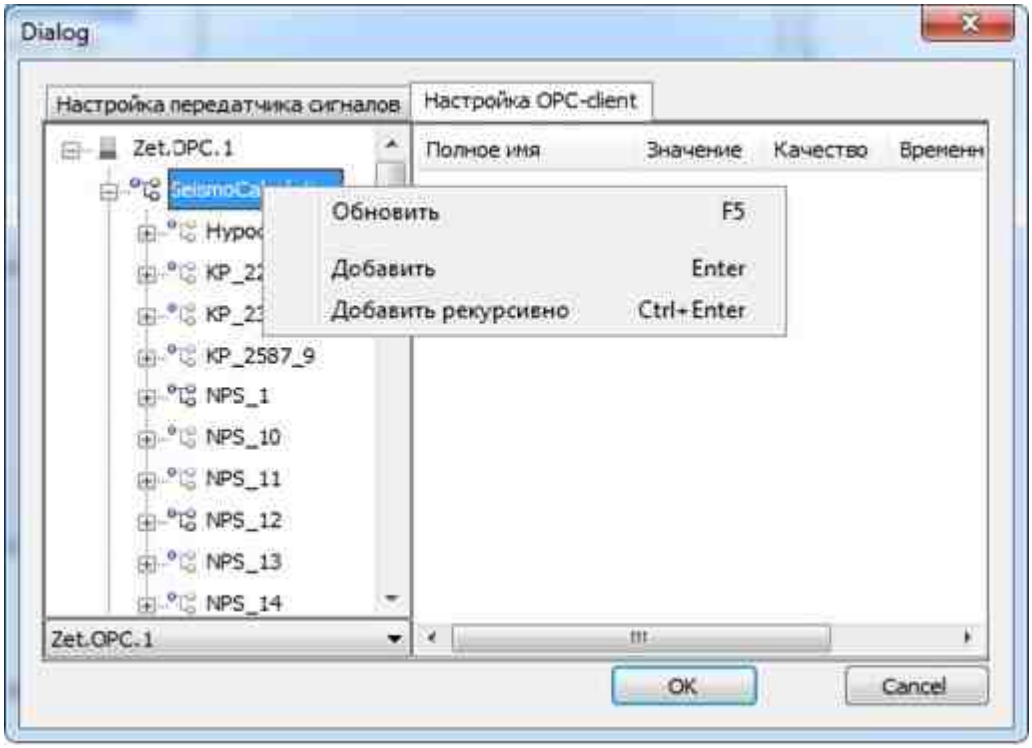


Рис. 5

Контекстное меню:

1) “Обновить” – используется, если структура OPC сервера изменилась.
2) “Добавить” – добавление тэга при работе с листом дерева или с узлом, содержащим листы.
3) “Добавить рекурсивно” – добавление тэгов при клике на узел, содержащий другие узлы.

Для удобства работы имеется поддержка горячих клавиш, кроме того, добавление тэга осуществляется при двойном клике на лист дерева.

После добавления тэгов они отображаются в области №3. Данные тэги являются отслеживаемыми и именно они отправляются NetClient-у. Правый клик на элементы таблицы также вызывает контекстное меню (имеется поддержка горячих клавиш), для копирования имени тэга или удаления тэгов (*Рис. 6*).

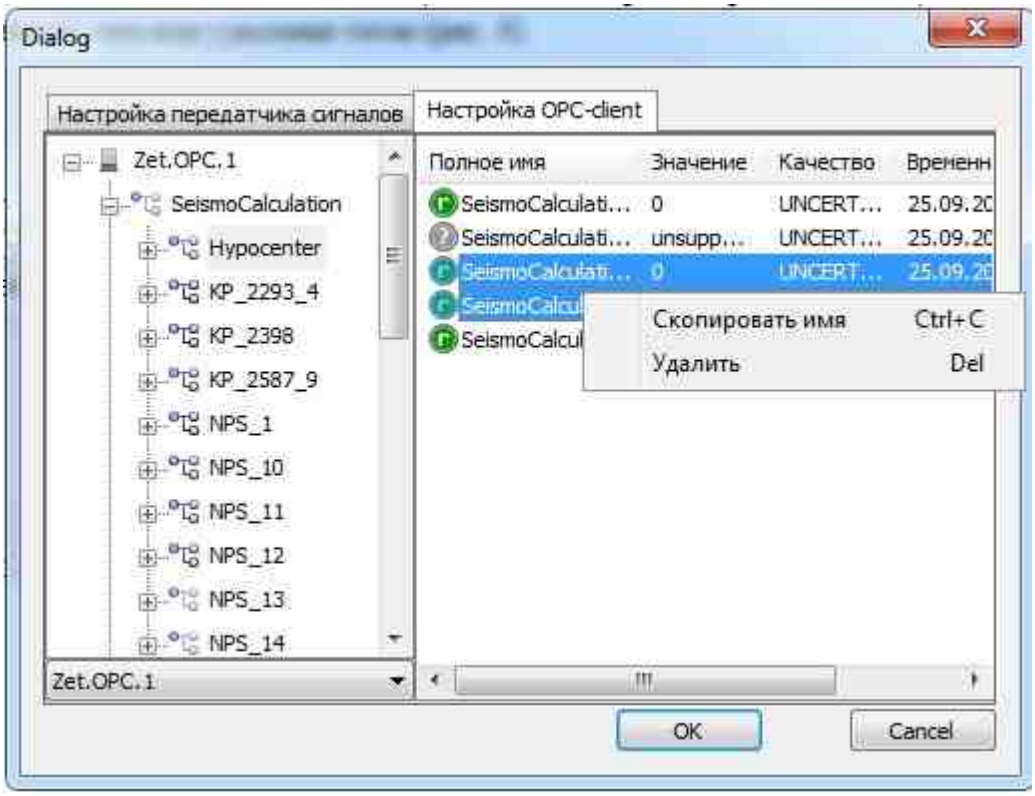


Рис. 6

Перед названием тэга в таблице имеется индикатор, отражающий его состояние.

Индикатор черного цвета перед названием тэга свидетельствует о том, что данного тэга в OPC сервере больше нет, но так как с ним велась работа ранее, он остается в таблице, пока его не удалить (*Рис. 7*).

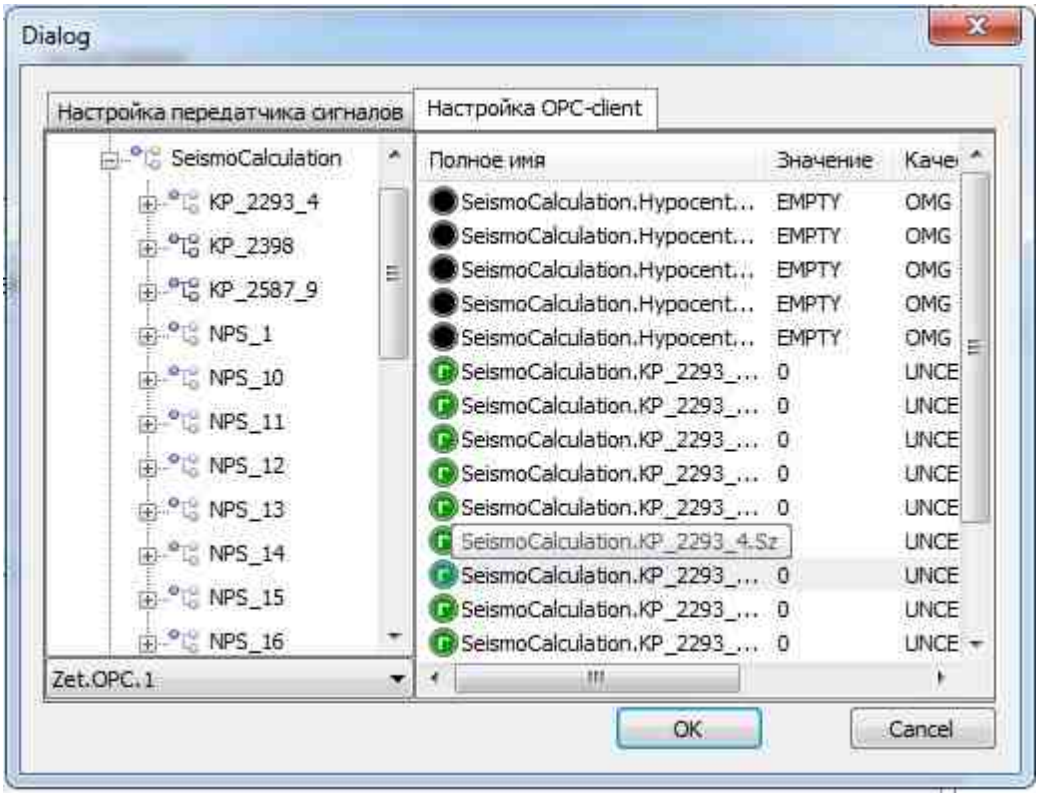


Рис. 7

Запись в конфигурационный файл происходит после закрытия окна параметров. При новом запуске программы NetSrv, автоматически произойдет connect к OPC серверу и окно “Настройка OPC-client” заполнится данными по тэгам, с которыми раннее велась работа.

Области применения передатчика сигналов .....

Одна из наших последних разработок — виртуальная лаборатория — строится на основе программ Клиент данных и Сервер данных. Казалось бы, такая простая схема (один компьютер данные передает, а другой их принимает), но какой спектр возможностей открывается перед нами! Это и новое слово в системах распределенного сбора данных, и виртуальные лаборатории и окончательное разделение «обязанностей»: трудно сделать блоки сбора данных и их обработки более независимыми.

Учебные классы

Сервер данных позволяет создавать целые учебные классы на основе одного ZET-устройства. Для этих целей подойдет, например, модуль АЦП/ЦАП ZET 210. Преподаватель подключает модуль к своему компьютеру и запускает программу **Передатчик сигналов (сервер данных NetSrv)**. Студенты каждый на своем компьютере запускают программу **Приёмник сигналов (клиент данных NetCln)**. Таким образом, сигналы, оцифрованные одним модулем АЦП/ЦАП могут независимо обрабатываться каждым студентом. А поскольку сервер данных способен передавать не только оцифрованные сигналы физических каналов АЦП, но и каналы, созданными виртуальными приборами ZETLAB, каждый студент сможет сравнить полученный им результат с результатом обработки исходных сигналов преподавателем. Например, использование фильтров нижних и верхних частот меняют сигнал до неузнаваемости, выделяя полезный сигнал на фоне шумов.

Виртуальные лаборатории

Лабораторные стенды создаются не только в технических и научно-исследовательских институтах. Поскольку обучение — дело занимательное, а наглядная демонстрация даёт гораздо больше результатов, чем длительное изложение физических законов и принципов, в офисе нашего предприятия нашли своё место стенды по всем областям применения: «Вибро», «Тензо», «Сейсмо», «Термо» и т.д. Для ознакомления с программным обеспечением ZETLAB можно установить его demo-версию, и, подключившись к одному или нескольким серверам данных, приступить к измерениям.

Распределенные системы сбора данных

Система **Сервер данных (NetSrv) → Клиент данных (NetCln)** нашла свое применение не только в области образования. Передача уже оцифрованных сигналов незаменима в распределенных системах сбора данных с предварительной обработкой. На данный момент практикуется подключение сборщиков, данных к компьютеру по линиям Ethernet. Таким образом, сигналы от всех анализаторов/модулей АЦП-ЦАП поступают в компьютер, где происходит их обработка. Но чем дальше места установки сборщиков, данных друг от друга, чем более разветвленной становится система, тем более усложняется структура системы. В таких случаях несколько сборщиков, данных (или даже каждый в отдельности) подключаются к промышленному компьютеру, в котором происходит предобработка данных. Сигналы с компьютеров, установленных «на местах», передаются на сервер, с которого уже поступают в диспетчерский пункт единым потоком.

Конфиденциальные коммерческие сети

Передатчик сигналов (сервер данных NetSrv) расширил свой функционал за счет добавления возможности передачи OPC данных. Пользователю необходимо подключиться к требуемому OPC серверу, выбрать тэги и добавить их в поле для отслеживания. Именно эти тэги будут отправляться приёмнику сигналов (NetCln).

Данный вид связи аналогичен технологии VPN, которая обеспечивает защиту передаваемых данных между двумя узлами корпоративной сети. Виртуальная сеть строится между узлами,

находящимися, как правило, в одном сегменте сети, обеспечивает высокий уровень шифрования передаваемой информации и довольно быструю скорость передачи данных.

Для удобства пользователей в таблице перед названием тэга имеется индикатор, отражающий его состояние.

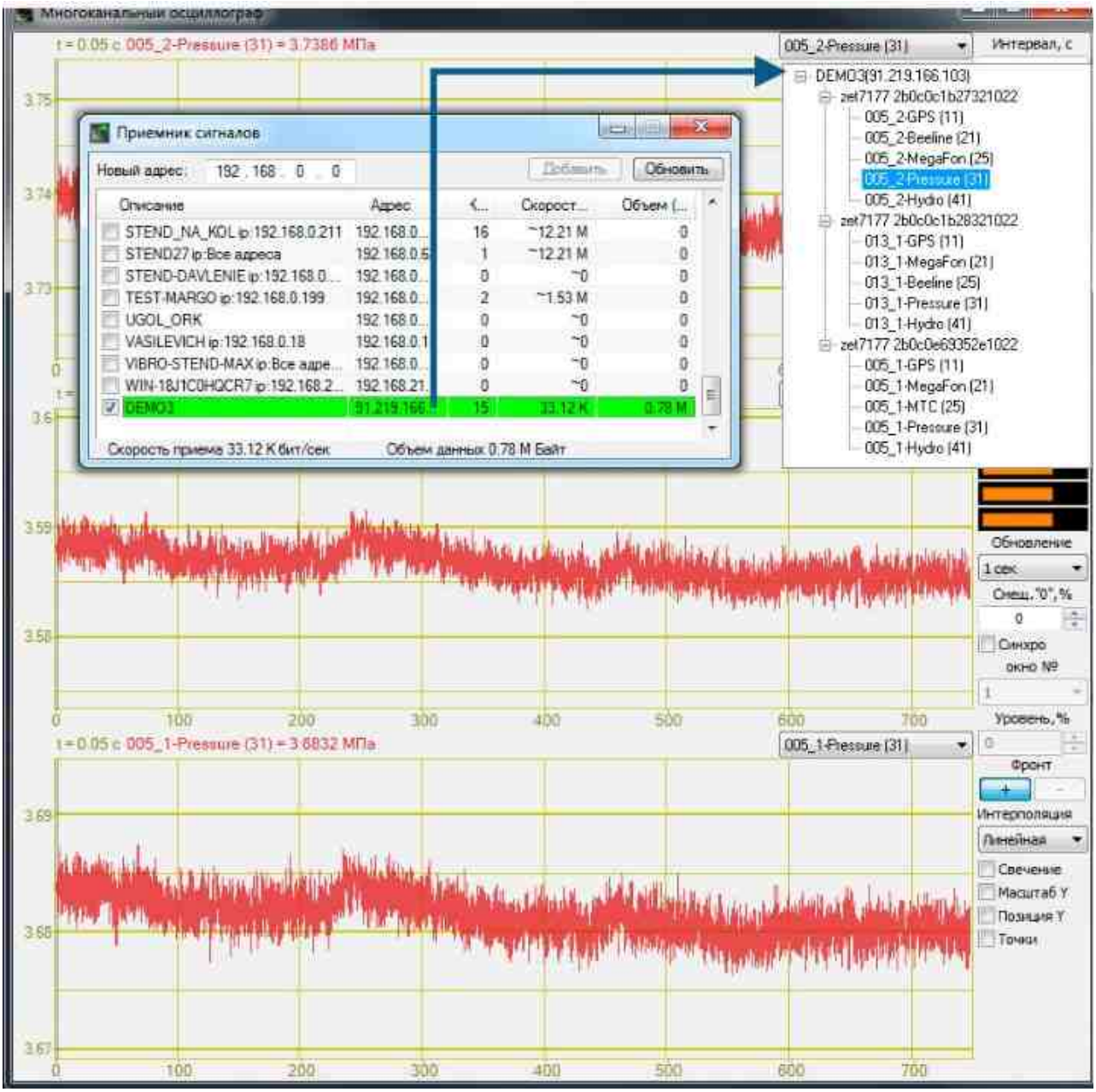
Индикатор черного цвета перед названием тэга свидетельствует о том, что данного тэга в OPC сервере больше нет, но так как с ним велась работа ранее, он остается в таблице, пока его не удалить.

Запись в конфигурационный файл происходит после закрытия окна параметров. При новом запуске программы *NetSrv*, автоматически произойдет connect к OPC серверу и окно «Настройка OPC-client» заполнится данными по тэгам, с которыми раннее велась работа.

Приёмник сигналов (клиент данных) .....

Программа предназначена для приёма оцифрованных сигналов с компьютеров-серверов. Передача данных по сети наиболее востребована в распределённых измерительных системах, а также учебных лабораториях.

На рисунке ниже приведены окна программ **Клиент данных** и **Многоканальный осциллограф**. С помощью клиента данных осуществлено подключение к DEMO-серверу **ZETLAB**. Каналы DEMO-сервера появились в списке сигналов осциллографа.



В окне программы **Приёмник сигналов (клиент данных NetCln)** указывается IP-адрес компьютера, являющегося сервером данных. При удачном подключении указывается скорость приема оцифрованных сигналов и объем принятых данных.

Передача-приём сигналов ZETLAB

Программное обеспечение ZETLAB — это множество виртуальных приборов, работающих с сигналами ZET-сервера. Список сигналов ZET-сервера может быть различным в зависимости от количества и типа подключенных устройств, наличия программ, порождающих виртуальные каналы и т.д. Все сигналы ZET-сервера условно можно разделить на 4 типа:

- оцифрованные сигналы включенных каналов устройств ZET, подключенных к компьютеру;
- демо-каналы (при отсутствии подключенных устройств ZET);
- виртуальные каналы, созданные таким программами, как **Генератор сигналов**, **Тензодатчик**, **Виброметр** и др.;
- сигналы, принимаемые с серверов, данных.

С момента включения передатчика сигналов любой компьютер, находящийся в той же подсети, может подключиться к нему с помощью программы **Приёмник сигналов (клиент данных NetCln)** — и все сигналы компьютера-сервера появляются в его списке каналов. Далее уже не имеет значения, обрабатываются эти

В окне программы **Приёмник сигналов (клиент данных NetCln)** указывается IP-адрес компьютера, являющегося сервером данных. При удачном подключении указывается скорость приема оцифрованных сигналов и объем принятых данных.

Примечание: *Для корректной работы программы «Приемник сигналов» на сервере должна быть запущена программа «Передатчик сигналов».*

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Приёмник сигналов (клиент данных)** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Приёмник сигналов (клиент данных) входит в группу программ **Сетевые программы**

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы необходимо в панели управления выбрать меню **Сетевые программы** и выбрать программу **Приёмник сигналов (клиент данных).** На экране монитора отображается рабочее окно программы (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: NetClt.exe

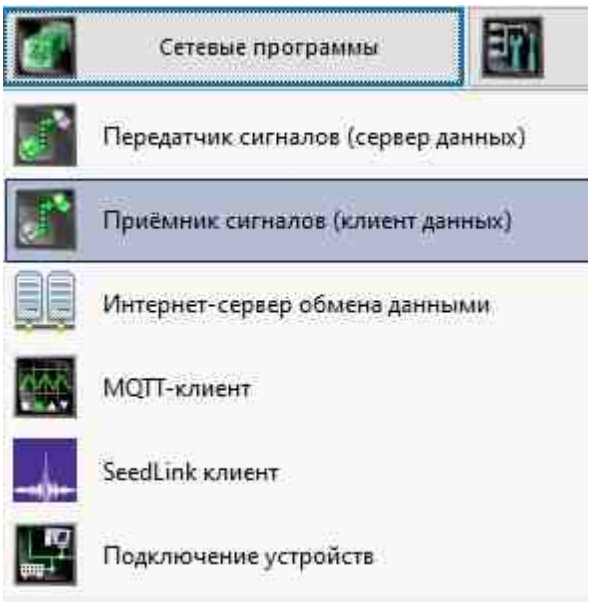


Рис. 1 Запуск программы Приёмник сигналов (клиент данных) из вкладки "Сетевые программы"

С момента включения **Передатчик сигналов (сервер данных)** любой компьютер, находящийся в той же подсети, может подключиться к нему с помощью программы Подключиться к **Передатчик сигналов (клиент данных)** - и все сигналы компьютера-сервера появляются в его списке каналов. Далее уже не имеет значения, обрабатываются эти сигналы компьютером-сервером, или компьютером, в который они поступают через систему Включить **Приёмник сигналов (клиент данных) → Передатчик сигналов (сервер данных)**.

.

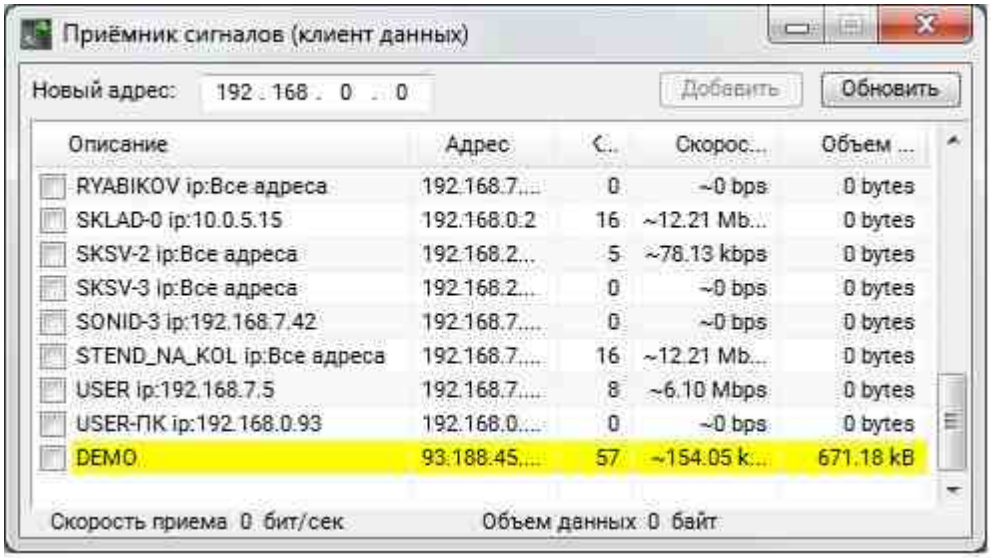


Рис. 2

Подключиться можно в окне программы **Передатчик сигналов (сервер данных)** отображается информация о подключении к нему клиентов данных (дата и время подключения). При наличии в компьютере нескольких сетевых плат, для обеспечения защищенности соединений включить в окне программы **Приёмник сигналов (клиент данных)** становится активным поле выбора IP сетевой платы, которая будете осуществлять трансляцию данных.

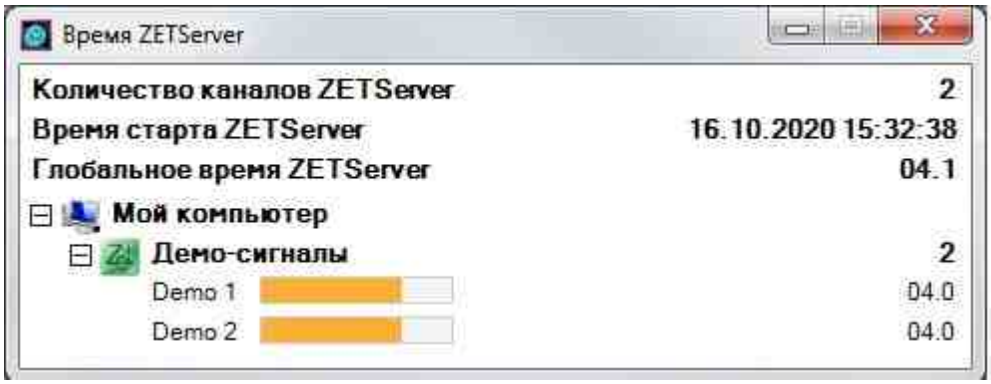


Рис. 3 Список каналов demo-версии ZETLab

На *Рис 3* приведено окно программы **Время ZETServer** для случая, когда к компьютеру не подключено ни одно из устройств ZET: при этом ZET-сервер содержит лишь два демо-сигнала. При подключении к компьютеру устройства ZET, в список каналов ZET-сервера попадают оцифрованные сигналы включенных каналов АЦП (*Рис. 4*) - 4 канала анализатора ZET 017-U4) подключены.

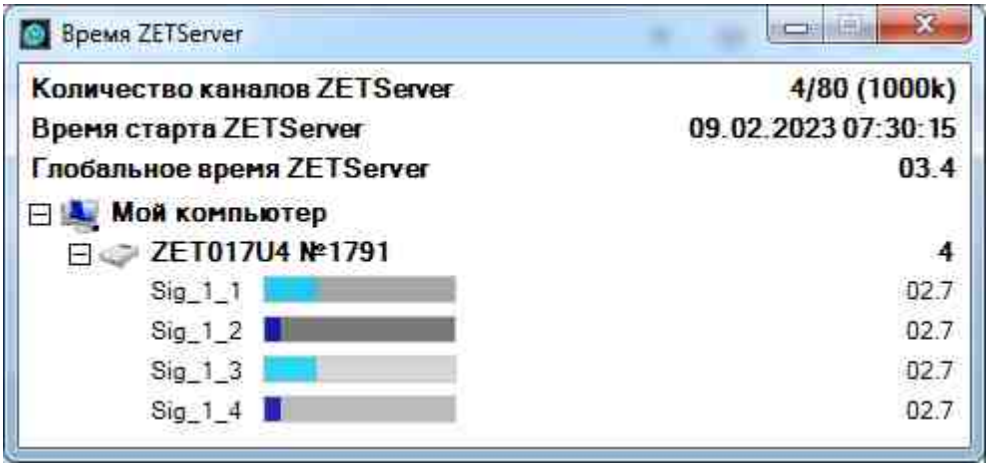


Рис. 4 Список каналов анализатора ZET 017-U4

Для случаев, когда устройство ZET, производящее оцифровку сигналов, подключено к одному компьютеру, а обрабатывать полученные данные необходимо на другом компьютере, создана пара программ **Передатчик сигналов (сервер данных)** и Подключиться к **Приёмник сигналов (клиент данных)**.

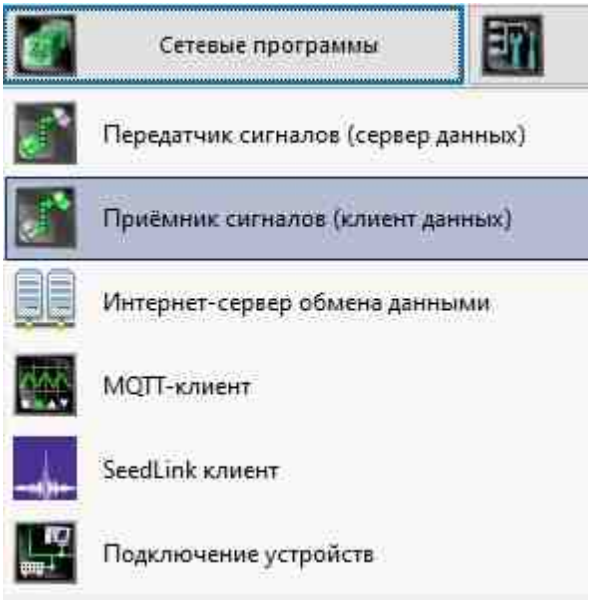


Рис. 5

Программа **Передатчик сигналов (клиент данных)** предназначена для приема оцифрованных сигналов с компьютеров-серверов. Запуск программы продемонстрирован на *Рис. 6*.

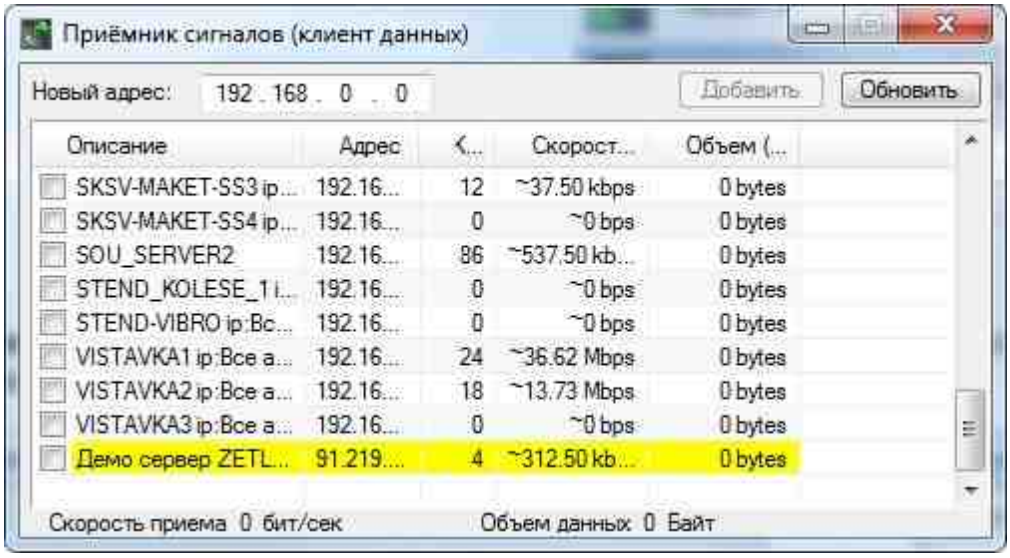


Рис. 6 Приёмник сигналов (клиент данных)

В окне программы указывается IP-адрес компьютера, являющегося сервером данных (Рис. 6). При удачном подключении указывается скорость приема оцифрованных сигналов и объем принятых данных Нижняя часть окна программы П**ередатчик сигналов (клиент данных)** отведена для сообщений оператору: дата и время подключения, количество каналов (помимо оцифрованных сигналов, сервера данных могут передавать виртуальные каналы, созданные при обработке сигналов программами ***ZETLab***), дата и время отключения.

На рисунке 8 приведено окна программы **Время ZETServer** для случая, когда к компьютеру подключен анализатор ZET 017-U4, и, кроме того, происходит прием данных от сервера.

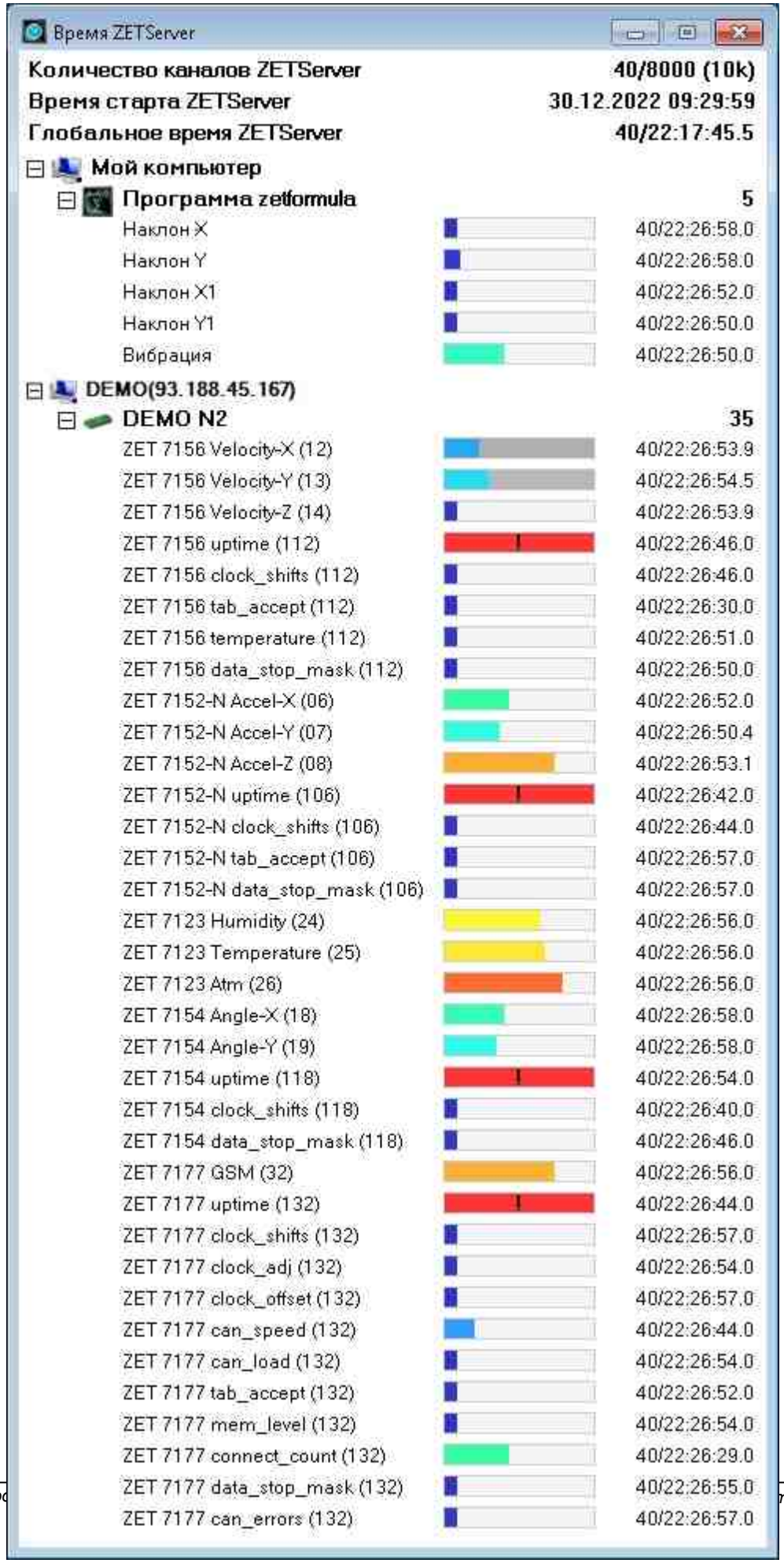

Время ZETServer
Количество каналов ZETServer 40/8000 (10k)
Время старта ZETServer 30.12.2022 09:29:59
Глобальное время ZETServer 40/22:17:45.5
Мой компьютер
Программа zetformula 5
Наклон X 40/22:26:58.0
Наклон Y 40/22:26:58.0
Наклон X1 40/22:26:52.0
Наклон Y1 40/22:26:50.0
Вибрация 40/22:26:50.0
DEMO(93.188.45.167)
DEMO N2 35
ZET 7156 Velocity-X (12) 40/22:26:53.9
ZET 7156 Velocity-Y (13) 40/22:26:54.5
ZET 7156 Velocity-Z (14) 40/22:26:53.9
ZET 7156 uptime (112) 40/22:26:46.0
ZET 7156 clock_shifts (112) 40/22:26:46.0
ZET 7156 tab_accept (112) 40/22:26:30.0
ZET 7156 temperature (112) 40/22:26:51.0
ZET 7156 data_stop_mask (112) 40/22:26:50.0
ZET 7152-N Accel-X (06) 40/22:26:52.0
ZET 7152-N Accel-Y (07) 40/22:26:50.4
ZET 7152-N Accel-Z (08) 40/22:26:53.1
ZET 7152-N uptime (106) 40/22:26:42.0
ZET 7152-N clock_shifts (106) 40/22:26:44.0
ZET 7152-N tab_accept (106) 40/22:26:57.0
ZET 7152-N data_stop_mask (106) 40/22:26:57.0
ZET 7123 Humidity (24) 40/22:26:56.0
ZET 7123 Temperature (25) 40/22:26:56.0
ZET 7123 Atm (26) 40/22:26:56.0
ZET 7154 Angle-X (18) 40/22:26:58.0
ZET 7154 Angle-Y (19) 40/22:26:58.0
ZET 7154 uptime (118) 40/22:26:54.0
ZET 7154 clock_shifts (118) 40/22:26:40.0
ZET 7154 data_stop_mask (118) 40/22:26:46.0
ZET 7177 GSM (32) 40/22:26:56.0
ZET 7177 uptime (132) 40/22:26:44.0
ZET 7177 clock_shifts (132) 40/22:26:57.0
ZET 7177 clock_adj (132) 40/22:26:54.0
ZET 7177 clock_offset (132) 40/22:26:57.0
ZET 7177 can_speed (132) 40/22:26:44.0
ZET 7177 can_load (132) 40/22:26:54.0
ZET 7177 tab_accept (132) 40/22:26:52.0
ZET 7177 mem_level (132) 40/22:26:54.0
ZET 7177 connect_count (132) 40/22:26:29.0
ZET 7177 data_stop_mask (132) 40/22:26:55.0
ZET 7177 can_errors (132) 40/22:26:57.0

Рис. 7 Время ZETServer и подключенные каналы

При **Передатчик сигналов** (сервер данных) в программах ***ZETLab*** становятся доступными сигналы, принимаемые программой **Передатчик сигналов (клиент данных)**. Кроме того, если на сервере данных запущены такие программы, как *Генератор сигналов* или *Сейсмомониторинг*, виртуальные канала порождаемые этими программами также будут получены к **Передатчик сигналов (клиент данных)**.

Новые возможности программ передачи данных по сети .....

Повышение стабильности работы программ. Добавлен функционал докачки данных при разрыве соединения.

Рассмотрим простой пример. Имеются три компьютера. Первые являются серверами (на них запущена программа “Передатчик сигналов”). Третий компьютер является клиентом, который принимает сигналы с двух серверов (на нем запущена программа “Приемник сигналов”) (*Рис. 1*). С помощью программы “Время ZETServer” (Рис. 2) видим, что клиент принимает по два канал от каждого сервера.



Рис. 1 Программа “Приемник сигналов”

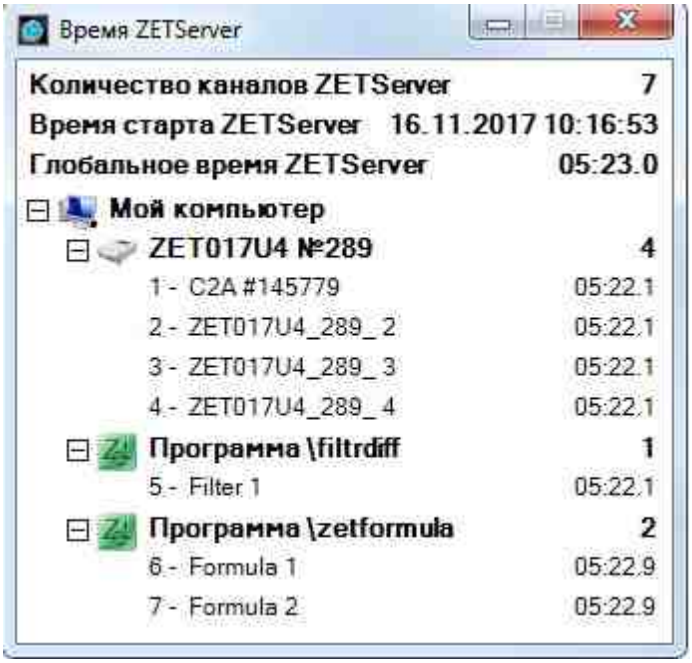


Рис. 2 Программа Время ZETServer"

Для наглядности будем производить непрерывную запись данных каналов с помощью программы "Запись сигналов" (*Рис. 3*) и просматривать их программой "Просмотр трендов" (*Рис. 4*).

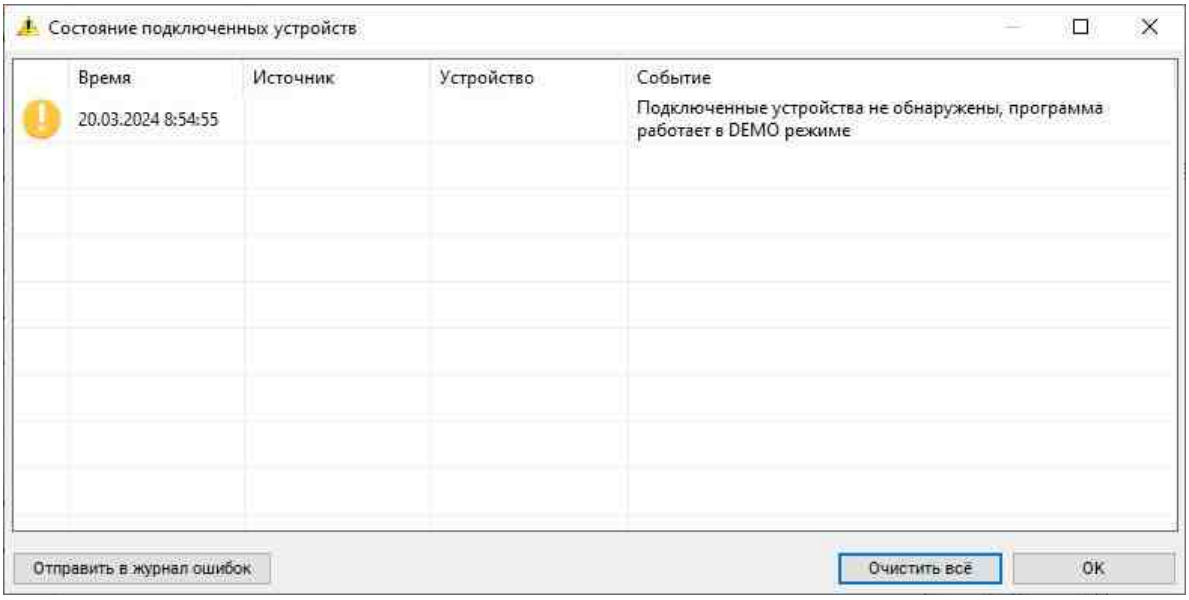


Рис. 3 Программа "Запись сигналов"

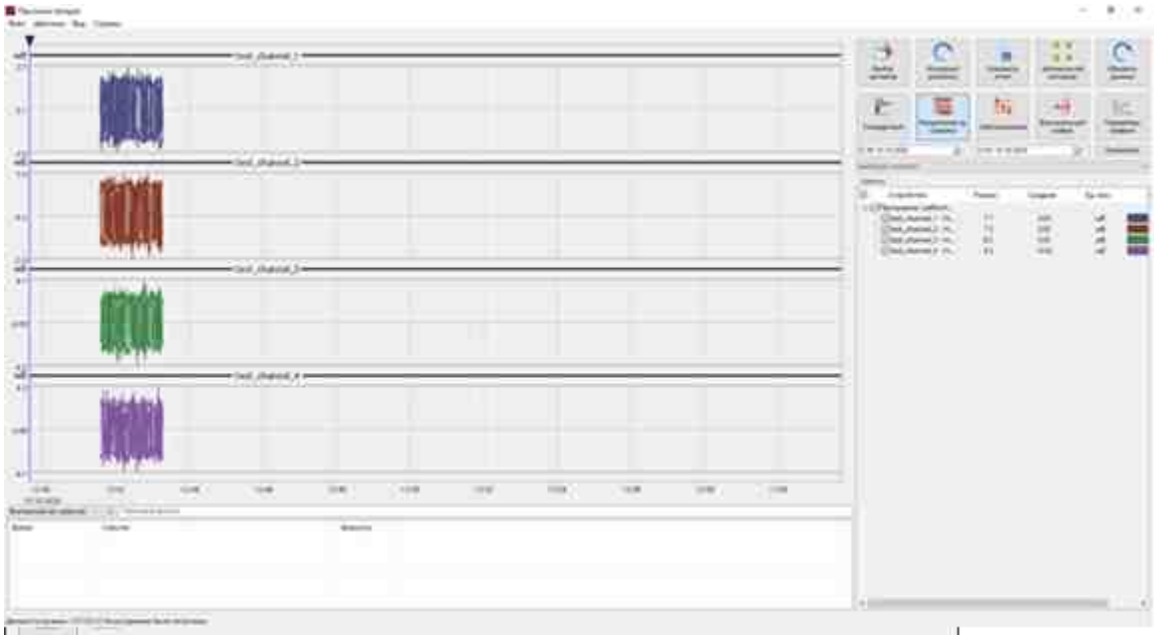


Рис. 4 Программа "Просмотр трендов"

Выполним имитацию разрыва сети со вторым ПК (в данном случае просто выключим канал связи Ethernet). Клиент данных выделил строку подключения ко второму ПК красным цветом, а время ZETServer отображает соответствующие каналы, как неактивные (*Рис. 5*).

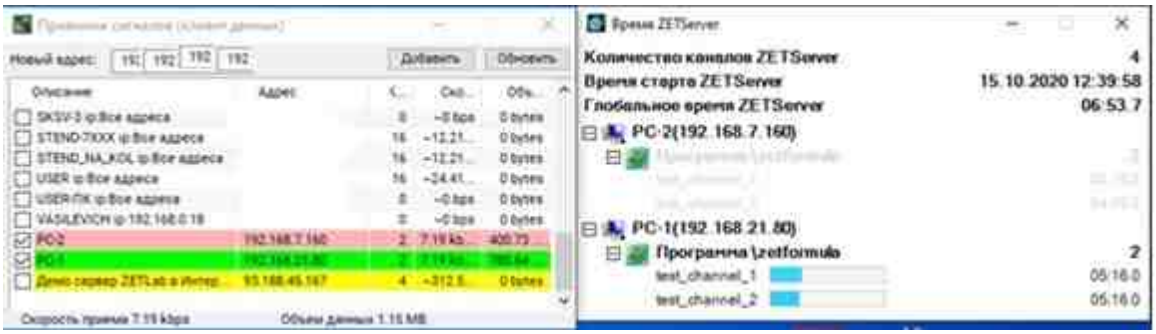


Рис. 5 Время ZETServer отображает соответствующие каналы, как неактивные

Подождем около пяти минут. В программе "просмотр Трендов" видим, что каналы от первого ПК продолжают записываться, чего не скажешь о каналах потерянного соединения (*Рис. 6*).

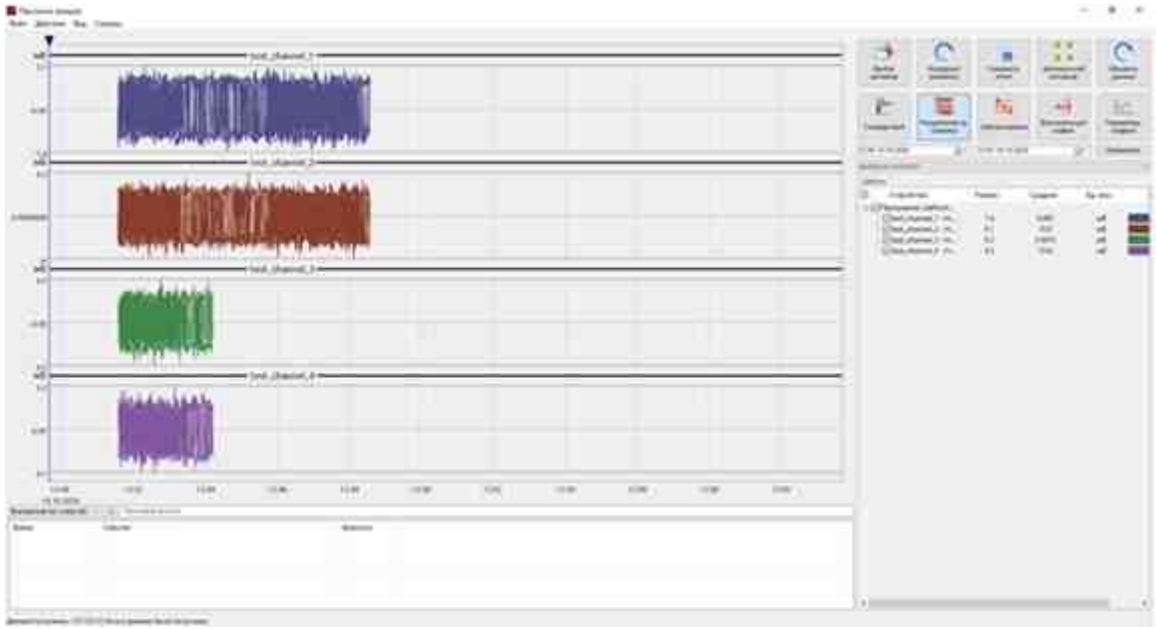


Рис. 6 В программе "Просмотр Трендов" видим, что каналы от первого ПК продолжают записываться, а потерянных нет

Восстановим соединение со вторым ПК. Через небольшой промежуток времени видим, что данные докачались, разрывов нет (*Рис. 7*)

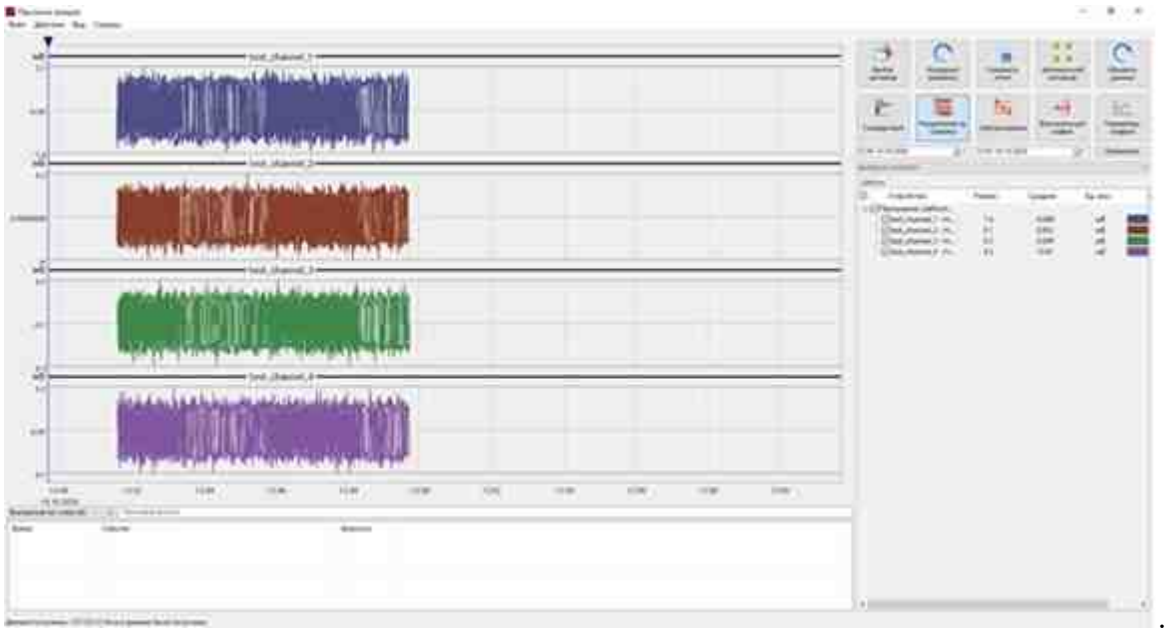


Рис. 7 Через небольшой промежуток времени видим, что данные докачались, разрывов нет

Интернет-сервер обмена данных .....

ИНТЕРНЕТ-СЕРВЕР ОБМЕНА ДАННЫМИ

Программа ***Интернет-сервер обмена данными*** включает в себя функционал программ **Передатчик сигналов (сервер данных)** и **Приёмник сигналов (клиент данных)** и предназначена как для передачи оцифрованных сигналов по сети, так и для их приёма с компьютеров-серверов.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Net_data_server** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Net_data_server входит в группу программ **Сетевые программы**

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы необходимо в панели управления выбрать меню **Сетевые программы** и выбрать программу **Интернет-сервер обмена данными.** На экране монитора отображается рабочее окно программы (*Рис. 1*).
Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: **Net_data_server**.exe

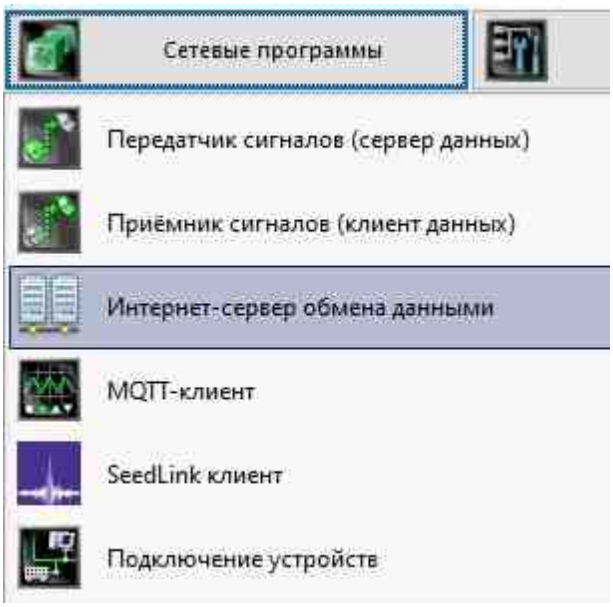


Рис. 1

Интерфейс программы приведен на рисунке:

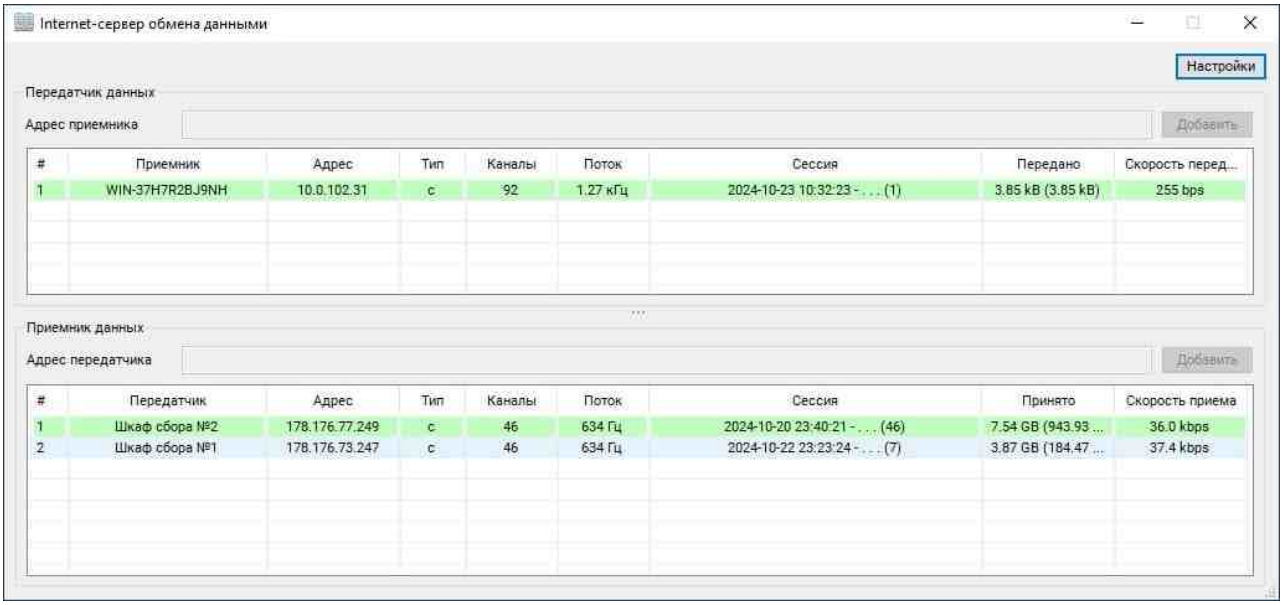


Рис. 2

В поле «Передатчик данных» главного окна программы в табличном виде отображаются работающие на данный момент приёмники, которым с действующего ПК предаются данные.

В таблице также указывается:

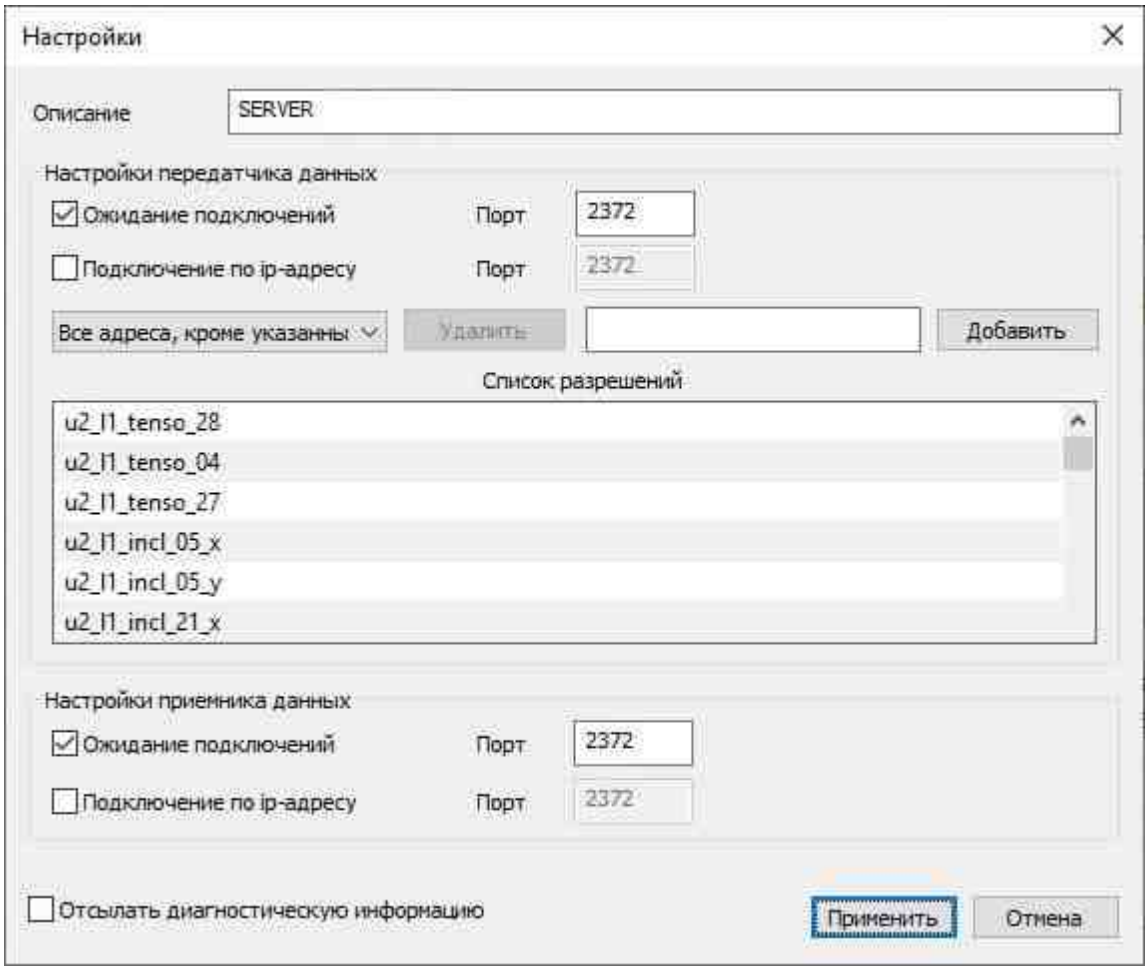
- IP-адрес принимающего устройства, в столбце «Адрес»;
- Тип подключенного устройства: c — клиент данных; s — сервер данных, в одноимённом столбце;
- Количество каналов, задействованных на данным момент, в сполбце «Каналы»;
- Частота передачи данных, в столбце «Поток»;
- Дата и время последнего поключения, в столбце «Сессия»;
- Объем переданной информации в столбце «Передано»;
- Скорость передачи данных, в одноименном столбце.

В поле «Приёмник данных» главного окна программы в табличном виде отображаются работающие на данный момент передатчики, данные которых принимаются действующим ПК.

В таблице также указывается:
- IP-адрес передающего устройства, в столбце «Адрес»;
- Тип подключенного устройства: c — клиент данных; s — сервер данных, в одноимённом столбце;
- Количество каналов, задействованных на данным момент, в сполбце «Каналы»;
- Частота передачи данных, в столбце «Поток»;
- Дата и время последнего поключения, в столбце «Сессия»;
- Объем инятой информации в столбце «Принято»;
- Скорость передачи данных, в одноименном столбце.

В строках «Адрес приёмника» и «Адрес передатчика», кторые расположены над таблицами, отображаться IP-адреса устройств, которые были вручную добавлены через окно настройки программы.

Окно настроек программы *Интернет-сервер обмена данными* приведено на рисунке:



Окно настроек имеет три основные рабочие области:

- Описание. В данное поле заносится уникальное имя ПК на котором установлена программа.
- Настройка передатчика данных.
- Настройка приёмника данных.

В поле настройки передатчика данных в таблице «Список разрешений» представлены все каналы, данные с которых доступны для передачи. Используя элементы управления над таблицей, пользователь может выбирать отдельные каналы для передачи на конкретные устройства, IP-адреса которых будут указаны в строке. В случае, если в комбо-боксе выбран параметр «Все адреса, кроме указанных», а в строке не указаны IP-адреса, программа будет передавать данные на любой компьютер, который подключется к действующему ПК.

Программа Интернет-сервер передачи данных в режимах передачи и приёма данных может работать по заданным сценариям:

- Ожидание подключений: используется для возможности подключения сетевых компьютеров, у которых со временем может изменяться ip-адрес;
- Подлючение по ip-адресу: используется для подключения к персональным компьютерам с неизменным ip-адресом.

Выбор сценария работы определяется установкой флага в соответсвующем поле. Также есть возможность настраивать порт приёма или передачи данных.

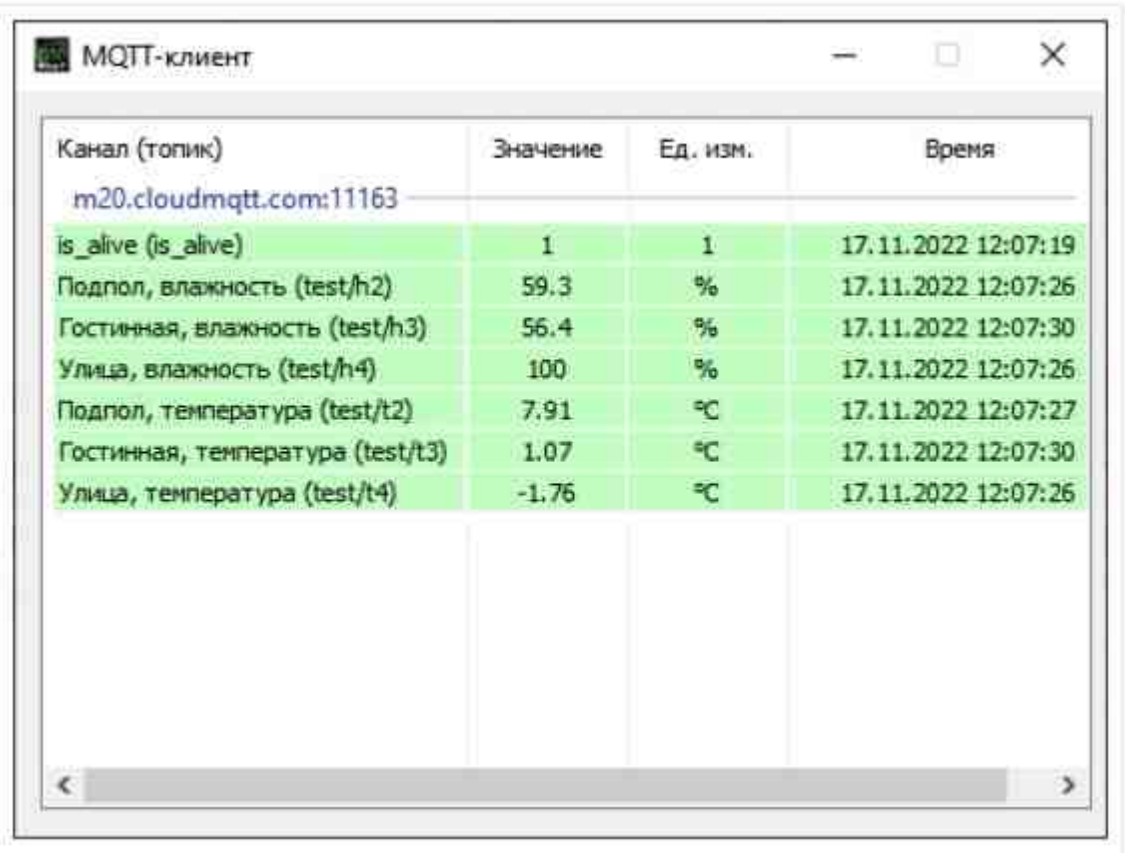
Программа поддерживает дублирование IP-адресов одного устройства, при этом не дублируя списки каналов. Для этого необходимо ввсести в строку все имеющиеся IP-адреса одного устройства через «;», нажать кнопку «Добавить» и программа будет работать только с одним доступным IP-адресом этого устройства, до тех пор, пока не потеряет с ним связь. В случае потери связи, программа произведёт переподключение к устройству по следующему доступному IP-адресу.

MQTT-клиент .....

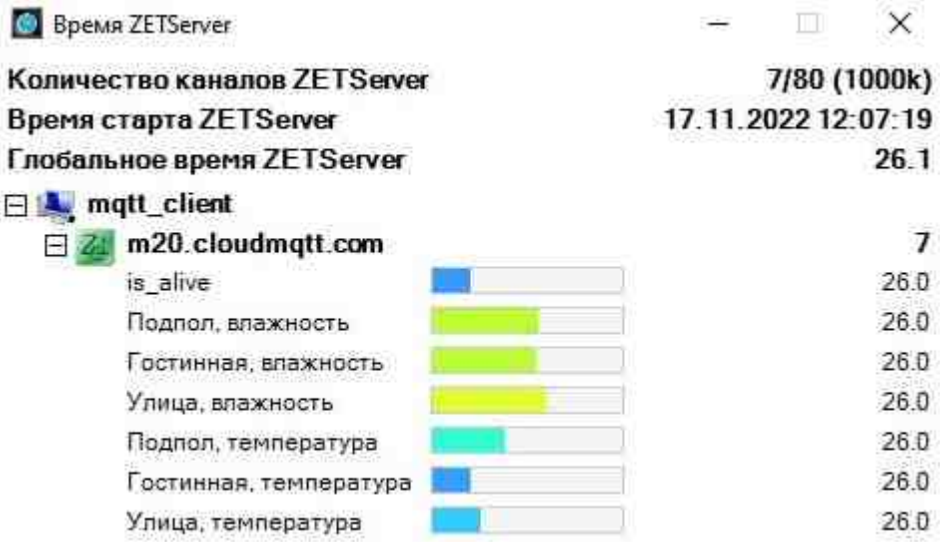
Программа MQTT-клиент позволяет пользователю настроить взаимодействие между устройствами на удалённых локациях по протоколу обмена данными MQTT (Message Queue Telemetry Transport).

Протокол MQTT в последнее время получил широкое распространение в промышленности и IoT, это объясняется стабильностью доставки сообщений для неустойчивых интернет-каналов и маломощных устройств.

С быстрым развитием индустрии IoT протокол MQTT используется все большим количеством компаний и разработчиков, и наша компания не исключение.



Программа MQTT-клиент интерфейс



Пример работы программы MQTT-клиент

Так в чем же заключаются основные преимущества использования протокола MQTT?

- MQTT является асинхронным протоколом, благодаря чему данные могут передаваться в любой момент времени.
- Обмен информацией осуществляется с помощью компактных сообщений.
- Продолжает осуществлять работу даже в условиях нестабильной связи на линии передачи данных.
- Осуществляет поддержку нескольких уровней качества обслуживания (QoS).
- Преимущественно имеет легкую интеграцию новых устройств в существующую сеть.

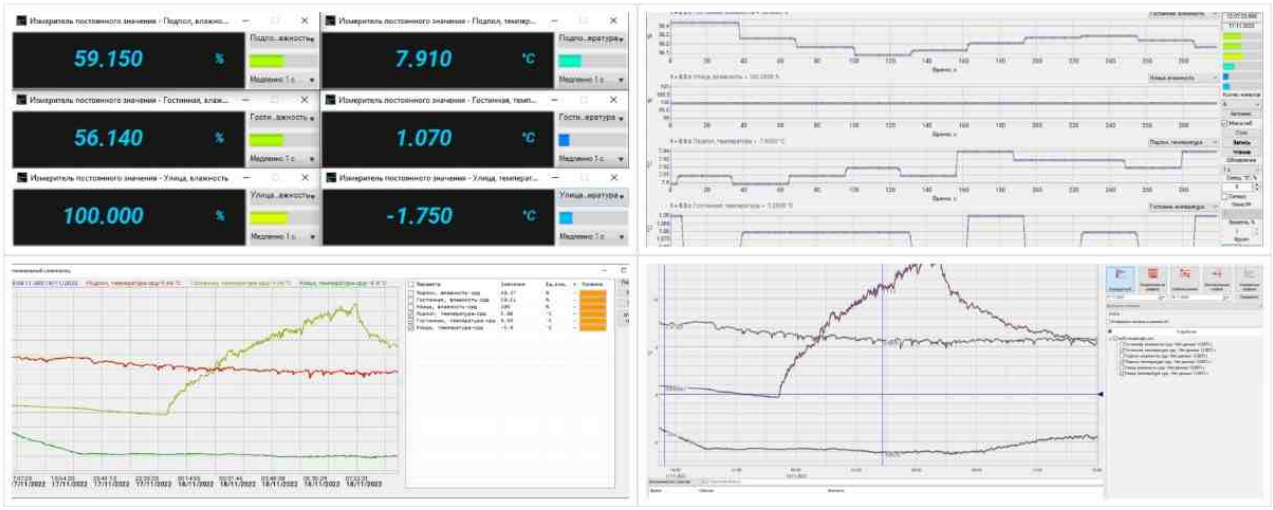
Принцип работы

В процессе обмена сообщениями в протоколе MQTT участвуют три узла связи: издатель (publisher), брокер (broker) и подписчик (subscriber).
Схема взаимодействия между ними следующая:

- издатель подключается к брокеру сообщений и публикует данные в топик на брокере;
- подписчик подключается к брокеру и оформляет подписку на необходимые топики брокера;
- брокер при публикации данных от издателя, отправляет данные подписчику из топиков, на которые оформлена подписка.

Протокол MQTT обладает достаточно простой структурой для понимания и настройки даже непродвинутыми пользователями. Дополнительным преимуществом является наличие библиотек под различные языки программирования и гарантию доставки сообщений.
В качестве демонстрации работы программы MQTT-клиент в совокупности другими программами из состава ПО ZETLAB, приведем пример климатического мониторинга загородного дома.
Датчики температуры и влажности установлены в трёх зонах мониторинга: улица, подсобное помещение и жилая зона. Через программу MQTT-клиент осуществим

подключение к брокеру, куда датчики публикуют данные, и осуществим подписку на необходимые топики.
Полученные данные можно контролировать как в числовом, так и в графическом виде с помощью программ: Измеритель постоянного значения, Многоканальный осциллограф или Многоканальный самописец.



Долговременный мониторинг с записью трендов осуществляется только в программе Многоканальный самописец или в программе Просмотр трендов, другие программы позволяют регистрировать только мгновенные значения.
Дополнительно в программе Многоканальный самописец пользователь имеет возможность настраивать пороги значений по каждому параметру и сигнализации при выходе значения за заданные пределы.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **MQTT-клиент** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

MQTT-клиент входит в группу программ **Сетевые программы**

Пользовательский интерфейс .....

Для запуска программы необходимо в панели управления выбрать меню **Сетевые программы** и выбрать программу **MQTT-клиент.** На экране монитора отображается рабочее окно программы (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETMQTTClient.exe

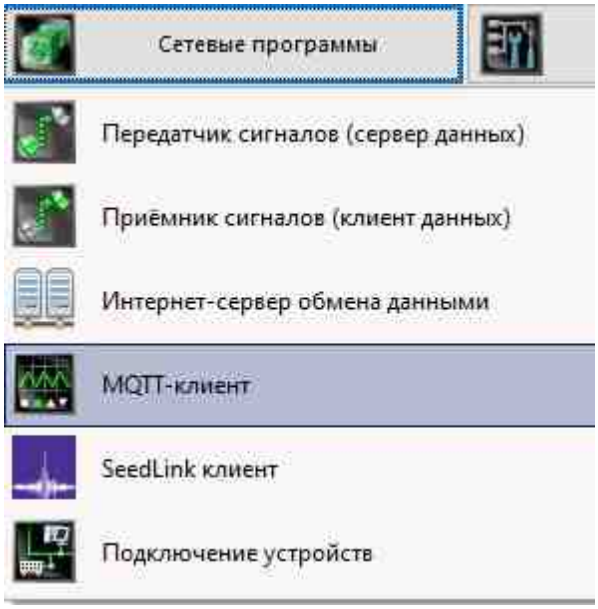


Рис. 2 Запуск программы MQTT-клиент из вкладки "Сетевые программы"

Теоретическая часть

Общие данные

MQTT (Message Queue Telemetry Transport) - сетевой протокол, работающий как правило поверх TCP/IP, ориентированный для обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик.
Этот протокол не такой и старый появился он в 1999 году, в 2014 году стандартизирован, а в апреле 2019 года вышла MQTT v5.0

Основные особенности протокола MQTT:

- Асинхронный протокол
- Компактные сообщения
- Работа в условиях нестабильной связи на линии передачи данных
- Поддержка нескольких уровней качества обслуживания (QoS)
- Легкая интеграция новых устройств

Устройства протокола MQTT

- Клиент (client), который делится на:

- издателя (publisher)
- подписчика (subscriber)

- Брокером (broker) или сервер
- Кроме всего прочего используется понятие топик это сообщение
- Вот схема как все это выглядит.

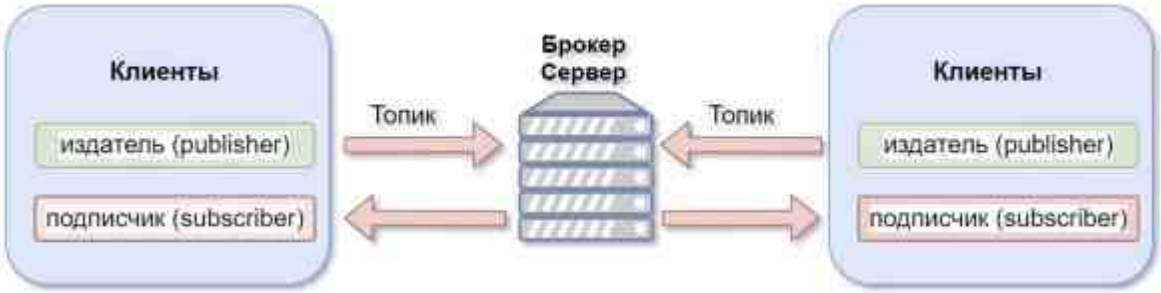


Рис. 3

MQTT

- Протокол MQTT работает на прикладном уровне поверх TCP/IP и использует порты:
- 1883 по умолчанию
- 8883 при подключении через SSL

Кроме этого существуют ещё некоторые термины, о которых необходимо знать:

QoS (Quality of Service – качество обслуживания) - этот показатель обозначает вероятность прохождения пакета между двумя точками сети.

QoS бывает:

- QoS 0 - не более одного раза, сервер отправляет и забывает. Сообщения могут быть потеряны или продублированы, этот уровень самый быстрый, но ненадёжный;
- QoS 1 - по крайней мере один раз, получатель подтверждает доставку. Сообщения могут дублироваться, но доставка гарантирована. Этот уровень используется по умолчанию.
- QoS 2 - ровно один раз, сервер обеспечивает доставку. Сообщения поступают точно один раз без потери или дублирования. Это самый надёжный уровень, но самый медленный.

Устройства MQTT используют определенные типы сообщений для взаимодействия с брокером, ниже представлены основные (в реальности их больше):

- Connect – установить соединение с брокером
- Disconnect – разорвать соединение с брокером
- Publish – опубликовать данные в топик
- Subscribe – подписаться на топик
- Unsubscribe – отписаться от топика

SeedLink клиент .....

Программа позволяет добавлять и настраивать данные между станциями. которые содержат группу каналов (*Рис. 1*).

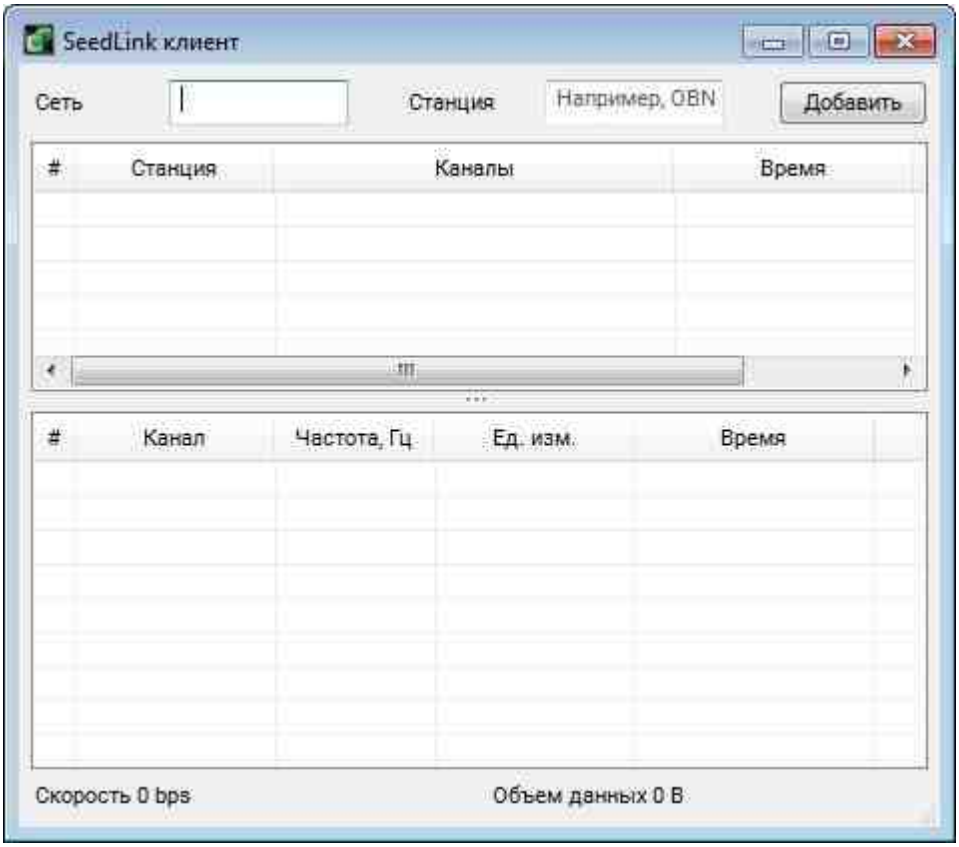


Рис. 1

Поддерживаемое оборудование (2) .....

Программа **SeedLink клиент** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

SeedLink клиент входит в группу программ **Сетевые программы**

Пользовательский интерфейс (2) .....

Для запуска программы необходимо в панели управления выбрать меню **Сетевые программы** и выбрать программу **SeedLink клиент.** На экране монитора отображается рабочее окно программы (*Рис. 2*).
Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETSeedLinkClient.exe

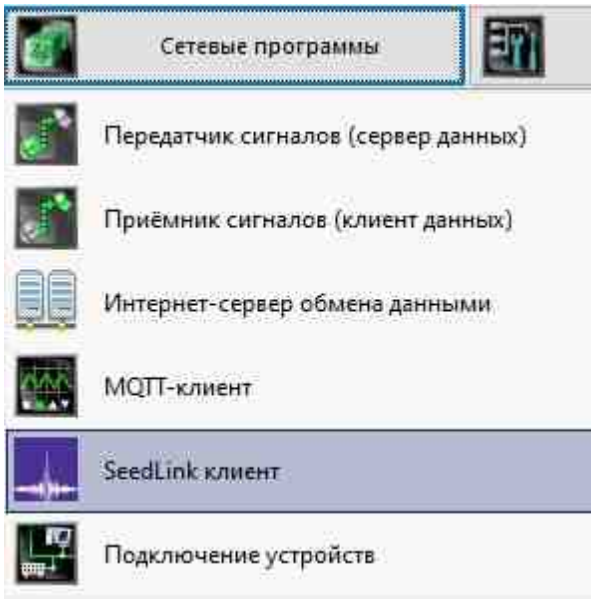


Рис. 2

Сервер сигналов реального времени, реализующий протокол SeedLink.

Описание
SeedLink — это протокол сбора данных в реальном времени и клиент-серверное программное обеспечение, реализующее этот протокол. Протокол SeedLink основан на TCP. Все соединения инициируются клиентом. На этапе установления связи клиент может подписаться на определенные станции и потоки, используя простые команды в кодировке ASCII. Когда квитирование завершено, поток “пакетов” начальной ссылки, состоящий из 8-байтового заголовка начальной ссылки (содержащего порядковый номер), за которым следует 512-байтовая запись мини-передачи, отправляется клиенту. Пакеты каждой отдельной станции всегда передаются в своевременном порядке (FIFO).

Преобразователи интерфейса ZET 7176 по сети Ethernet .....

Оглавление:

Назначение и технические характеристики

Назначение преобразователей интерфейса
Условия эксплуатации
Комплектность

Внешний вид и назначение разъемов
Внешний вид преобразователя интерфейса
Обозначение разъемов преобразователя интерфейса
Схема подключения при построении измерительной цепи

Подключение преобразователя интерфейса к компьютеру
Порядок подключения
Заводская настройка IP-адреса
Проверка IP-адреса преобразователя интерфейса
Настройка IP-адреса преобразователя интерфейса
Настройка IP адреса компьютера
Активация подключения по Ethernet

Конфигурирование преобразователей интерфейса
Назначение и состав вкладок
Вкладка «Информация»
Вкладка «Ethernet»
Вкладка «PTP»
Вкладка «Подключение»
Вкладка «CAN»
Вкладка «Трафик»
Вкладка «Сведения»

Режимы работы светодиодной индикации

Назначение и технические характеристики .....

Назначение преобразователей интерфейса
Условия эксплуатации
Комплектность

Назначение преобразователей интерфейса .....

Преобразователи интерфейса ZET 7176 предназначены для подключения измерительных сетей на базе цифровых датчиков с интерфейсом CAN к компьютеру по сети

Ethernet. Пропускная способность сетей Ethernet позволяет без задержек исполнять команды и передавать большие объемы данных.

В пакете ZETLAB имеются драйвера для модулей ZET 7176. Сервер данных ZETLAB автоматически определяет наличие устройств на линии CAN, считывает название измерительного канала, единицу измерения, верхний и нижний диапазон допустимых значений параметров и в непрерывном режиме обрабатывает данные измерительного канала и формирует непрерывный синхронизированный поток в среде ZETLAB.

Сервер данных ZETLAB сканирует линию по всем доступным адресам и в случае появления нового устройства динамически подключает новый канал в систему. При обнаружении нового устройства ZET 7176 сервер данных ZETLAB также подключает все каналы на ходу. Таким образом линию можно обслуживать, не прерывая процесс работы по другим каналам, т.е. система допускает «горячую» замену элементов.

Условия эксплуатации .....

Условия эксплуатации

Преобразователи интерфейса ZET 7176 в зависимости от назначения и места эксплуатации имеют два варианта исполнения:

1. Лабораторное исполнение – применяется при возможности использовать цифровые датчики в мягких условиях эксплуатации.
2. Промышленное исполнение – цифровые датчики предназначены для эксплуатации в неблагоприятных условиях окружающей среды.

Условия эксплуатации цифровых датчиков представлены в Табл. 1.1.

Табл. 1. Условия эксплуатации ZET 7176

Параметр	Лабораторное исполнение	Промышленное исполнение
Температура окружающего воздуха, ºС	5…40	-40…80
Относительная влажность воздуха, %	Не более 90	Не более 98
Атмосферное давление, мм рт. ст.	630-800	495-800

при температуре воздуха 25 ºС без конденсации влаги.
при температуре воздуха 35 ºС.

Комплектность .....

Комплект поставки преобразователя интерфейса ZET 7176 приведен в Табл. 1.2.

Табл. 1.2 Комплект поставки ZET 7176

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Преобразователь интерфейса ZET 7176	1 шт.	
2	Кабель Ethernet (патч-корд)	1 шт.	2 метра
3	Блок питания 220В → +24В	1 шт.	
4	Кабель сетевой 220В «вилка без заземления» со свободными выводами	1 шт.	1,7 метра
5	ZET 7001 соединитель измерительной линии	1 шт.	
6	DIN рейка 300 мм, 2 стопора на DIN рейку для пластиковых модулей (размеры 71Ч39 мм и 87Ч50 мм)	1 шт.	
7	Кабель 0,2 метра (два проводника красный/синий), кабель соединительный со свободными выводами для сборки ZET 7xxx на рейке, длина 10 м.п.	1 шт.	
8	ZETKEY — USB устройство (ключ для активации ПО ZETLAB)	1 шт.	
9	Терминирующее сопротивление 120 Ом	1 шт.	
10	USB-флеш-накопитель с программным обеспечением ZETLAB SENSOR	1 шт.	
11	Комплект документации	1 комплект	

В случае поставки преобразователя интерфейса с цифровыми датчиками в промышленном исполнении состав доукомплектовывается соединительным кабелем для подключения ZET 7xxx в промышленном исполнении длиной 2 метра с разъёмами FQ14-4TJ-7 ↔ FQ14-4TJ-7, а также соединительным кабелем для подключения интерфейсного модуля к интерфейсной линии ZET 7xxx длиной 2 метра с разъёмами свободный вывод ↔ разъём FQ14-4TJ-7.

Внешний вид и назначение разъемов .....

Внешний вид преобразователя интерфейса
Обозначение разъемов преобразователя интерфейса
Схема подключения при построении измерительной цепи

Внешний вид преобразователя интерфейса .....

Внешний вид преобразователя интерфейса

На *Рис. 2.1* представлен внешний вид преобразователя интерфейса ZET 7176, выполненного в лабораторном исполнении. Внутри преобразователя, на нижней грани, расположен магнит, что позволяет, при необходимости, установить датчик на металлической поверхности в удобном для пользователя положении.



Рис. 2.1 Внешний вид преобразователя интерфейса в лабораторном исполнении

На *Рис. 2.2* представлен внешний вид преобразователя интерфейса ZET 7176, выполненного в промышленном исполнении.



Рис. 2.2 Внешний вид преобразователя интерфейса в промышленном исполнении

Обозначение разъемов преобразователя интерфейса .....

Обозначение разъемов преобразователя интерфейса

Преобразователи интерфейса ZET 7176, выполненные в лабораторном исполнении, имеют группу из 4-х клемм, предназначенных для подключения цифровых датчиков, и разъем RJ-45, предназначенный для подключения преобразователей интерфейса к компьютеру по интерфейсу Ethernet.

На *Рис. 2.3* отображено обозначение контактов преобразователя интерфейса ZET 7176.



Рис. 2.3 Обозначение контактов ZET 7176 в лабораторном исполнении

В Табл. 2.1 приведено назначение клемм ZET 7176 для подключения цифровых датчиков.

Табл. 2.1 Назначение клемм ZET 7176 для подключения цифровых датчиков

№ клеммы	Назначение	Маркировка
1	(9…24) В	Красный
2	CAN 2.0 линия «H»	Синий
3	CAN 2.0 линия «L»	Зеленый
4	GND	Желтый

Кнопка «Reset» используется для сброса устройства к настройкам по умолчанию. С помощью острого предмета, например, скрепки, нажмите и удерживайте кнопку сброса в течение пяти секунд. Отпустите кнопку сброса, когда индикатор красного цвета начнет мигать.

Внимание! *После сброса ZET 7176 к заводским настройкам следует повторно выполнить конфигурирование оборудования, согласно разделам 3 и 4*

Схема подключения при построении измерительной цепи .....

Схема подключения при построении измерительной цепи

При построении измерительной сети, цифровые датчики с интерфейсом CAN 2.0 подключаются последовательно. Образовавшаяся измерительная цепочка из цифровых датчиков, подключается к компьютеру при помощи преобразователя интерфейса ZET 7176. На *Рис. 2.4* представлена измерительная сеть, построенная на базе преобразователя интерфейса ZET 7176.

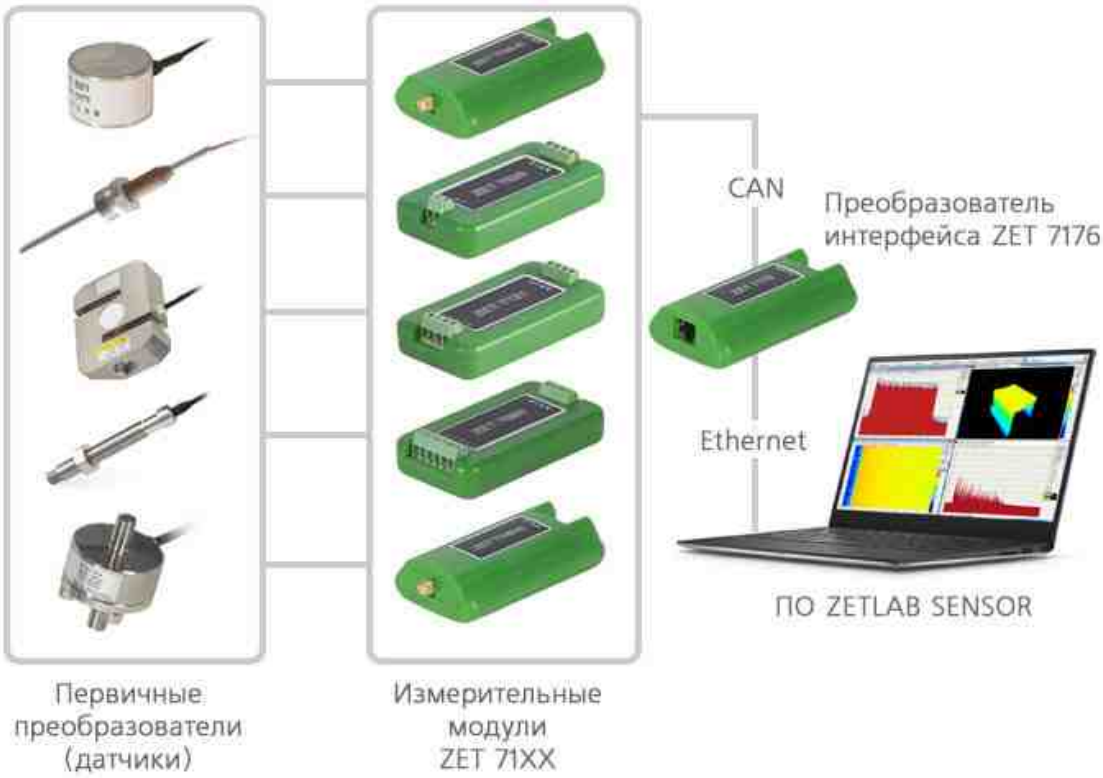


Рис. 2.4 Схема подключения

Внимание! *Следует обратить внимание, что адреса (node), подключаемых цифровых датчиков внутри одной измерительной сети, должны отличаться друг от друга. Совпадение адресов цифровых датчиков, внутри одной измерительной сети, повлияет на работоспособность данных цифровых датчиков.*

Подключение преобразователя интерфейса к компьютеру .....

Порядок подключения
Заводская настройка IP-адреса
Проверка IP-адреса преобразователя интерфейса
Настройка IP-адреса преобразователя интерфейса
Настройка IP адреса компьютера
Активация подключения по Ethernet

Порядок подключения .....

Порядок подключения

Для работы с преобразователем интерфейса ZET 7176 следует подключить его к локальной сети Ethernet или напрямую к компьютеру кабелем PatchCord UTP кат. 5e. Подключить напряжение питания +9…24 В к клеммам преобразователя интерфейса с маркировкой «Красный» и «Желтый» в соответствии с Табл. 2.1.

На компьютере, при помощи которого будет производиться конфигурирование преобразователя интерфейса, должна быть установлена операционная система Windows, а также установлено и запущено программное обеспечение ZETLAB. Подключить к USB разъему компьютера электронный ключ ZETKEY, поставляемый в комплекте с преобразователем интерфейса.

При первом подключении преобразователя интерфейса необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и преобразователе интерфейса таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для этого перенастраивают, либо IP-адрес Ethernet порта преобразователя интерфейса на подсеть порта компьютера, либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта преобразователя интерфейса.



Примечание: проверка IP-адреса преобразователя интерфейса выполняется согласно разделу 3.3.

Настройку IP-адреса Ethernet порта преобразователя интерфейса следует выполнять в соответствии с разделом 3.4.

Настройку IP-адреса Ethernet порта компьютера следует выполнять в соответствии с разделом 3.5.

После того, как IP-адреса Ethernet портов компьютера и преобразователя интерфейса расположены в единой подсети, необходимо, руководствуясь разделом 3.6, выполнить активацию Ethernet канала преобразователя интерфейса.

Примечание: при использовании одновременно нескольких преобразователей интерфейса необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты преобразователей интерфейса и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.

Заводская настройка IP-адреса .....

Заводской настройкой для преобразователя интерфейса является IP-адрес – 192.168.1.76 с маской подсети 255.255.255.0.

Проверка IP-адреса преобразователя интерфейса .....

Для проверки IP-адреса преобразователя интерфейса на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств». В открывшемся окне программы «Подключение устройств» в столбце «IP-адрес» (1) указан сетевой адрес преобразователя интерфейса (*Рис. 3.1*). Сетевой адрес компьютера отображается в нижней части окна программы «Подключение устройств» (2).

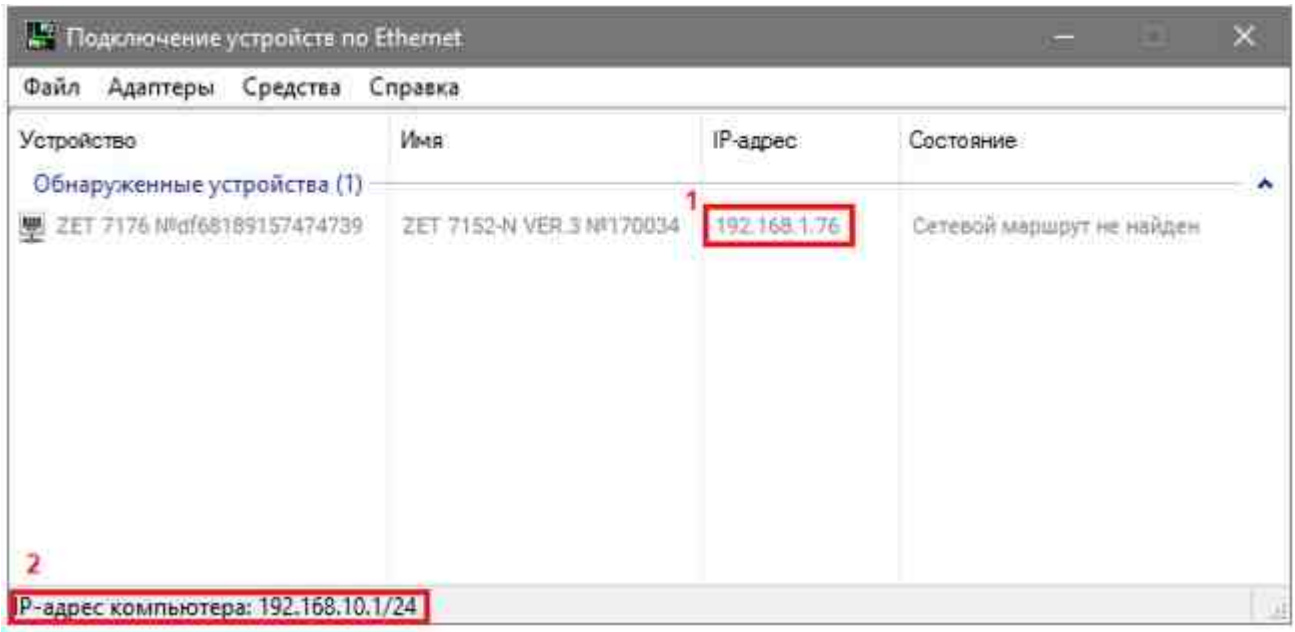
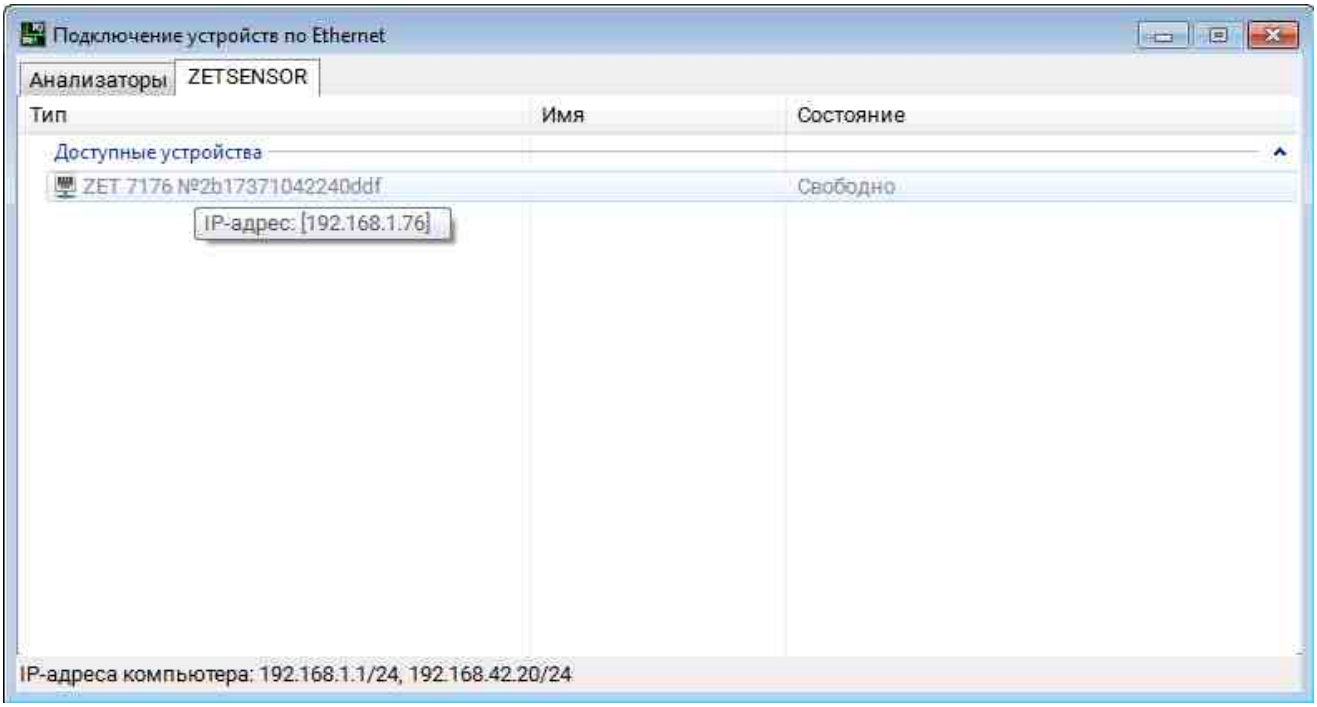


Рис. 3.1 Окно «Подключение устройств»

Для просмотра, текущего IP-адреса преобразователя интерфейса, следует навести курсор мышки на наименование преобразователя интерфейса и считать значение IP-адреса.



Настройка IP-адреса преобразователя интерфейса .....

Для смены IP-адреса преобразователя интерфейса, следует в окне программы

«Подключение устройств» щелчком правой клавишей мыши по наименованию преобразователя интерфейса вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Сменить IP-адрес» (*Рис. 3.2*).

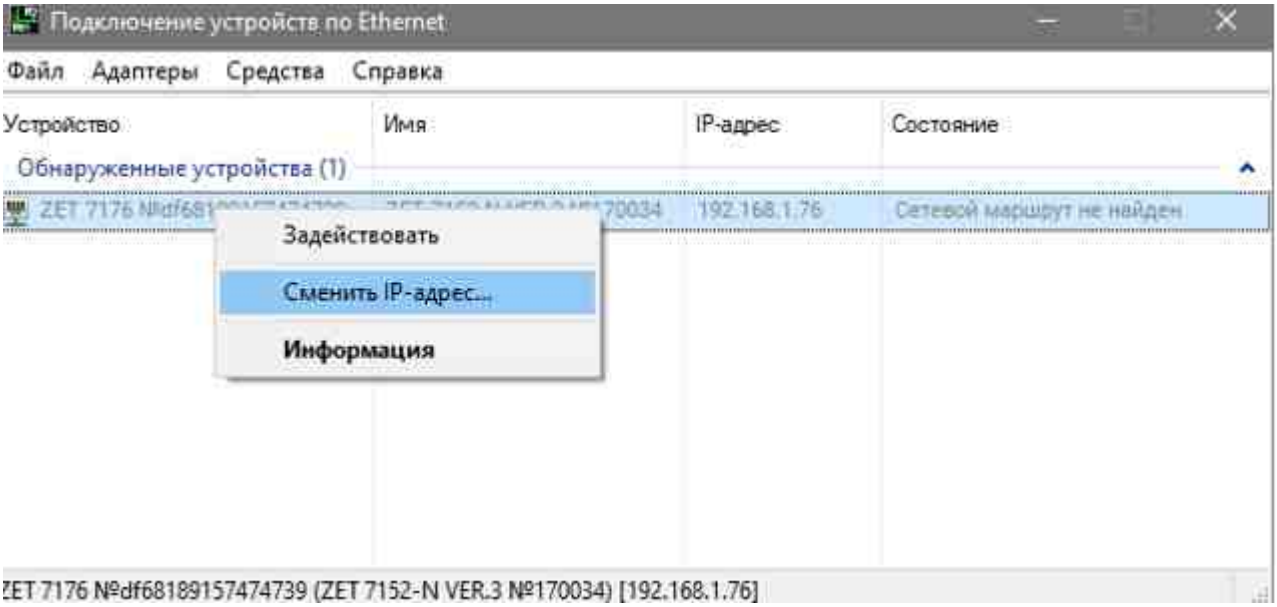


Рис. 3.2 Вызов функции смены IP-адреса преобразователя интерфейса

В открывшемся окне «Сменить IP-адрес» в строке «Новый IP-адрес» установить новый сетевой адрес и маску подсети преобразователя интерфейса, после чего нажать кнопку «Изменить» (*Рис. 3.3*).

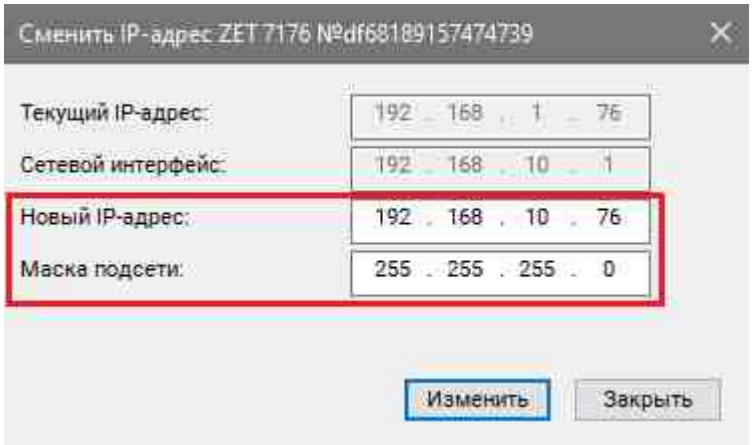


Рис. 3.3 Смена IP-адреса преобразователя интерфейса

Настройка IP адреса компьютера .....

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* и после чего активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (*Рис. 3.4*) выбранного порта.

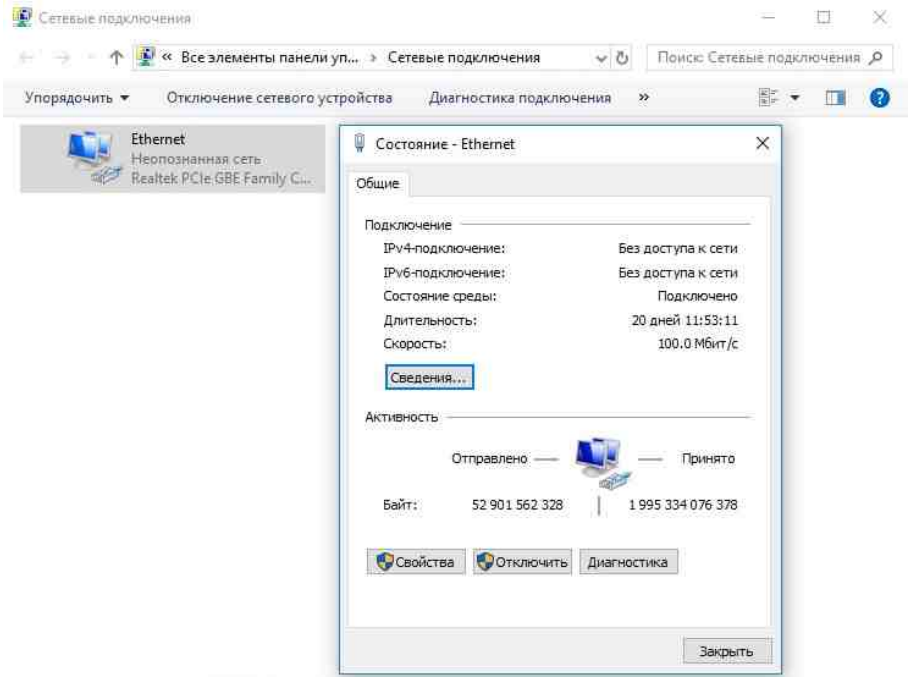


Рис. 3.4 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (*Рис. 3.5*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

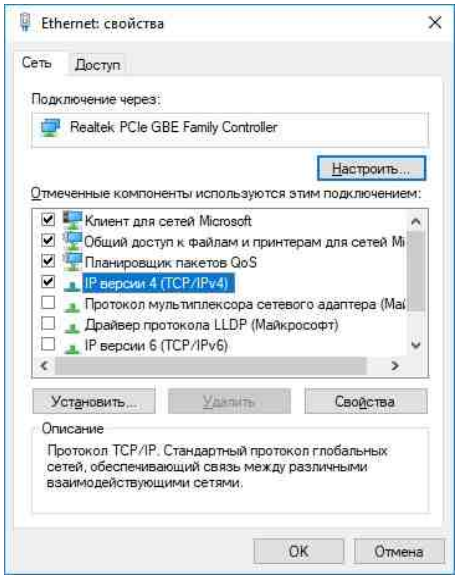


Рис. 3.5 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 3.6*).

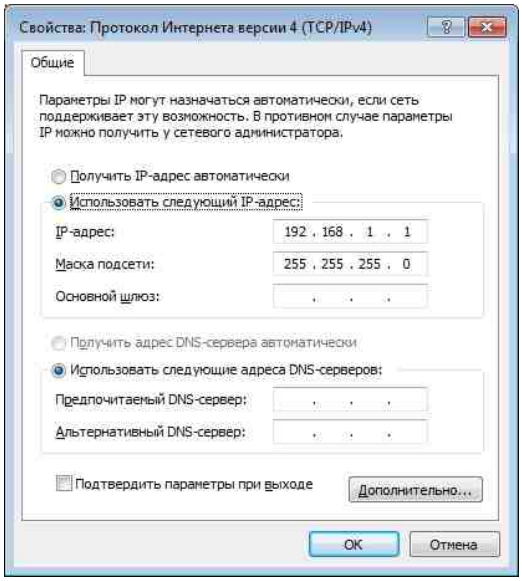


Рис. 3.6 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *В преобразователях интерфейса по умолчанию используется маска «255.255.255.0», определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.1.xxx, где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта преобразователя интерфейса 10 и у порта компьютера 1).*

Активация подключения по Ethernet .....

Для активации подключения устройства по Ethernet необходимо, чтобы IP-адреса Ethernet портов преобразователя интерфейса и компьютера относились к единой подсети. При необходимости перенастройте IP-адрес порта преобразователя интерфейса или компьютера, согласно разделам 3.1.4 или 3.1.5.

Для подключения преобразователя интерфейса к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» щелчком правой клавишей мыши по наименованию устройства вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 3.7*).

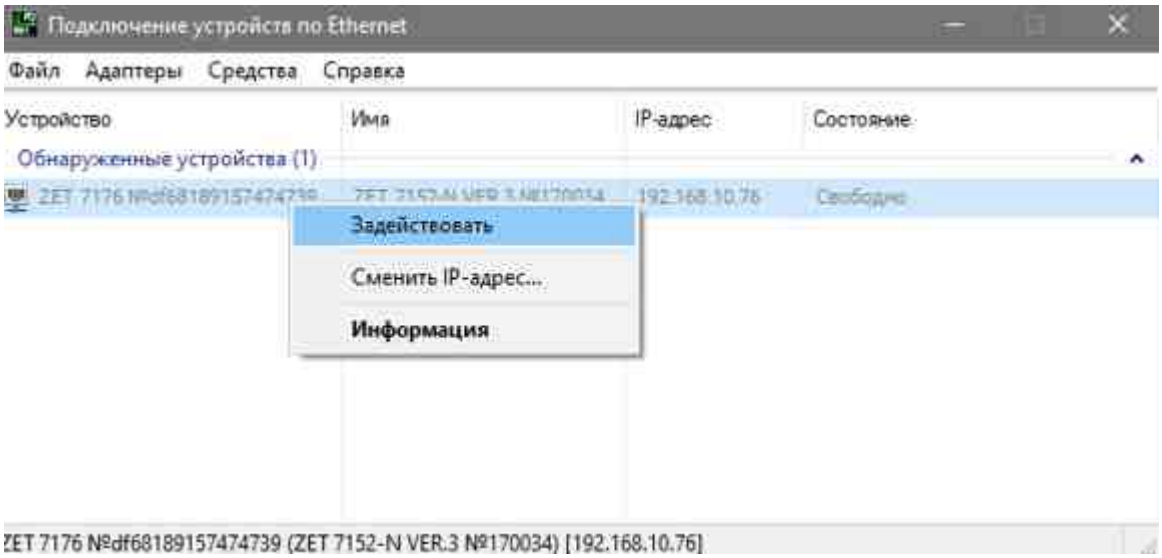


Рис. 3.7 Задействование преобразователя интерфейса

В окне «Подключение устройств» убедиться, что состояние задействованного преобразователя интерфейса изменилось на «Устройство подключено» (*Рис. 3.8*).

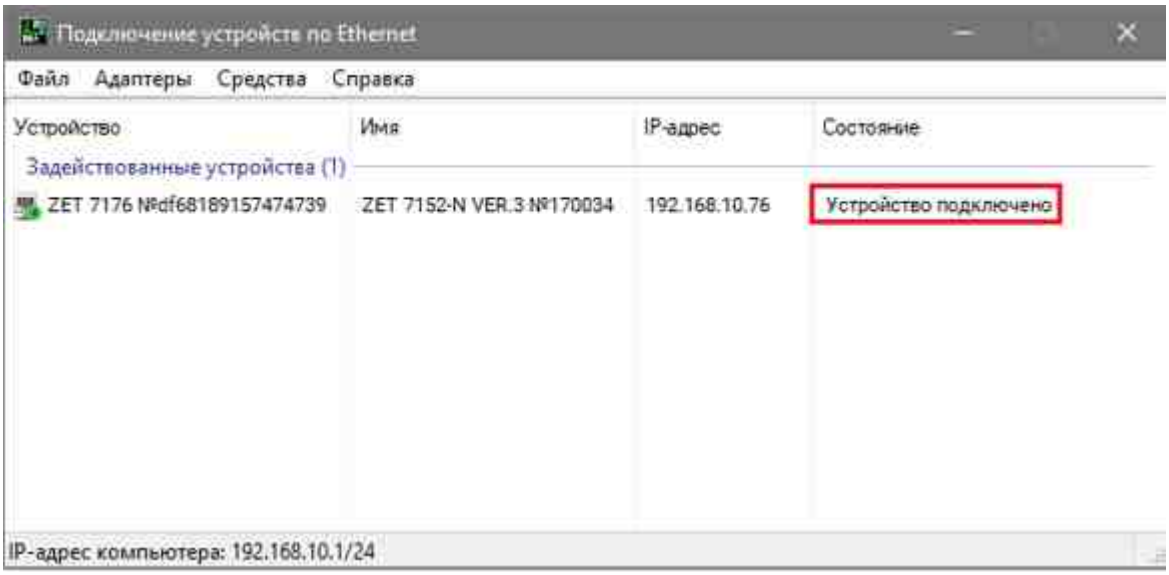


Рис. 3.8 Состояние «Устройство подключено»

Конфигурирование преобразователей интерфейса .....

Внимание! *Производитель оставляет за собой право на изменение версии программного обеспечения цифрового датчика. Порядок обновления цифрового датчика до текущей версии программного обеспечения описан в документе «РО_Сервисная работа с ZET7xxx.pdf», расположенном по директории https://file.zetlab.com/Document/.*

Конфигурирование преобразователей интерфейса производится в программе «Диспетчер устройств», которая располагается в меню «Сервисные» на панели ZETLAB (*Рис. 4.1*).



Рис. 4.1 Панель ZETLAB

Программа «Диспетчер устройств ZET» выполнит поиск устройств, доступных в локальной сети, и отобразит их в списке устройств (*Рис. 4.2*).

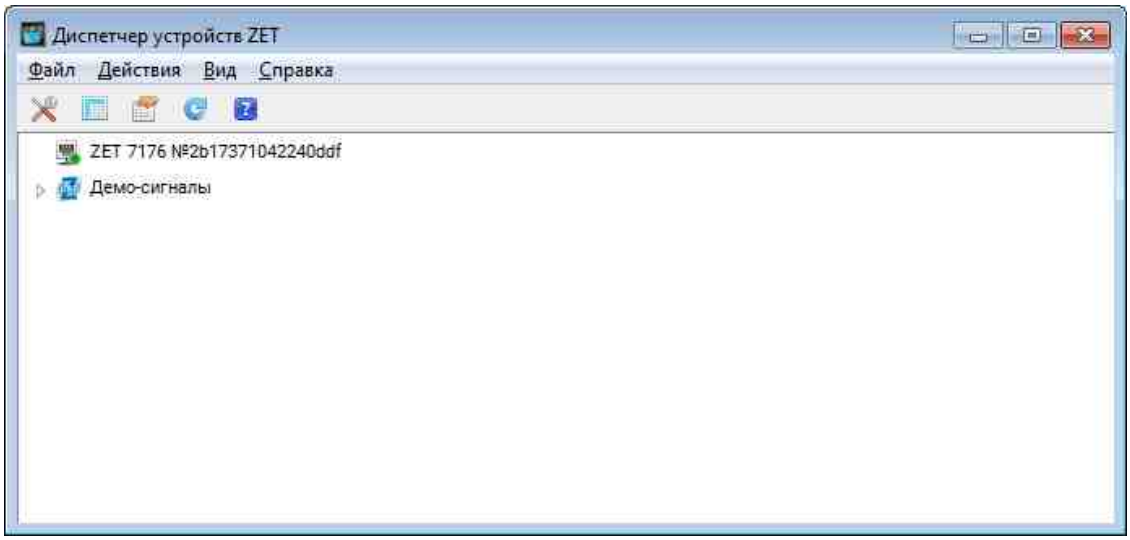


Рис. 4.2 Список устройств в программе «Диспетчер устройств ZET»

Для конфигурирования преобразователя интерфейса следует щелкнуть правой кнопкой мыши по его наименованию и выбрать меню «Свойства» (*Рис. 4.3*). (Для более подробного ознакомления см. «Программное обеспечение ZETLAB. Руководство пользователя»).

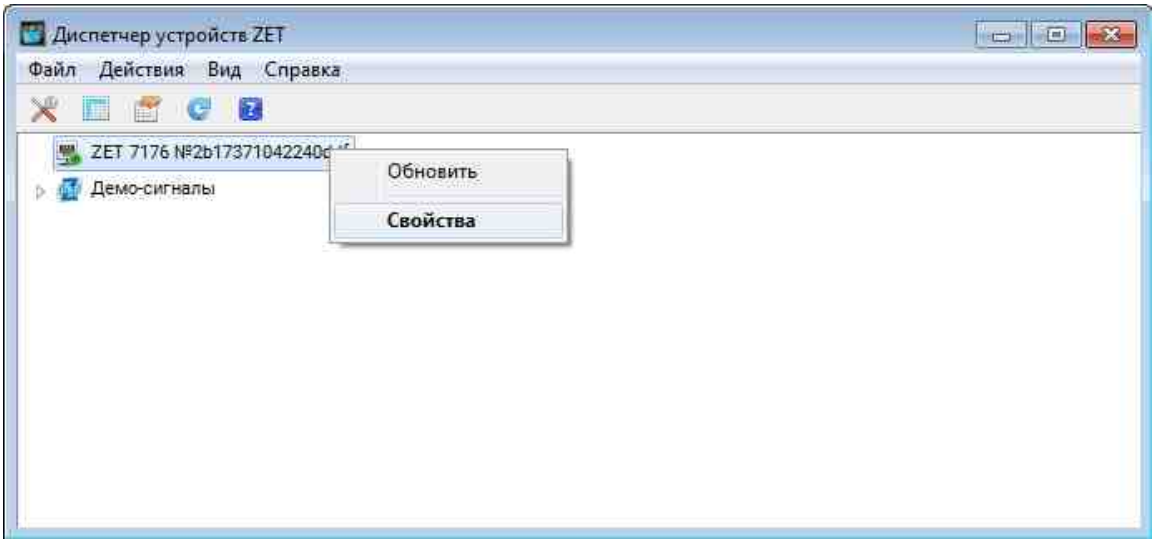


Рис. 4.3 Переход в меню «Свойства» преобразователя интерфейса ZET 7176

В открывшемся окне «Свойства» отобразится вкладка «Общие», на которой содержится информация о типе преобразователя интерфейса и его серийном номере. На *Рис. 4.4* приведен пример вкладки «Общие».

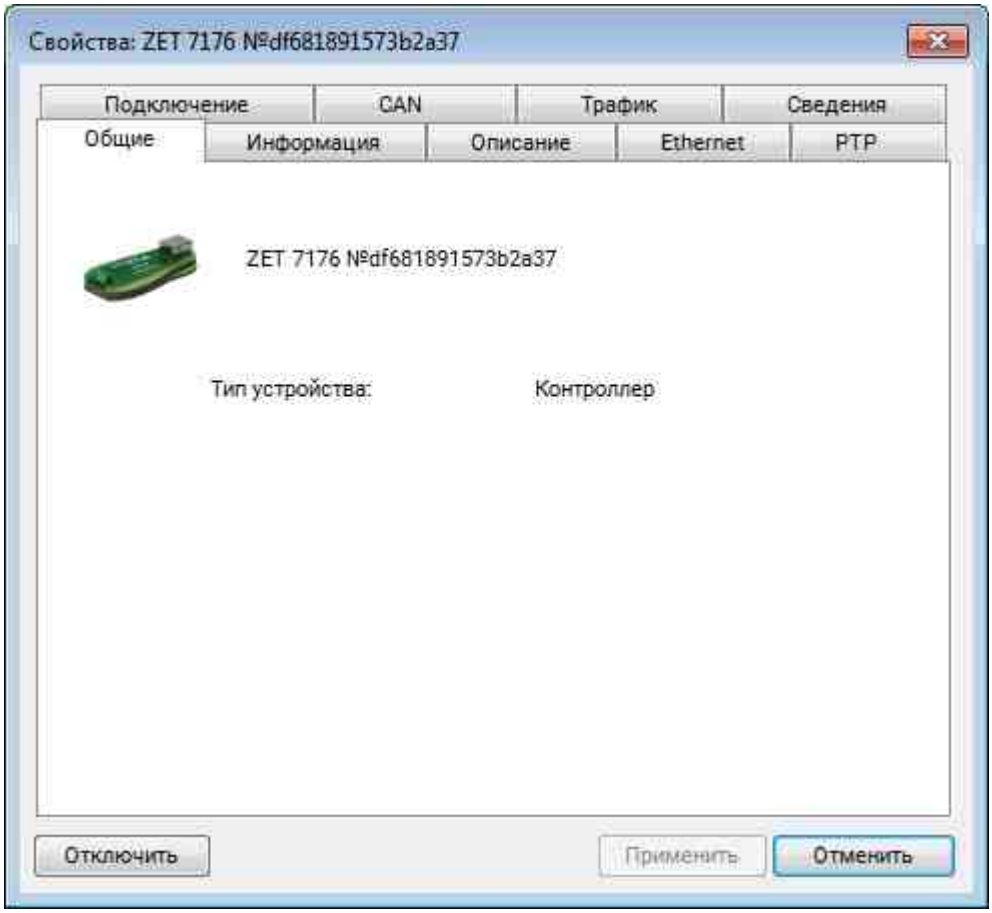


Рис. 4.4 Вкладка «Общие»

Назначение и состав вкладок .....

Вкладка «Информация»
Вкладка «Ethernet»
Вкладка «PTP»
Вкладка «Подключение»
Вкладка «CAN»
Вкладка «Трафик»
Вкладка «Сведения»

Вкладка «Информация» .....

Вкладка «Информация» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.1.

Табл. 4.1 Параметры вкладки «Информация»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание

Модуль измерительный цифровой	–	ZET 7176	Наименование цифрового датчика.
Серийный номер	–	–	Отображается в шестнадцатеричном виде, присваивается на этапе изготовления.
Дата выпуска программного обеспечения	–	–	Указывается дата выпуска версии прошивки преобразователя интерфейса.
Конфигурация изменена	–	–	Указывается дата последнего изменения в конфигурации преобразователя интерфейса.
Адрес (node)	–	1	Адрес преобразователя интерфейса в измерительной сети.

На *Рис. 4.5* приведен пример вкладки «Информация».

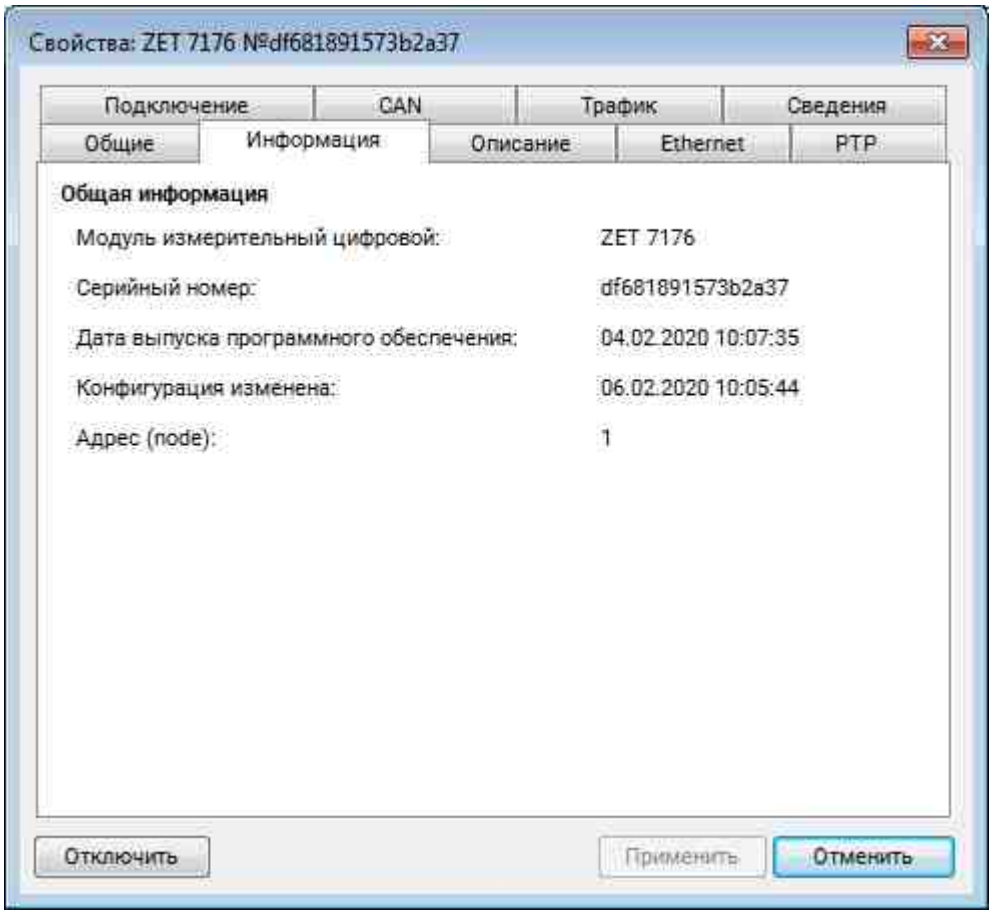


Рис. 4.5 Вкладка «Информация»

Вкладка «Ethernet» .....

Вкладка «Ethernet» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.2.

Табл. 4.2 Параметры вкладки «Ethernet»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Адрес IPv4	Да	–	IP-адрес преобразователя интерфейса.
Маска подсети	Да	–	Маска подсети преобразователя интерфейса.
Шлюз по умолчанию	Да	–	IP-адрес сетевого шлюза в локальной сети.
Порт TCP/IP	Да	80…64000	Номер порта, по которому доступно подключение к преобразователю интерфейса.
MAC-адрес устройства в сети Ethernet	–	–	Физический адрес устройства в сети Ethernet.
Скорость, Мбит/с	Да	10 10/100	Скорость передачи данных с преобразователя интерфейса на компьютер.
Предпочитаемый DNS-сервер	Да	–	Предпочитаемый DNS-сервер.
Альтернативный DNS-сервер	Да	–	Альтернативный DNS-сервер.
Получение IP-адреса	Да	Статическое DHCP	В случаях подключения преобразователя интерфейса ZET 7176 в локальную сеть с DHCP-сервером, который самостоятельно раздает IP-адреса, необходимо установить значение «DHCP». В остальных случаях для данного параметра следует установить значение «Статическое».

Примечание: *Если преобразователь интерфейса подключается в локальную сеть с уже имеющейся инфраструктурой (в том числе с DHCP-сервером), то есть возможность настроить динамическое получение IP-адреса. При этом модуль после включения сначала попробует получить от DHCP-сервера IP-адрес и конфигурацию сети (маску подсети, адреса сетевого шлюза и серверов DNS). Если в течение определенного времени ответ от DHCP-сервера не будет получен, то модуль перейдет в режим «DHCP fallback» и выставит статические значения, установленные в его настройках.*

На Рис. 4.6 приведен пример вкладки «Ethernet».

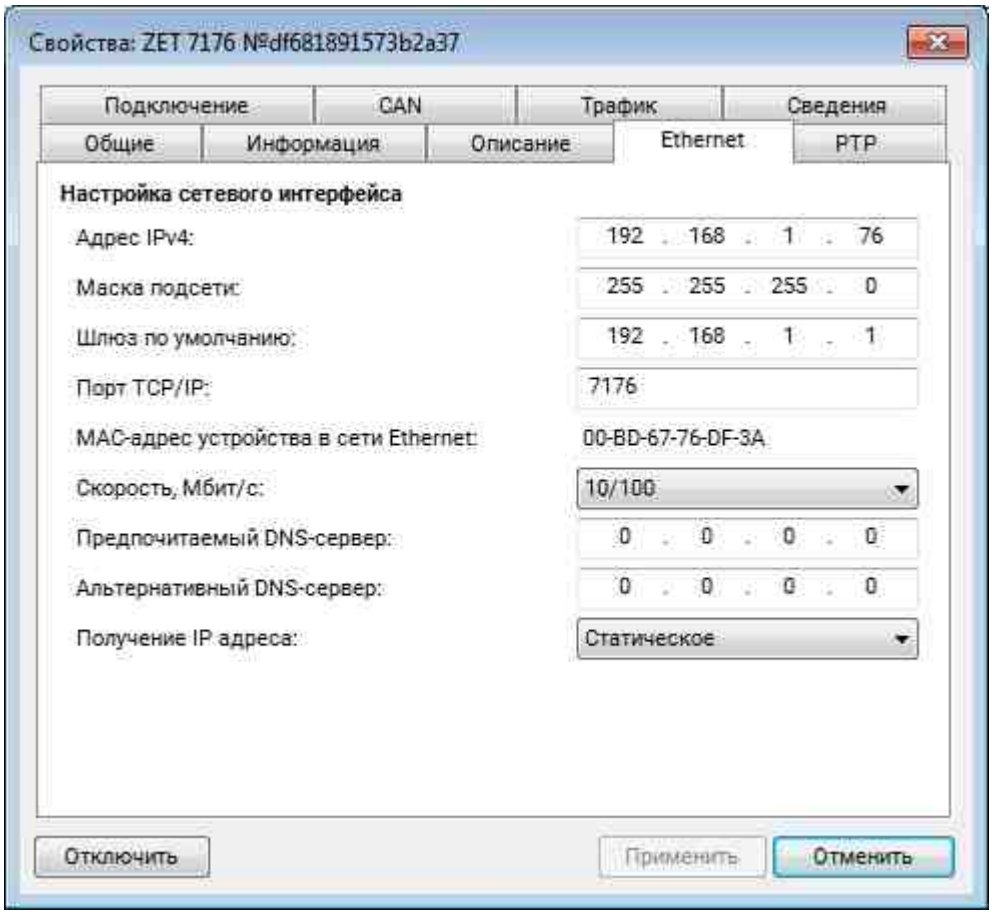


Рис. 4.6 Вкладка «Ethernet»

Вкладка «PTP» .....

Вкладка «PTP» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.3.

Табл. 4.3 Параметры вкладки «PTP»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Сетевой уровень	Нет	–	Параметр отображает сетевой протокол подключения преобразователя интерфейса к компьютеру.
Режим ведущих часов	Да	Запретить Разрешить	Разрешает преобразователю интерфейса быть задатчиком времени для других устройств.
Режим ведомых часов	Да	Запретить Разрешить	Разрешает преобразователю интерфейса работать в режиме ведомых часов при наличии в сети Ethernet задатчика времени.
Номер домена от 0 до 127	Да	0…127	Задатчики времени и ведомые часы будут «видеть» только тех, кто настроен на тот же домен.
Абсолютный приоритет от 0 до 255	Да	0…255	Значение учитывается при выборе задатчика времени из нескольких. Чем меньше значение, тем выше приоритет.
Относительный приоритет от 0 до 255	Да	0…255	Значение учитывается при выборе задатчика времени из нескольких в том случае, если у них совпадают абсолютный приоритет и параметры часов. Чем меньше значение, тем выше приоритет.
Состояние протокола	Нет	Инициализация Отключен Ожидание Ведущие часы Пассивен Ведомые часы	Текущее состояние модуля PTP: • Инициализация - включение модуля PTP; • Отключен – модуль PTP отключен настройками; • Ожидание – модуль PTP настроен на режим ведомых часов и ожидает появления в сети мастера синхронизации (ведущих часов); • Ведущие часы - модуль PTP работает в режиме ведущих часов (раздает время);

			• Пассивен – модуль PTP настроен на режим ведущих часов, но в сети уже есть более приоритетный мастер синхронизации; • Ведомые часы - модуль работает в режиме ведомых часов.
Состояние синхронизации	Нет	Отсутствует Выполняется Выполнена По сети CAN	Текущее состояние синхронизации времени в режиме ведомых часов: • Отсутствует - синхронизация не выполняется, так как модуль не работает в режиме ведомых часов; • Выполняется - производится быстрая подстройка времени; • Выполнена - быстрая подстройка закончена, синхронизация в режиме плавной подстройки; • По сети CAN - модуль синхронизируется по шине CAN (например, при наличии модуля синхронизации по GPS ZET 7175), протокол PTP не задействован.
Текущее время	Нет	–	Текущее время модуля PTP.
Время задержки мастер-ведомый	Нет	–	Вычисленная разница во времени между внутренними часами модуля и часами ведущих часов (когда модуль работает в режиме ведомых часов). Если значение больше 0 - значит часы модуля опережают часы мастера, если меньше 0 - то отстают.
Средняя задержка сети	Нет	–	Вычисленное время прохождения пакета от модуля до мастера синхронизации по сети Ethernet (включая все коммутирующие устройства). Вычисляется только в режиме ведомых часов.

На *Рис. 4.7* приведен пример вкладки «PTP».

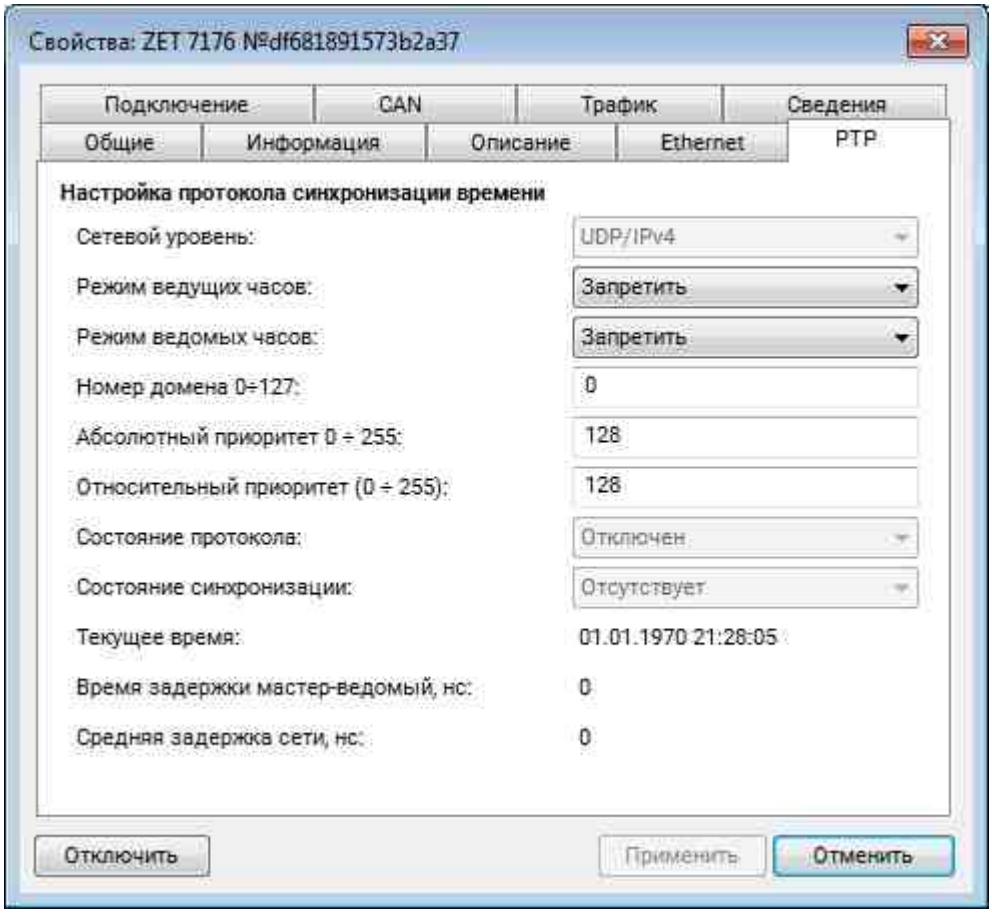


Рис. 4.7 Вкладка «PTP»

Вкладка «Подключение» .....

В преобразователе интерфейса возможно активировать режим передачи данных, при котором модуль не ждет подключения со стороны ПК, а, наоборот, сам пытается подключиться к выбранному серверу в локальной или глобальной сети. В данном режиме основной акцент сделан на непрерывность передачи данных и экономию трафика, поэтому подходит для ситуаций, когда требуется передача данных по сети Интернет или просто беспрерывное получение данных. В данном режиме передачи данных, в целях обеспечения безопасности, отсутствует возможность изменения настроек, поэтому следует заранее производить необходимые настройки.

Вкладка «Подключение» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.5.

Табл. 4.5 Параметры вкладки «Подключение»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Подключение к серверу	Да	Запрещено Разрешено	Включение/отключение режима подключения преобразователя интерфейса к серверу в локальной сети.
Имя сервера для подключения	Да	–	Имя сервера в сети, к которому следует подключиться преобразователю интерфейса.
Номер TCP-порта для подключения	Да	80…64000	Номер TCP-порта сервера, по которому доступно подключение преобразователя интерфейса.
Текущее состояние	Нет	Не подключен Подключение Подключен Передача данных Ошибка времени Адрес узла 2 Нет данных Превышен трафик	Текущее состояние подключения: • Не подключен – подключение запрещено настройками; • Подключение – попытка подключения к серверу; • Подключен – подключение произведено, но передача данных не активирована на стороне сервера; • Передача данных – производится передача данных на подключенный сервер, может быть приостановлена в случае обнаружения какой-либо проблемы; • Ошибка времени – передача приостановлена, так как не установлено время (например, с ПК или по GPS): требуется подключиться к преобразователю в обычном режиме или использовать внешний источник времени (например, GPS через ZET 7175); • Адрес узла 2 – передача приостановлена, так как в линии CAN обнаружен узел с адресом 2 (считается, что это модуль со сброшенными настройками): требуется изменить адрес узла на 3 или выше;

			• Нет данных – передача приостановлена, так как отсутствуют данные от других датчиков в линии CAN: требуется добавить датчики и проверить качество самой линии; • Превышен трафик – передача приостановлена, так как линия CAN перегружена: требуется уменьшить в датчиках частоту выдачи данных или увеличить (если есть возможность) скорость CAN.
Количество подключений	Нет	–	Количество подключений преобразователя интерфейса к серверу.
Время последнего подключения	Нет	–	Время последнего подключения преобразователя интерфейса к серверу.
Скорость передачи, кбит/с	Нет	–	Текущая скорость передачи данных на сервер
Передано с последнего подключения, байтов	Нет		Объем данных, переданных с преобразователя интерфейса на сервер с момента последнего подключения.
Всего передано, байтов	Нет	–	Суммарный объем данных, переданных с преобразователя интерфейса на сервер.

На Рис. 4.9 приведен пример вкладки «Подключение».

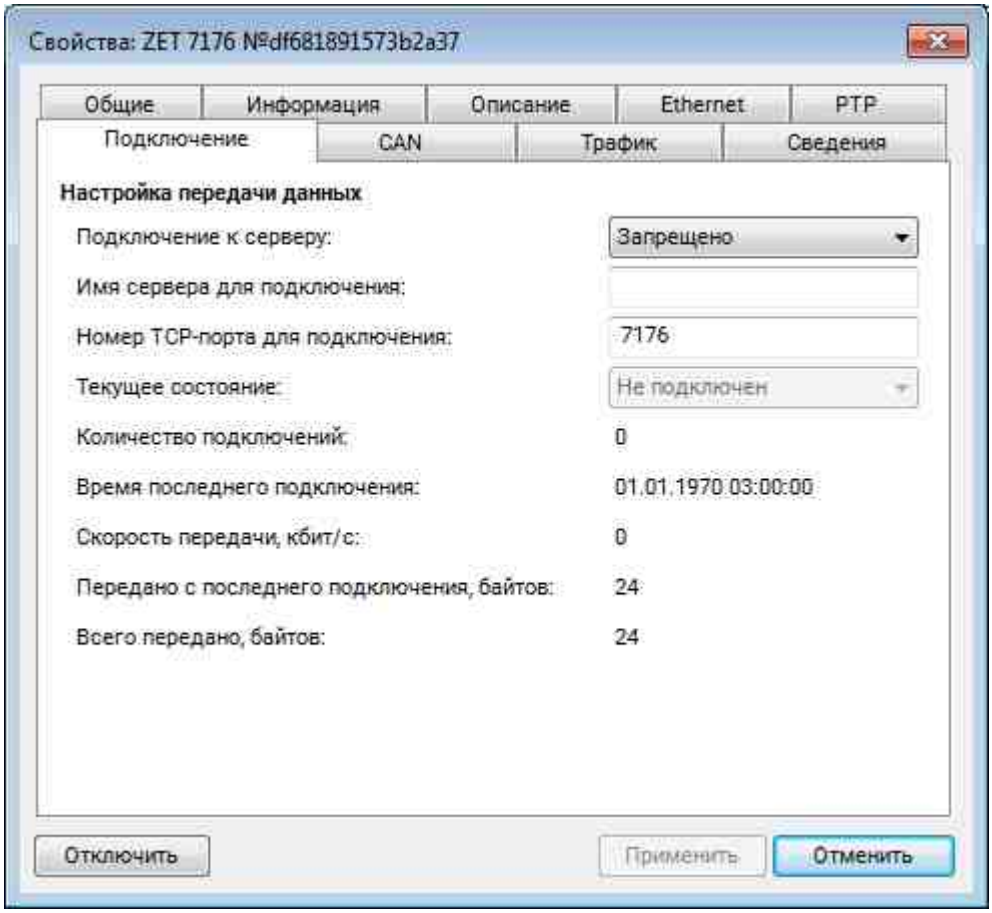


Рис. 4.9 Вкладка «Подключение»

Вкладка «CAN» .....

Вкладка «CAN» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.5.

Табл. 4.5 Параметры вкладки «CAN»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Скорость обмена, кбит/с	Да	100 300 1000	Скорость обмена данными между измерительным цифровым датчиком и преобразователем интерфейсов. После изменения скорости обмена у преобразователя интерфейса необходимо отключить и заново включить питание всей измерительной системы.
Текущее время	–	–	Отображает текущее время устройства, зафиксированное на момент открытия

			вкладки.
Текущее смещение относительно задатчика, нс	–	–	Текущее вычисленное значение смещения внутренних часов относительно задатчика времени, в случае если преобразователь интерфейса работает в режиме ведомых часов по интерфейсу CAN.
Состояние синхронизации	–	Задатчик	Текущее состояние синхронизации времени по интерфейсу CAN.

На *Рис. 4.9* приведен пример вкладки «CAN».

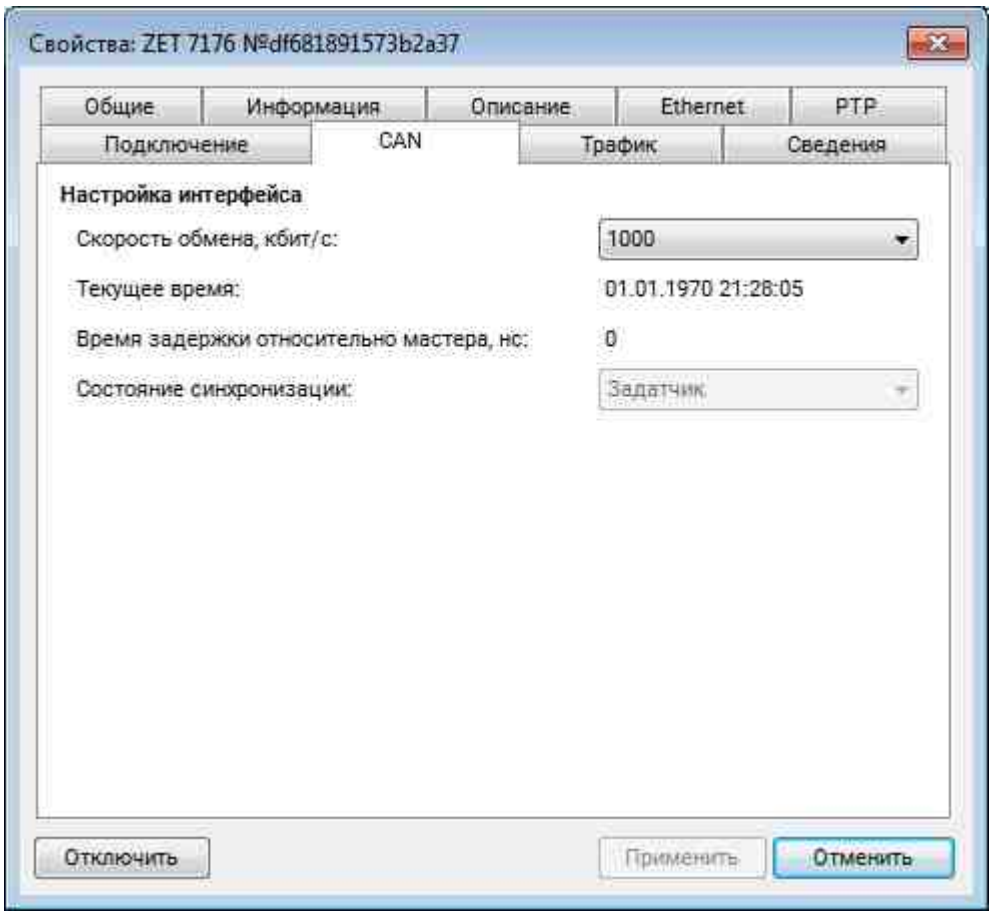


Рис. 4.9 Вкладка «CAN»

Вкладка «Трафик» .....

Вкладка «Трафик» содержит информацию о параметрах, приведенных в Табл. 4.6.

Табл. 4.6 Параметры вкладки «Трафик»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Загрузка шины CAN, %	Нет	0 - 100	Параметр отображает в процентном соотношении текущую загрузку линии CAN. Для нормальной работоспособности оборудования в CAN линии требуется, чтобы загрузка данной шины CAN не превышала 90%.
Количество пакетов CAN за секунду	Нет	–	Параметр отображает количество переданных за секунду пакетов CAN в данной измерительной линии.
Общая скорость передачи, кбит/с	Нет	–	Параметр отображает общую скорость передачи пакетов CAN в данной измерительной линии.
Скорость потоковых данных, кбит/с	Нет	–	Параметр отображает скорость передачи потоковых данных в CAN линии.
Количество активных адресов на шине	Нет	–	Параметр отображает количество активных адресов в данной CAN линии.
Список активных адресов	Нет	–	Параметр отображает номера адресов (ноды) активных цифровых датчиков в данной CAN линии.
Список проблемных адресов	Нет	–	Параметр отображает номера адресов (ноды) цифровых датчиков, имеющих какие-либо проблемы с приемом или передачи данных по линии CAN.

На *Рис. 4.10* приведен пример вкладки «Трафик».

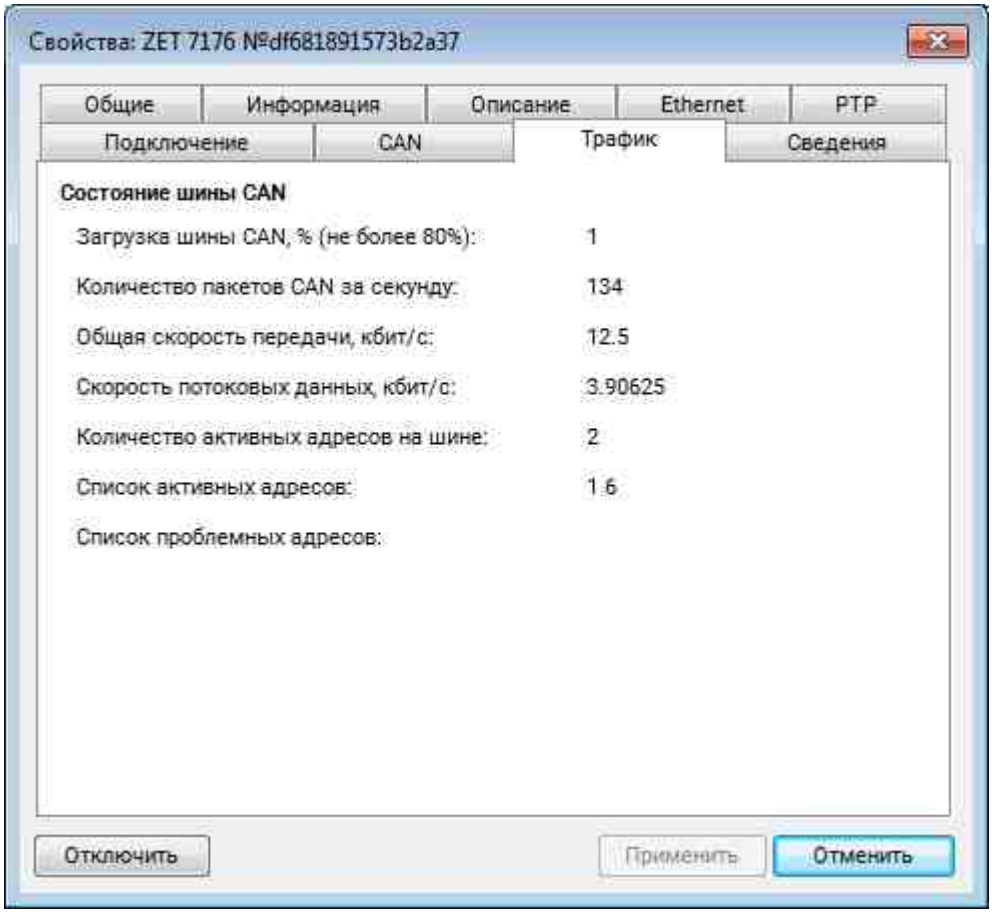


Рис. 4.10 Вкладка «Трафик»

Вкладка «Сведения» .....

Вкладка «Сведения» отображает информацию о текущих сетевых настройках преобразователя интерфейса ZET 7176, которые были установлены статически на вкладке «Ethernet», либо получены от DHCP-сервера (Табл. 4.7).

Табл. 4.7 Параметры вкладки «Сведения»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Адрес IPv4	Нет	–	IP-адрес преобразователя интерфейса.
Маска подсети	Нет	–	Маска подсети преобразователя интерфейса.
Шлюз по умолчанию	Нет	–	IP-адрес сетевого шлюза в локальной сети.

Скорость, Мбит/с	Нет	–	Скорость передачи данных с преобразователя интерфейса на компьютер.
Предпочитаемый DNS-сервер	Нет	–	Предпочитаемый DNS-сервер.
Альтернативный DNS-сервер	Нет	–	Альтернативный DNS-сервер.

На *Рис. 4.11* приведен пример вкладки «Сведения».

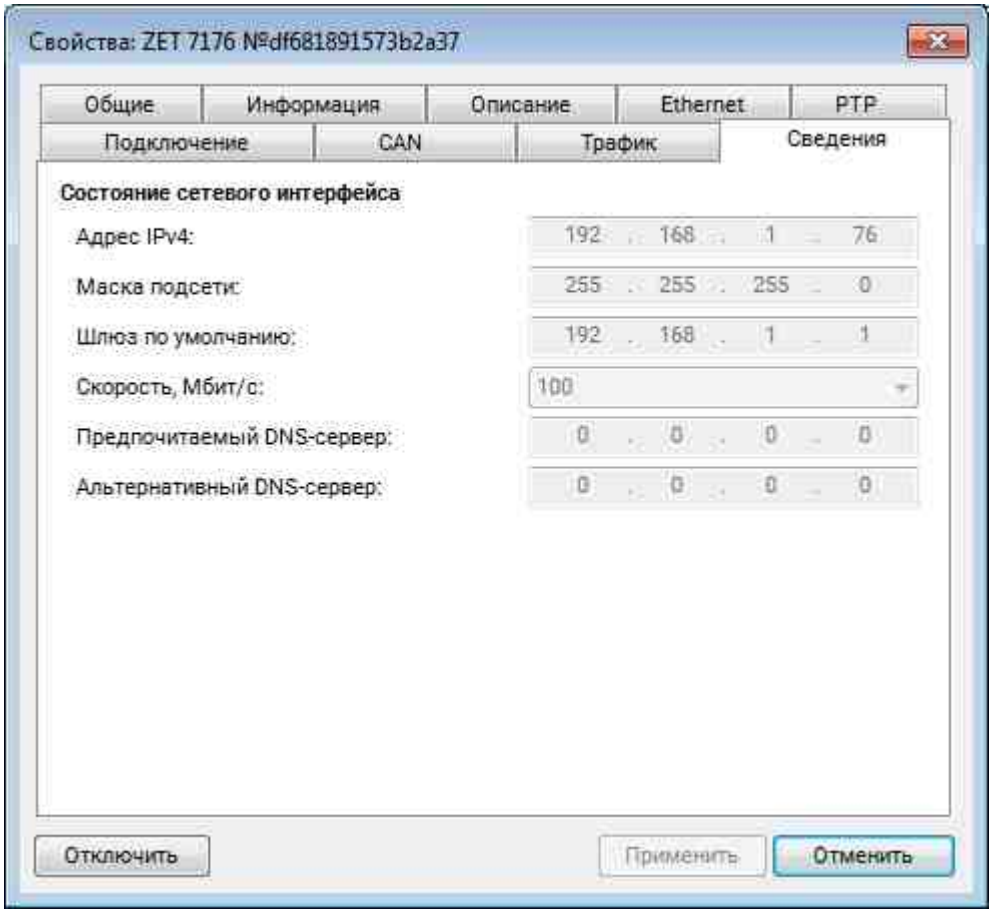
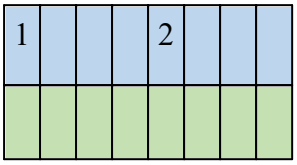
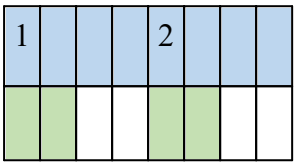
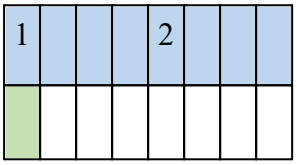
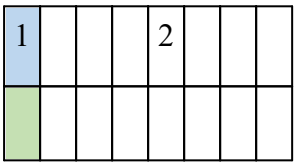


Рис. 4.11 Вкладка «Сведения»

Режимы работы светодиодной индикации .....

В Табл. 5.1 представлена информация о режимах работы светодиодной индикации, расположенной на верхней панели корпуса цифрового датчика. В зависимости от совместных режимов работы синего и зеленого светодиодов существует возможность контролировать состояние устройства и диагностировать неисправности.

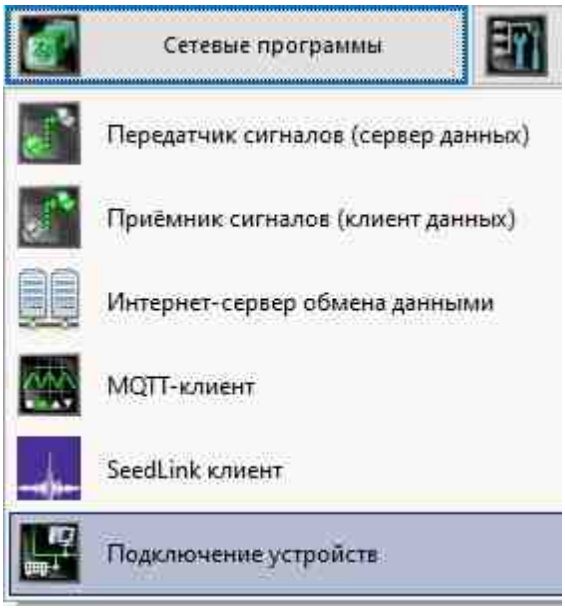
Табл. 5. Состояние светодиодной индикации

Состояние индикации	**Форма индикации в течении 2-х секунд**	**Описание работы светодиодной индикации**
Выделение устройства или сохранение		Синий – горит постоянно Зеленый – горит постоянно
Ошибка (нет связи или неисправный датчик)		Синий – горит постоянно Зеленый – горит 500 мс за 1 секунду
Заводские настройки (адрес 2)		Синий – горит постоянно Зеленый – горит 100 мс за 2 секунды
Штатный режим		Синий – горит 100 мс за 2 секунды Зеленый – горит 100 мс за 2 секунды

Подключение устройств .....

Программа *Подключение устройств* запускается из меню *Сетевые программы* панели ZETLAB. Переход между программами осуществляется по необходимости

Примечание: программу Подключение устройств можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: NetWizardNew или NetWizard.exe



Запуск программы "Подключение устройств"

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам».*

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Подключение контроллера к компьютеру по Ethernet** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR

Подключение контроллера к компьютеру по Ethernet входит в группу программ **Сетевые программы**

Подключение контроллеров ZET 024 и ZET 028 .....

1. Порядок подключения

При первом подключении контроллера необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для этого перенастраивают, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера на подсеть порта компьютера, либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера.

Примечание: *При необходимости проверка IP-адреса контроллера выполняется согласно разделу 4.1.3.*

Настройку IP-адреса Ethernet порта контроллера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.4.

Настройку IP-адреса Ethernet порта компьютера следует выполнять в соответствии с разделом 4.1.5.

После того, как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера расположены в единой подсети, необходимо, руководствуясь разделом 4.1.6, выполнить активацию Ethernet канала контроллера, после чего контроллер будет полностью готов к работе.

Примечание: *При использовании одновременно нескольких контроллеров необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты контроллеров и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.*

2. Заводская настройка IP-адреса

Заводской настройкой для контроллера является IP-адрес – 192.168.0.100 с маской подсети 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводской настройке.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки IP-адреса контроллера на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.1*).

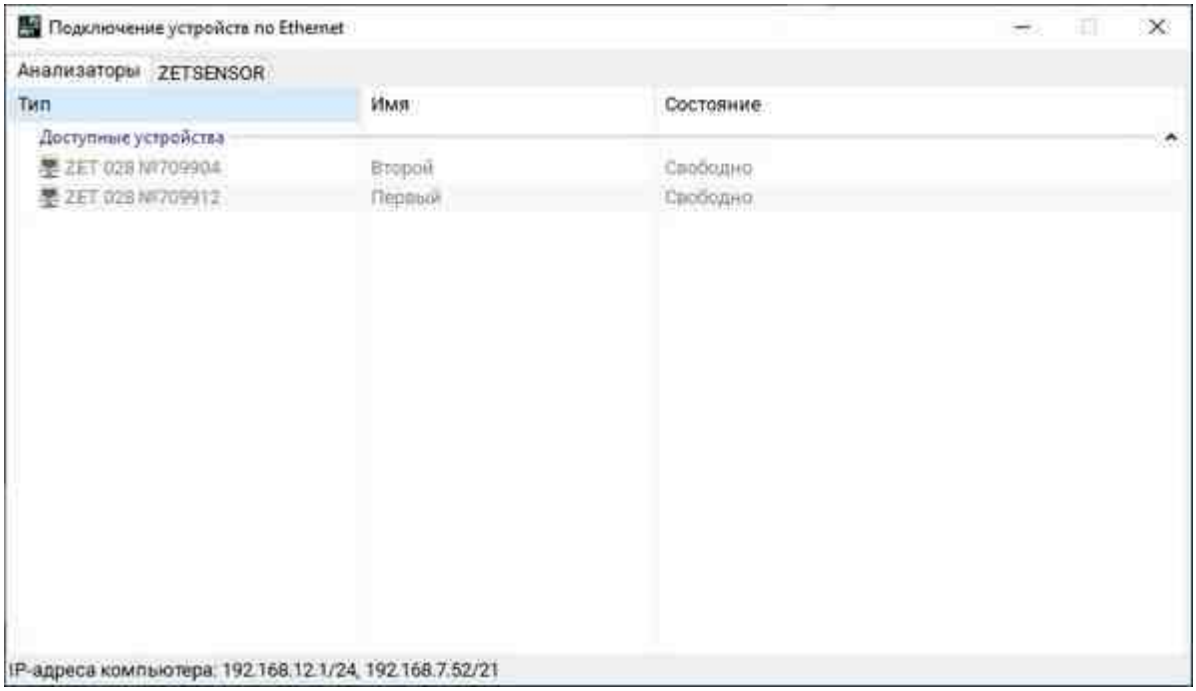


Рис. 4.1 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Если в компьютере, к которому подключается контроллер, несколько сетевых адаптеров, то через меню «Адаптеры» можно выбрать конкретный сетевой адаптер, к которому подключен контроллер (*Рис. 4.2*).



Рис. 4.2 Выбор сетевого адаптера контроллера



Рис. 4.3 Просмотр IP-адреса контроллера

4. Настройка IP адреса контроллера

Для смены IP-адреса контроллера следует щелчком правой клавишей мыши по наименованию контроллера вызвать контекстное меню и выбрать функцию «Сменить IP-адрес» (*Рис. 4.4*).

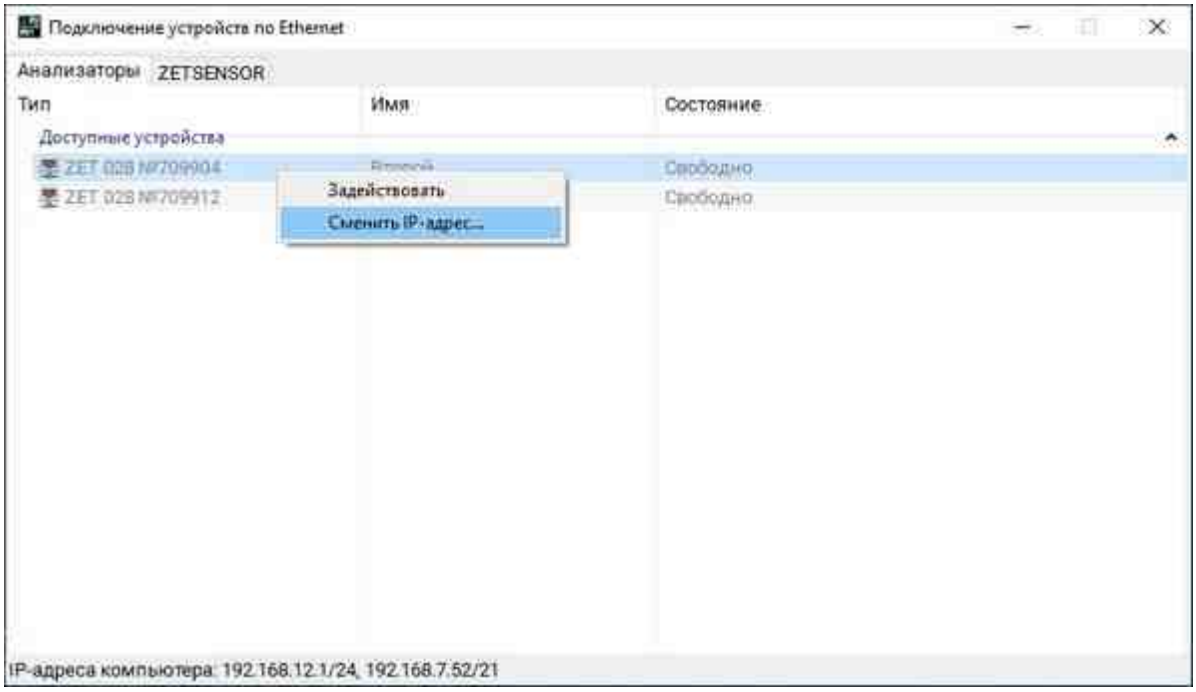


Рис. 4.4 Вызов функции смены IP-адреса контроллера

В открывшемся окне «Сменить IP-адрес» в строке «Новый IP-адрес» установить новый сетевой адрес и маску подсети контроллера, после чего активировать кнопку «Ок» (*Рис. 4.5*).

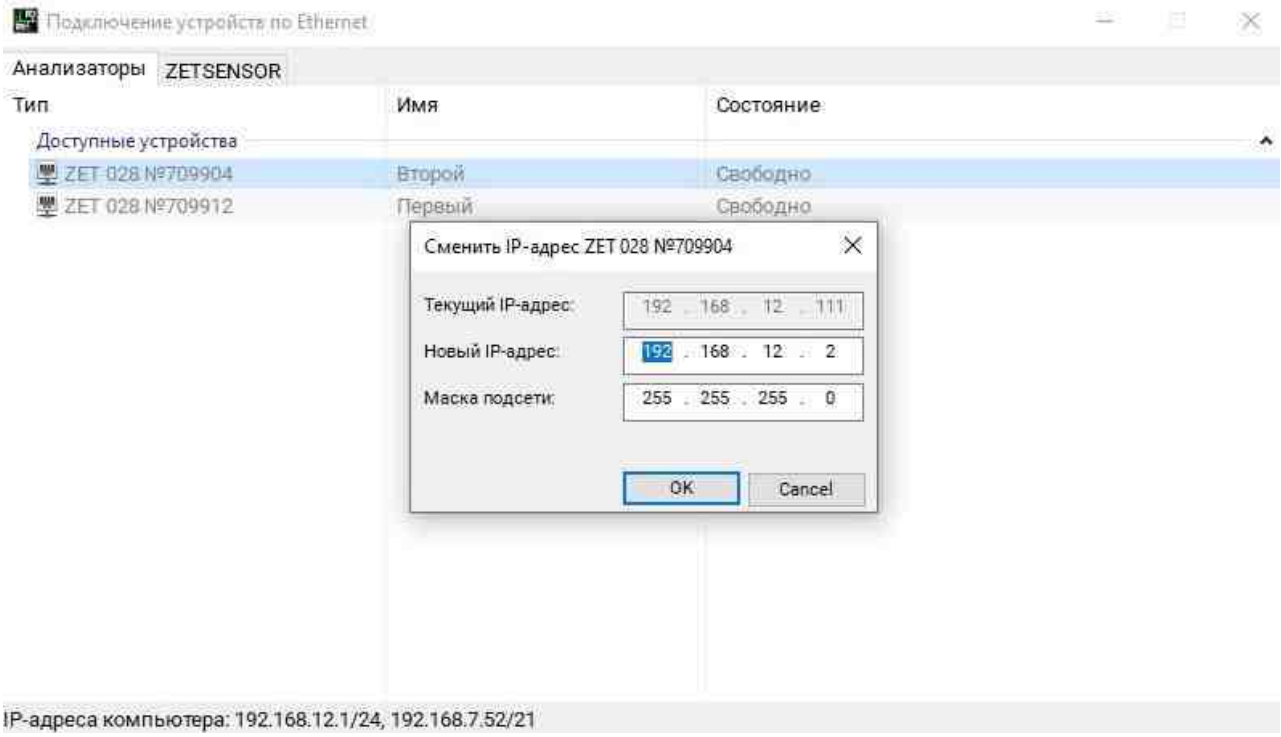


Рис. 4.5 Смена IP-адреса контроллера

5. Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (*Рис. 4.6*) выбранного порта.

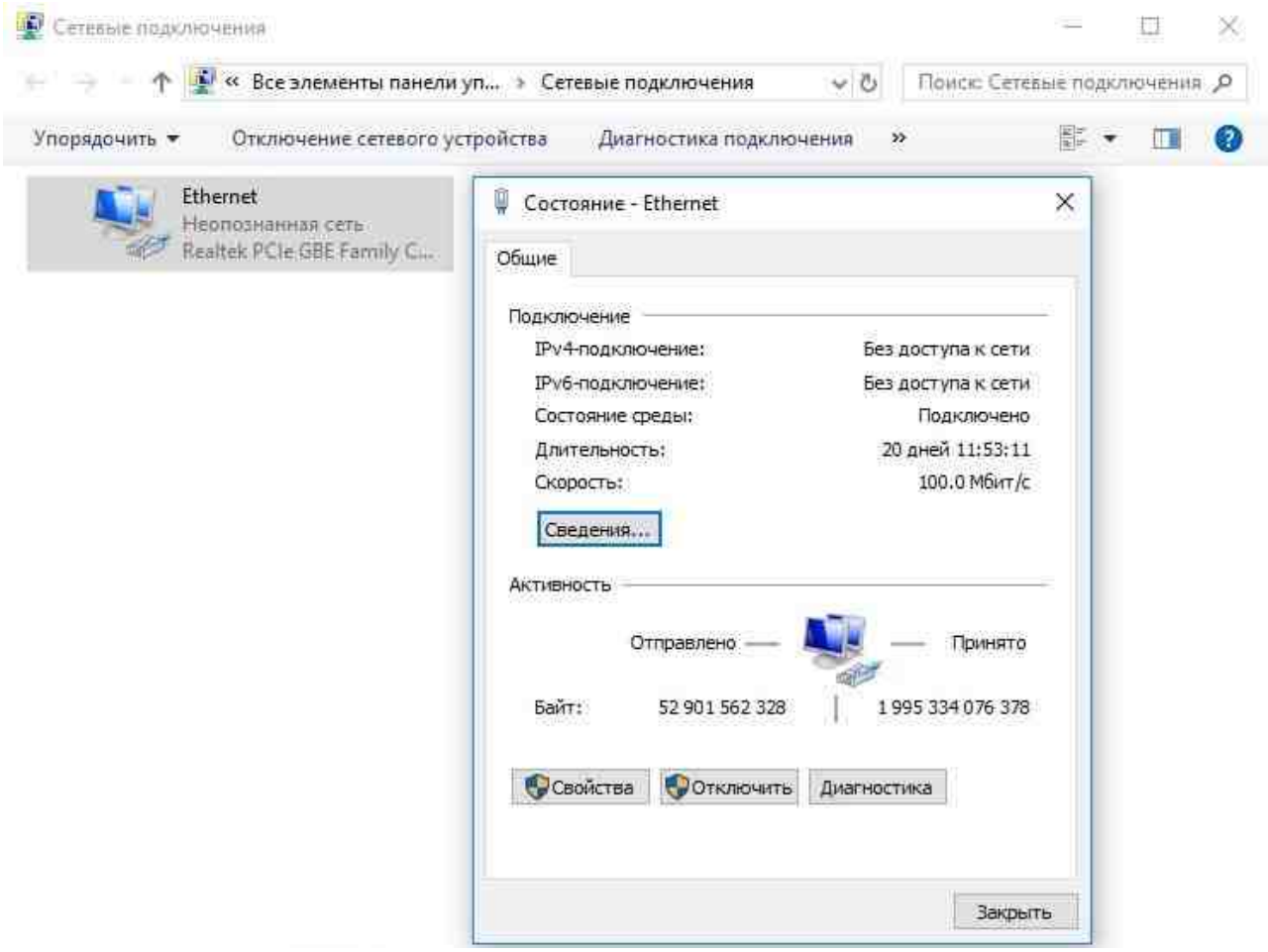


Рис. 4.6 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (*Рис. 4.7*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

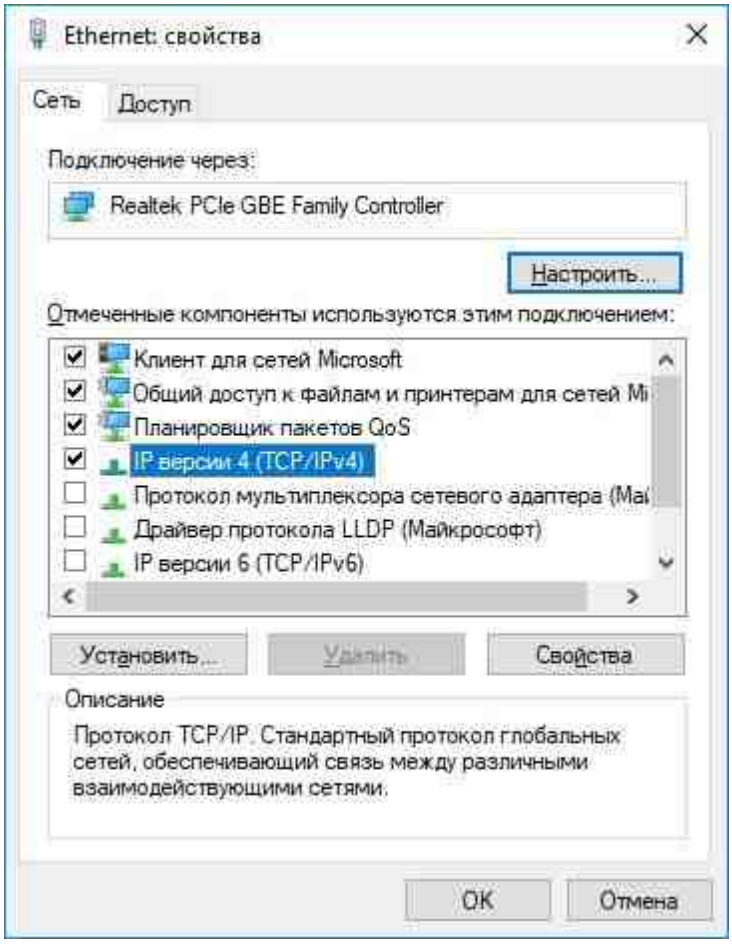


Рис. 4.7 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.8*).

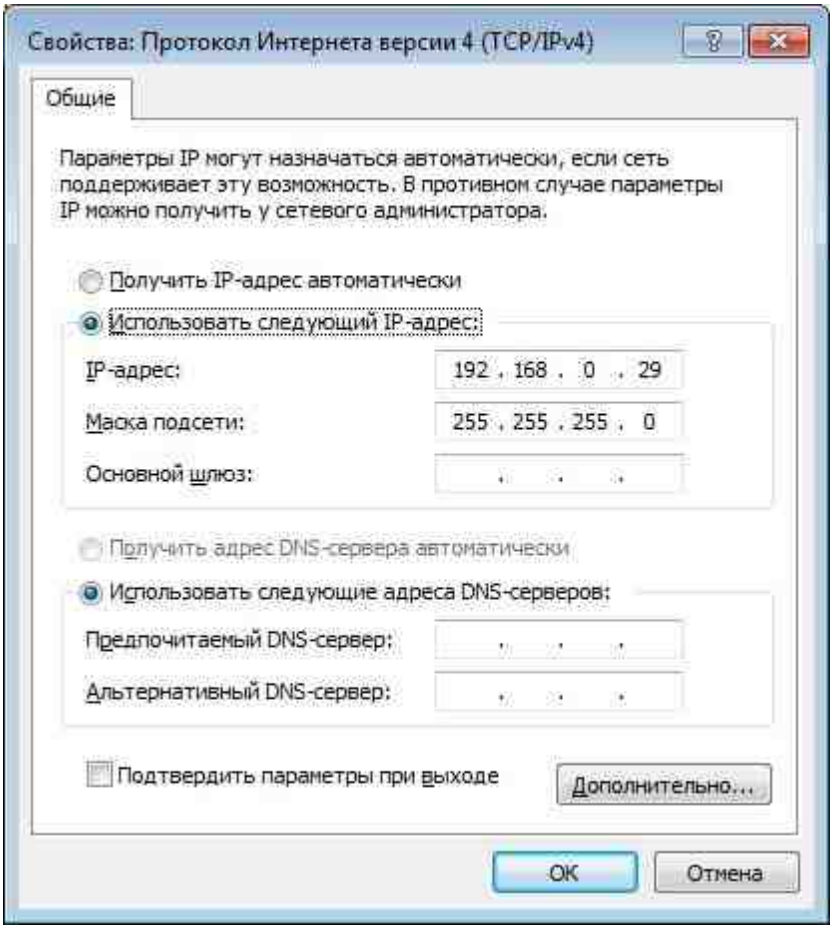


Рис. 4.8 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *В контроллерах по умолчанию используется маска «255.255.255.0», определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.0.xxx, где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 100 и у порта компьютера 29).*

6. Активация подключения по Ethernet

Для активации подключения по Ethernet каналу необходимо, чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера и компьютера относились к единой подсети. При необходимости перенастройте IP-адрес порта контроллера или компьютера, согласно разделам 4.1.4 или 4.1.5.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 4.9*).

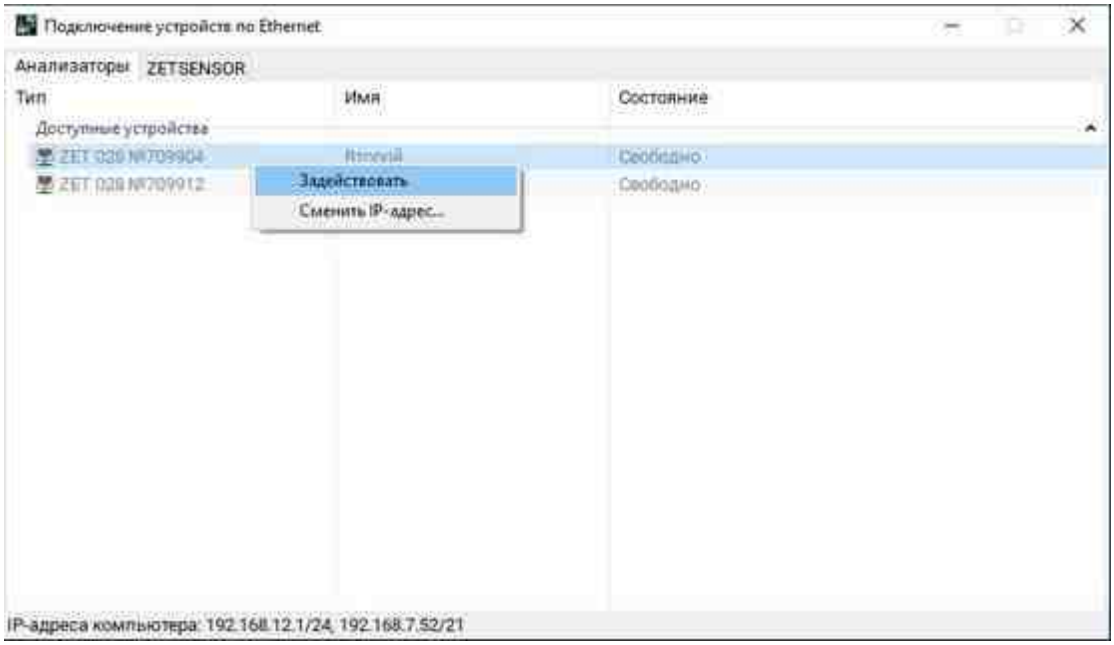


Рис. 4.9 Задействование контроллера

В окне «Подключение устройств» убедиться, что состояние задействованного контроллера изменилось на «Устройство подключено» (*Рис. 4.10*).

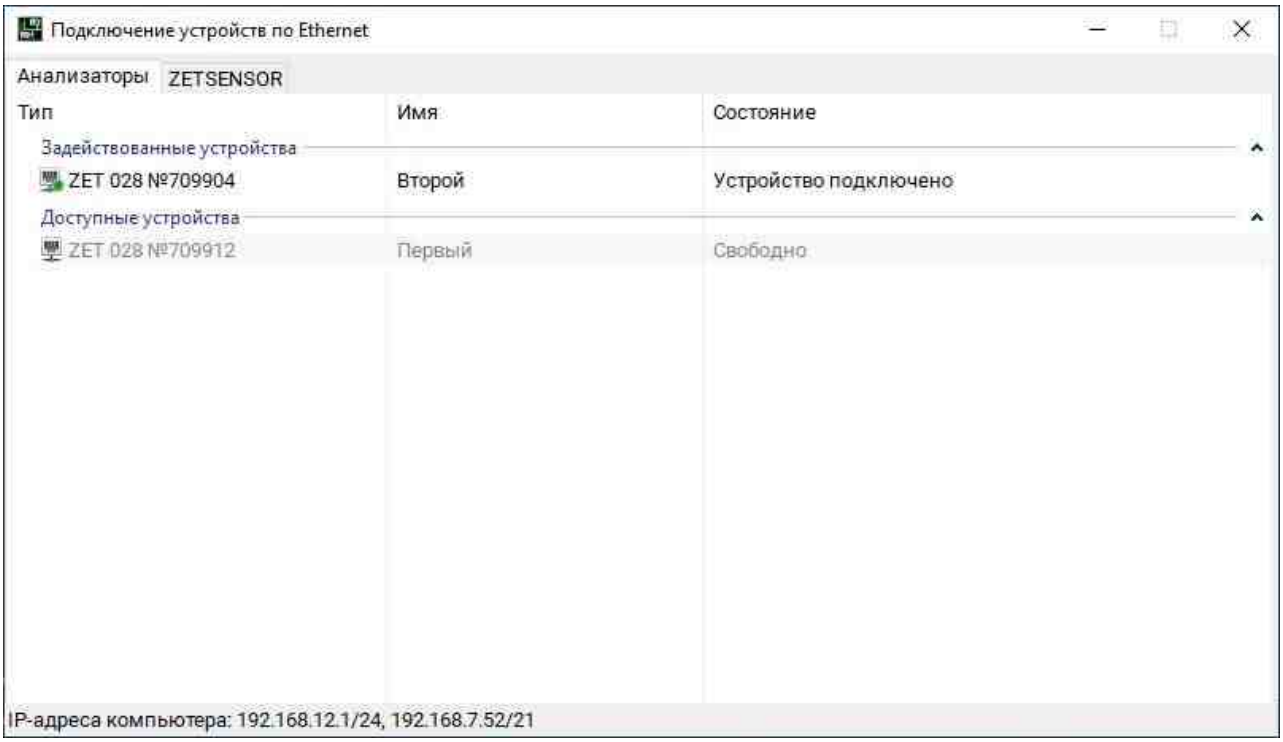


Рис. 4.10 Состояние «Устройство подключено»

Подключение контроллеров старой версии ZET 017, A19 .....

1 Порядок подключения

При первом подключении контроллера СУВ, необходимо настроить Ethernet порты на компьютере и контроллере СУВ таким образом, чтобы значения IP-адресов и масок определяло их отношение к единой подсети. Для достижения этой цели перенастраивают либо IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ, либо IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера.

Примечание: *при необходимости проверка IP-адреса контроллера СУВ выполняется согласно разделу 3.2.3*

Внимание! *Подключение компьютера к контроллерам задействованных в работе СУВ, должно быть организовано в изолированной локальной сети по физическим проводным кабельным соединениям (витая пара UTP). Использование беспроводных соединений (по технологиям WiFi, WiMAX и др.) не допускается.*

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ руководствуйтесь разделом 4.2.4.

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера сначала руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте изначальный IP-адрес компьютера в подсеть контроллера СУВ, после чего руководствуясь разделом 4.2.5 перенастройте IP-адрес контроллера СУВ в подсеть на которую изначально был настроен порт компьютера, после чего верните значение IP-адреса порта компьютера к изначальному.

После того как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера СУВ расположены в единой подсети необходимо руководствуясь разделом выполнить активацию Ethernet канал контроллера СУВ, после чего контроллер СУВ будет полностью готов к работе.

Примечание: *При использовании одновременно нескольких контроллеров СУВ необходимо использовать Ethernet свитч, обеспечивающий необходимое число Ethernet портов для подключения. При этом подключенные Ethernet порты*

контроллеров СУВ и компьютера должны относиться к единой подсети и не иметь при этом одинаковых IP-адресов.

2. Заводские настройки контроллера СУВ

Заводскими настройки для контроллера СУВ назначен IP-адрес – 192.168.0.100 и маска 255.255.255.0.

Нажатие и удержание не менее 10 секунд кнопки «Reset» на задней панели контроллера СУВ приведет к сбросу IP-адреса контроллера к заводским настройкам.

3. Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки (уточнения) установленного в контроллере СУВ IP-адреса не требуется чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети.

Для проверки IP-адреса контроллера СУВ на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.10*).

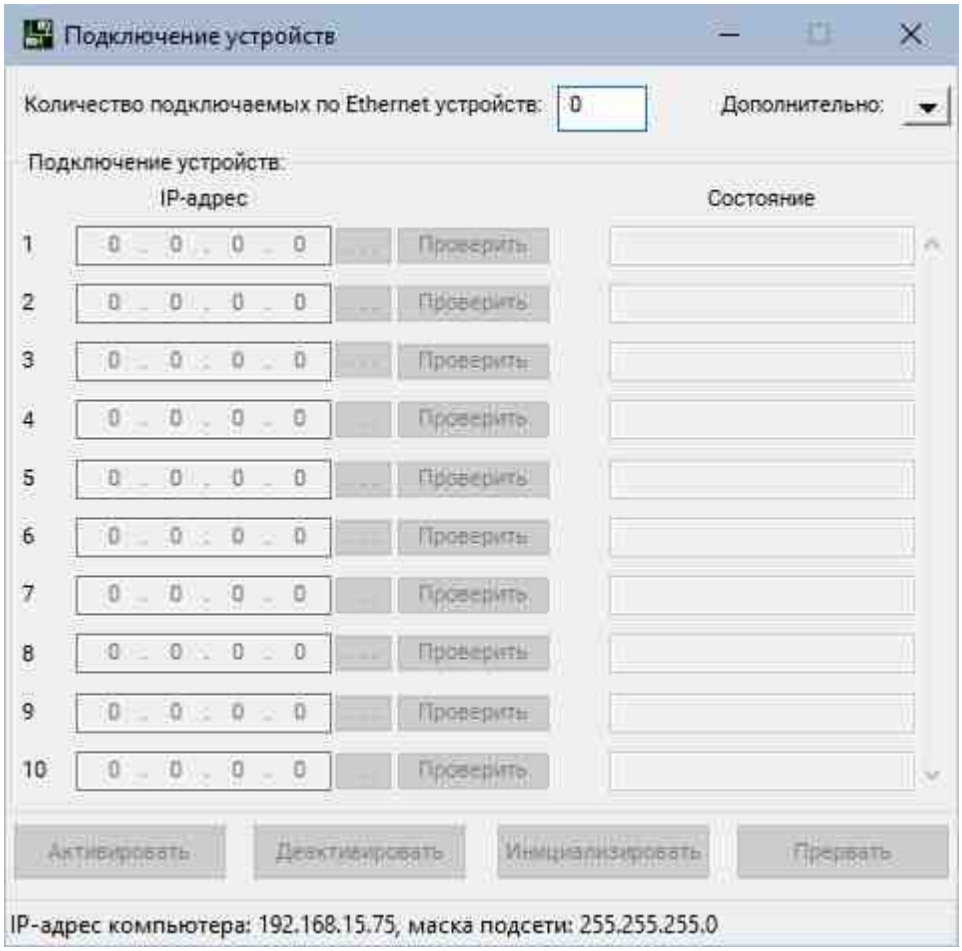


Рис. 4.10 Окно «Подключение устройств»

Примечание: *Окно программы «Подключение устройств» имеет два вида: «подключение по IP адресам» и «новый интерфейс». Для изменения вида окна необходимо в области названия окна вызвать выпадающее меню и в зависимости от перехода активировать «Перейти на новый интерфейс» либо «Подключение по IP-адресам»*

Активируйте кнопку «...» (Список устройств) и в открывшемся окне «Список доступных устройств» (*Рис. 4.11*) считайте значение IP-адреса контроллера СУВ.

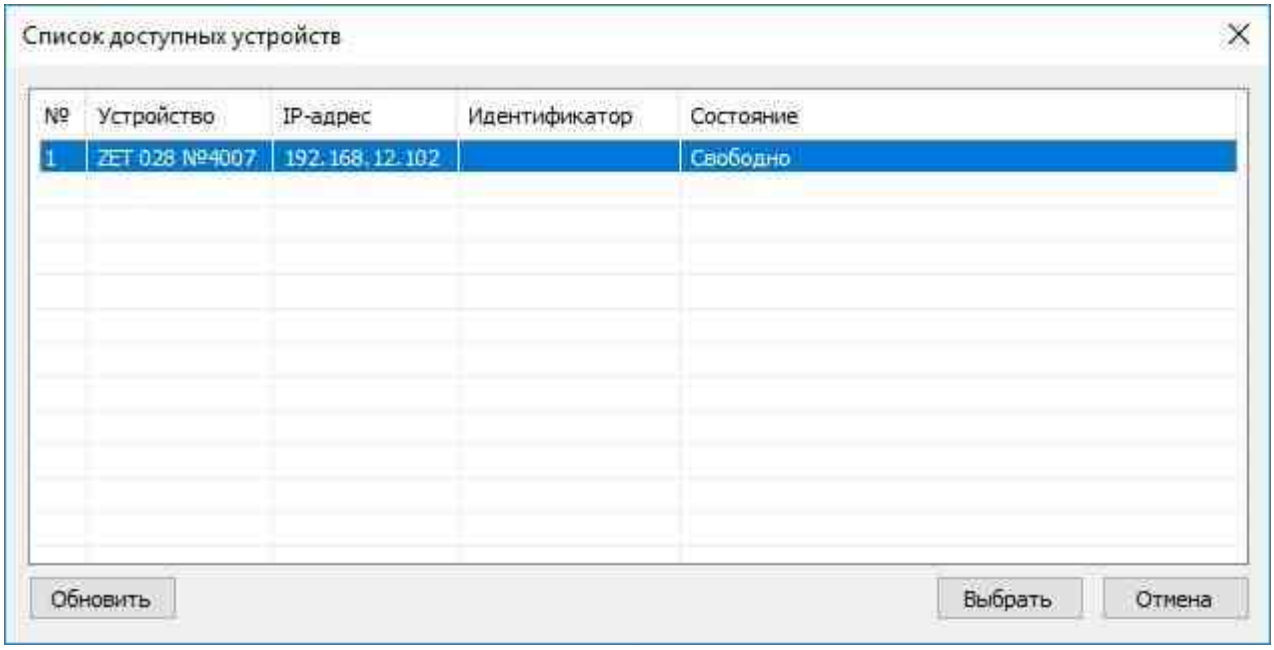


Рис. 4.11 Окно «Список доступных устройств»

4. Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* (Рис. *4.12*) и в нем активировать двойным кликом мыши иконку, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (Рис. *4.12*) выбранного порта.

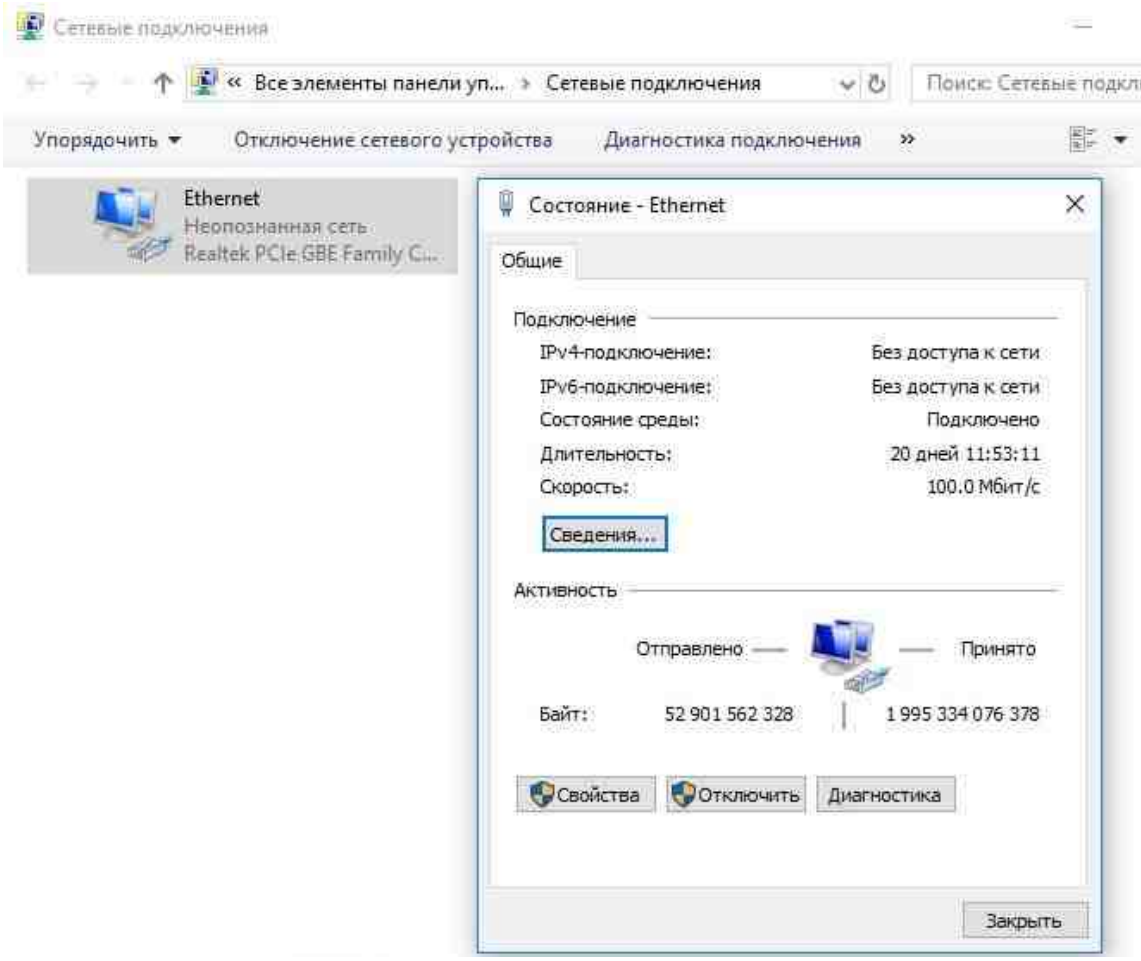


Рис. 4.12 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (Рис. *4.13*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) активировать панель «Свойства».

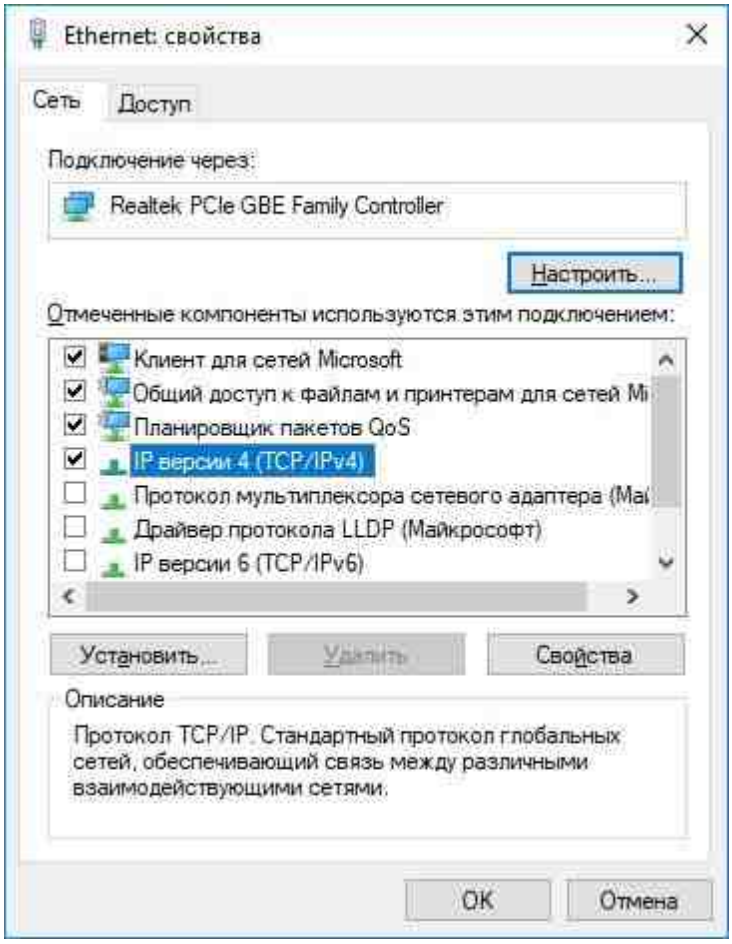


Рис. 4.13 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 4.14*).

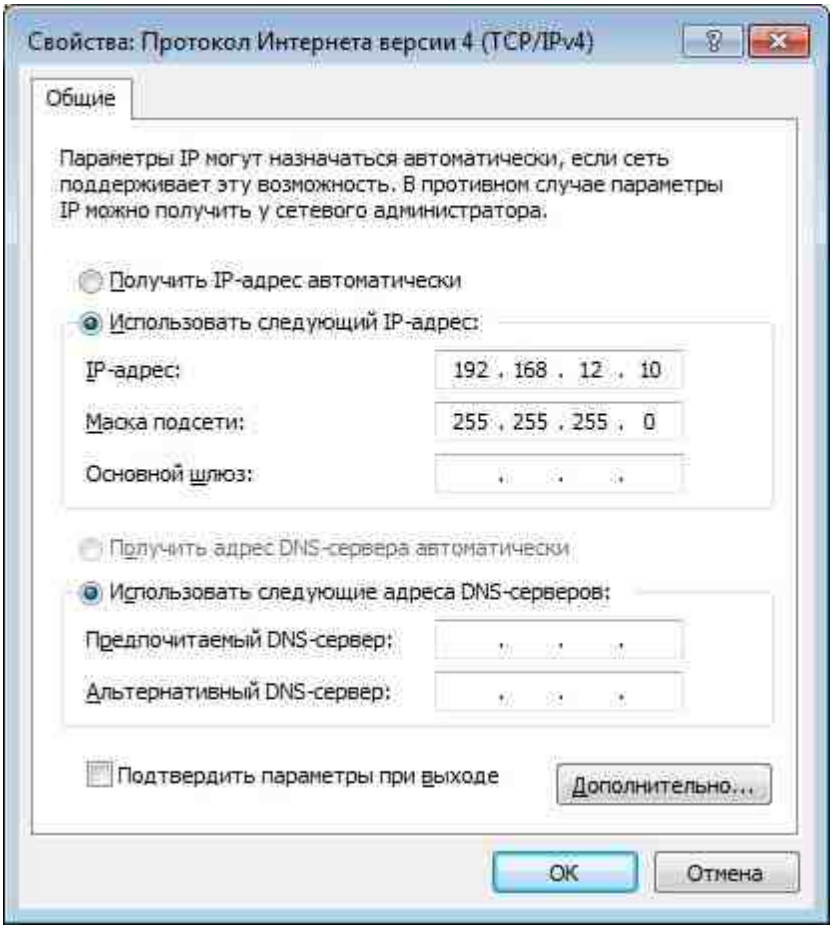


Рис. 4.14 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

Примечание: *в контроллерах СУВ по умолчанию используется маска «255.255.255.0» определяющая подсеть класса С (в примере адрес сети 192.168.12.xxx где xxx IP-адреса узлов в диапазоне от 1 до 254 (в данном примере у порта контроллера 102 и у порта компьютера 10).*

5. Настройка IP адреса контроллера

Для настройки IP-адреса контроллера СУВ активируйте Ethernet канал контроллера СУВ руководствуясь разделом 4.2.6.

После успешного подключения к контроллеру СУВ на панели ZETLAB в меню «Сервисные» активируйте программу «Диспетчер устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 4.15*)

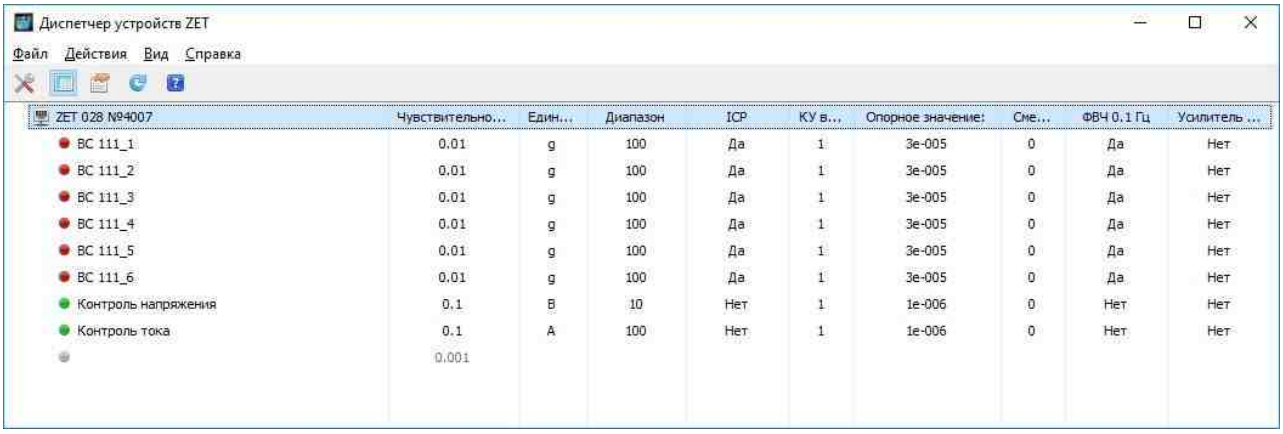


Рис. 4.15 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» активируйте двойным нажатием идентификатор контроллера СУВ и в открывшемся окне «Свойства» (*Рис. 4.16*) измените на необходимые значения IP-адреса и маски подсети контроллера СУВ (в примере IP-адрес 192.168.12.102, маска 255.255.255.0).

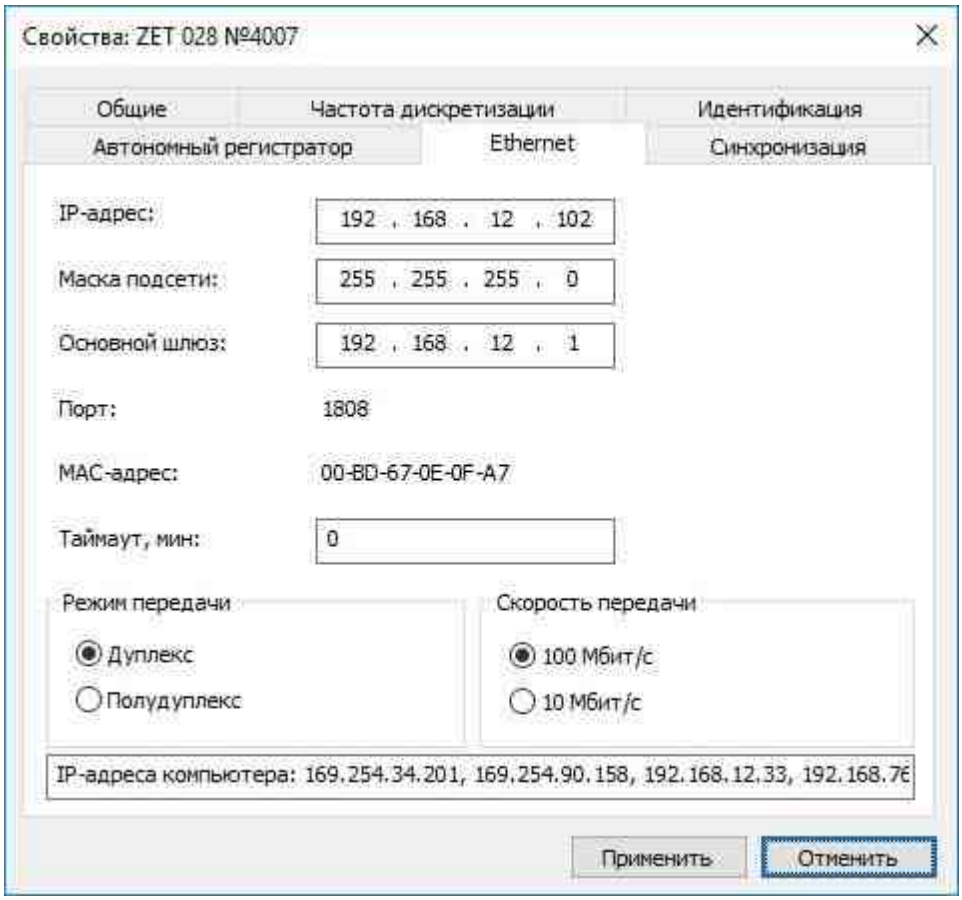


Рис. 4.16 Вкладка «Ethernet» окна «Свойства ZET»

Внимание! *После изменения IP-адреса контроллера его Ethernet канал будет деактивирован. Для последующей активации перенастройте IP-адрес компьютера*

руководствуясь разделом 4.2.4 в подсеть к которой относится установленный IP-адрес котроллера СУВ, после чего выполните активацию Ethernet канала согласно разделу 4.2.6

6. Активация Ethernet канала контроллера СУВ

Для активации Ethernet канала контроллера СУВ необходимо чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети. В случае необходимости руководствуясь разделом 4.2.4 перенастройте IP-адрес Ethernet порта компьютера в подсеть контроллера СУВ.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 4.17*).

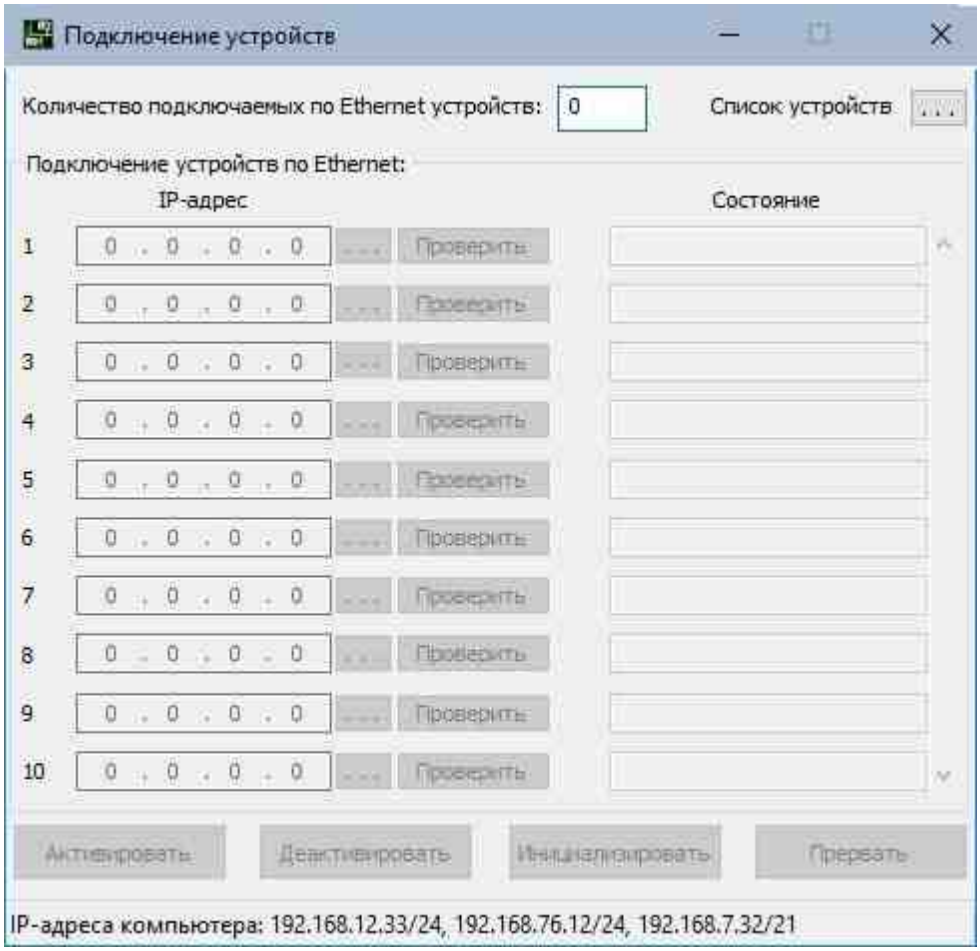


Рис. 4.17 Окно «Подключение устройств»

Установите в поле «Количество подключаемых по Ethernet устройств» значение, равное значению одновременно задействованных в виброиспытаниях контроллеров СУВ (в данном

примере - «1»). В результате изменений станет активной для редактирования первая строка в таблице IP-адресов (*Рис. 4.18*).

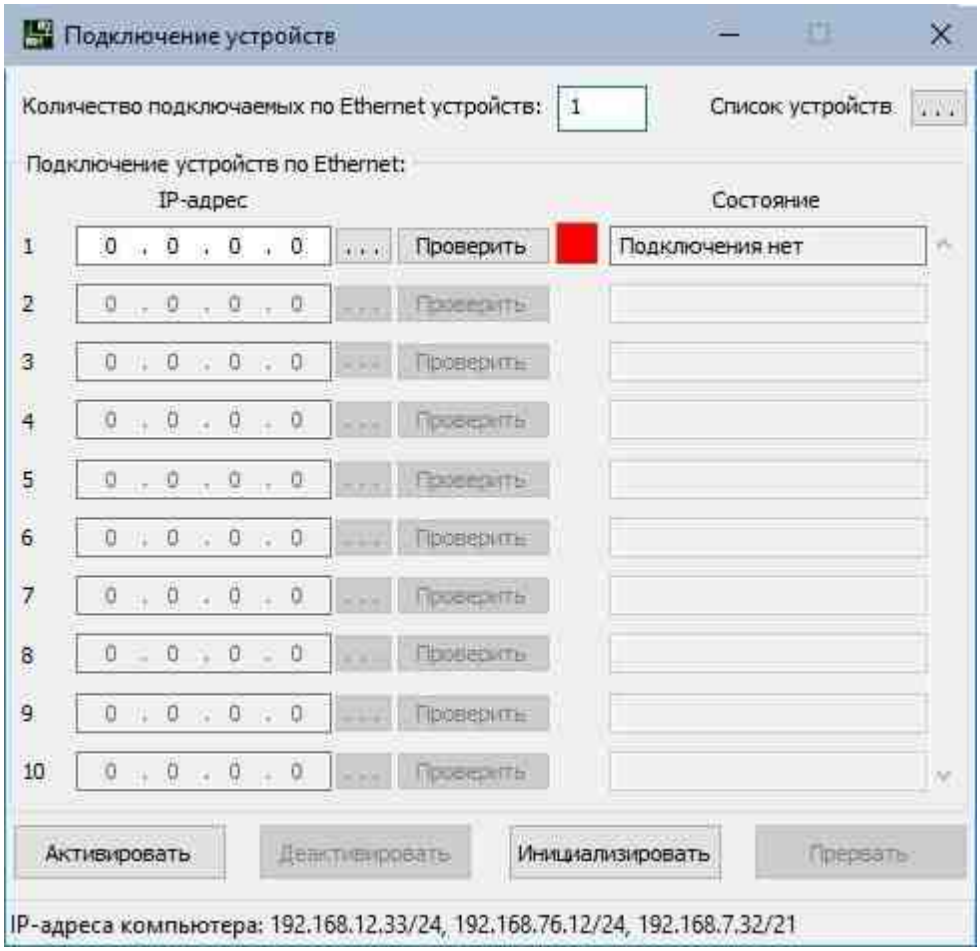


Рис. 4.18 Окно «Подключение устройств»

Введите значение IP- адреса контроллера СУВ, который необходимо активировать (в данном примере 192.168.12.102) (*Рис. 4.19*). При необходимости уточнить значение IP адреса контроллера СУВ можно руководствуясь разделом 4.2.3.

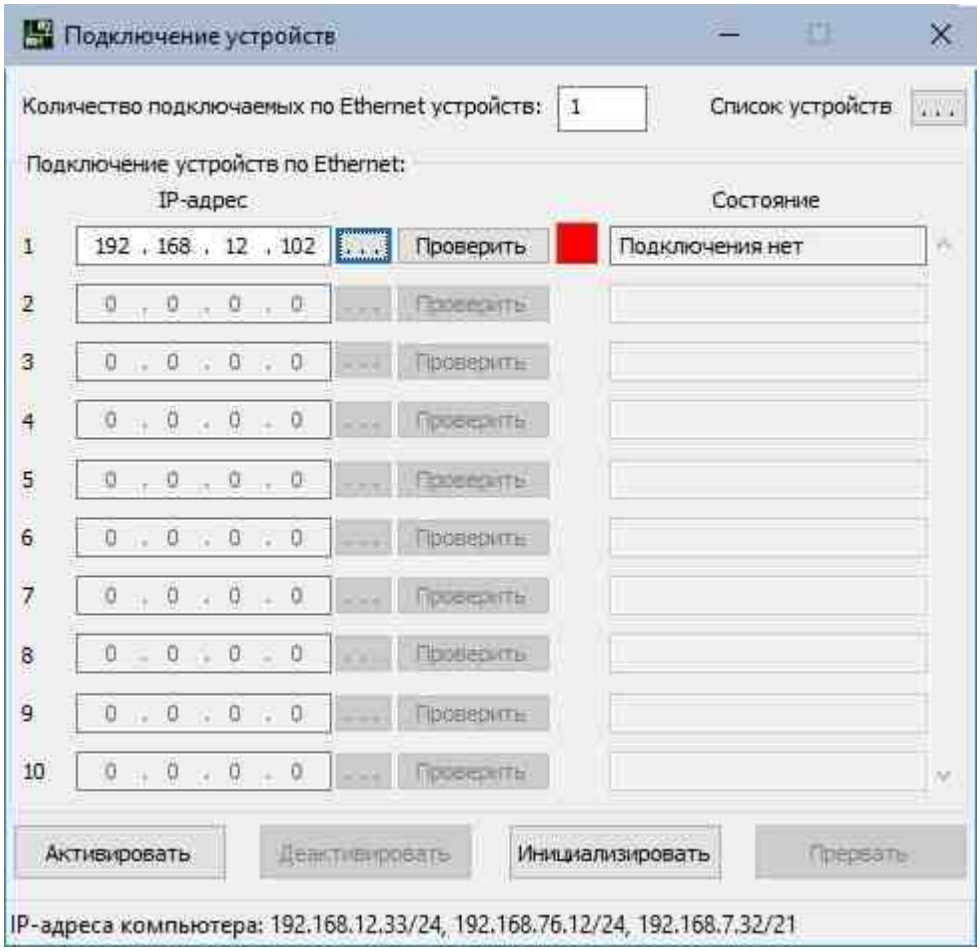


Рис. 4.19 Окно «Подключение устройств»

После чего активировать кнопку «Активировать» при успешном подключении контроллера СУВ к компьютеру статус подключения контроллера в программе «Подключение устройств» меняется на состояние «Подключен» (*Рис. 4.20*).

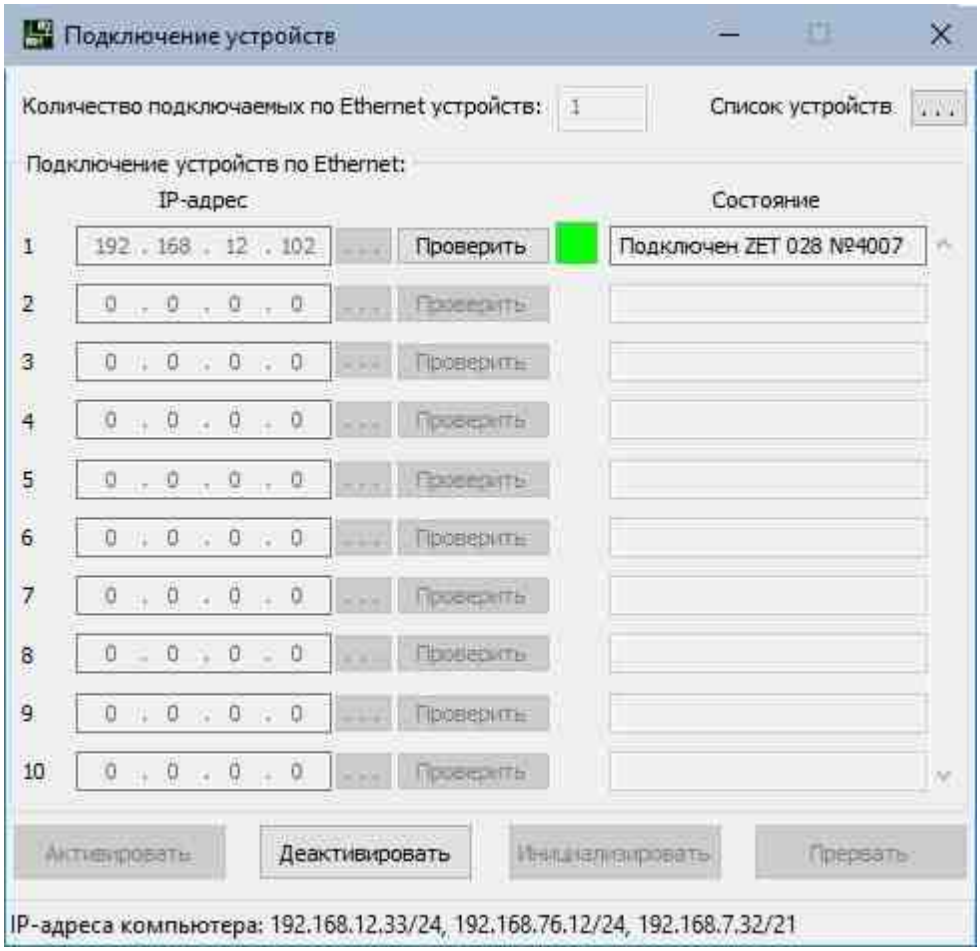


Рис. 4.20 Окно «Подключение устройств»

Сервисные

Раздел **Сервисные** содержит настроечные и вспомогательные средства **ZETLAB**.

Диспетчер устройств предназначен для настройки параметров подключенных ZET-устройств (частота оцифровки сигналов, параметры подключенных датчиков и т.д.)

Время ZETSEVER - сервер данных каналов системы **ZETLAB**. Интерфейс программы предоставляет пользователю информацию по всем каналам системы **ZETLAB** на данном компьютере:

- по измерительным каналам подключенных ZET-устройств,
- по каналам генераторов подключенных ZET-устройств,
- по виртуальным каналам, создаваемых программами ZETLAB,
- по сигналам, переданных или полученных по сети,
- по demo-сигналам (в demo-режиме) без подключения устройств.

Диспетчер устройств ZET .....

Программа Диспетчер устройств ZET предоставляет пользователю полную информацию обо всех подключенных устройствах ZET (анализаторы спектра, тензостанции, сейсмостанции, платы АЦП/ЦАП, цифровые датчики).
Диспетчер устройств ZET сохраняет заложенные настройки подключенного устройства и его измерительных каналов в памяти устройства, что позволяет без проблем менять средство отображения (персональный компьютер, ноутбук, автоматизированное рабочее место диспетчера и т.д.), для экономии времени внедрения в многоканальные измерительные системы.
Функции программы:

- Настройка параметров измерительных приборов (АЦП и ЦАП)
- Настройка параметров измерительных каналов
- Настройка цифрового порта
- Настройка IP-адресов устройств

Примечание 1: при первом запуске ZETLAB Диспетчер устройств ZET может не сохранять изменения, вносимые пользователем — это происходит потому, что при первом запуске программы создается файл с данными устройств, но информация об этом файле еще не сохранена в базе файлов конфигурации ZETLAB. Для работы с диспетчером устройств необходимо внести в программу изменения, например, изменить название канала, и сохранить их кнопкой "ОК", после чего перезапустить панель ZETLAB и перезапустить программу Диспетчер устройств ZET (полнофункциональная работа с файлом параметров устройств "devices.cfg" будет вестись при втором и последующих запусках программы после первой перезагрузки панели ZETLAB).

Примечание 2: полная информация по вопросам подключения, настройки и эксплуатации цифровых датчиков семейства ZETSENSOR

Настройка измерительных приборов
В программе Диспетчер устройств настраиваются измерительные приборы ZETLAB.
Например, для анализатора спектра типа A19 могут настраиваться:

- Частота дискретизации АЦП и ЦАП;
- Свойства цифрового порта (цифровой вход/выход);
- IP-адрес устройства для работы по сети (опция);
- Настройки работы в автономном режиме (опция);
- Настройки синхронизации (опция).

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Диспетчер устройств ZET** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;

- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Диспетчер устройств ZET входит в группу программ **Сервисные**

Интерфейс диспетчера устройств .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB (*Рис. 2.1*).



Рис. 2.1 Панель управления ZETLAB

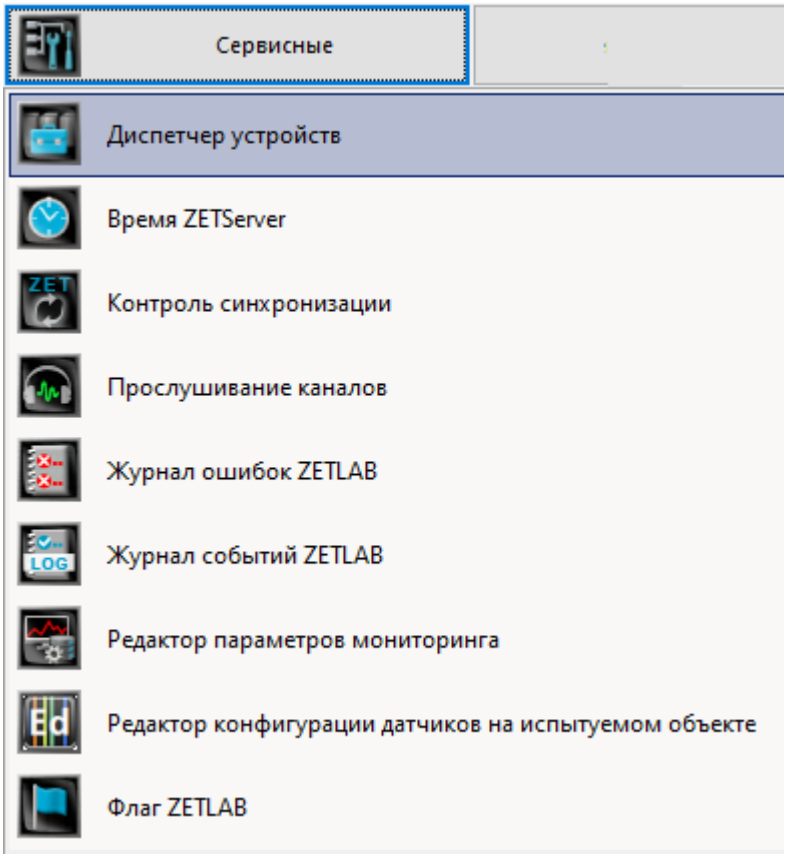
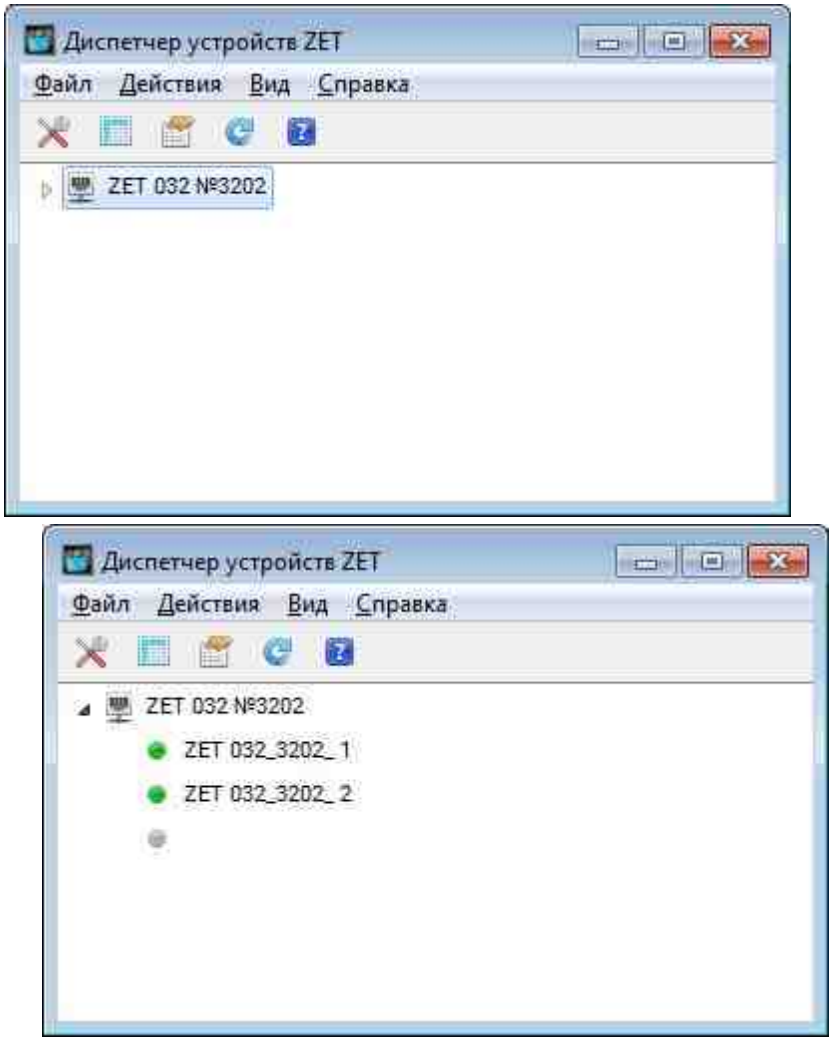


Рис. 2.2 Панель управления ZETLAB

Для перехода к программе в разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 2.1*).



Список каналов скрыт *Список каналов раскрыт*

Рис. 4.1 Окно программы Диспетчер устройств

Раскрытие и скрытие измерительных каналов из списка выполнять путем активации символов «▷» и «◢» соответственно.

При необходимости можно перевести окно «Диспетчер устройств» в режим подробного просмотра свойств каналов (*Рис. 4.2а*), активировав символ «▦».

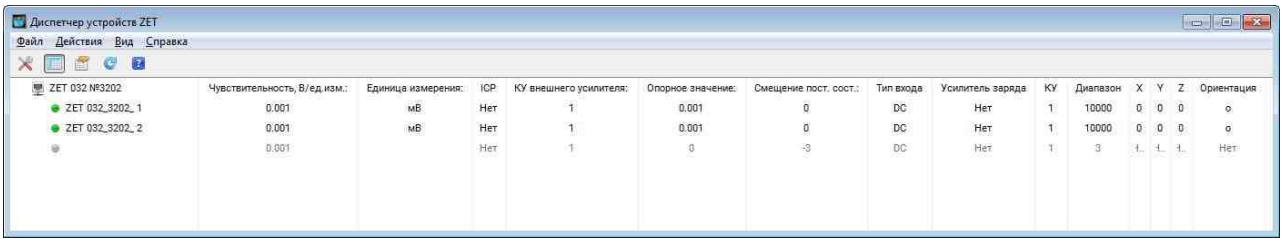


Рис. 4.2а Окно программы Диспетчер устройств

Примечание: *Настройка параметров измерительных каналов производится через*

окна «Свойства» программы «Диспетчер устройств».

Настроить параметр «P» (ориентация измерительного канала) для всех измерительных каналов, задействованных в аттестации в соответствии с ориентацией установленных первичных преобразователей.



Рис. 4.2б Параметр «P» ориентация измерительного канала

Символ «↑» – для измерительных каналов первичных преобразователей, установленных по направлению вибрации; символы «→» и «↗» – для измерительных каналов первичных преобразователей, расположенных ортогонально.

Примечание

Об ориентации датчиков

На практике для обозначения координат в пространстве используют правую прямолинейную (декартову) прямоугольную систему координат, см. рисунок.

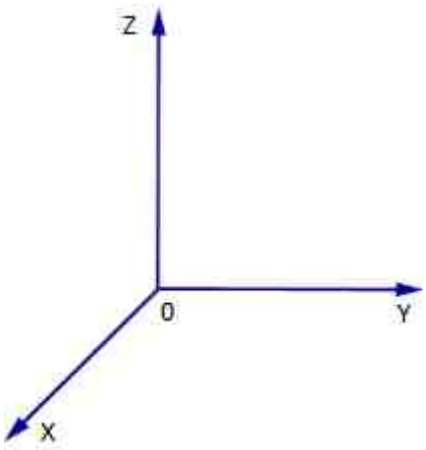


Рис. Правая декартова прямоугольная система координат

Для правой системы координат поворот от оси OX к оси OY на угол, меньший π, совершается в направлении против часовой стрелки, если смотреть на плоскость OXY из какой-либо точки положительной полуоси OZ (положительная сторона плоскости OXY) [1].

Именно в этой системе координат правильно работают формулы аналитической геометрии в пространстве (в первую очередь формулы преобразования координат при поворотах осей).

Поэтому стрелки, обозначающие направление датчиков, соответствуют следующим осям:

→ y+	ось OY в сторону положительных значений;
← y-	ось OY в сторону отрицательных значений;
↗ x-	ось OX в сторону отрицательных значений;
↘ x+	ось OX в сторону положительных значений;
↑ z+	ось OZ в сторону положительных значений;
↓ z-	ось OZ в сторону отрицательных значений.

1 Г.Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы., «Наука», Москва, 1977.

Установка частоты дискретизации .....

Для установки частоты дискретизации в разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), следует выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*).

Двойным нажатием по идентификатору контроллера в окне программы «Диспетчер устройств» активировать окно «Свойства», в котором выбрать вкладку «Частота дискретизации» (*Рис. 4.3*).

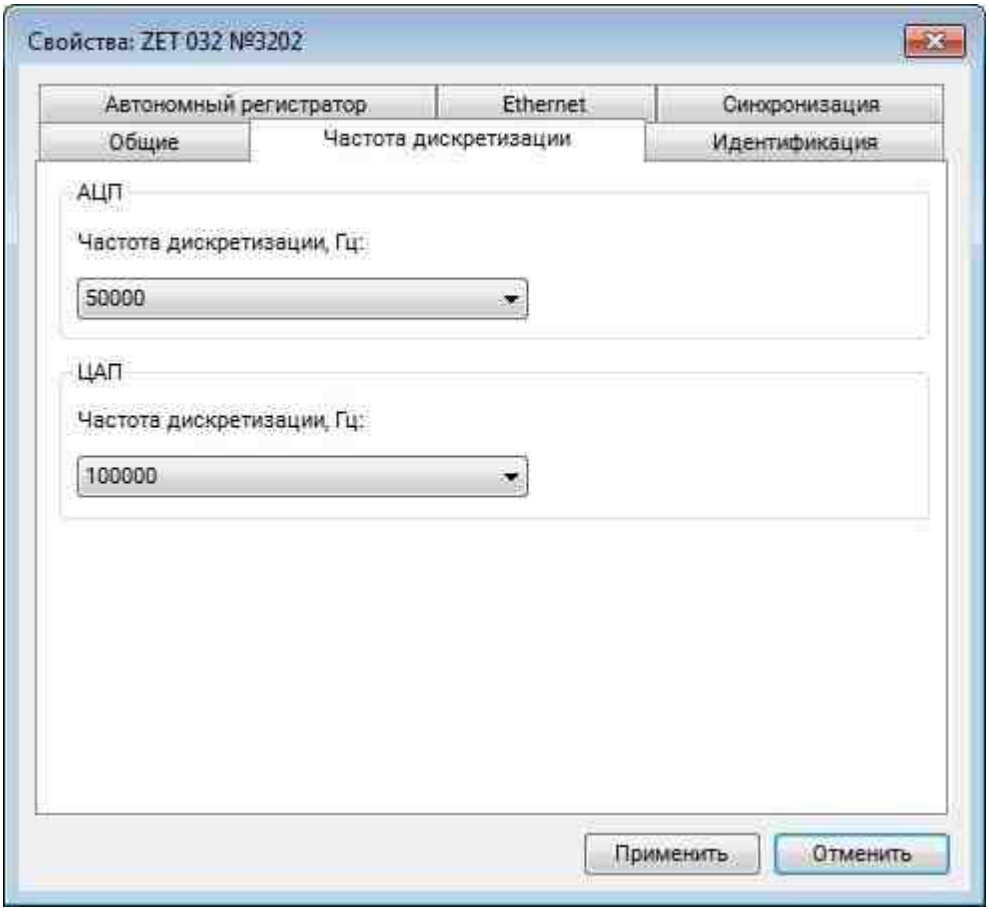


Рис. 4.3 Вкладка «Частота дискретизации» окна Свойства

Установить частоту дискретизации для входов контроллера, для чего в поле «АЦП» активировать указатель на выпадающий список и выбрать из списка требуемое значение частоты дискретизации.

Установить частоту дискретизации для выхода генератора контроллера, для чего в поле «ЦАП» активировать указатель на выпадающий список и выбрать из списка требуемое значение частоты дискретизации.

Для сохранения внесенных изменений активировать кнопку «Применить», для выхода из окна без внесения изменений активировать кнопку «Отменить».

Настройка синхронизации по протоколу PTP .....

Данная настройка выполняется для тех случаев, когда необходимо обеспечить одновременную синхронную работу для нескольких контроллеров.

В разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*).

Двойным нажатием по идентификатору контроллера в окне программы «Диспетчер устройств» активировать окно «Свойства», в котором выбрать вкладку «Синхронизация» (*Рис. 4.4*).

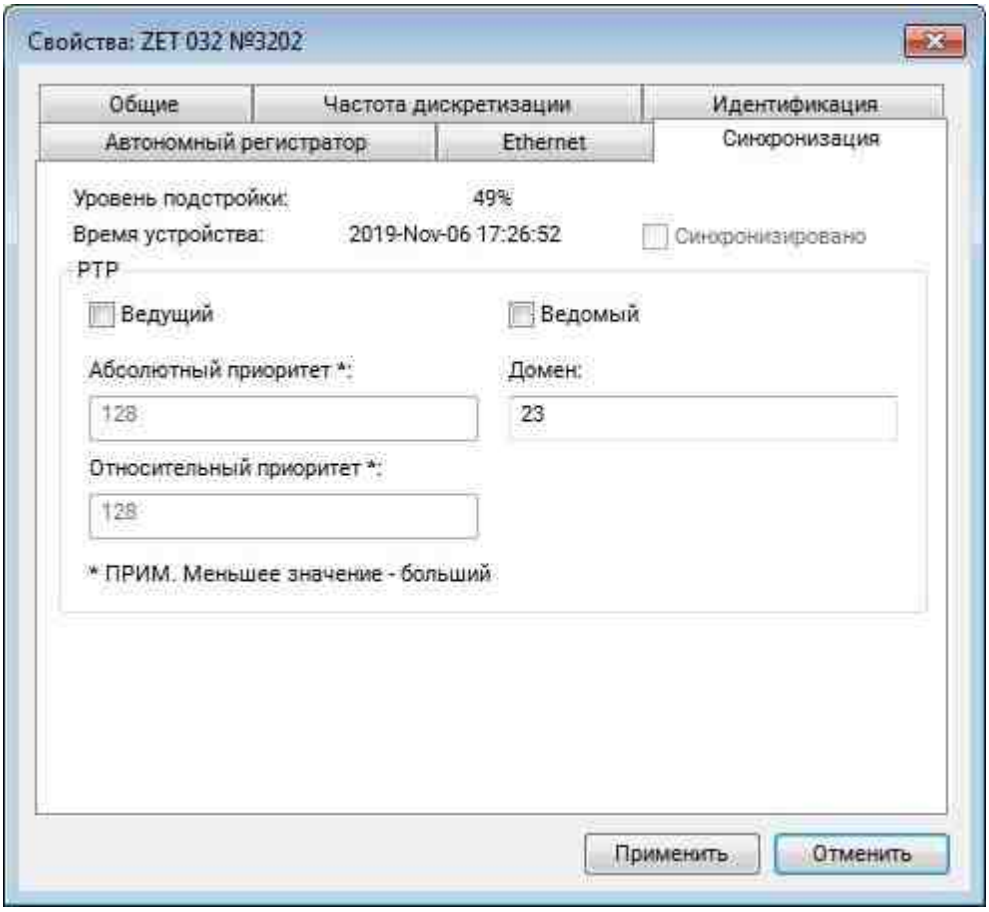


Рис. 4.4 Вкладка «Синхронизация» окна Свойства

Для контроллера, который будет задействован в качестве мастера синхронизации по протоколу PTP установите флаг «Ведущий», а для контроллеров, которые будут подстраиваться под мастера синхронизации, установите флаг «Ведомый».

Примечание: *Источником синхронизации в контроллерах, выбранных в качестве мастеров синхронизации, является встроенный кварцевый генератор.*

В поле «Домен» (допустимое значение от 0 до 127) укажите номер группы, для которой (в подсети Ethernet) будет организована синхронизация по протоколу PTP между устройствами. Таким образом можно организовать в подсети Ethernet несколько независимо синхронизируемых групп.

Внимание! *Указывайте в поле «Домен» одинаковые значения для устройств, объединяемых в общую группу синхронизации по протоколу PTP*

В полях «Абсолютный приоритет» и «Относительный приоритет» при необходимости задайте приоритеты (допустимое значение от 0 до 255), которые будут учитываться протоколом PTP в выборе мастера синхронизации при наличии нескольких мастеров.

Примечание 3

Синхронизация по PTP обеспечивается для устройств, настроенных для работы в единой подсети Ethernet

Автономный регистратор .....

Управления информацией, регистрируемой в режиме автономной работы, выполняется через вкладку «Автономный регистратор».

Для перехода к вкладке «Автономный регистратор» в разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), необходимо выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*).

Двойным нажатием по идентификатору устройства в окне программы «Диспетчер устройств» активировать окно «Свойства», в котором выбрать вкладку «Автономный регистратор» (*Рис. 4.5*).

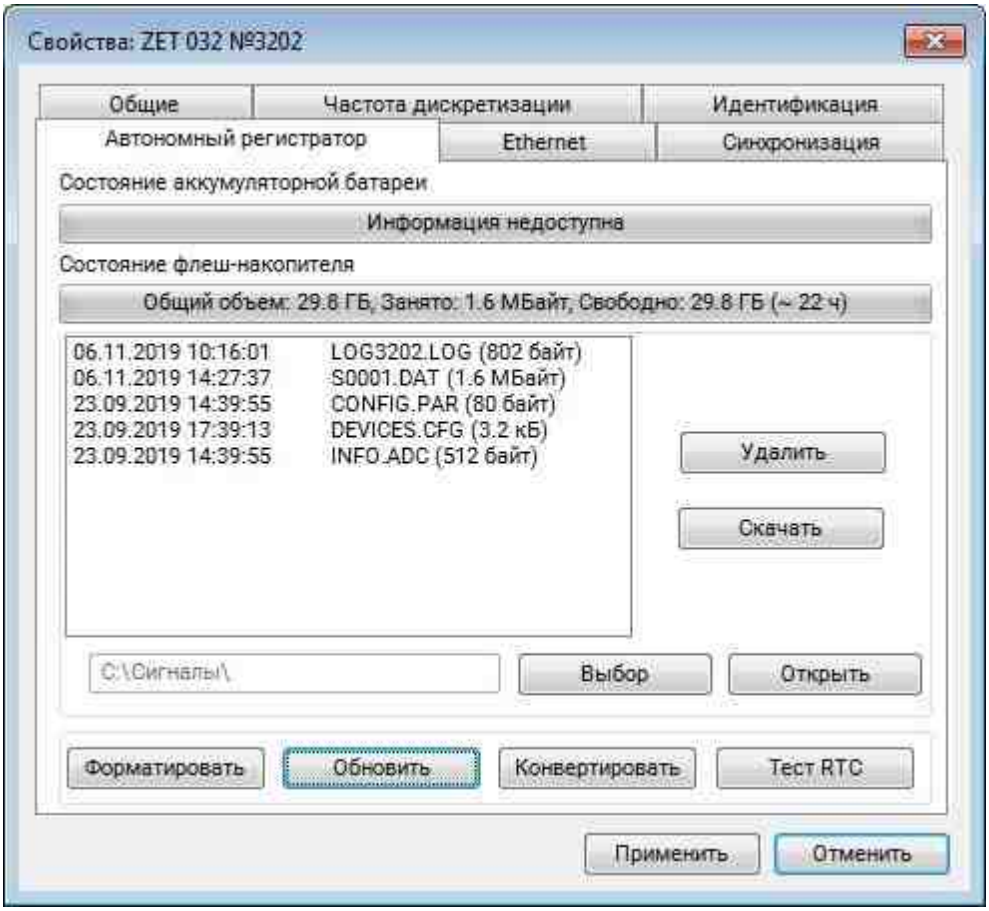


Рис. 4.5 Вкладка Автономный регистратор окна Свойства

Кнопка «Удалить» предназначена для выборочного удаления файлов из карты памяти. Для удаления файла следует выделить его в списке, после чего активировать кнопку «Удалить».

Внимание! *Своевременно удаляйте файлы из энергонезависимой памяти (SD) контроллера для обеспечения достаточной длительности автономной регистрации.*

Примечание: *При каждом сеансе автономной записи сигналы записываются в файлы с размером, не превышающим 128 МБ, при этом количество созданных в процессе сеанса автономной регистрации файлов определяется длительностью проведения автономной регистрации, а также частотой преобразования АЦП и количеством одновременно регистрируемых (включенных) каналов контроллера*

Кнопка «Скачать» предназначена для выборочного скачивания текстовых («*.log») файлов из карты памяти.

Примечание 4

Данная опция доступна только для контроллеров, оснащенных энергонезависимой памятью SD, а также имеющих лицензию «Энергонезависимая память SD»

Кнопка «Выбор» предназначена для выбора директории сохранения скачиваемых файлов, а кнопка «Открыть» для перехода к директории.

Кнопка «Форматировать» предназначена для форматирования карты памяти.

Кнопка «Обновить» позволяет обновлять список зарегистрированных файлов, не выходя из вкладки «Автономный регистратор»

Кнопка «Конвертировать» активирует программу конвертирования и сохранения в памяти (на жесткий диск) компьютера зарегистрированных сигналов.

Кнопка «Тест RTC» проверяет исправность встроенной батареи.

Внимание! *В случае неуспешного прохождения теста RTC, контроллер необходимо отправить на предприятие изготовитель для замены батареи*

Примечание 5 и 6

- Только для скачивания файлов с расширением «*.log»
- Директории для сохранения определяются в соответствии с разделом 3.8

Проверка доступного объема памяти и времени регистрации .....

Для проверки доступного объема памяти и времени регистрации в разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*).

Двойным нажатием по идентификатору устройства в окне программы «Диспетчер устройств» активировать окно «Свойства» в котором выбрать вкладку «Общие» (*Рис. 4.5*).

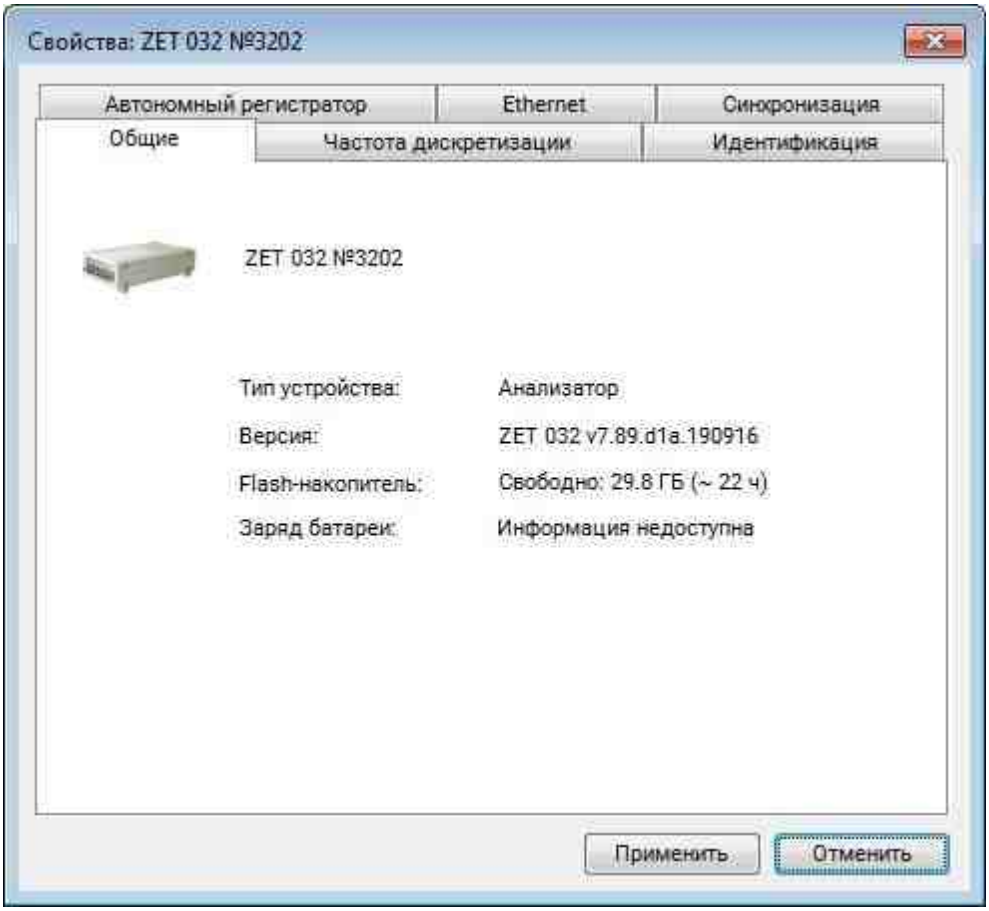


Рис. 4.6 Вкладка Общие окна Свойства

В строках «Автономная регистрация» приведены доступные объем и время непрерывной записи для автономного режима, а в строке «Компьютер. Диск x:» - для стационарного режима.

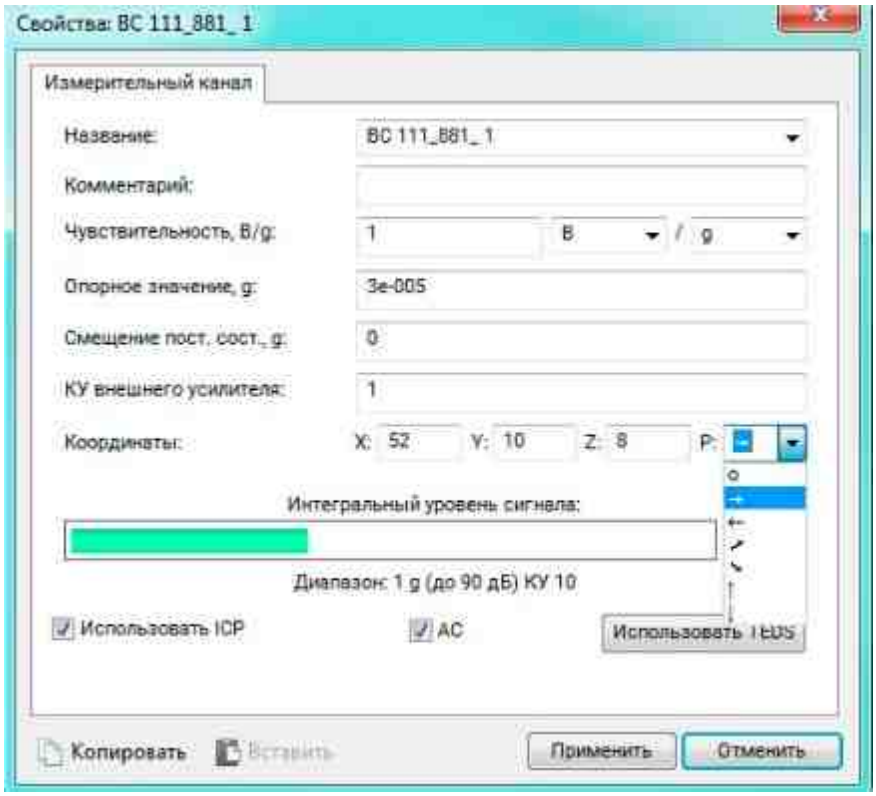
Примечание: *Время записи определяется объемом доступной памяти и объемом регистрируемой в единицу времени информации, который в свою очередь зависит от частоты дискретизации, а также количества включенных (регистрируемых) измерительных каналов.*

Настройка измерительных каналов .....

Для многоканальных приборов в программе **Диспетчер устройств** предусмотрена функция индивидуальной настройки измерительного канала. Например, для канала АЦП анализатора спектра типа A19 могут задаваться:

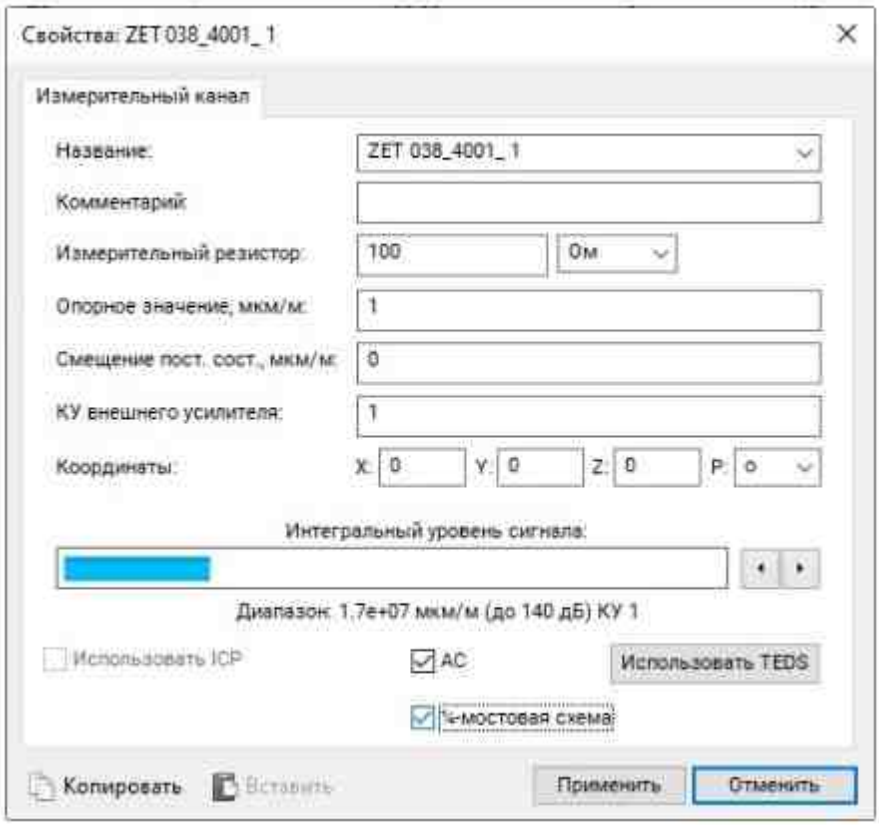
- Название измерительного канала, а также при необходимости комментарии к нему;

- Чувствительность в требуемых единицах измерения;
- Опорное значение;
- Коэффициент внешнего усилителя;
- Смещение постоянной составляющей;
- Координаты расположения (относительные) измерительного преобразователя в пространстве и его направленность.



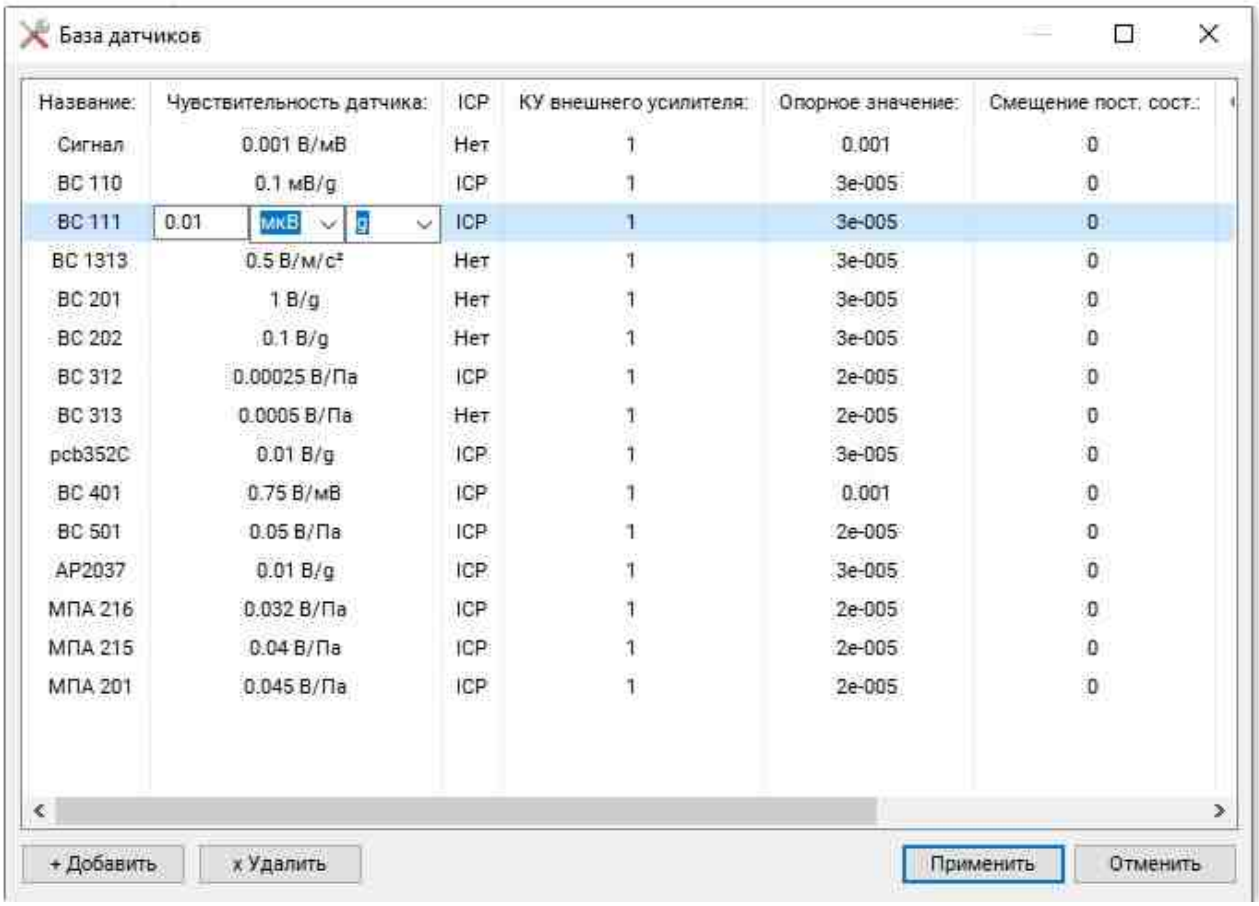
Для контроллеров нового поколения ZET 024, ZET 028, ZET 032, ZET 034, ZET 038 в программе Диспетчер устройств предусмотрена функция подключения тензорезистивных датчиков. Для работы с такими датчиками необходимо задействовать опцию «1/4-мостовая схема», установив галочку в соответствующем окне. При этом, в настройках измерительного канала появятся новые параметры:

- Измерительный канал на программном уровне перейдет в соответствующий режим работы;
- Измерительный резистор — номинальное сопротивление подключенного тензорезистора в Ом;
- Опорное значение и Смещение постоянной составляющей будут иметь единицу измерений деформации — мкм/м.



База датчиков

Для быстрой настройки измерительных каналов в программе **Диспетчер устройств** есть база датчиков, которая может быть дополнена вручную данными датчиков, используемых в работе. При подключении к измерительному каналу датчика из базы, для настройки измерительного канала достаточно выбрать тип датчика из базы — и в настройках запишутся коэффициент преобразования, единицы измерения и опора для расчёта уровня в дБ, оптимальный диапазон измерения, для ICP-датчиков включится предусилитель ICP.



Включение и отключение измерительных каналов .....

Для включения и отключения измерительных каналов в разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB (*Рис. 2.2*), выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*) и раскрыть список измерительных каналов.

Символы ● зеленого (вход по напряжению), ● красного (режим ICP) и ● белого цветов (зарядовый вход) означают включенное состояние измерительного канала, а символ ● серого цвета - отключенное состояние.

Для отключения измерительного канала следует выделить идентификатор включенного измерительного канала, после чего, нажав правую кнопку манипулятора «мышь», открыть выпадающее окно (*Рис. 4.7*), в котором активировать поле «Отключить».

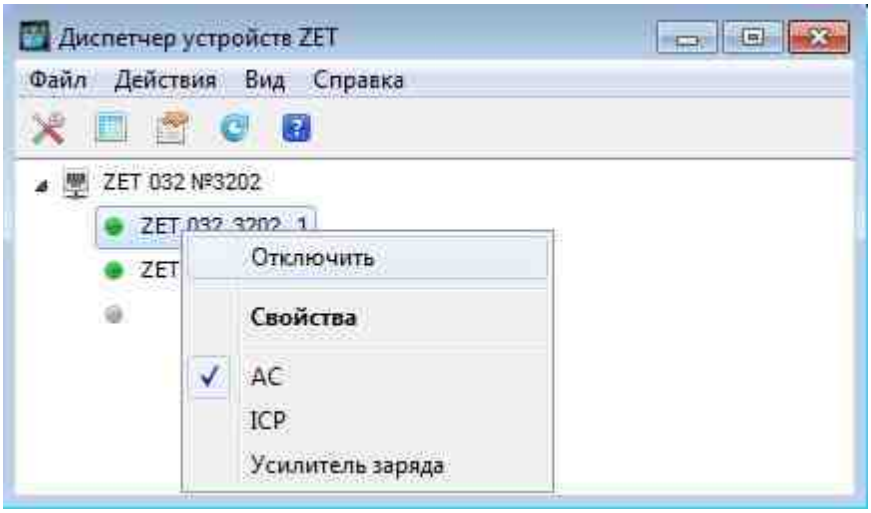


Рис. 4.7 Окно Диспетчер устройств с выпадающим окном по выделенному измерительному каналу

Включения измерительного канала выполняется аналогично отключению, но при включении необходимо выделить идентификатор отключенного канала и в выпадающем окне (*Рис. 4.7*) активировать поле «Включить».

Примечание 7 и 8

- Доступно только для модели 032
- Включение и выключение измерительного канала может быть также выполнено установкой и снятием флажка в поле «Состояние» окна «Свойство» (*Рис. 5.9*)

Окно «Свойства» .....

В разделе «Сервисные», расположенном на панели ZETLAB, выбрать программу «Диспетчер устройств» (*Рис. 4.1*) и раскрыть список измерительных каналов.

Для открытия окна «Свойства» (*Рис. 4.9*) выделить идентификатор измерительного канала после чего, нажав правую кнопку манипулятора «мышь», открыть выпадающее окно (*Рис. 4.8*), в котором активировать поле «Свойства».

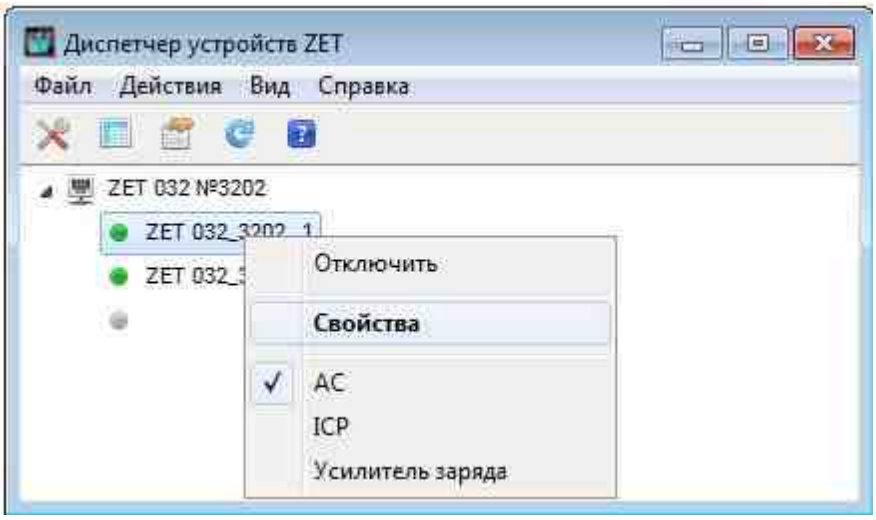


Рис. 4.8 Окно Диспетчер устройств с выпадающим окном по выделенному измерительному каналу

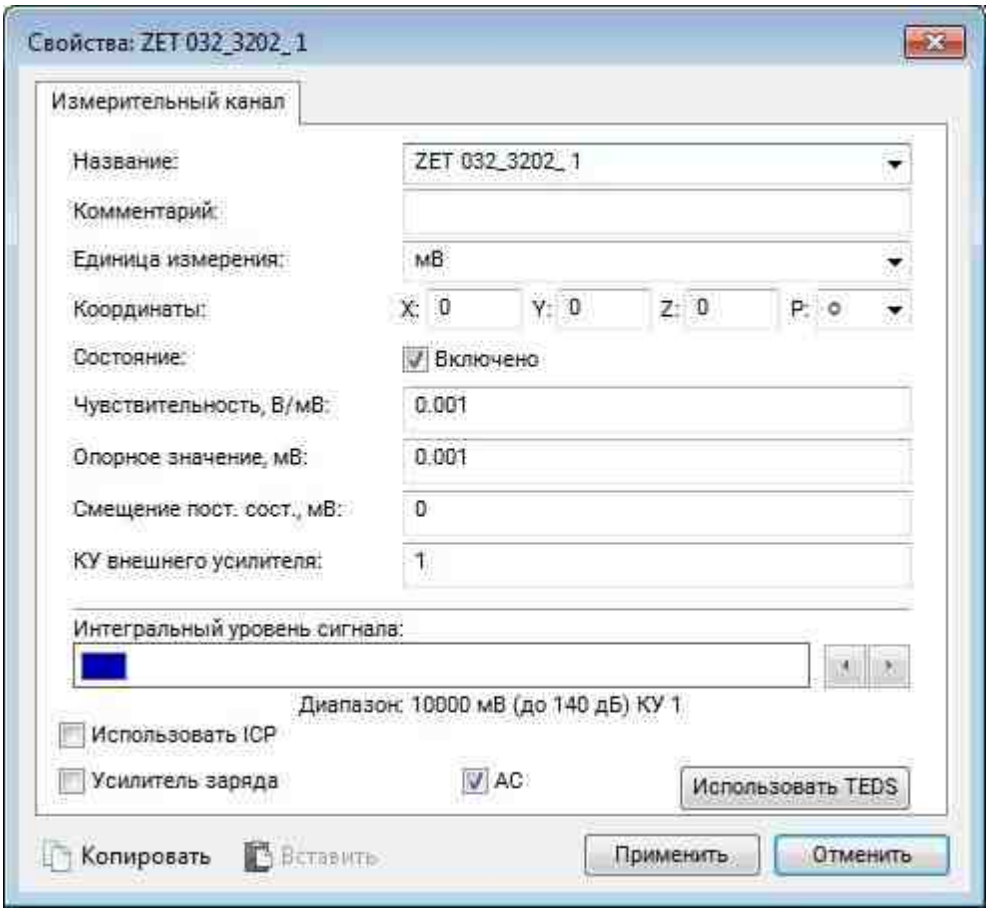


Рис. 4.9 Окно Свойства

Примечание: *Параметры измерительных каналов настраиваются индивидуально для каждого измерительного канала*

Внимание! *Настройки параметров измерительных каналов сохраняются в памяти контроллера. При первом подключении контроллера к компьютеру, параметры измерительных каналов определяются заводскими (инициализирующими) настройками*

Примечание 9

- Альтернативным способом открытия окна «Свойства» является активация двойным кликом идентификатора включенного измерительного канала

Назначение имени измерительному каналу .....

Контроллер ZET03X является универсальным измерительным устройством и позволяет подключать к своим входам датчики различных типов, измеряющие различные физические величины, что вызывает необходимость в идентификации измерительных каналов.

Примечание: *назначение измерительным каналам уникальных имен, характеризующих в том числе типы первичных преобразователей, обеспечивает удобство идентификации измерительных каналов при проведении последующих измерений с использованием программного обеспечения ZETLAB*

Для назначения имени измерительному каналу следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

Если к измерительному каналу контроллера подключается датчик, информация о котором уже добавлена в базу данных, следует перейти в поле «Название» и, активировав указатель на выпадающий список  (*Рис. 4.10*), выбрать из списка тип подключаемого датчика, при этом поля параметров окна «Свойства» будут автоматически заполнены.

Внимание! *При заполнении поля «Чувствительность» вводится среднее значение для данного типа датчиков. Следует в вручную откорректировать в поле «Чувствительность» значение параметра так чтобы оно соответствовало паспортному (либо свидетельству о поверке) на датчик.*

При желании измените (путем ввода с клавиатуры) название измерительного канала на удобное вам.

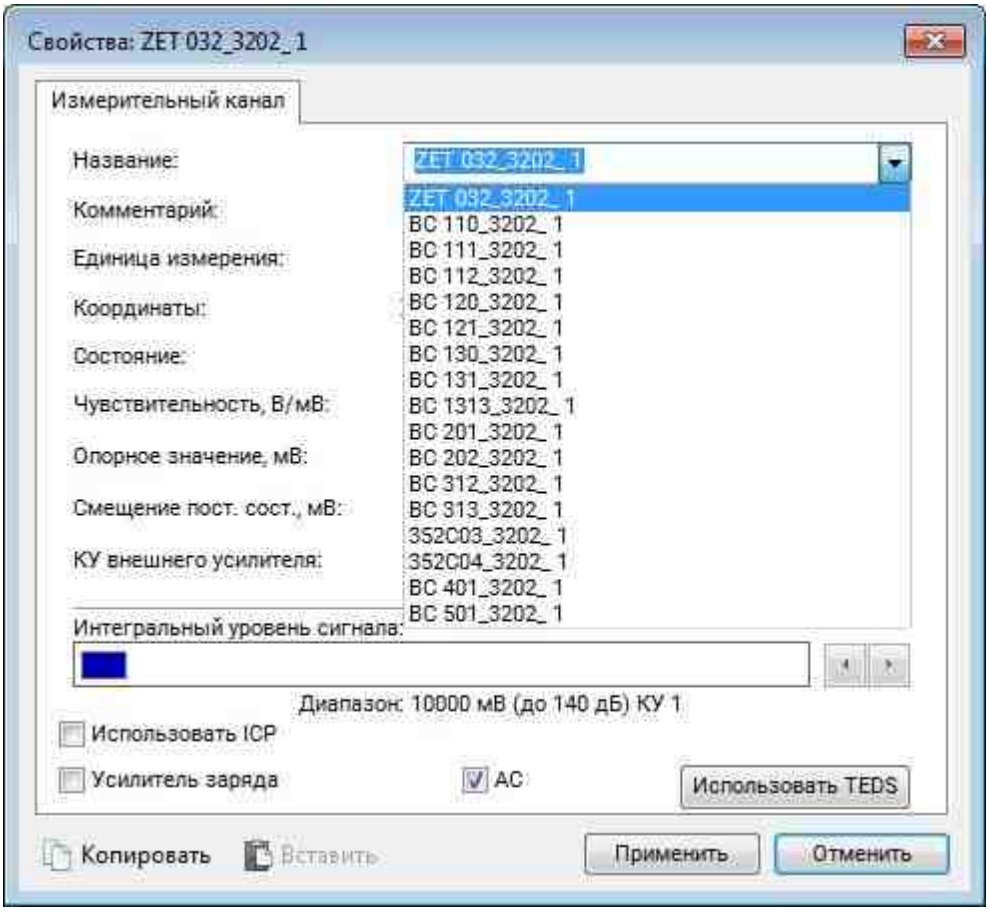


Рис. 4.10 Окно «Свойства» со списком датчиков из базы данных

Внимание! *Программное обеспечение ZETLAB допускает назначение одинаковых имен измерительным каналам, однако их дальнейшая идентификация при работе с программным обеспечением становится затруднительной.*

В случае если к измерительному каналу контроллера подключается датчик, тип которого отсутствует в выпадающем списке, необходимо с клавиатуры ввести требуемое имя измерительного канала.

Внимание! *В случае, когда необходим доступ к произвольной настройке для всех параметров в окне «Свойства» в поле «Название» выбирайте из списка верхнюю строку с идентификатором «ZET xxxxx» (Рис. 4.10).*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Установка единиц измерения .....

Контроллер ZET 03X является универсальным измерительным устройством и позволяет подключать к своим входам датчики различных типов, измеряющие различные физические величины такие как: ускорение (g, м/с²), перемещение (мм), скорость (м/с, мм/с), температуру (°С), напряжение (В), ток (А, мА) и др., что вызывает необходимость установки корректных единиц измерения для измерительного канала.

Для установки единицы измерения на измерительном канале следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

Наиболее часто используемые единицы измерения можно выбрать из выпадающего списка (*Рис. 4.11*), активировав символ ▼ в поле «Единица измерения».

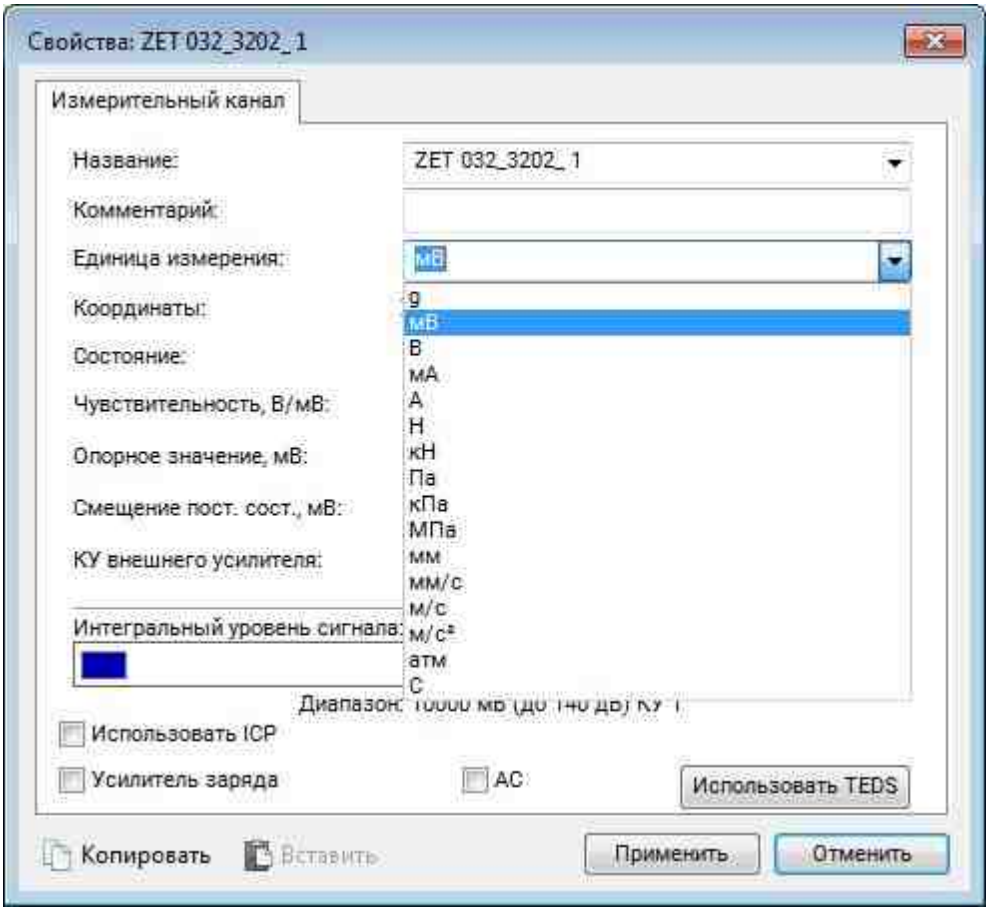


Рис. 4.11 Окно Свойства со списком единиц изменения

Примечание: *при необходимости уточнения единиц измерения обращайтесь к информации, которая приводится в паспортах на подключаемый датчик.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Установка чувствительности .....

Чувствительность измерительного канала определяет привязку регистрируемых значений к абсолютным (аттестованным) величинам с учетом единицы измерения.

Для установки чувствительности измерительного канала следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

Используя клавиатуру в поле «Чувствительность» окна «Свойства» (*Рис. 4.9*) установите необходимое значение чувствительности для измерительного канала.

При подключении датчиков к измерительному каналу устройства в качестве значения чувствительности, как правило, устанавливается значение чувствительности датчика.

Примечание: *Для получения сведений о значениях чувствительности подключаемых датчиков обращайтесь к информации, которая приводится в их паспортах либо свидетельствах о поверке.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Установка опорного значения .....

Опорное значение используется для пересчета регистрируемых в измерительном канале значений к шкале дБ.

Для установки опорного значения измерительного канала следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

Используя клавиатуру в поле «Опорное значение» окна «Свойства» (*Рис. 4.9*), установить необходимое опорное значение для измерительного канала.

Для сохранения изменения в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

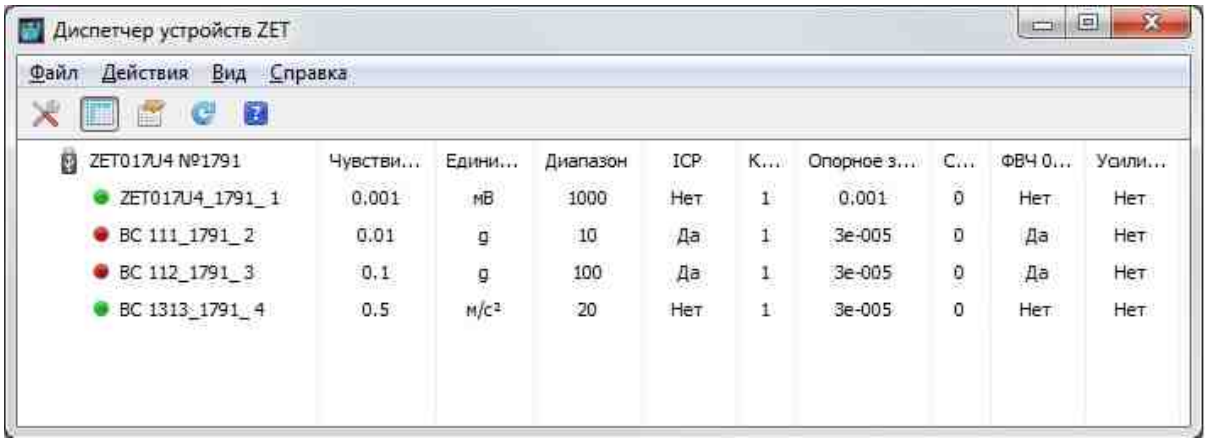
Примечание: *при выборе единиц измерения из выпадающего списка соответствующее опорное значение будет установлено автоматически.*

Установка смещения постоянной составляющей .....

При необходимости смещения постоянной составляющей измерительного канала следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел *4.6.2*).

Используя клавиатуру в поле «Смещение пост. сост.» окна «Свойства» (*Рис. 4.9*), установить необходимое значение смещения для измерительного канала.

Для сохранения изменения в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».



Установка коэффициента усиления внешнего усилителя .....

При подключении датчиков с применением согласующих усилителей их коэффициенты усиления должны быть учтены.

Для учета коэффициента усиления внешнего усилителя следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

Используя клавиатуру в поле «КУ внешнего усилителя» окна «Свойства» (*Рис. 4.9*) установить значения коэффициента усиления внешнего усилителя.

Примечание: *при отсутствии внешних усилителей в поле «КУ внешнего усилителя» устанавливается значение «1»*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Индикатор интегрального уровня и установка коэффициента усиления .....

Индикатор интегрального уровня сигнала окна «Свойства» (Рис. 4.9) позволяет оценить регистрируемый уровень сигнала по измерительному каналу (*Рис. 4.12*). Чем более закрашена шкала индикатора (окрашивается слева-направо) тем выше уровень регистрируемых значений сигнала по измерительному каналу.

Внимание! *Следует избегать полного окрашивания шкалы индикатора (Рис. 4.12), что означает перегрузку измерительного канала, следствием которой является возникновение нелинейных искажений сигнала, приводящих к недостоверным результатам измерений.*



Рабочий диапазон *Перегрузка*

Рис. 4.12 Индикатор интегрального уровня сигнала

В контроллере индивидуально для каждого измерительного канала могут быть установлены следующие значения коэффициентов усиления: 1; 10; 100.

При необходимости, используя символы в поле «Интегральный уровень сигнала», установите требуемый уровень усиления.

Примечание: *В случае регистрируемой перегрузки на измерительном канале следует уменьшить коэффициент усиления, в случае регистрации малого уровня сигнала – увеличить.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Установка режима работы измерительного канала .....

Параметры «Использовать ICP», «Усилитель заряда» и «AC» в окне «Свойства» (*Рис. 4.9*) используются для назначения измерительному каналу соответствующего режима работы.

В случае если параметры «Использовать ICP» и «Усилитель заряда» деактивированы, то измерительный вход находится в режиме работы «Вход по напряжению», что соответствует зеленому цвету индикатора на входе.

При активации параметра «Использовать ICP» измерительный канал переводится в режим работы «Вход ICP», что соответствует синему цвету индикатора на входе. В таком режиме электропитание датчика (первичного преобразователя) осуществляется от входа измерительного канала контроллера.

Внимание! *Избегайте включения режима ICP на измерительном канале, к которому подключен датчик, не поддерживающий режим ICP в связи с возможным повреждением датчика.*

При активации параметра «Усилитель заряда» измерительный канал переводится в режим работы «Зарядовый вход», что соответствует белому цвету индикатора на входе.

Активация параметра «AC» для всех режимов работы накладывает на программном уровне на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.

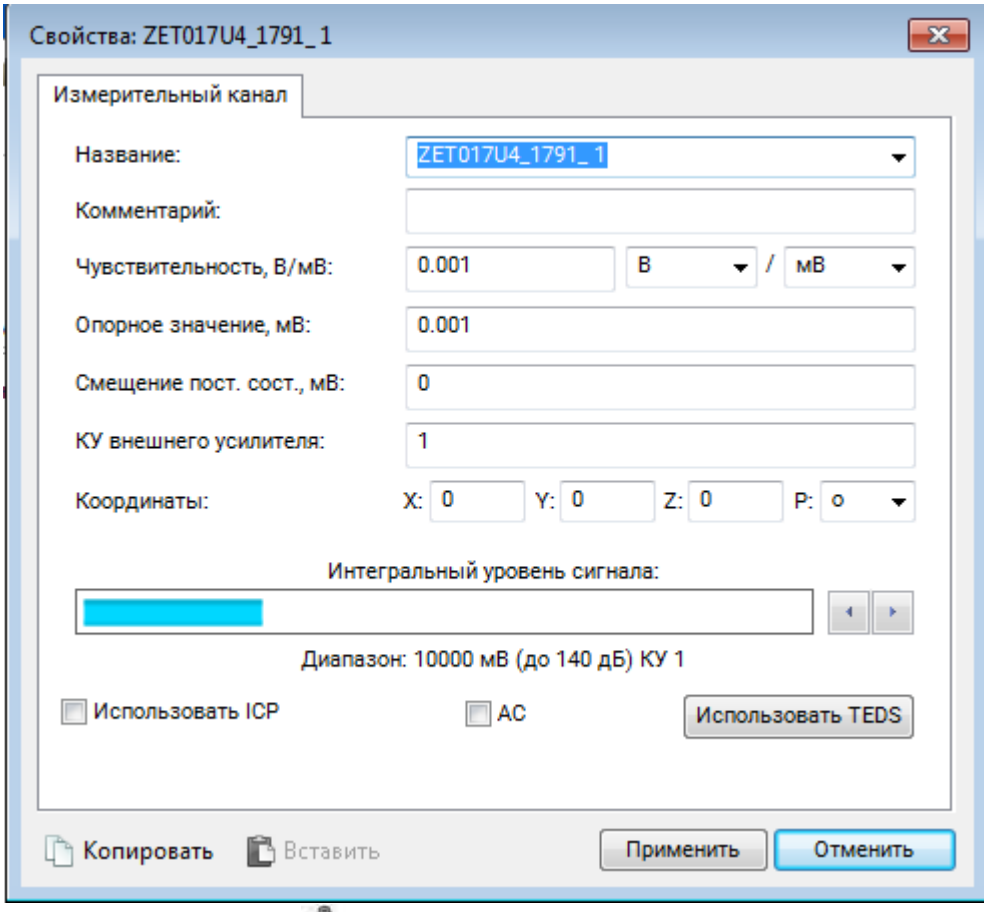
Внимание! *Если включить параметр «AC» по одному из каналов устройства, то на данном канале происходит смещение сигнала по фазе относительно других каналов устройства, где данный параметр выключен, так как используется фильтр высоких частот с частотой среза 0.5 Гц. В случаях, когда задействовано несколько измерительных каналов рекомендуется для данных каналов устанавливать одинаковое значения параметра «AC».*

Настройка параметров измерительного канала с использованием TEDS .....

В случае если датчик оснащен функцией TEDS при настройке параметров измерительного канала можно воспользоваться данным функционалом, для этого следует перейти к окну «Свойства» (см. раздел 4.6.2).

В окне «Свойства» активировать кнопку «Использовать TEDS» при этом поля окна свойства будут заполнены необходимой для настройки измерительного канала информацией.

Введите в поле «Название» удобное для вас наименование измерительного канала, после чего активируйте кнопку «Применить» для сохранения настроек.



В окне «Свойства» активировать кнопку «Использовать TEDS»

Настройка каналов для тензоизмерений .....

Наша компания стремится к тому, чтобы сделать настройку измерительного оборудования для испытаний более простой и понятной. В этот раз мы упростили работу по настройке каналов для тензоизмерений. Теперь при использовании новых тензостанций ZET 058 настройка подключения

тензорезисторов по ¼-мостовой схеме сводится к выполнению простых и понятных действий. Кроме того, программное обеспечение позволяет учитывать разбалансированность измерительной схемы, когда сопротивление измерительного тензорезистора сильно отличается от сопротивления опорного резистора. В этом случае программная балансировка поможет подобрать наиболее оптимальные параметры для проведения измерений.

Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058

Настройка выполняется в окне «Свойства» соответствующего измерительного канала. Для перехода к окну «Свойства» необходимо в окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.8*) активировать идентификатор измерительного канала контроллера подлежащего конфигурированию.

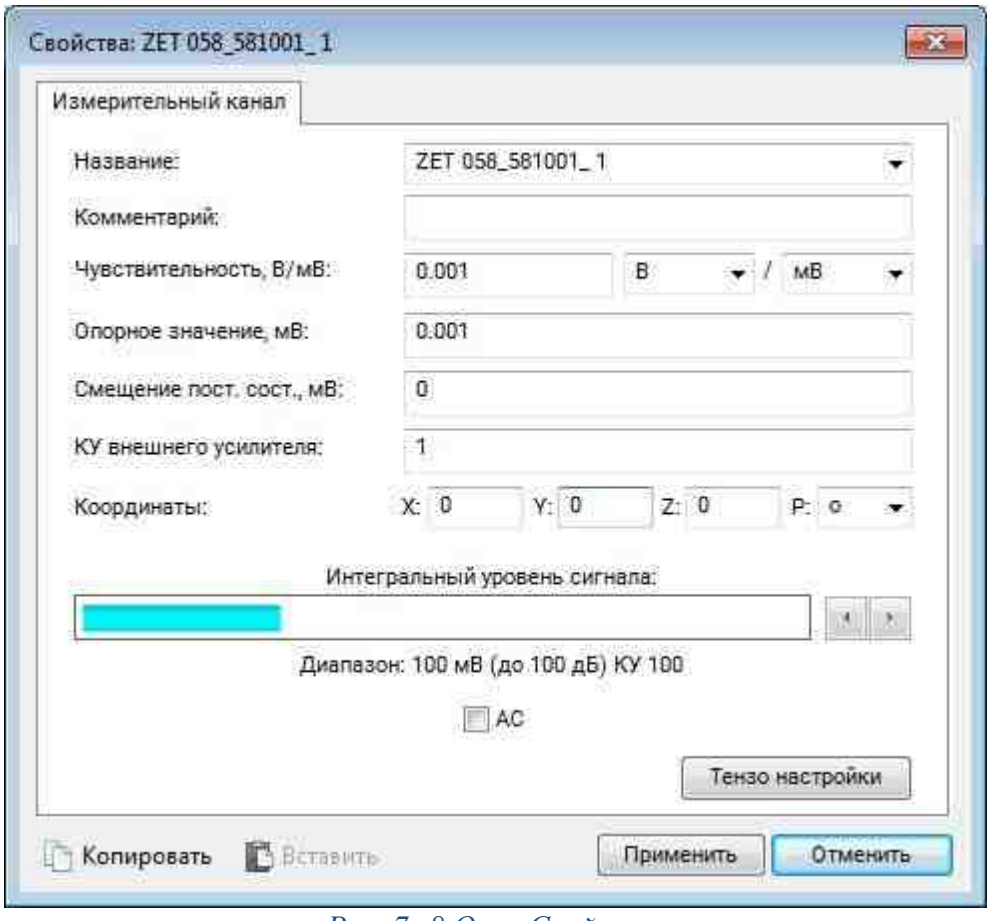


Рис. 7.8 Окно Свойства

Примечание: *Параметры измерительных каналов настраиваются индивидуально для каждого измерительного канала*

Внимание! *Настройки параметров измерительных каналов сохраняются в памяти тензостанции. При первом подключении к компьютеру, параметры измерительных каналов определяются заводскими (инициализирующими) настройками*

Примечание: *Назначение измерительным каналам уникальных имен, характеризующих в том числе типы первичных преобразователей, обеспечивает удобство идентификации измерительных каналов при проведении последующих измерений с использованием программного обеспечения ZETLAB*

Если к измерительному каналу контроллера подключается датчик, информация о котором уже добавлена в базу данных, следует перейти в поле «Название» и, активировав указатель на выпадающий список  (*Рис. 7.9*), выбрать из списка тип подключаемого датчика, при этом поля параметров окна «Свойства» будут автоматически заполнены.

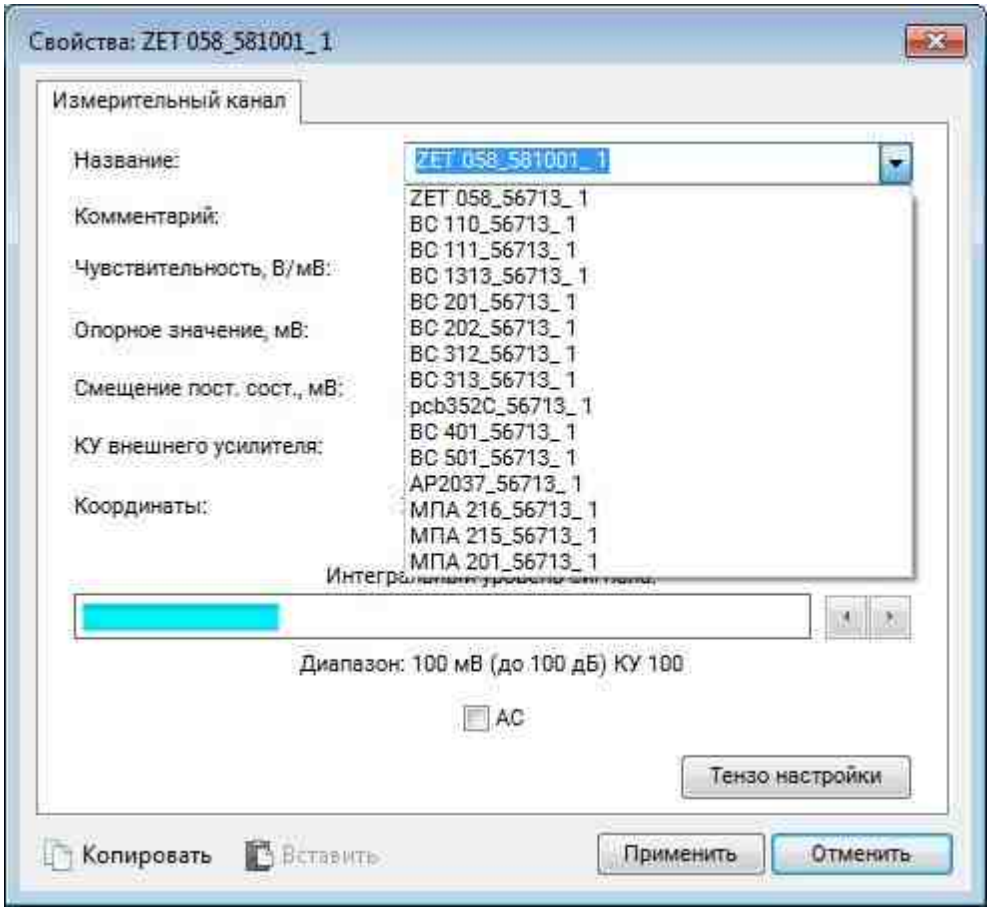


Рис. 7.9 Окно «Свойства» со списком датчиков из базы данных

Внимание! *При выборе типа подключаемого датчика из списка «Название», в поле «Чувствительность» устанавливается среднее значение для данного типа датчиков. Следует вручную откорректировать значение в поле «Чувствительность» так, чтобы оно соответствовало значению, указанному в паспорте или в свидетельстве о поверке на датчик.*

При желании измените (путем ввода с клавиатуры) название измерительного канала на удобное вам.

Внимание! *Программное обеспечение ZETLAB допускает назначение одинаковых имен измерительным каналам, однако их дальнейшая идентификация при работе с программным обеспечением становится затруднительной.*

В случае если к измерительному каналу тензостанции подключается датчик, тип которого отсутствует в выпадающем списке, необходимо с клавиатуры ввести требуемое имя измерительного канала.

Внимание! *В случае, когда необходим доступ к произвольной настройке для всех параметров в окне «Свойства» в поле «Название» выбирайте из списка верхнюю строку с идентификатором «ZET xxxxx» (Рис. 7.9)*

Чувствительность измерительного канала определяет привязку регистрируемых значений к абсолютным (аттестованным) величинам с учетом единицы измерения.

Для установки чувствительности измерительного канала следует перейти к окну «Свойства».

Используя клавиатуру в поле «Чувствительность» окна «Свойства» (Рис. 7.8) установите необходимое значение чувствительности для измерительного канала.

При подключении датчиков к измерительному каналу устройства в качестве значения чувствительности, как правило, устанавливается значение чувствительности датчика.

Примечание: *для получения сведений о значениях чувствительности, подключаемых датчиков, обращайтесь к информации, приведенной в паспортах, либо свидетельствах о поверке.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Наиболее часто используемые единицы измерения можно выбрать из выпадающего списка (*Рис. 7.10*), активировав символ напротив параметра «Чувствительность», либо прописать вручную с клавиатуры необходимую единицу измерения.

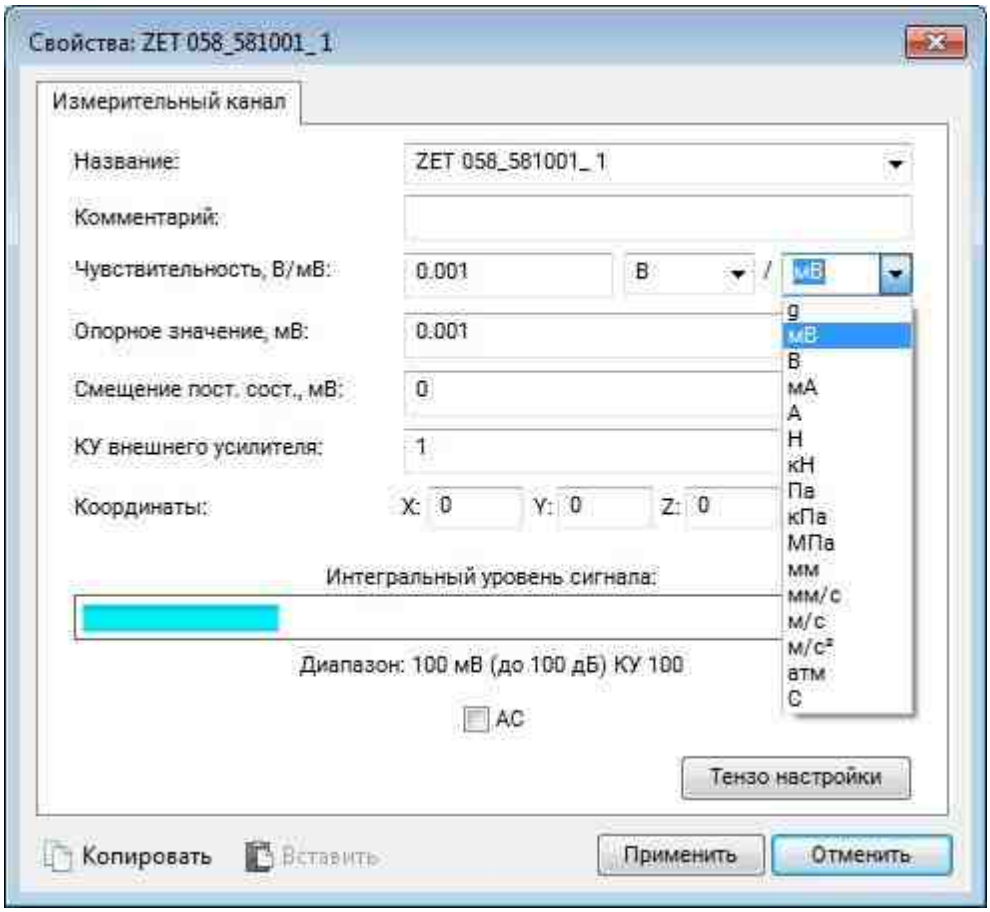


Рис. 7.10 Окно Свойства со списком единиц измерения

Примечание: *при необходимости уточнения единиц измерения обращайтесь к информации, приведенной в паспорте на подключаемый датчик.*

Опорное значение используется для пересчета регистрируемых в измерительном канале значений к шкале дБ.

Используя клавиатуру в поле «Опорное значение» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить необходимое опорное значение для измерительного канала.

Примечание: *при выборе единиц измерения из выпадающего списка соответствующее опорное значение будет установлено автоматически.*

Используя клавиатуру в поле «Смещение пост. сост.» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить необходимое значение смещения для измерительного канала.

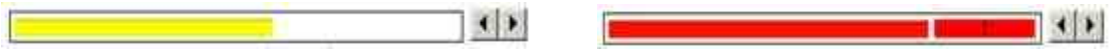
При подключении датчиков с применением согласующих усилителей их коэффициенты усиления должны быть учтены.

Используя клавиатуру в поле «КУ внешнего усилителя» окна «Свойства» (*Рис. 7.8*), установить значения коэффициента усиления внешнего усилителя.

Примечание: *при отсутствии внешних усилителей в поле «КУ внешнего усилителя» устанавливается значение «1»*

Индикатор интегрального уровня сигнала окна «Свойства» (*Рис. 7.8*) позволяет оценить регистрируемый уровень сигнала по измерительному каналу (*Рис. 7.11*). Чем более закрашена шкала индикатора (окрашивается слева-направо) тем выше уровень регистрируемых значений сигнала по измерительному каналу.

Внимание! *Следует избегать полного окрашивания шкалы индикатора (Рис. 7.11), что означает перегрузку измерительного канала, следствием которой является возникновение нелинейных искажений сигнала, приводящих к недостоверным результатам измерений.*



Рабочий диапазон Перегрузка

Рис. 7.11 Индикатор интегрального уровня сигнала

В тензостанции индивидуально для каждого измерительного канала могут быть установлены следующие значения коэффициентов усиления: 1; 10; 100.

При необходимости, используя символы  в поле «Интегральный уровень сигнала», установите требуемый уровень усиления.

Примечание: *В случае регистрируемой перегрузки на измерительном канале следует уменьшить коэффициент усиления, в случае регистрации малого уровня сигнала – увеличить.*

Активация параметра «АС» в окне «Свойства» (*Рис. 7.8*) накладывает на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.

Для балансировки тензодатчика подключенного к измерительному каналу контроллера в окне «Свойства» (*Рис. 7.8*) необходимо  активировать кнопку «Тензо настройки» при этом откроется окно «Настройки параметров мостовой схемы» (*Рис. 7.12*).

Внимание! *Каждая из схем подключения тензорезисторов требует электропитания, поэтому перед выполнением балансировки должна быть выполнена соответствующая настройка встроенного генератора, используемого для питания первичных преобразователей. Правила настройки генератора приведены ниже в данной главе*

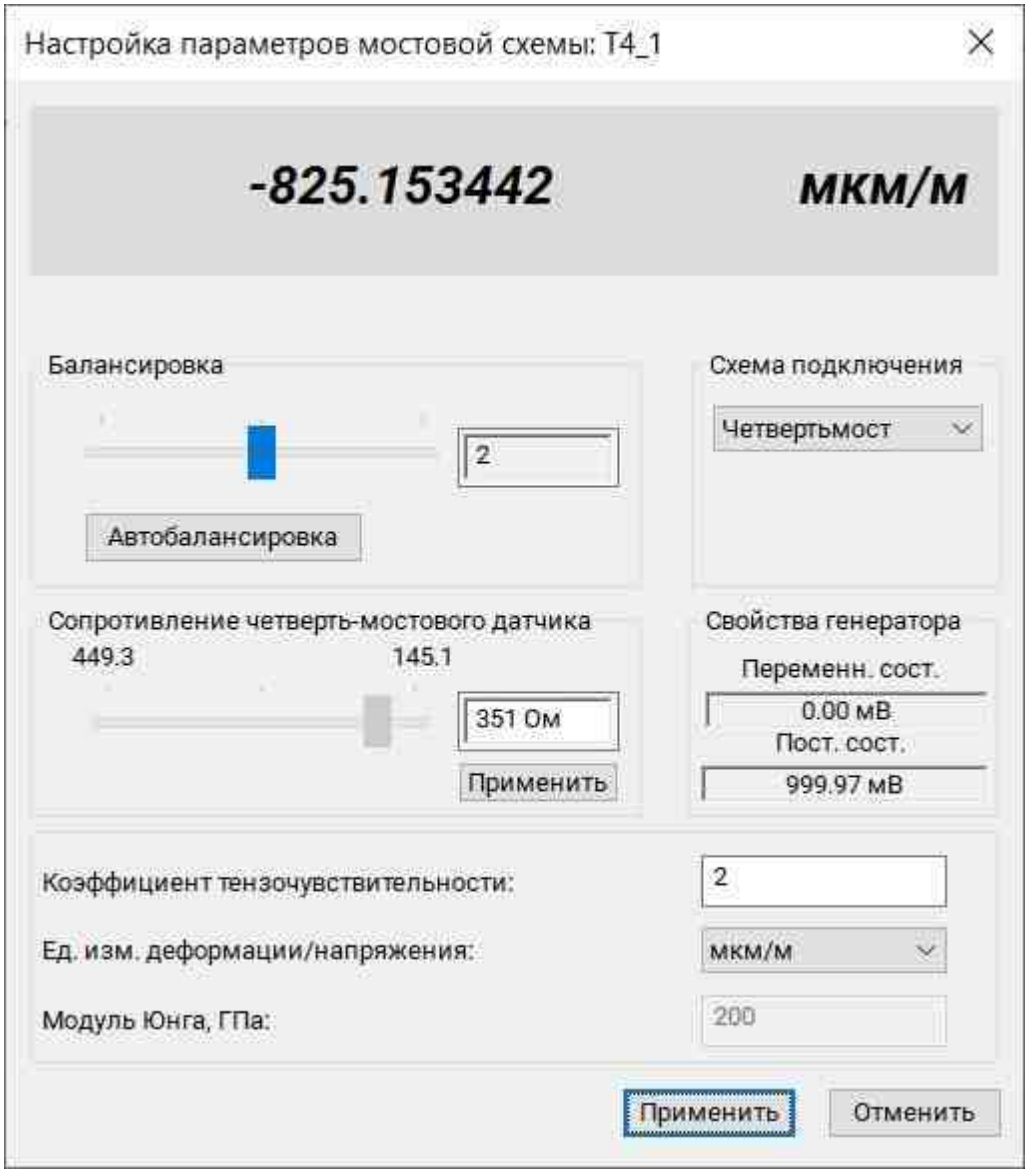


Рис. 7 . 12 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Из раскрывающегося списка «Схема подключения» (*Рис. 7.13*) следует выбрать соответствующую схему подключения тензодатчика:

- Мост;
- Полумост;
- Четвертьмост.

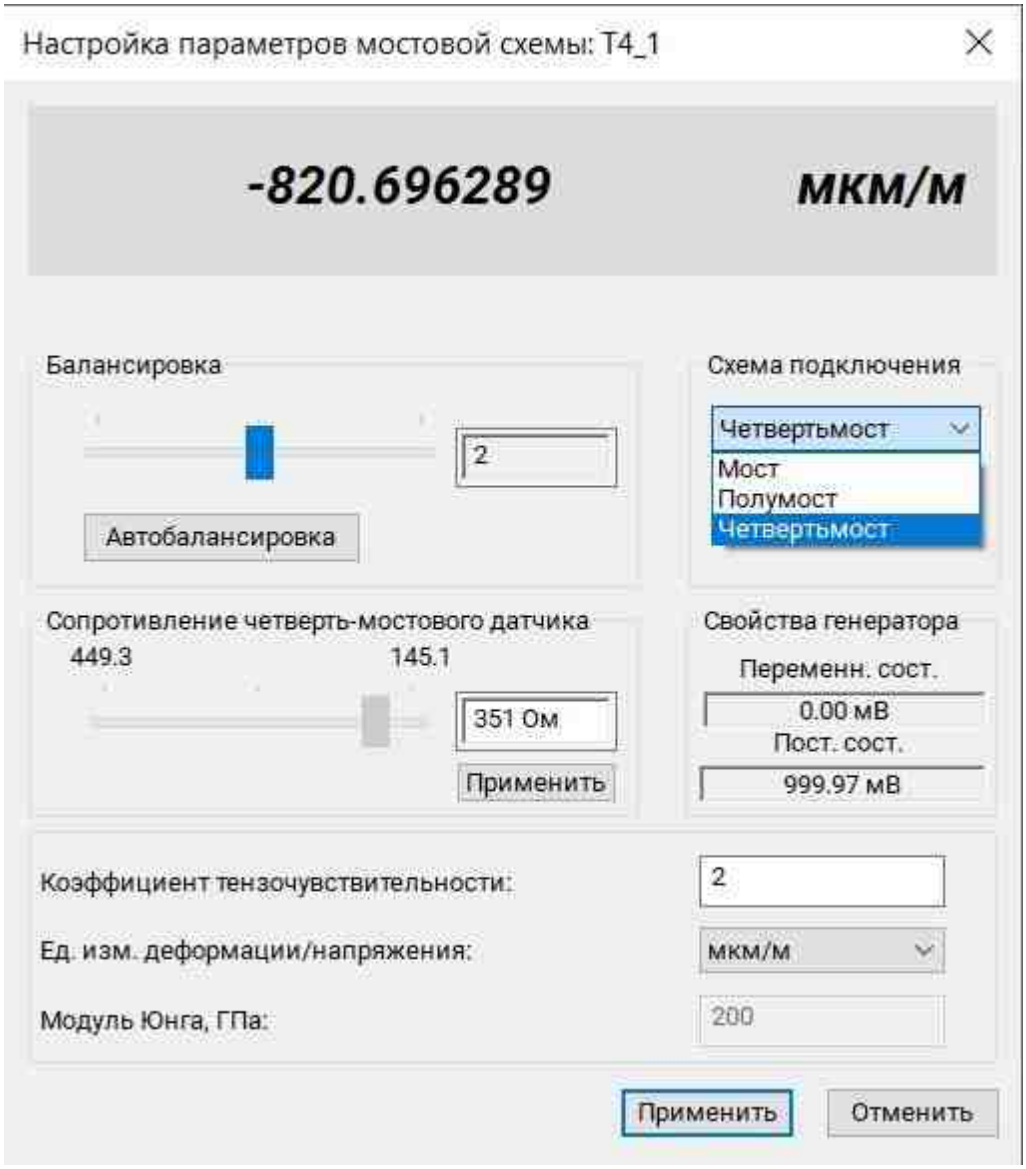


Рис. 7.13 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Примечание: *в случае выбора схемы подключения «Четвертьмост» необходимо в поле «Сопротивление четверть-мостового датчика» установить значение сопротивления, подключенного тензодатчика (согласно паспортным данным) и активировать кнопку «Применить».*

Для балансировки тензодатчика необходимо активировать кнопку «Автобалансировка» и дождаться окончания процесса балансировки, после чего следует применить изменения активировав кнопку «Ок».

Примечание: *при смене величины или знака питающего напряжения необходимо производить автобалансировку.*

Выбор единиц измерения тензометрической схемы выполняется из выпадающего списка в окне «Настройки параметров мостовой схемы» (*Рис. 7.14*).

Примечание: *при выборе единиц измерения отличных от «мкм/м» в поле «Модуль Юнга» требуется указывать значение, соответствующее модулю Юнга того материала, на который наклеен тензорезистор.*



Рис. 7.14 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Контроллеры ZET 058 обеспечивают питание первичных преобразователей как постоянным, так и переменным напряжением, за счёт чего могут использоваться для сбора и обработки сигналов при статических или динамических измерениях.

Для включения питания первичного преобразователя необходимо из программы «Диспетчер устройств ZET» открыть окно «Свойства» канала генератора (*Рис. 7.15*).

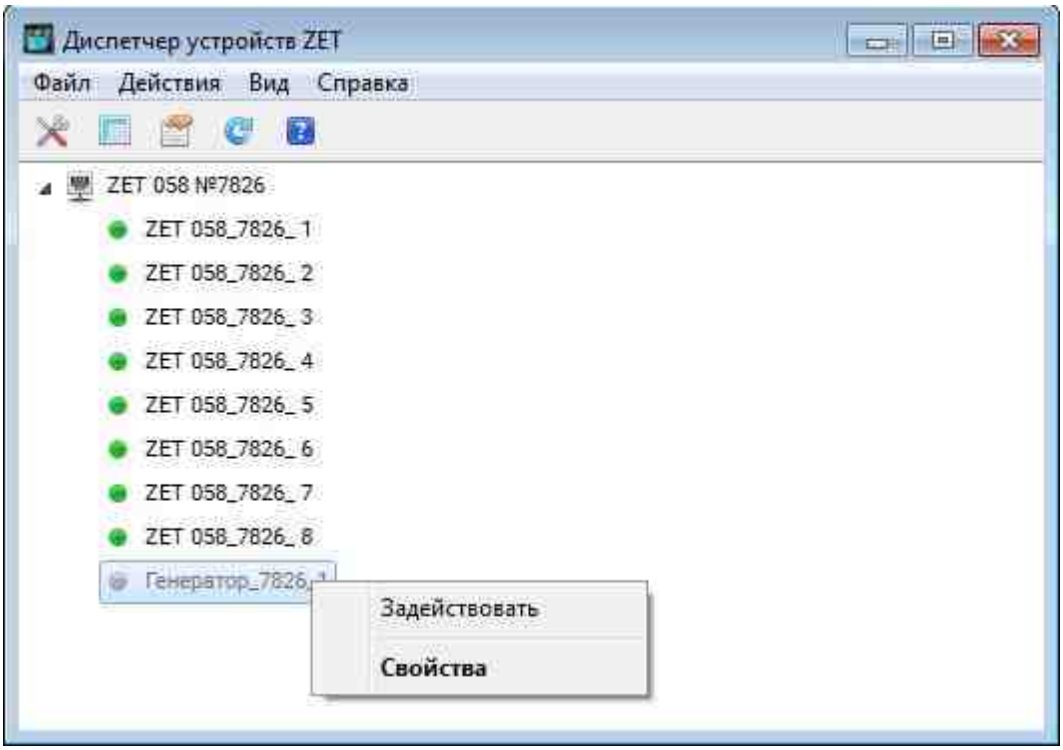


Рис. 7.15 Окно Диспетчер устройств с выпадающим окном по выделенному каналу генератор

В открывшемся окне «Свойства» перейти на вкладку «Синус» и установить соответствующие параметры питания первичного преобразователя (*Рис. 7.16*).

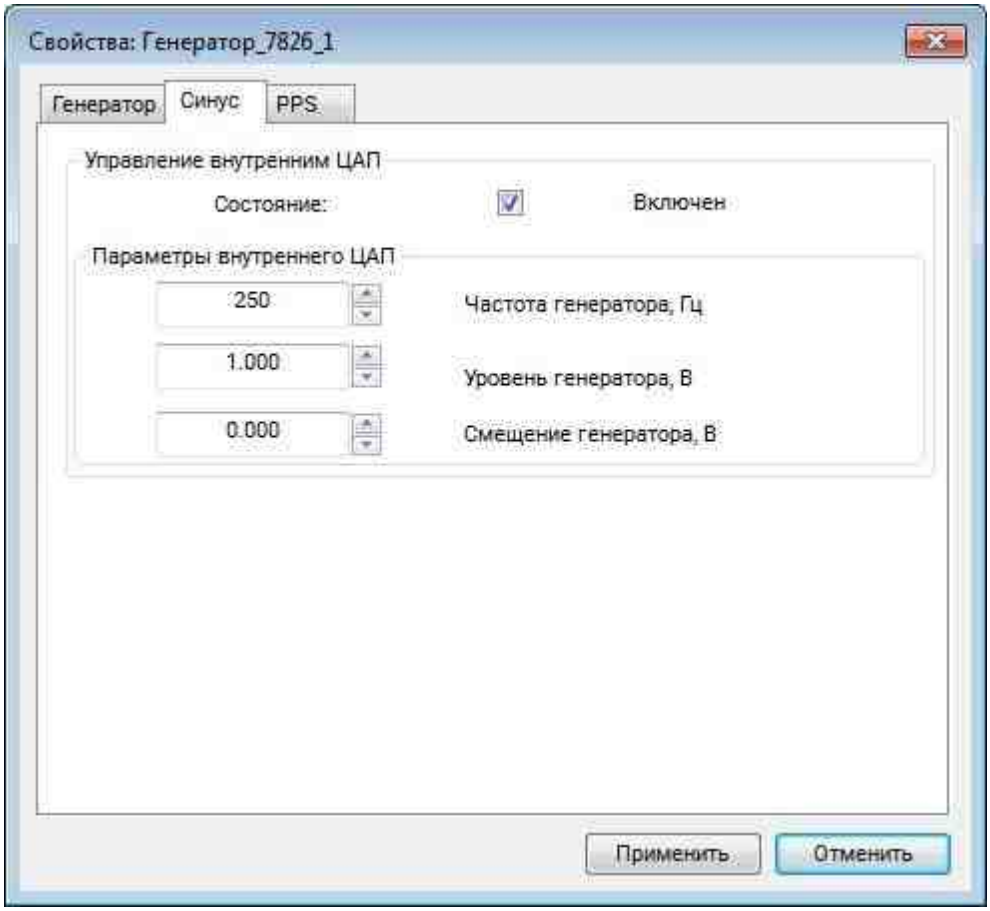


Рис. 7 . 16 Вкладка «Синус» канала генератора

Внимание! *Запрещается использовать переменное напряжение для питания j мостовой схемы. Среднеквадратичное значение тока, протекающего через резистор, не должно превышать 5 мА.*

Перейти на вкладку «Генератор» и установить для параметра «Состояние» значение «Включено» (*Рис. 7.17*). После чего активировать кнопку «Применить».

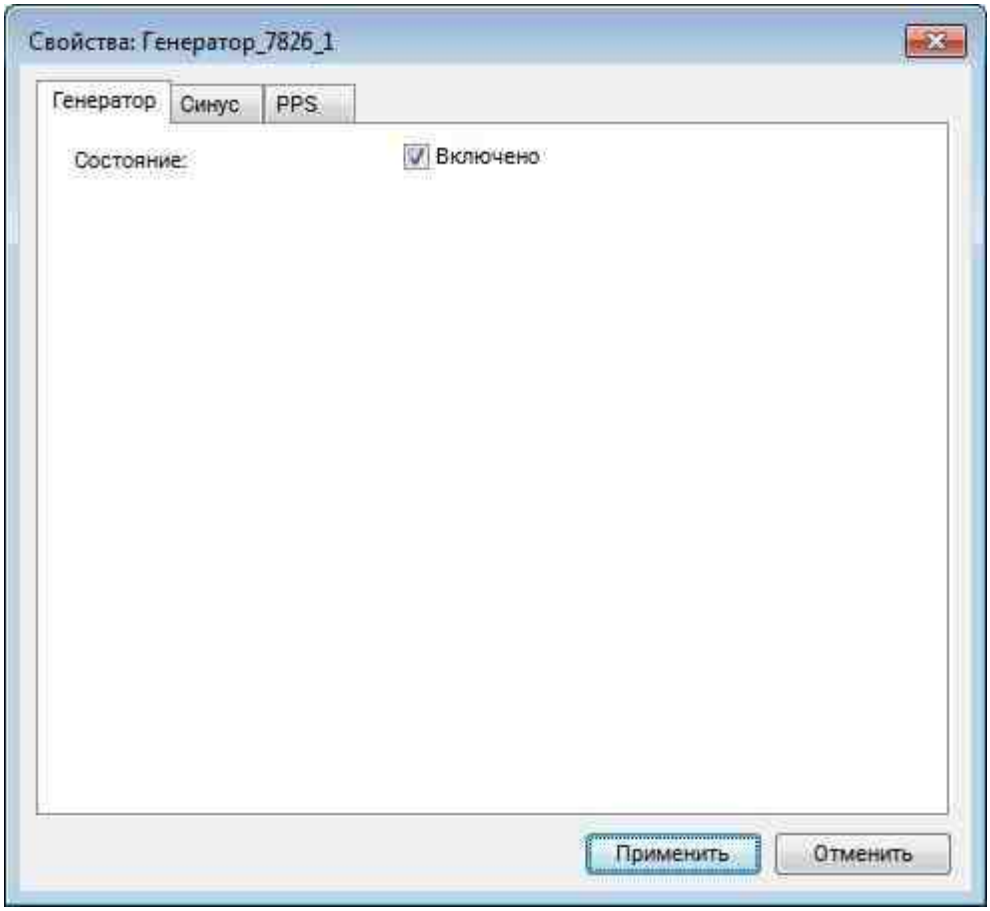


Рис. 7 . 17 Вкладка «Генератор» канала генератора

После включения питания первичных преобразователей в программе «Диспетчер устройств ZET», символ перед названием канала генератор должен изменить цвет на синий (Рис. 7.18).

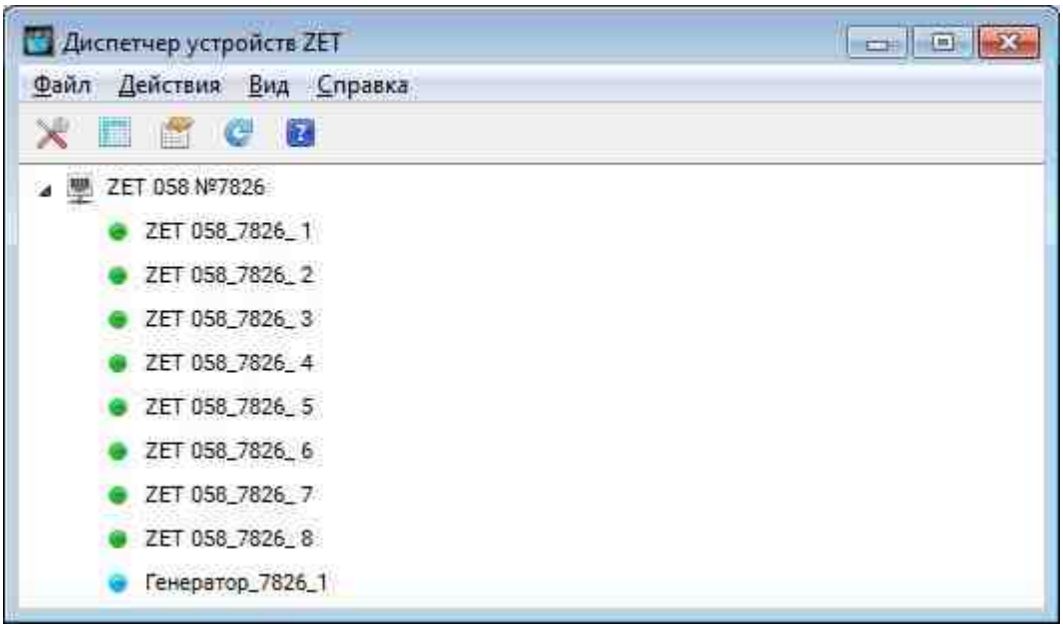


Рис. 7 . 18 Программа «Диспетчер устройств»

Дополнительная настройка каналов.

При нажатии на имя каналв появляется меню выбора (Рис. 7.19).

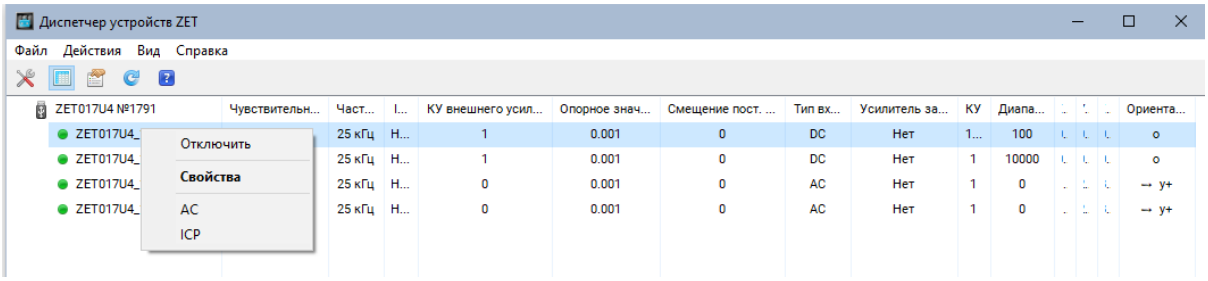


Рис. 7 . 19 Программа «Диспетчер устройств»

При нажатии на назавание устройства появляется меню выбора (Рис. 7.20).

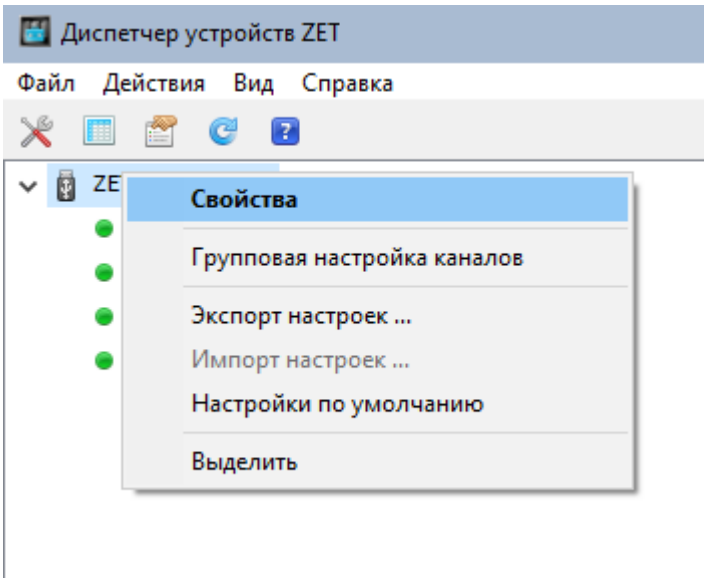


Рис. 7.20 Меню изменения настроек устройства «Диспетчер устройств»

- Групповая настройка каналов - настройка выделенных каналов (ICP, AC , размерности канала):

- Экспорт настроек позволяет сохранить на компьютере состояние настроек.

- Импорт настроек позволяет импотрировать ранее сохраненые настройки.

- Настройки по умолчанию сбрасывают все настройки каналов в приборе к первоначальной установке.

- Выделить позволяет по специально мигающему сигналу обнаружить устройство, если используется их много одновременно.

Кроме этого есть возможность в "Диспетчере устройств" одновременно включать или откючать каналы. (Рис. 7.21).

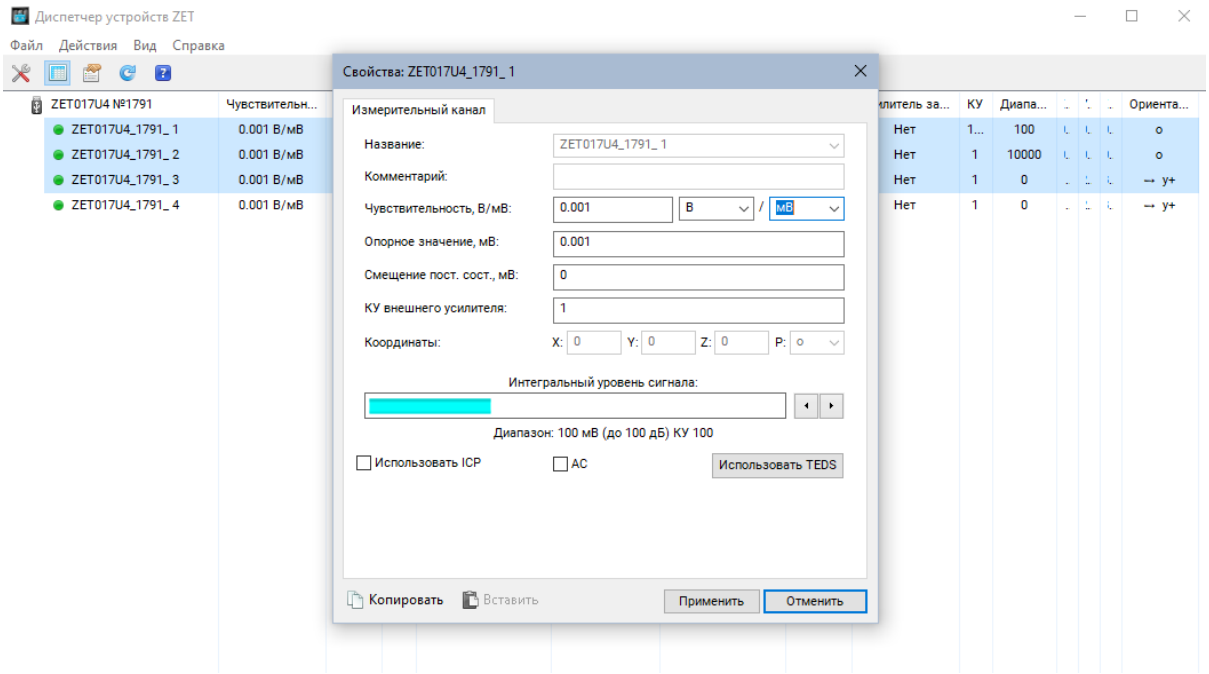


Рис. 7.21 Меню изменения всех настроек каналов одновременно в «Диспетчер устройств»

Выбор каналов:
- **Ctrl + лкм** (левая кнопка мыши), на выделенных каналах пкм(правая кнопка мыши) и по является групповое меню каналов
- **Shift + стрелка вниз**, далее как сверху

Если есть хотя бы 1 отключенный канал — меню будет только Задействовать

AC — приводит выделенные каналы к AC
ICP – приводит выделенные каналы к ICP или снимает выделение

Отключить — отключает и включает выделенные каналы. **1 канал на устройстве всегда включен. К генераторам не применять**

Работа в стационарном режиме регистрации .....

Подключить контроллер к компьютеру согласно разделу 3 и настроить (см. раздел 4.6) измерительные каналы контроллера в соответствии с типами подключаемых датчиков (первичных преобразователей),

Проверить доступное время регистрации согласно разделу 4.5.

Подключить ко входам контроллера датчики (первичные преобразователи), либо иные источники регистрируемых сигналов.

Включать и выключать регистрацию (запись) сигналов можно либо аппаратным запуском (кнопкой «Запуска/Остановки записи» с панели контроллера), либо программным запуском (с использованием программы «Запись сигналов»).

При аппаратном запуске регистрации перевести кнопку «Запуска/Остановки записи» (*поз.3 Рис. 1.4*) в положение «Нажата», при этом на компьютере будет запущена программа «Запись сигналов» (*Рис. 4.13*), которая начинает производить запись регистрируемых сигналов. Остановку записи выполнить повторным нажатием на кнопку «Запуска/Остановки записи» для перевода ее в положение «Отжата».

Внимание! *В случае если на диске компьютера недостаточно объема памяти для сохранения регистрируемых данных по времени не менее, чем в течении трех часов, то в окне программы будет выведено сообщение «Свободного места на диске не достаточно для записи» (Рис. 4.14), и запись сигналов не будет производиться.*

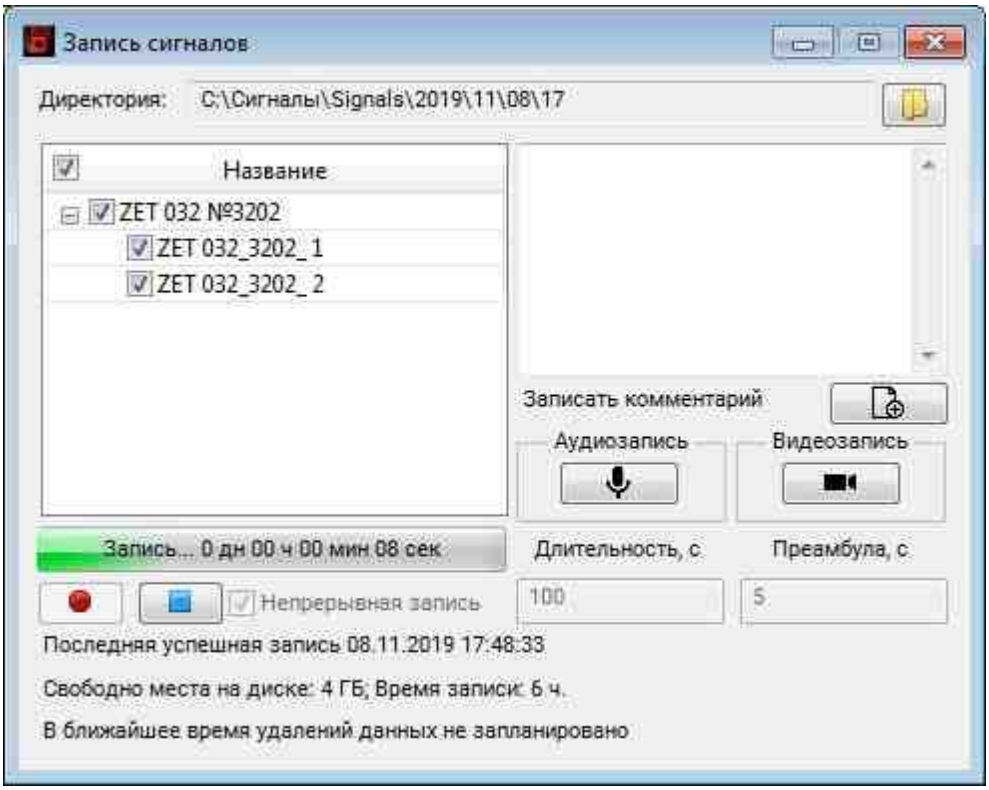


Рис. 4.13 Окно программы «Запись сигнала» при аппаратном запуске (с панели контроллера)

Примечание 10

- Доступно только для модели ZET 032

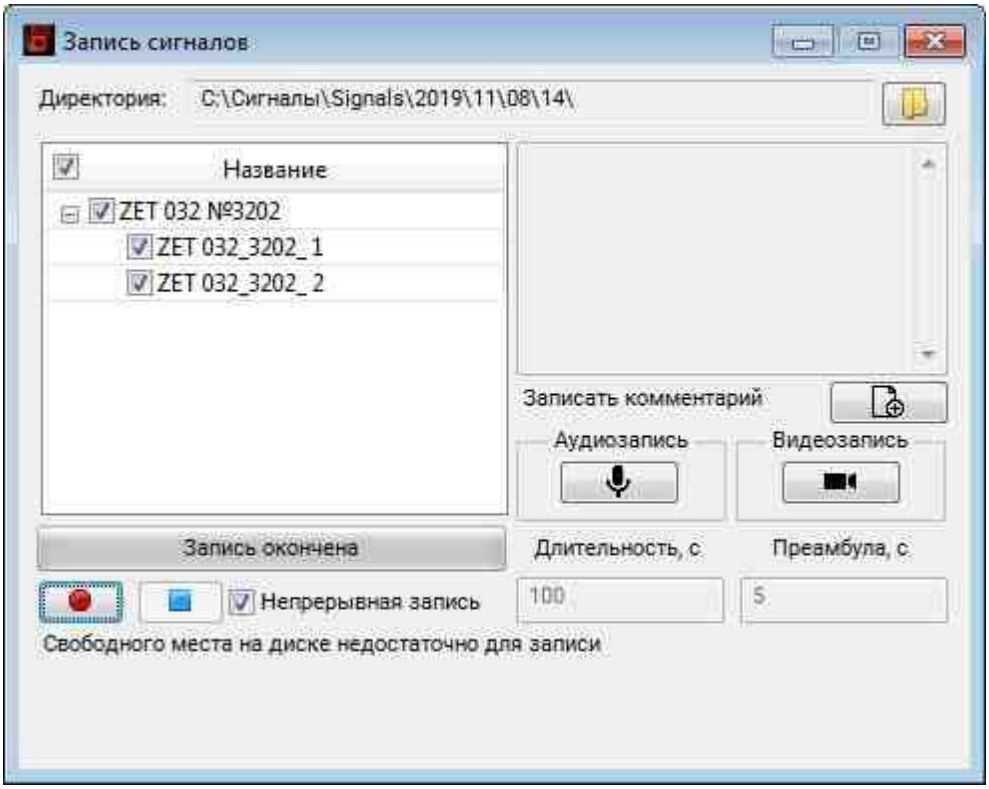


Рис. 4.14 Окно программы «Запись сигнала» при недостаточном объеме свободной памяти

При программном запуске следует в разделе «Регистрация», расположенном на панели ZETLAB, выбрать программу «Запись сигналов» (*Рис. 4.15*).

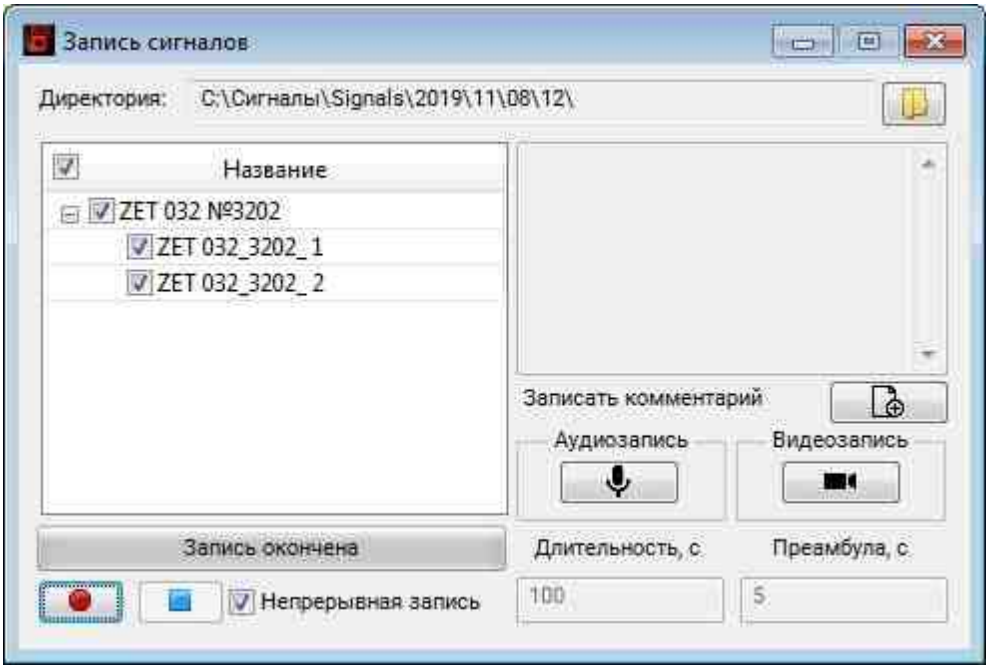


Рис. 4.15 Окно программы Запись сигнала

После чего активировать (если не активирован) параметр «Непрерывная запись»

Начать запись путем нажатия на кнопку .

Для завершения записи нажать на кнопку  .

Примечание: *Пути к директориям компьютера, которые будут использованы для сохранения сигналов и сжатых сигналов, определяются программой «Настройка путей конфигурации» (см. раздел 2.8).*

Работа в автономном режиме регистрации .....

Установить (если не установлена) карту памяти SecureDigital (SD) в слот, расположенный на задней панели контроллера.

При необходимости подключить контроллер к компьютеру согласно разделу 3 для настройки (см. раздел 4.6) измерительных каналов контроллера в соответствии с типами подключаемых датчиков (первичных преобразователей), а также для проверки доступного объема карты памяти и доступного времени автономной регистрации (см. раздел 4.5).

Установить контроллер на месте проведения автономной записи.

Подключить датчики (первичные преобразователи) ко входам контроллера.

Подать питание на контроллер по одному из приведенных вариантов:

- от сети переменного тока 220 В с использованием блока питания входящего в комплект поставки;
- от 12В аккумулятора с использованием кабеля с распаянным разъемом Mini-XLR 92M-502(3P) в соответствии с информацией, приведенной в разделе 1.6.2.

На задней панели контроллера перевести кнопку «Включения/Отключения» (*поз.7 Рис. 1.6*) в положение «Включено» (кнопка «Нажата»). При этом на передней панели должен загореться зеленым цветом индикаторы: состояния работы (*поз.4 Рис. 1.4*), а также индикатор первого измерительного канала, что означает о готовности контроллера к работе.

Для начала записи следует перевести кнопку «Запуска/Остановки записи» (*поз.3 Рис. 1.4*) в положение «Включено» (кнопка утоплена), при этом индикатор режима работы начинает мигать синим цветом с периодичностью 1 секунда, информируя о проведении записи сигналов.

Для остановки записи следует повторно нажать на кнопку «Запуска/Остановки записи», переведя ее в положение «Отключено» (кнопка отжата).

После проведения необходимых сеансов автономной записи следует выключить контроллер и отключить первичные преобразователи от входов контроллера.

Внимание! *Не отключайте питание контроллера в процессе проведения автономной записи — это может привести к потере зарегистрированной информации*

Для дальнейшей работы с зарегистрированными в автономном режиме сигналами следует произвести подключение контроллера к компьютеру согласно разделу 3. И выполнить копирование данных на диск компьютера согласно разделу 4.9.

Примечание. *Для просмотра зарегистрированных сигналов следует воспользоваться программой "Просмотр исторических событий" (Просмотр трендов) из состава ПО ZETLAB (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора*

Маркировка панелей контроллеров

1.4.1 Внешний вид двухканальных контроллеров ZET 032

На Рис. 1.1 представлен внешний вид двухканальных контроллеров ZET 032.



Рис. 1.1 Внешний вид двухканальных контроллеров ZET 032

1.4.2 Внешний вид четырёхканальных контроллеров ZET 034

На Рис. 1.2 представлен внешний вид четырёхканальных контроллеров ZET 034.



Рис. 1.2 Внешний вид четырёхканальных контроллеров ZET 034

1.4.3 Внешний вид восьмиканальных контроллеров ZET 038

На *Рис. 1.3* представлен внешний вид восьмиканальных контроллеров ZET 038.



Рис. 1.3 Внешний вид восьмиканальных контроллеров ZET 038

Примечание! *Путем совмещения контроллеров могут быть сформированы измерительные системы с количеством каналов до 128*

Маркировка панелей контроллеров

На *Рис. 1.4* представлены лицевые панели контроллеров ZET 032, ZET 034 и ZET 038, а в таблице ***Табл. 1.3*** приведено назначение элементов панели.



Рис. 1.4 Лицевые панели контроллеров ZET 032, ZET 034 и ZET 038

Табл. 1. Назначение элементов передней панели

№	Назначение
1	Входы измерительных каналов со встроенными индикаторами. Зеленый цвет индикатора – включен режим работы «Вход по напряжению». Синий цвет индикатора – включен режим работы «Вход ICP» Белый цвет индикатора – включен режим работы «Зарядовый вход»
2	Выход генератора со встроенным индикатором работы. Зеленый цвет индикатора – режим управления генератором с компьютера. Синий цвет генератора – автономный режим управления генератором
3	Кнопка «Запуска/Остановки записи сигналов»
4	Индикатор состояния работы контроллера (включен/отключен). При включении контроллера индикатор загорается зеленым цветом
5	Индикатор режима работы контроллера. При работе контроллера с подключением к компьютеру (стационарный режим) индикатор горит зеленым цветом. При работе контроллера (записи регистрируемых сигналов на SD-карту) без подключения к компьютеру (автономный режим) индикатор мигает синим цветом
6	Индикатор синхронизации контроллера.

	При режиме синхронизации «Ведущий» индикатор горит зеленым цветом. При режиме синхронизации «Ведомый» индикатор горит синим цветом.
7	Индикатор ошибки. Загорается красным цветом при диагностировании ошибки или превышения допустимого уровня входного напряжения на измерительном канале.

На *Рис. 1.5* представлена задняя панель контроллеров ZET 032, на *Рис. 1.6* задняя панель контроллеров ZET 034 и ZET 038, а в таблице ***Табл. 1.4*** приведено назначение элементов панели.

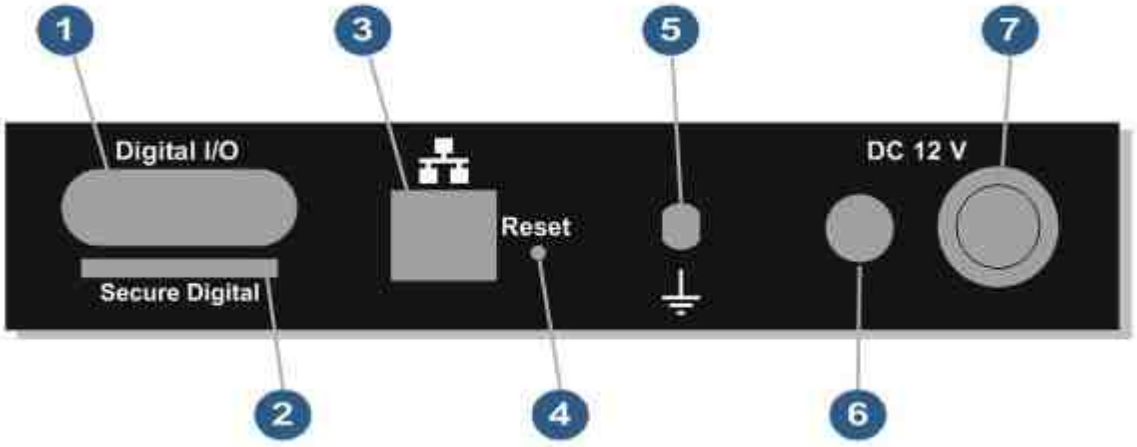


Рис. 1.5 Задняя панель контроллера ZET 032

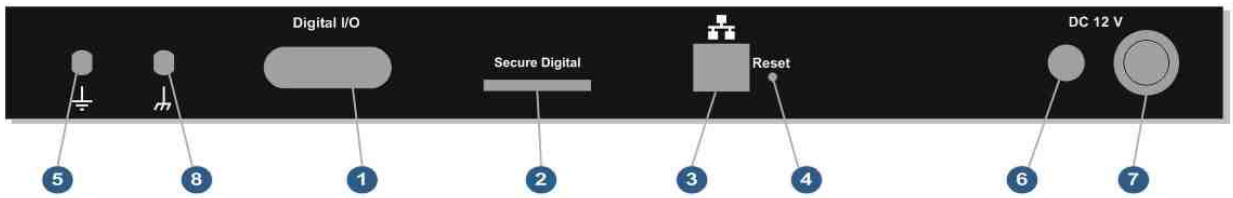


Рис. 1.6 Задняя панель контроллеров ZET 034 и ZET 038

Табл. 1. Назначение элементов задней панели

Копирование и конвертирование данных .....

Зарегистрированная в памяти контроллера в автономном режиме информация о сигналах имеет формат, требующий последующего конвертирования, которое производится одновременно с копированием в память компьютера.

Примечание: *При конвертировании создаются сигналы и сжатые сигналы, которые сохраняются на компьютере в директориях, пути к которым определяются программой «Настройка путей конфигурации» (см. раздел 2.8).*

Для копирования и конвертирования данных из памяти контроллера в память компьютера во вкладке «Автономный регистратор» окна «Свойства» (*Рис. 4.5*) активировать кнопку «Конвертировать», при этом откроется окно «Закрытие остальных программ» с выбором дальнейших действий (*Рис. 4.16*).

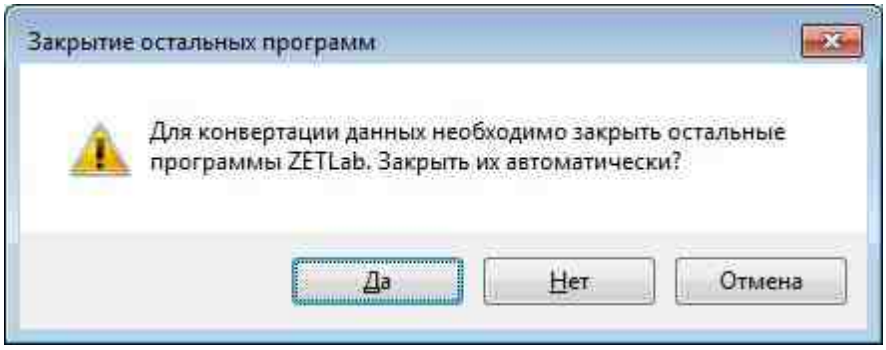


Рис. 4.16 Окно «Закрытие остальных программ»

После чего активировать кнопку «Да», при этом закроются открытые программы ZETLAB, и откроется окно программы сохранения и конвертации файлов из встроенной памяти регистратора в память компьютера (*Рис. 4.17*).

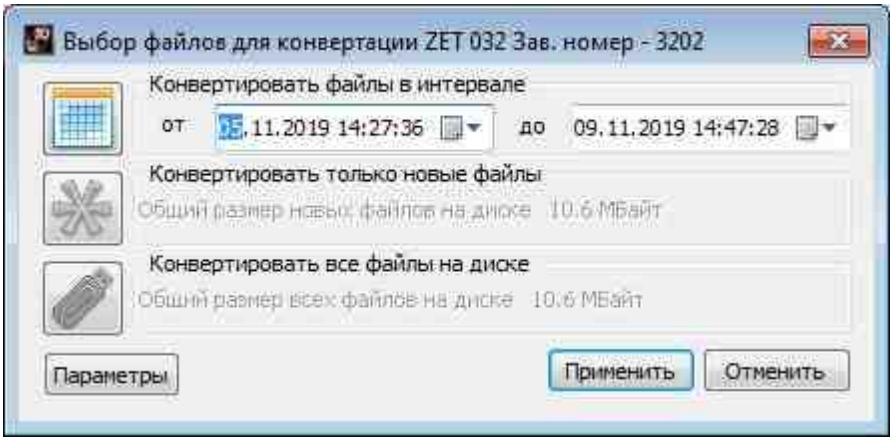


Рис. 4.17 Окно программы «Выбор файлов для конвертации»

Выбрать требуемый временной диапазон, после чего активировать кнопку «Применить», при этом начнется сохранение и конвертация файлов в директории на диск компьютера.

В случае активации кнопки «Отменить» в окне «Выбор файлов для конвертации» (*Рис. 4.17*), соответствующее окно будет закрыто, и копирование данных производиться не будет.

Внимание! *Досрочное прерывание процесса копирования и конвертации файлов может привести к необходимости перезагрузки компьютера и регистратора.*

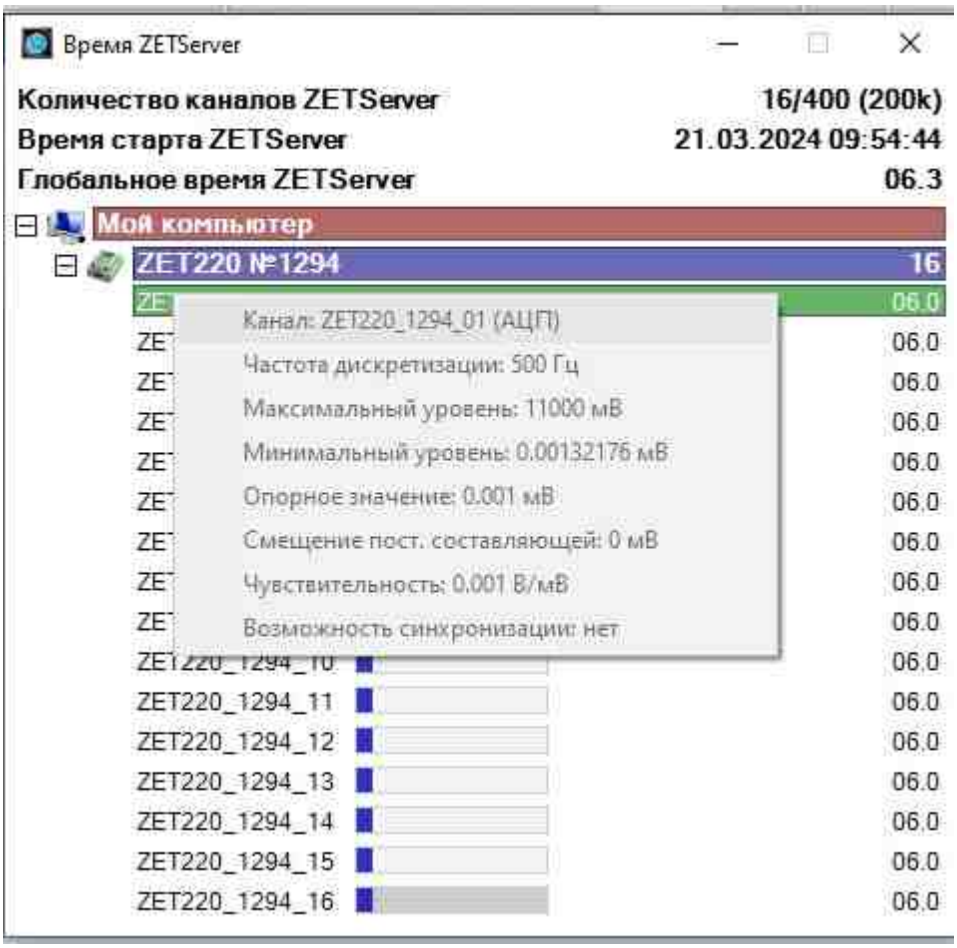
Время ZETServer .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Панель управления ZETLAB

Глобальное Время ZETServer



Программа предназначена для отображения времени с начала работы АЦП, анализатора спектра или измерительного прибора, подключенного к компьютеру.

В окне программы будет отображаться таблица, состоящая из двух колонок и строк. Количество строк определяется количеством включенных физических и порожденных виртуальными приборами каналов. Физические каналы включаются в программе Диспетчер устройств ZET. Виртуальные каналы порождаются такими виртуальными приборами как, например, Генератор сигналов, Фильтрация сигналов, Формула и т.д.

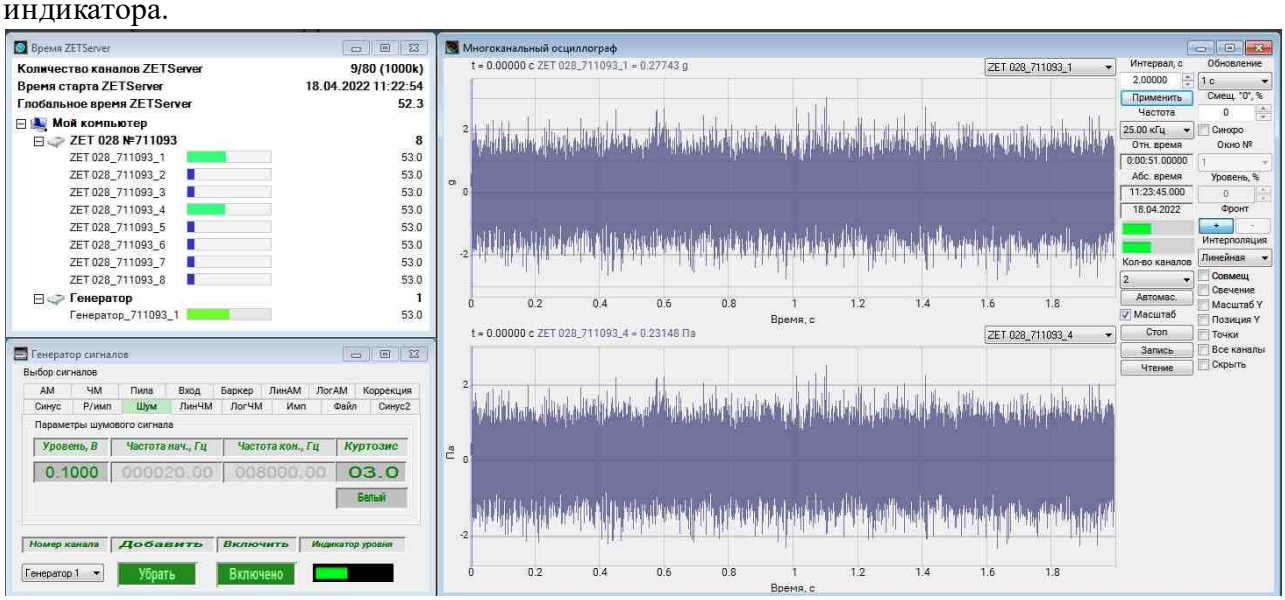
В строках левой колонки будут отображаться название каналов, в строках правой колонки время начала работы АЦП по каждому каналу в секундах. Время физических каналов одного устройства должно быть одинаковым. Время виртуальных каналов отображается с небольшим запаздыванием по отношению к времени физических каналов.

Цветовой индикатора уровня шума

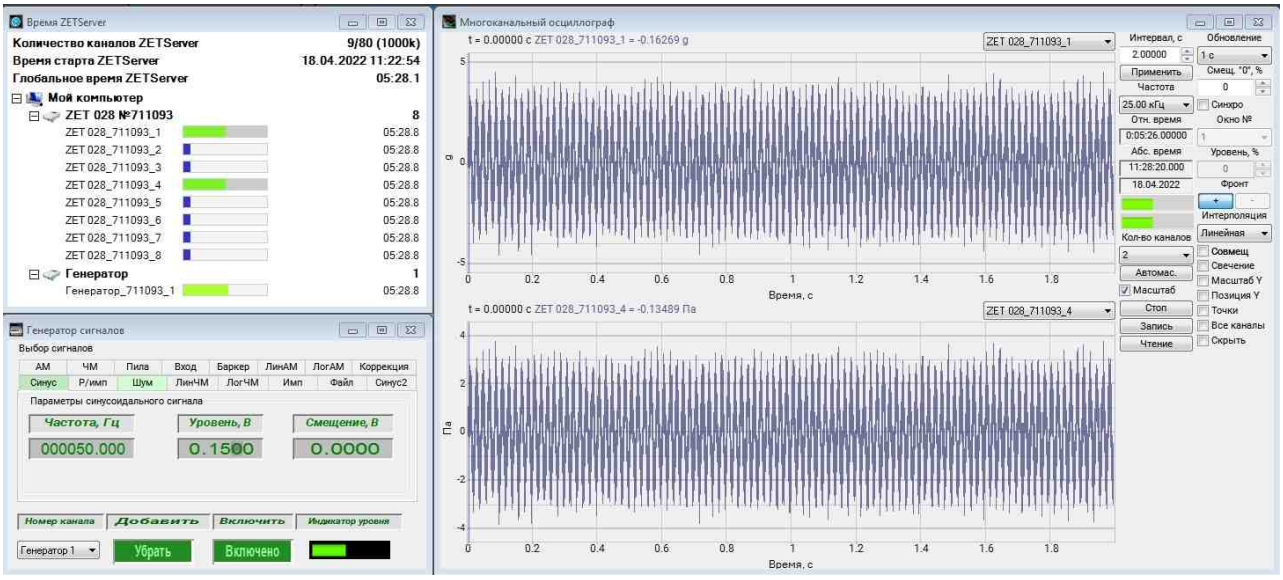
Цветовой индикатор уровня предназначен для наглядного отображения общей информации о данных, передаваемых по каналу.

Цветовой индикатор показывает отношение максимального по модулю значения сигнала за 0.1 секунды к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем цветовая индикация ближе к красному. Чем меньше сигнал в канале — оттенок цвета ближе к синему.

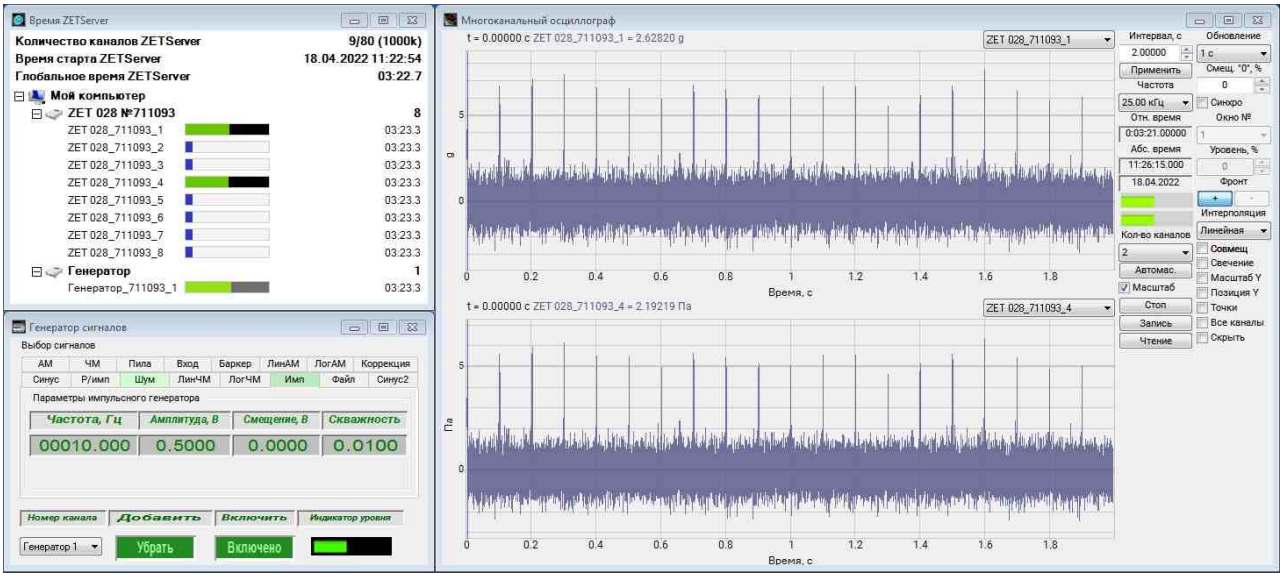
По фону индикатора можно судить о качестве сигнала. Чем больше сигнал по своим статистическим характеристикам походит на белый шум, тем светлее фон. Чем меньше сигнал по характеристикам походит на белый шум, тем фон темнее. В состоянии покоя сигнал исправного датчика должен показывать фоновый шум, который близок по характеристикам к белому. Наличие помех (импульсных, гармонических и прочих) или неисправность в датчике приводит к изменению характеристик сигнала и потемнению фона индикатора.



Белый фон индикатора



Серый фон индикатора



Черный фон индикатора

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Время ZETServer** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Время ZETServer входит в группу программ **Сервисные**

Интерфейс программы .....

Для запуска программы **Время ZETServer** необходимо в меню Сервисные (Рис. 1) панели ZETLab выбрать команду **Время ZETServer.** На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Время ZETServer** (*Рис. 2*).



Рис. 1

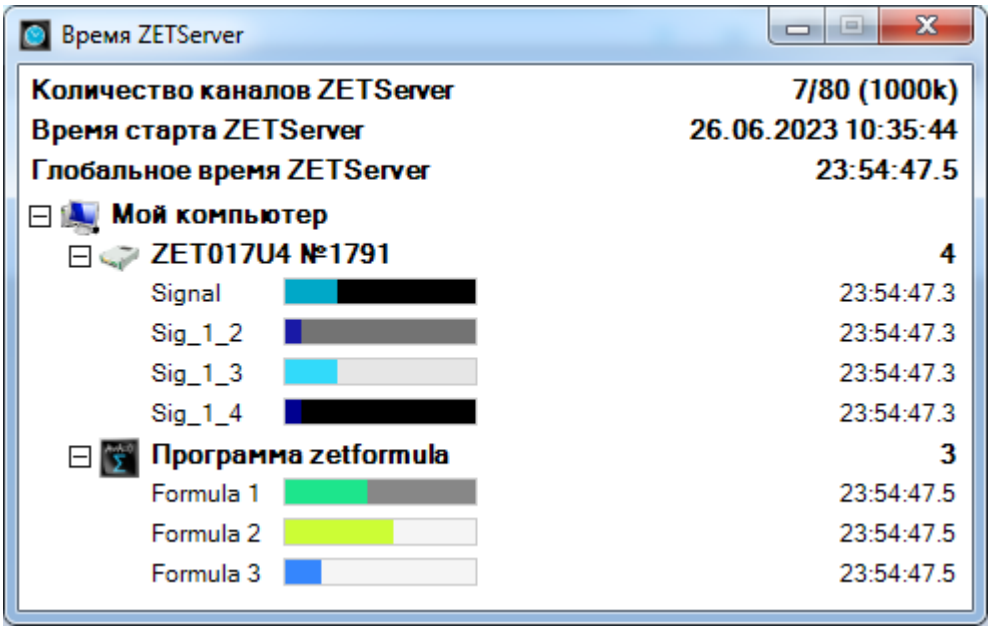


Рис. 2

В количестве каналов **Время ZETServer** добавлена информация о количестве допустимых каналов с выбранным устройством. В данном случае мы используем 4 канала и на каждый канал выделяется буфер данных из Сервера размером 1000 кБ.

Большинство окон программ ZETLAB использующих для обработки регистрируемые сигналы (по выбранному измерительному каналу) снабжено индикатором уровня сигнала (Рис. 3), который в графическом виде показывает интегральный уровень сигнала, регистрируемый в текущий момент.



Рис. 3 Вид индикатора интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки при перегрузках и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

Две трети поля индикатора уровня сигнала отведены для уровня, не превышающего максимально допустимый уровень. Цветной прямоугольник, заполняющий фоновую область индикатора, показывает своим цветом и размером отношение зарегистрированного сигнала (за период времени 0.1 секунды) к максимально возможному. Чем больше сигнал в канале, тем шире цветной прямоугольник и оттенок цвета ближе к красному. При превышении максимально допустимого уровня сигнала индикатор заполняется красным цветом. Когда перегрузка по измерительному каналу перестанет регистрироваться область индикатора, расположенная справа будет оставаться красной до тех пор, пока пользователь не выполнит сброс индикации перегрузки (зафиксированной на канале) путем активации зоны перегрузки левой кнопки манипулятора «мышь».

Индикаторы окна программы «Время ZETServer» оснащены также функцией изменения цвета фоновой области индикатора. Данная функция позволяет выполнить статистическую качества регистрируемого сигнала в измерительном канале. Чем больше сигнал по своим статистическим характеристикам походит на белый шум, тем светлее область фона. Чем меньше сигнал по характеристикам походит на белый шум, тем фон темнее. В состоянии покоя сигнал исправного датчика должен показывать фоновый шум, который близок по характеристикам к белому. Наличие помех (импульсных, гармонических и прочих) или неисправность в датчике приводит к изменению характеристик сигнала и потемнению области фона индикатора.

В окне программы будет отображаться таблица, состоящая из трех колонок и строк. Количество строк определяется количеством включенных физических и порожденных виртуальных каналов. Физические каналы включаются в программе Диспетчер устройств ZET. Виртуальные каналы порождаются такими программами как, например, Генератор сигналов, Фильтрация сигналов, Формула и т.д.

В строках левой колонки будут отображаться название каналов, в строках правой колонки время старта АЦП по каждому каналу, между ними отображается текущий уровень по каналу. Время физических каналов одного устройства должно быть одинаковым. Время

виртуальных каналов отображается с небольшим запаздыванием по отношению к времени физических каналов.

При нажатии на выбранный канал и нажатии правой кнопки мыши можно посмотреть настройки канала (*Рис. 4*). А при нажатии левой кнопкой мыши на приборе можно остановить время, идущее по каналам и уровень.

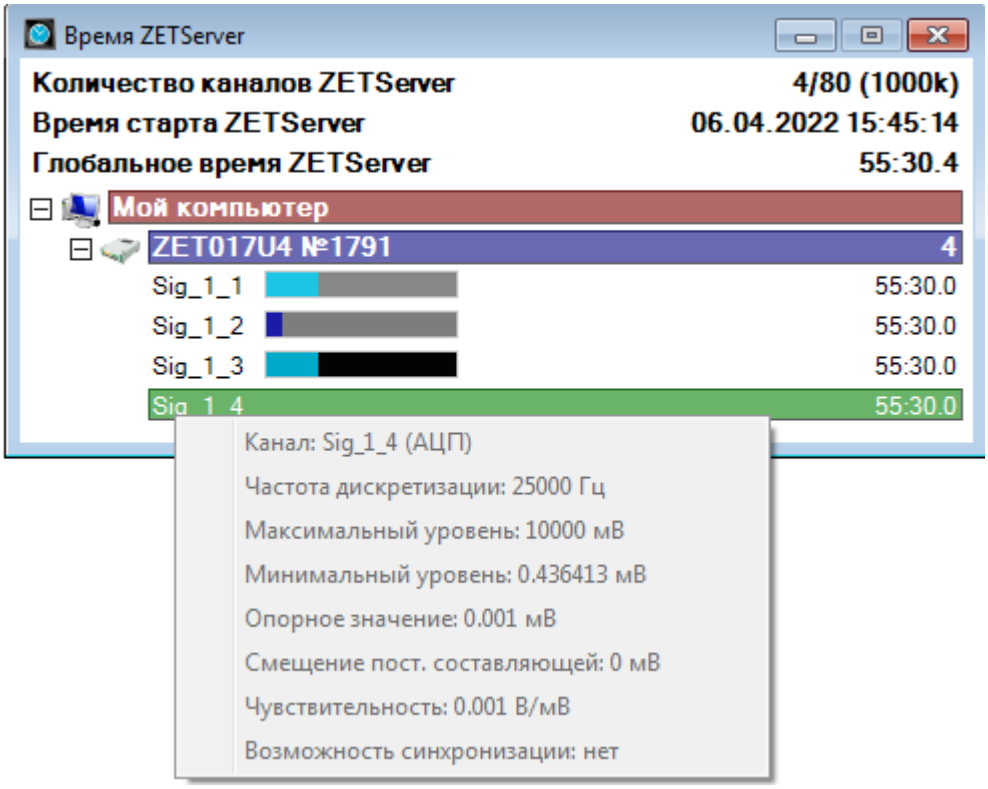


Рис. 4

Выход из программы осуществляется нажатием кнопки  , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

Контроль синхронизации .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Панель управления ZETLAB

В программе «Контроль синхронизации» отображается подробная информация о событиях в таблице (Рис. 1):

- Каналы
- Время (ZETServer)
- Время (Watermark)
- качество данных;
- качество питания;
- качество синхронизации;

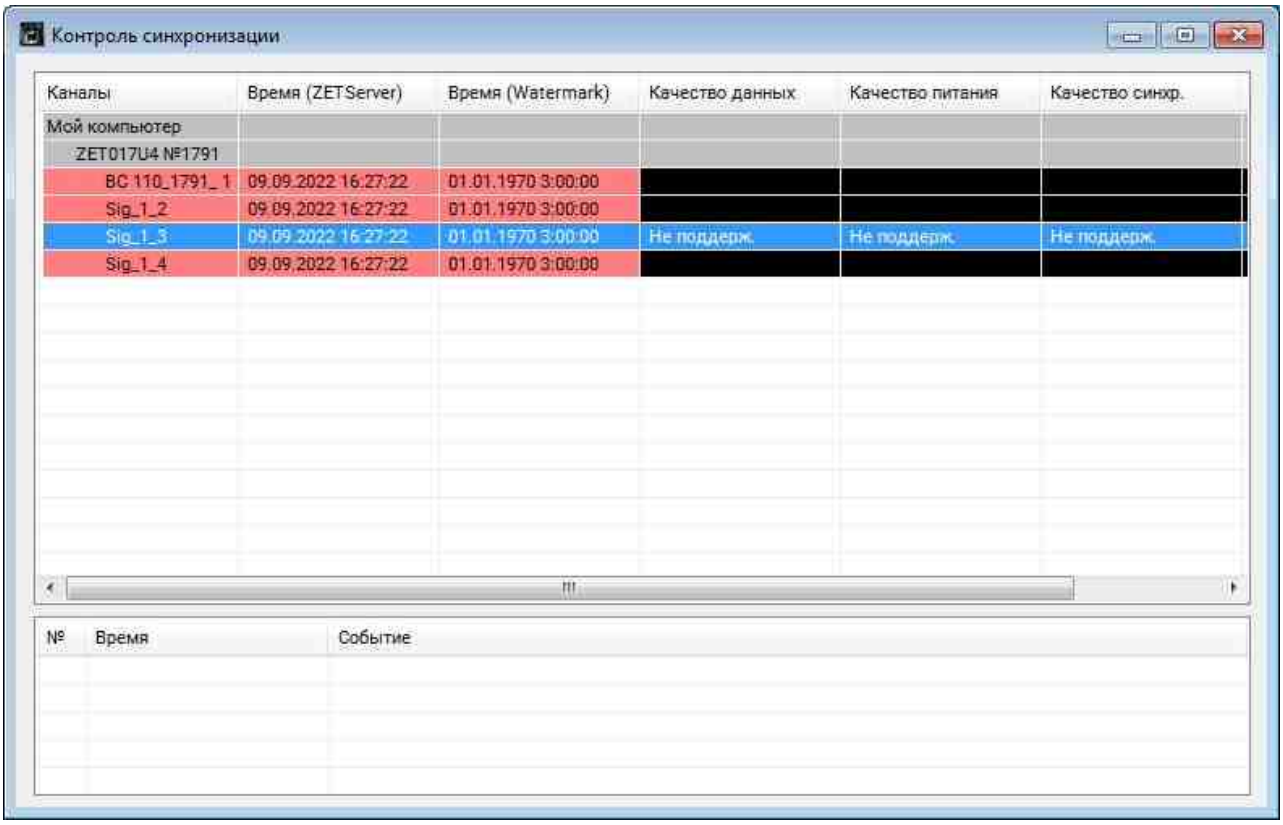


Рис. 1 Контроль синхронизации

Журнал событий содержит следующую основную информацию:

- Дата и время события превышения заданных параметров.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Контроль синхронизации** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Контроль синхронизации входит в группу программ **Сервисные**

Описание программы .....

Для запуска программы **Контроль синхронизации** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Контроль синхронизации**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Контроль синхронизации** (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: SynchronizationControl.exe.

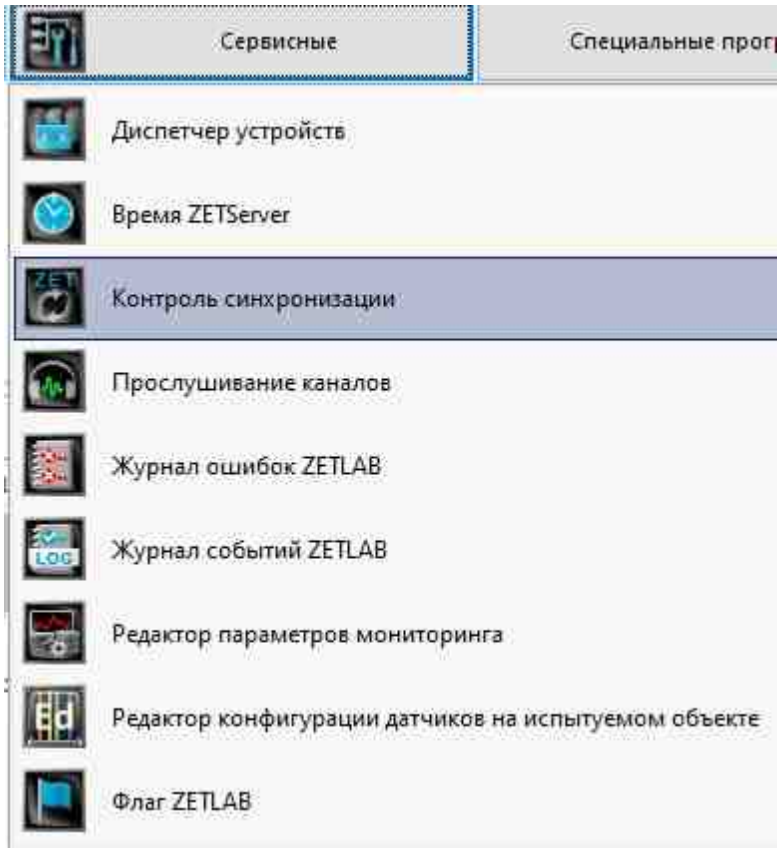


Рис. 1 Программа "Контроль синхронизации" из меню "Сервисные"

В программе «Контроль синхронизации» отображается подробная информация о событиях (*Рис. 2*).

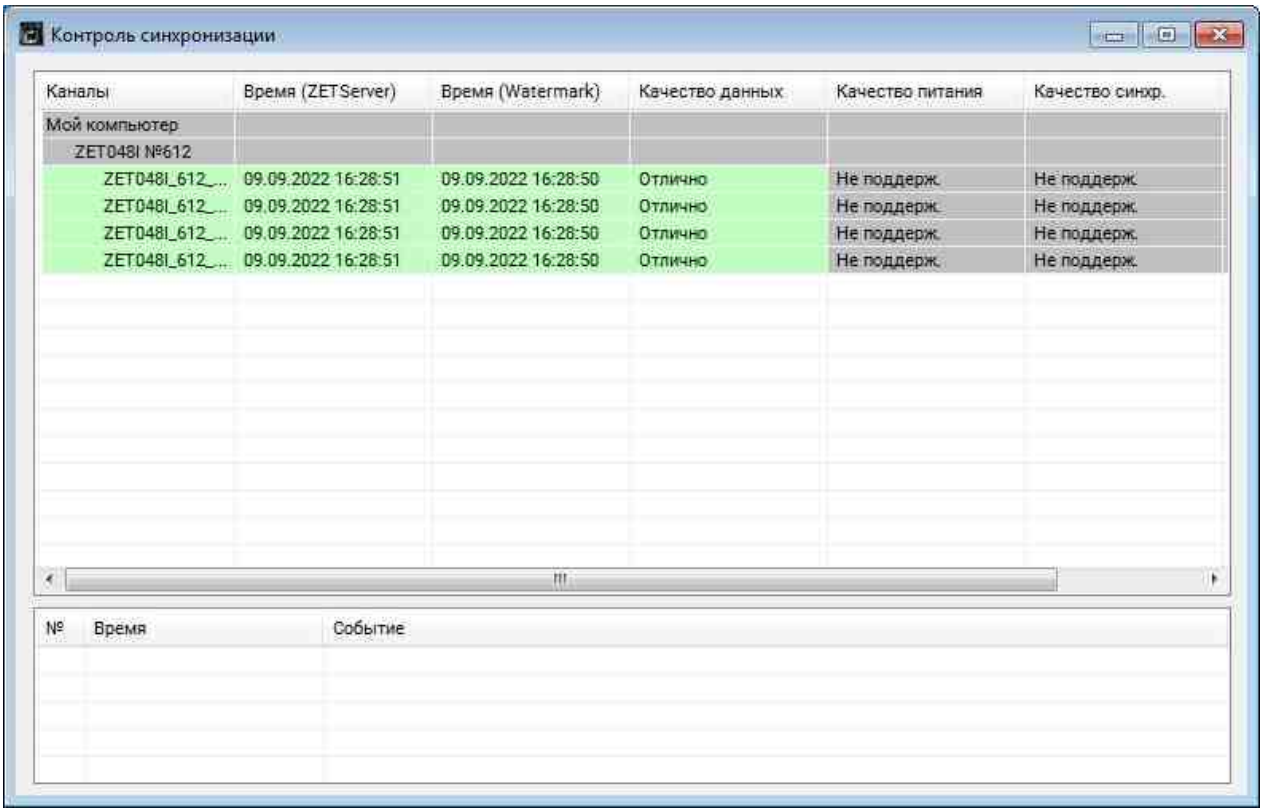


Рис. 2 Журнал событий

Журнал событий содержит следующую основную информацию:

1. Дата и время события.

Прослушивание каналов .....

Прослушивание каналов возможно только через звуковую карту.

Программа предназначена для прослушивания сигналов, поступающих на входные каналы **модулей АЦП** и **анализаторов спектра**.
Непосредственно при работе с объектами измерений в реальных условиях или при **воспроизведении сигналов** из записанных файлов пользователь может прослушать данные, поступающие на каналы **модулей АЦП** и **анализаторов спектра** через звуковую карту персонального компьютера, что может быть очень полезно при анализе сигналов в акустическом диапазоне, т.к. спектральный анализ не всегда может дать адекватную информацию об анализируемых величинах. Например, искажение, связанное с кратковременной помехой, будет хорошо различимо на слух, в то время как 1/3-октавный анализ не внесет видимых изменений в спектр сигнала. Это связано с тем, что человеческое ухо, в отличие от анализирующей аппаратуры, может гораздо более чётко идентифицировать паразитные источники звука.

Для последующего анализа акустической информации в режиме аналогового магнитофона можно прослушивать записанные временные реализации сигналов.

О программе .....

Назначение программы

Программа предназначена для прослушивания сигналов, поступающих на входные каналы, а также для прослушивания сигналов виртуальных каналов и генерируемых сигналов внутренним генератором.

Прослушивание сигналов, поступающих на входные каналы модулей АЦП, через звуковую карту персонального компьютера может быть очень полезно при анализе сигналов в акустическом диапазоне, так как спектральный анализ не всегда может дать адекватную информацию об анализируемых величинах. Например, искажение, связанное с кратковременной помехой, будет хорошо различимо на слух, в то время как узкополосный анализ не отобразит значительных изменений в спектре сигнала. Это связано с тем, что человеческое ухо, в отличие от анализирующей аппаратуры, может гораздо более четко идентифицировать паразитные источники звука.

Для последующего анализа акустической информации в режиме аналогового магнитофона можно прослушивать записанные временные реализации сигналов.

Поддерживаемое оборудование .....

Входными данными программы **Прослушивание каналов** являются цифровые данные канала сервера **ZETLAB**.

Программа **Прослушивание каналов** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;

- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Прослушивание каналов входит в группу программ **Сервисные**

Описание программы .....

Для запуска программы **Прослушивание каналов** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Прослушивание каналов**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Прослушивание каналов** (*Рис. 2*). В заголовке окна программы будет отображаться название программы и название выбранного для прослушивания канала.

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: Listener.exe.

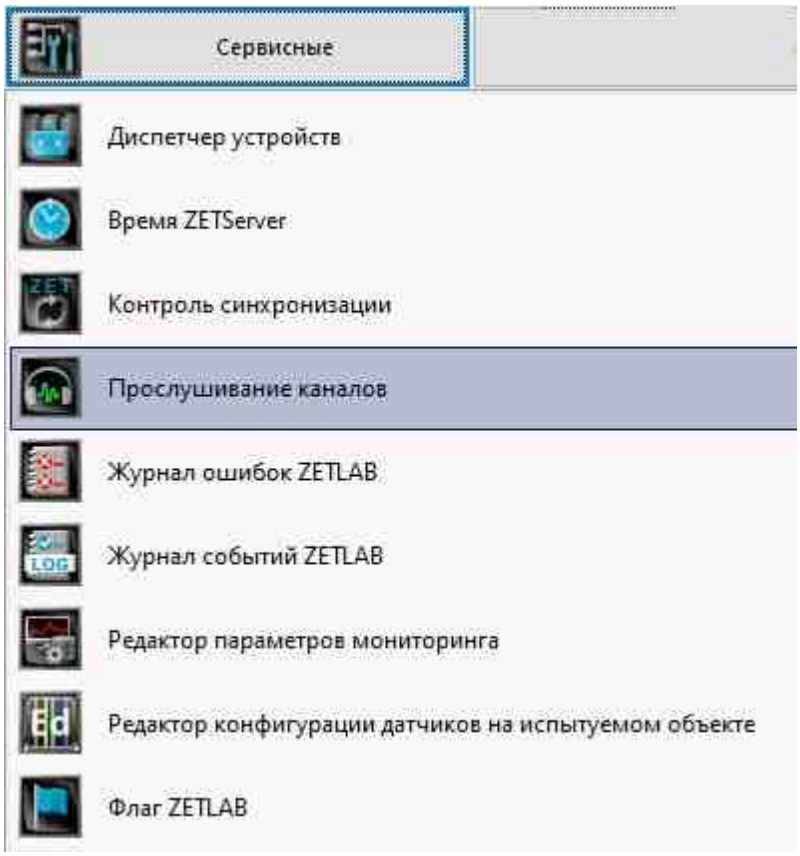


Рис. 1 Программа "Прослушивание каналов" из меню "Сервисные"

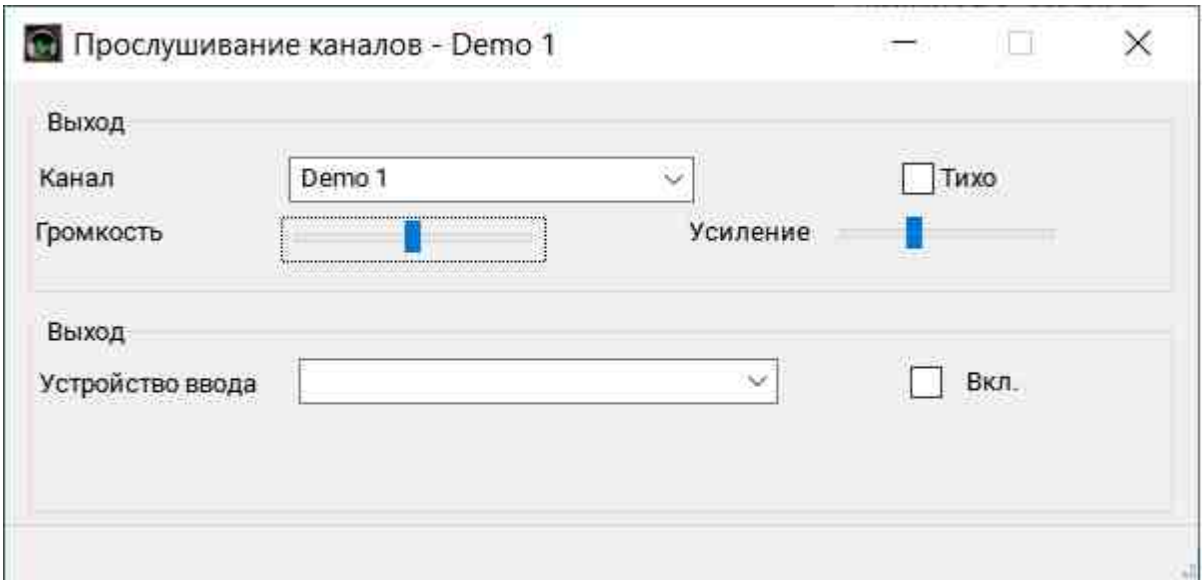


Рис. 2 Интерфейс программы

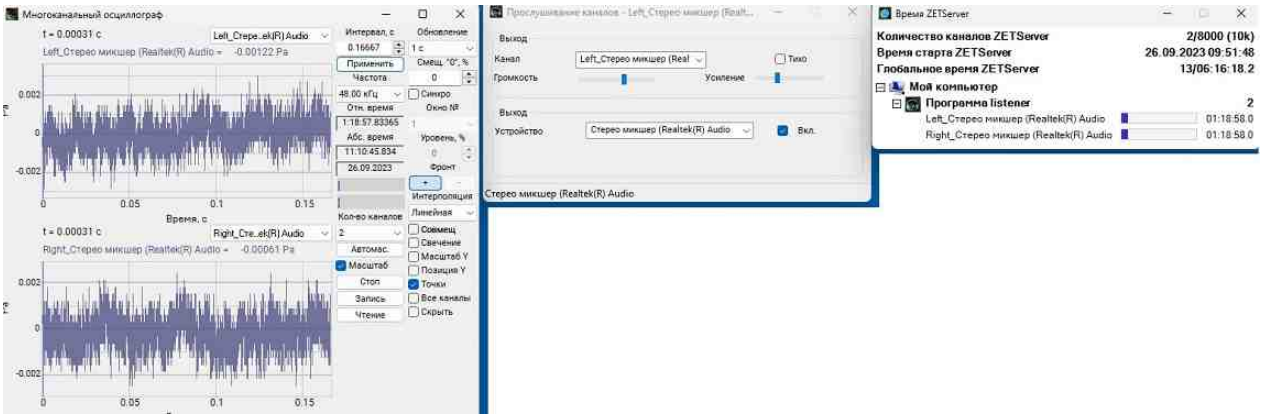


Рис. 3 Пример работы программы с подключенным новым устройством Стерео микшер (Realtek(R) Audio).

В поле списка (со стрелкой)  , расположенном по центру программы вверху, выбирается канал для прослушивания, у которого можно изменять Громкость и Усиление или устанавливать через Флаг Тихо Тишину.

Справа от надписи Громкость: располагается регулятор громкости  . Регулировка происходит при помощи бегунка. Для регулировки необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на бегунок, и, не отжимая кнопку, переместить бегунок в нужном направлении. При перемещении влево – громкость уменьшается, вправо – увеличивается. При регулировании с начала до середины регулятора громкости происходит регулировка громкости звука, дальше - цифровое усиление сигнала, при котором возможны искажения.

Справа от надписи Усиление: располагается регулятор усиления  . Регулировка происходит при помощи бегунка. Для регулировки необходимо нажать левой кнопкой «мыши» на бегунок, и, не отжимая кнопку, переместить бегунок в нужном направлении. При перемещении влево – усиление уменьшается, вправо – увеличивается.

На выход выбранного устройства:
Флажок Выкл. - включает/выключает прослушивание выбранного канала.

Для выхода с устройства:
Флажок Выкл. - включает/выключает передачу сообщения по выбранному устройству.

В поле списка (со стрелкой)  , расположенном по центру программы внизу, выбирается устройство для подключения виртуальных каналов, которые можно использовать при работе программ ZETLAB.

В устройстве вывода можно выбрать любое подключенное устройство или каналы и работать со звуком. При нажатии кнопки включить можно увидеть сообщение в информационной строке.

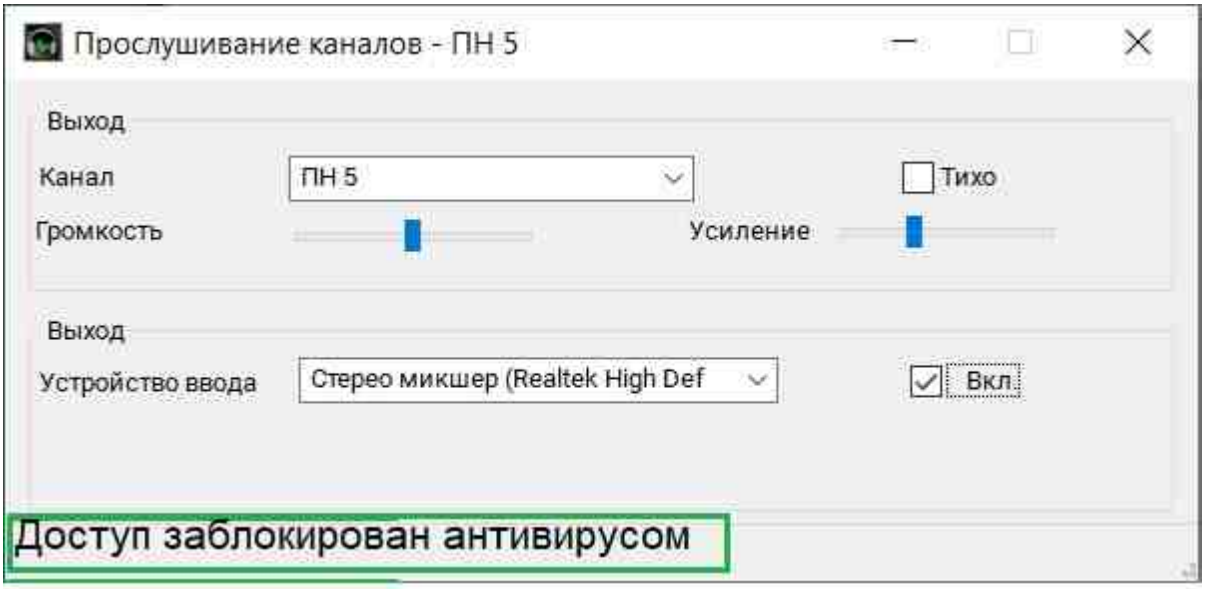


Рис. 4 При нажатии кнопки включить можно увидеть сообщение в информационной строке

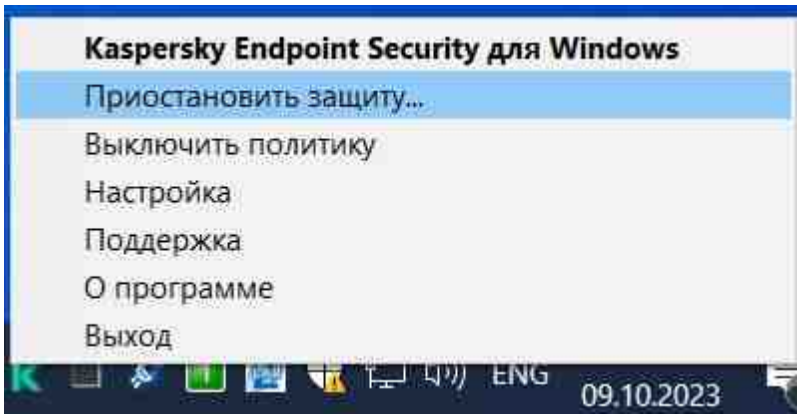


Рис. 5 При нажатии на меню Windows программы Касперский можно приостановить защиту на время работы.

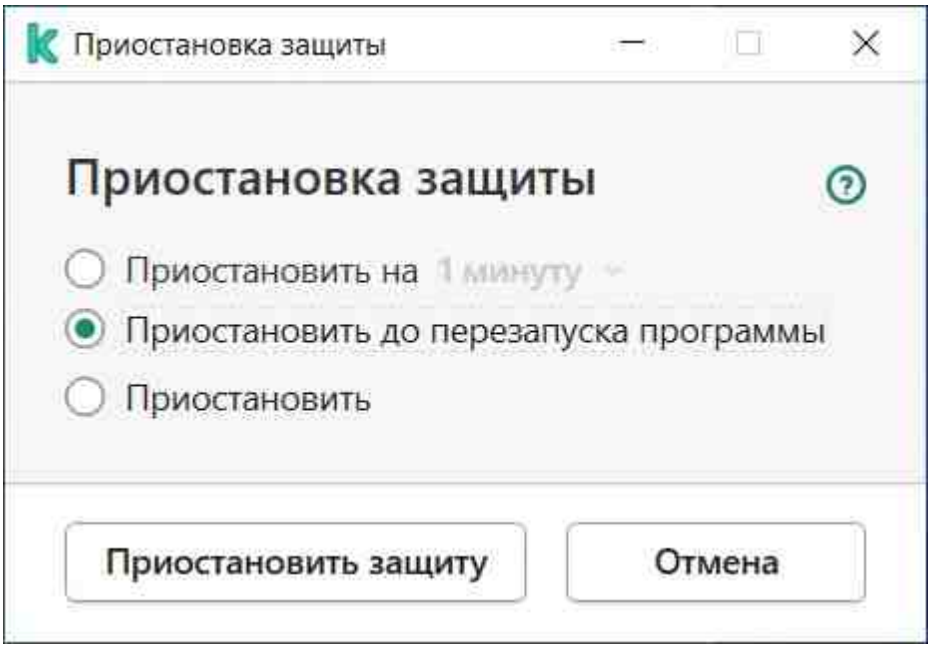


Рис. 6 При нажатии на меню Windows программы Касперский можно приостановить защиту до перезапуска программы.

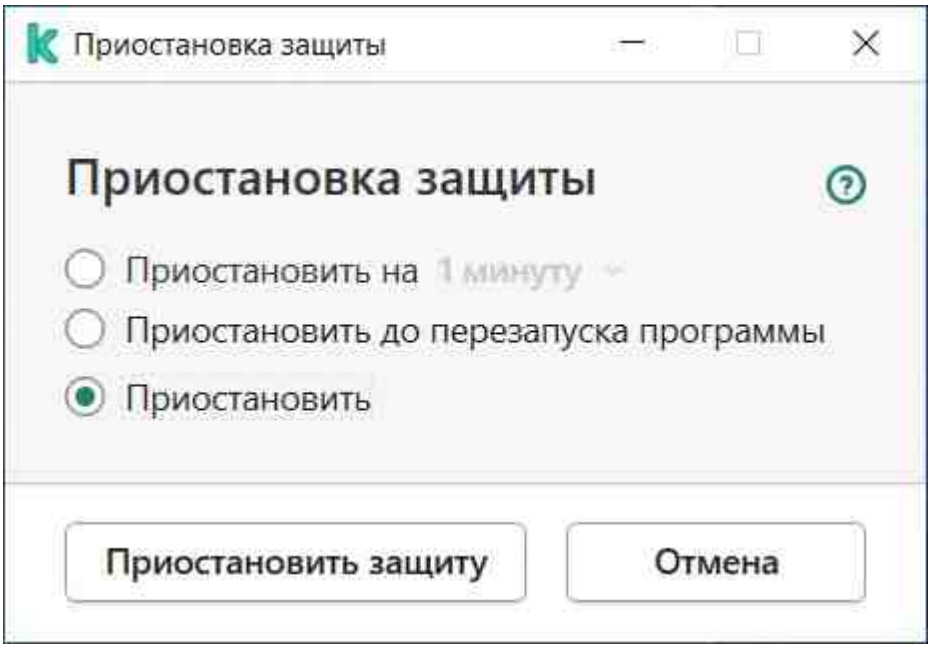


Рис. 7 При нажатии на меню Windows программы Касперский можно приостановить защиту.

Пользователь по своему усмотрению может сделать выбор приостановить защиту до перезапуска программы или просто приостановить.

Для выхода из программы необходимо нажать крестик, расположенный в правом верхнем углу окна.

Работа с неизвестными программами, защита Касперского. .....

Как изменить настройки защиты аудиосигнала

Работа с неизвестными программами > Как изменить настройки защиты аудиосигнала

Как изменить настройки защиты аудиосигнала

Чтобы изменить настройки защиты аудиосигнала, выполните следующие действия:

1. Откройте главное окно программы.
2. Нажмите на кнопку **Больше функций**, расположенную в нижней части главного окна.

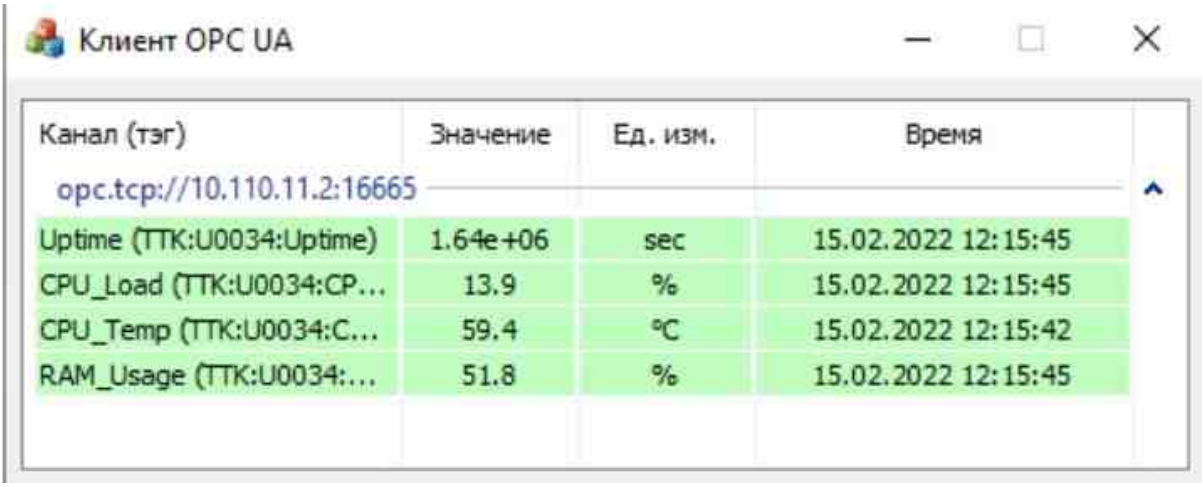
Откроется окно **Инструменты**.

3. Перейдите в раздел **Управление программами**.
4. По ссылке **Контроль программ** откройте окно **Контроль программ**.
5. По ссылке **Управление программами** откройте окно **Управление программами**.

6. Выберите программу в списке, которой вы хотите разрешить доступ к устройствам записи звука, и откройте окно **Правила программы** двойным щелчком мыши.
7. В окне **Правила программы** перейдите на закладку **Права**.
8. В списке категорий прав выберите пункт **Изменение операционной системы → Подозрительные изменения в операционной системе → Доступ к устройствам записи звука**.
9. В графе **Действие** нажмите на значок и выберите один из пунктов меню:
   - Чтобы разрешить программе получение аудиосигнала, выберите пункт **Разрешить**.
   - Чтобы запретить программе доступ к аудиосигналу, выберите пункт **Запретить**.
10. Если вы хотите получать уведомления о том, что программе был запрещен или разрешен доступ к аудиосигналу, в графе **Действие** нажмите на значок и выберите пункт **Записывать в отчет**.
11. Нажмите на кнопку **Сохранить**.

Клиент данных OPC UA .....

В программном обеспечении ZETLAB появилась новая возможность, а именно подключаться к OPC UA серверам данных, подписываться на их теги и получать данные в виде каналов в системе ZETLAB.



Журнал ошибок ZETLab .....

Программа **Журнал ошибок ZETLAB** предназначена для составления и отправки разработчику (ООО «ЭТМС») программного обеспечения ZETLAB отчёта об ошибках анализатора спектра, тензометрической станции, модуля АЦП ЦАП и другого измерительного оборудования.

При возникновении ошибок (зависание, вылетание, некорректной работе программ) при использовании программного обеспечения ZETLAB, поставляемого с платами АЦП-ЦАП, анализаторами спектра, тензостанциями и т.д, создается файл отчёта об ошибках. Этот файл отчёта при помощи программы **Журнал ошибок ZETLAB** будет отправлен (при наличии подключения к интернету) разработчику программного обеспечения. После получения файла отчёта об ошибках специалисты ООО «ЭТМС» предпримут все меры к устранению неполадок, вызывающих сбои в программном обеспечении ZETLAB и работе драйверов.

Программы ZETLAB имеют возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программы выдают не в виде диалоговых окон, а записывают их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки «Сервисные» панели управления ZETLAB.

В системный журнал программы записывают не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программ, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программ ошибок.

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Журнал ошибок** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Журнал ошибок входит в группу программ **Сервисные**

Описание программы .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Панель управления ZETLAB

Для запуска программы **Журнал ошибок ZETLab** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Журнал ошибок ZETLab**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Журнал ошибок ZETLab** (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZETMessenger.exe.

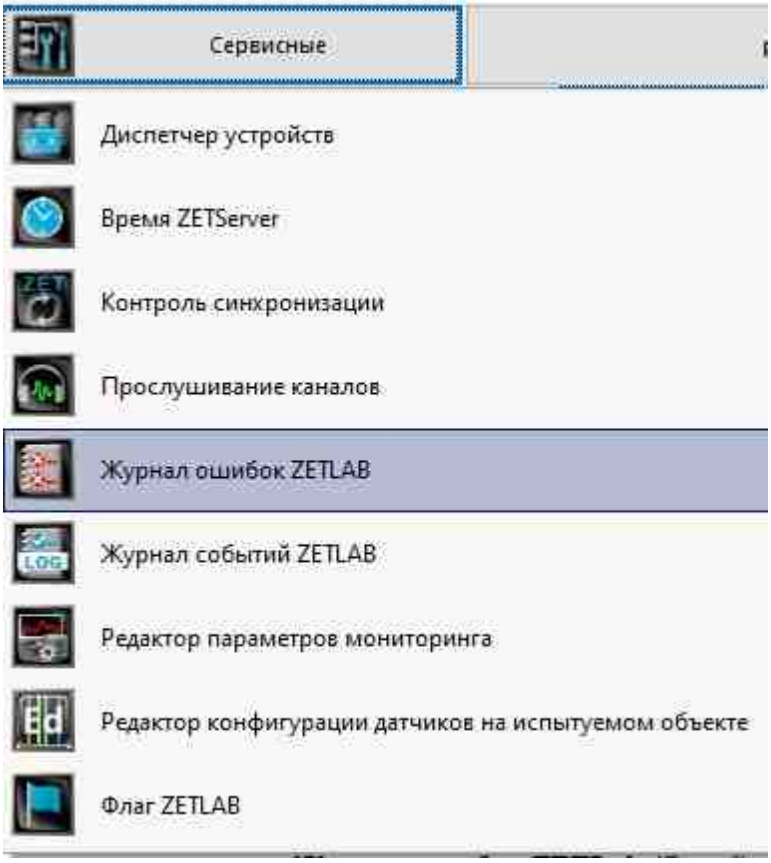


Рис. 1 Программа "Журнал ошибок ZETLab" из меню "Сервисные"

Кнопка  служит для исполнения выбранного действия в рамке **Ваши действия**. После нажатия кнопки выбранный действия будут выполнены, а программа **Журнал ошибок ZETLab** будет закрыта.

Кнопка **Отправить сообщение в ZETLAB** с содержимым файла отчёта будет переслано разработчику программного обеспечения ***ZETLab*** ООО «Электронные технологии и метрологические системы». (*Рис. 2*).

В Журнале ошибок ZETLab при отправке отчёта заполнить личные данные и описать неполадки будет открыта используемая почтовая программа с уже заполненными полями отправителя и получателя. В содержимом письма пользователь должен будет описать неполадки и отправить электронное письмо (*Рис. 3*).

Кнопка **Отправить сообщение в ZETLAB** сообщение с содержимым файла отчёта будет переслано разработчику и будет открыта используемая почтовая программа с уже заполненными полями отправителя и получателя со следующим содержимым письма –

«Добрый день. Этим письмом я подтверждаю отправку отчёта об ошибках. С уважением, Пользователь.» (*Рис. 3*).

Кнопка  служит для просмотра содержимого файла отчета. При нажатии на кнопку откроется просмотровщик с содержимым файла отчета.

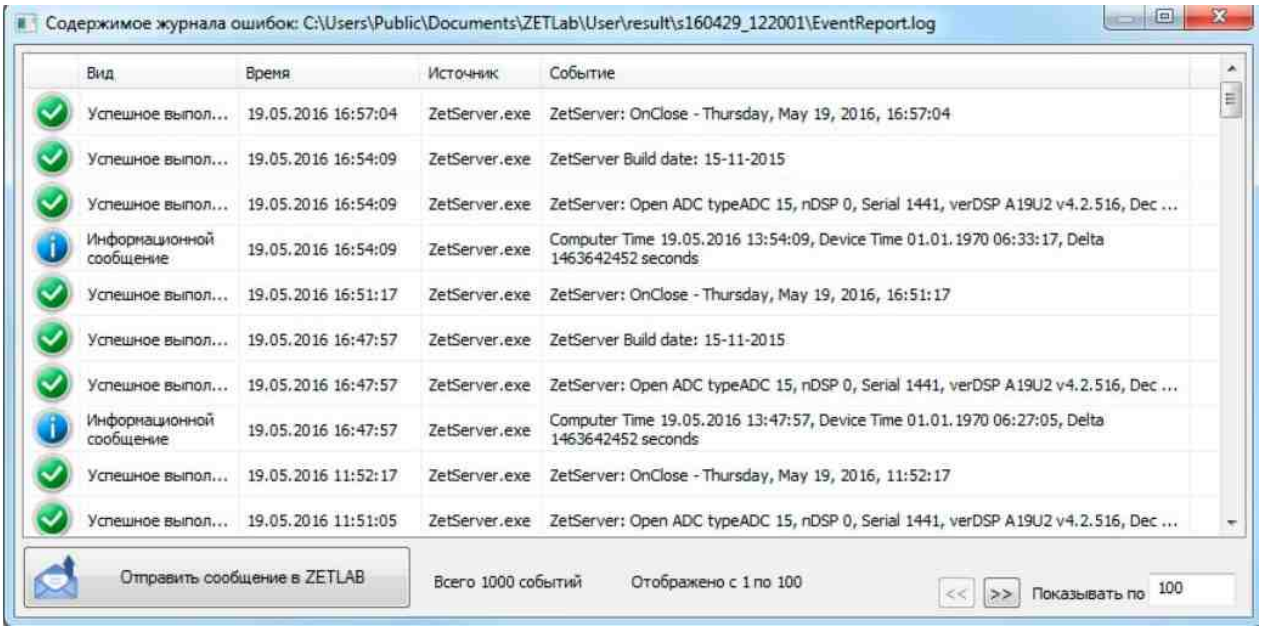


Рис. 2 Интерфейс программы

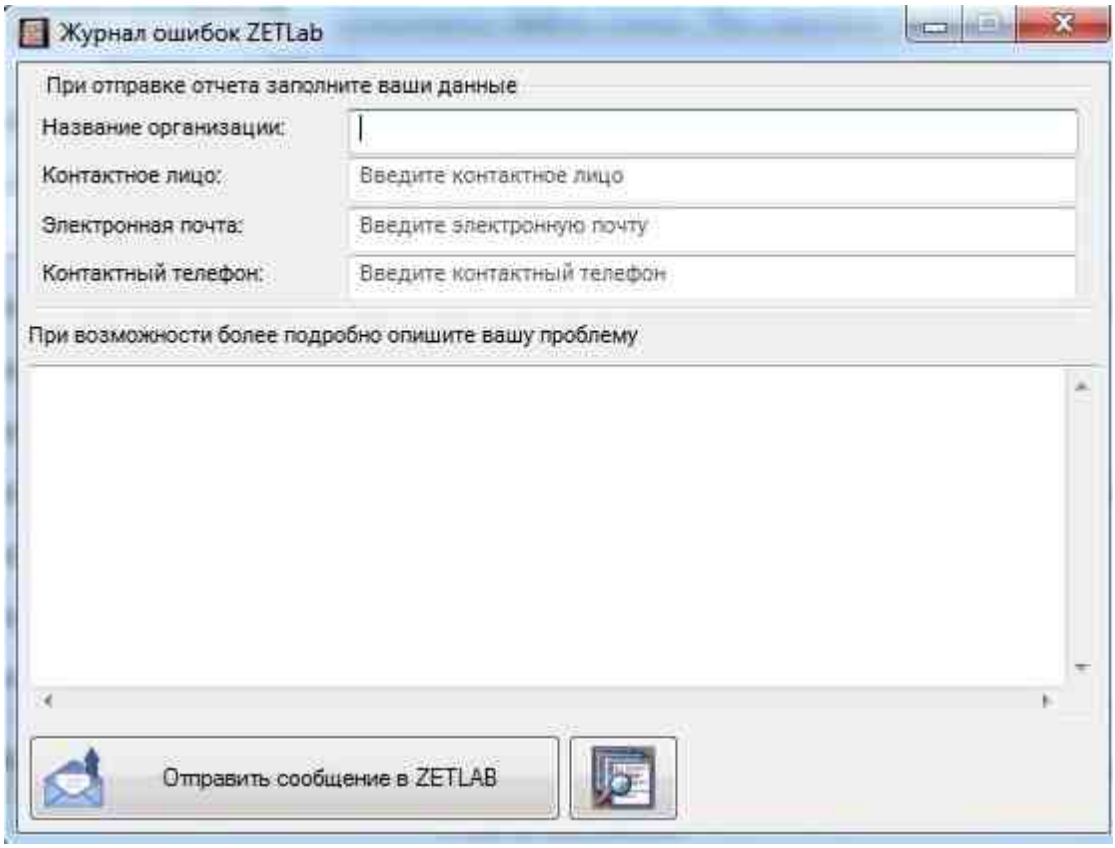


Рис. 3 Интерфейс Журнала ошибок ZETLab при отправке отчета

Выход из программы **Журнал ошибок ZETLab** без отправки отчёта и сообщения осуществляется нажатием кнопки Отмена или кнопки  , расположенной в правом верхнем углу окна программы.

Журнал событий ZETLab .....

В программе «Журнал событий» отображается подробная информация о случаях превышения параметрами установленных порогов (*Рис. 1*).

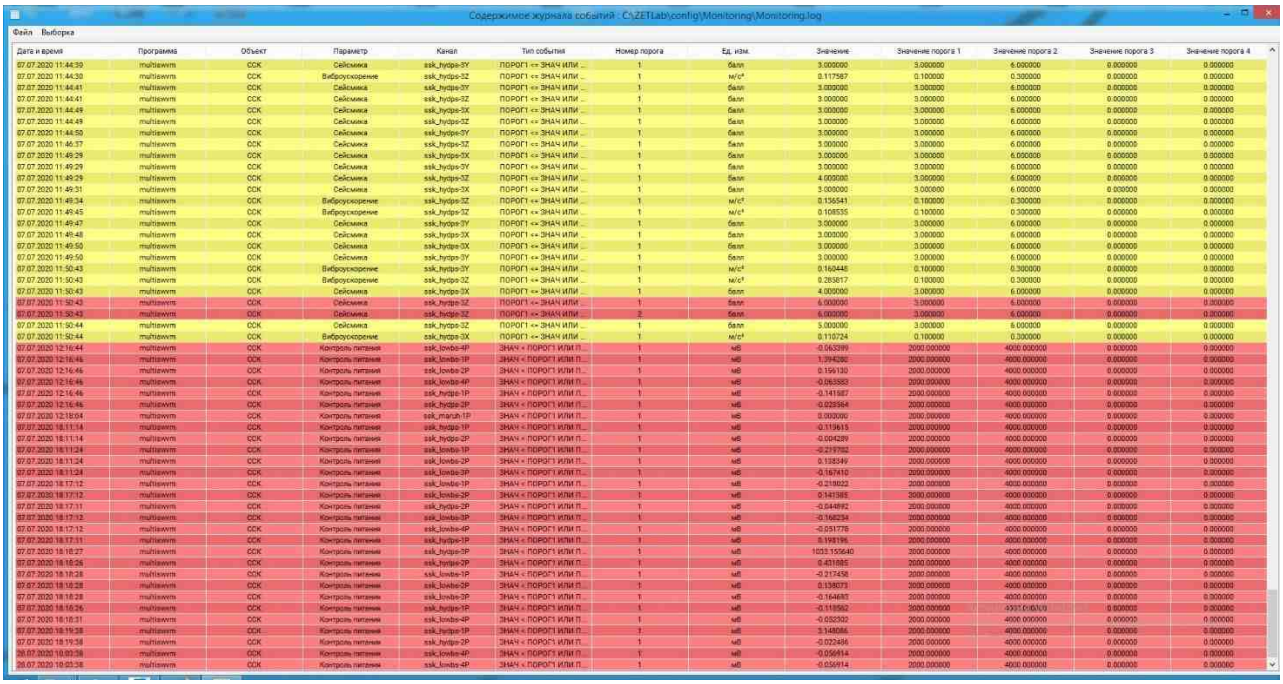


Рис. 1 Журнал событий

Журнал событий содержит следующую основную информацию:

1. Дата и время события превышения порога.
2. Параметр, по которому было зарегистрировано превышение порога.
3. Измеренное значение параметра.

При необходимости просмотра зарегистрированных сигналов на графике следует воспользоваться программой «Просмотр трендов».

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Журнал событий ZETLab** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;

- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Журнал событий ZETLab входит в группу программ **Сервисные**

Описание программы .....

Для запуска программы **Журнал событий ZETLab** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Журнал событий ZETLab**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Журнал событий ZETLab** (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ZetEventJournal.exe.

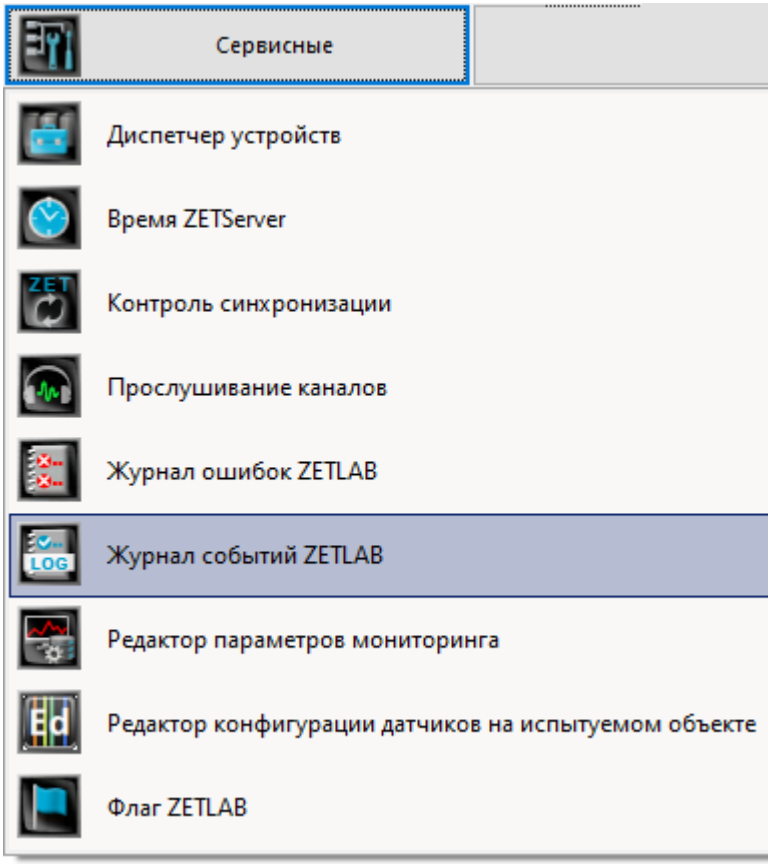


Рис. 1 Программа "Журнал событий ZETLab" из меню "Сервисные"

В программе «Журнал событий» отображается подробная информация о случаях превышения параметрами установленных порогов (Рис. 2).

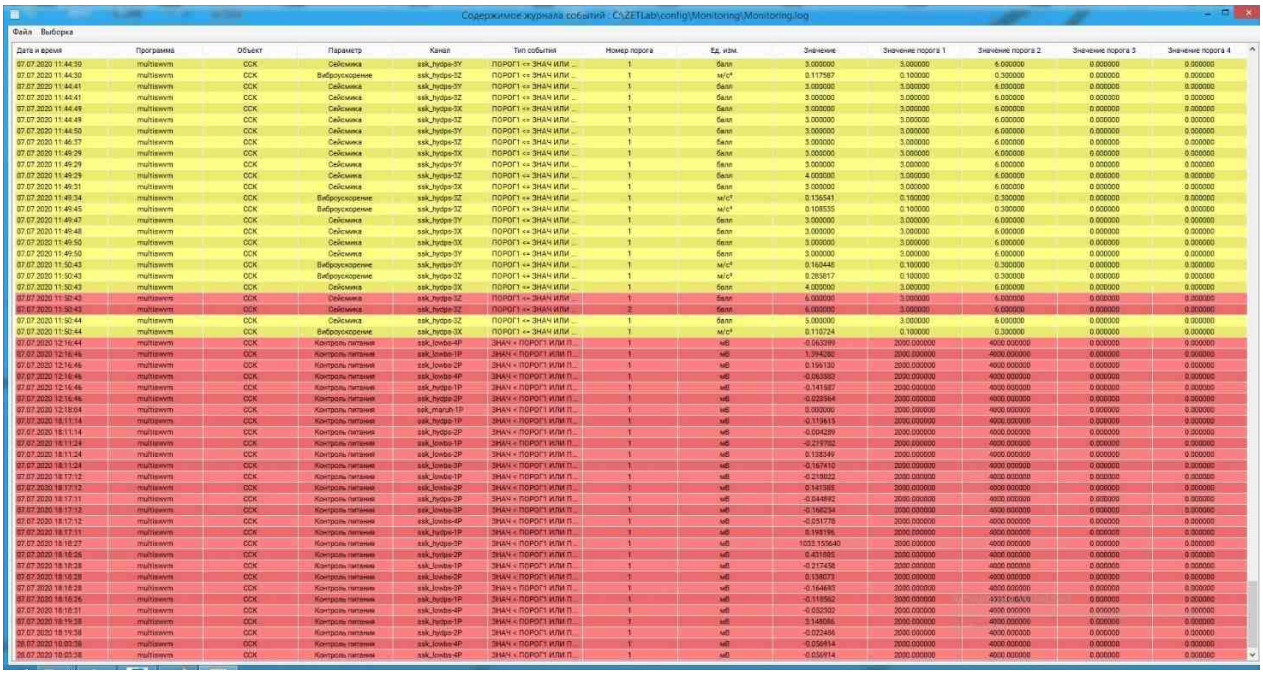


Рис. 2 Журнал событий

Журнал событий содержит следующую основную информацию:

1. Дата и время события превышения порога.
2. Параметр, по которому было зарегистрировано превышение порога.
3. Измеренное значение параметра.

При необходимости просмотра зарегистрированных сигналов на графике следует воспользоваться программой «Просмотр трендов».

Редактор параметров мониторинга .....

Мониторинг объектов в программном обеспечение ZETLAB предназначен для сбора и обработки первичной информации от датчиков, установленных на объекте, с целью непрерывного расчёта и хранения параметров объекта, которые позволяют (*Рис. 1*):

- делать выводы о работоспособности объекта;
- генерировать события как при переходе объекта в иное функциональное состояние (события типа «Опасность»), так и при возникновении ситуации, предшествующие такому переходу состояния (события типа «Предупреждение»).

Примечание: В «Редактор параметров мониторинга» необходимо настроить набор каналов только по одному на каждую единицу измерения, если будут настроены две, как указано на (*Рис. 1*), то в программе применяться будет только один верхний набор.

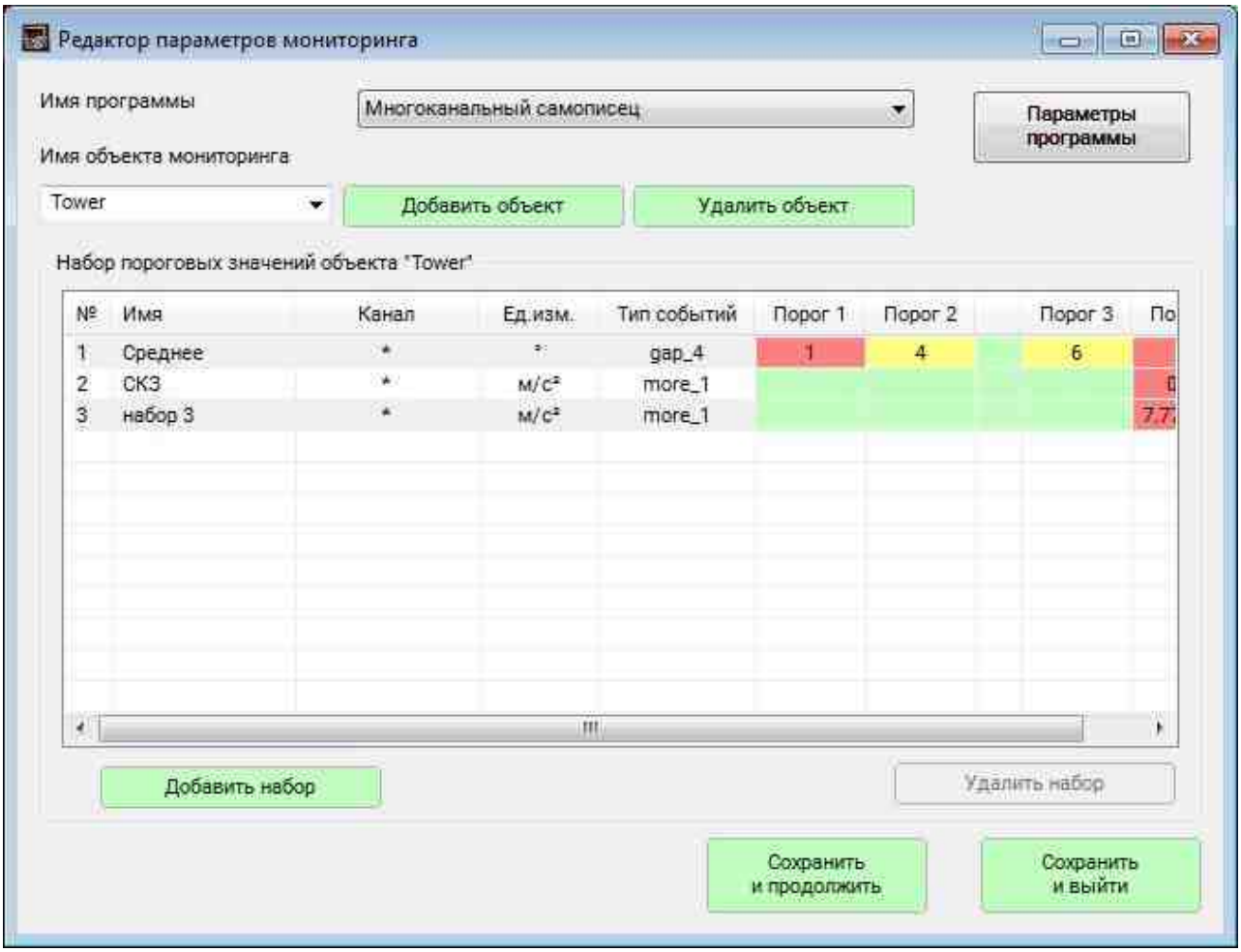


Рис. 1 Пользовательский интерфейс программы

Программа *Редактор параметров мониторинга* предоставляет пользователю возможность настройки необходимых пороговых значений в таких программах как:

- Многоканальный самописец;

- Групповой многоканальный самописец;
- Взаимный корреляционный анализ;
- Узкополосный спектр.

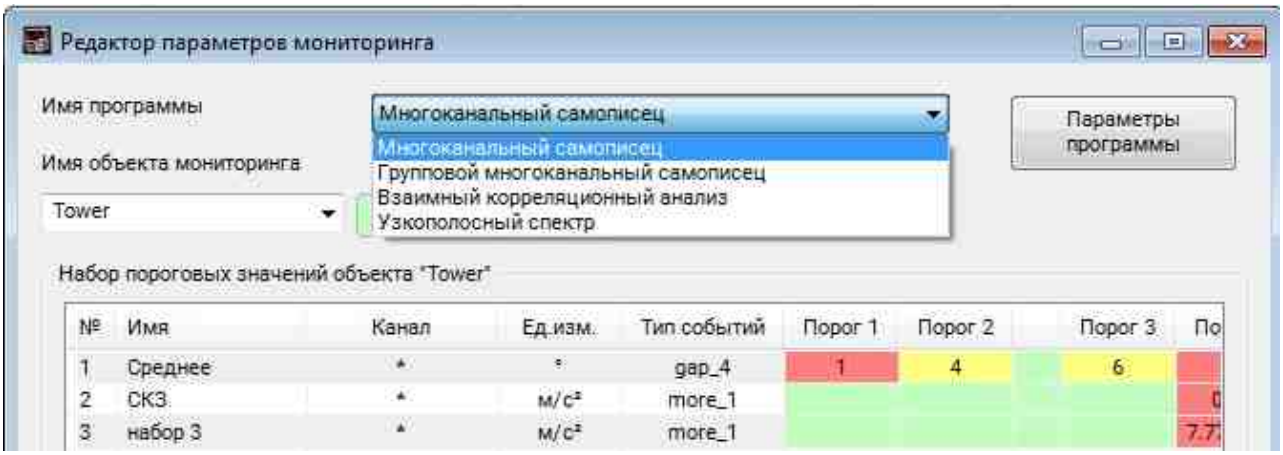


Рис. 2 Перечень названий программ

При запуске кнопка "Параметры программы" запускается дополнительное окно с настройками параметров программы.

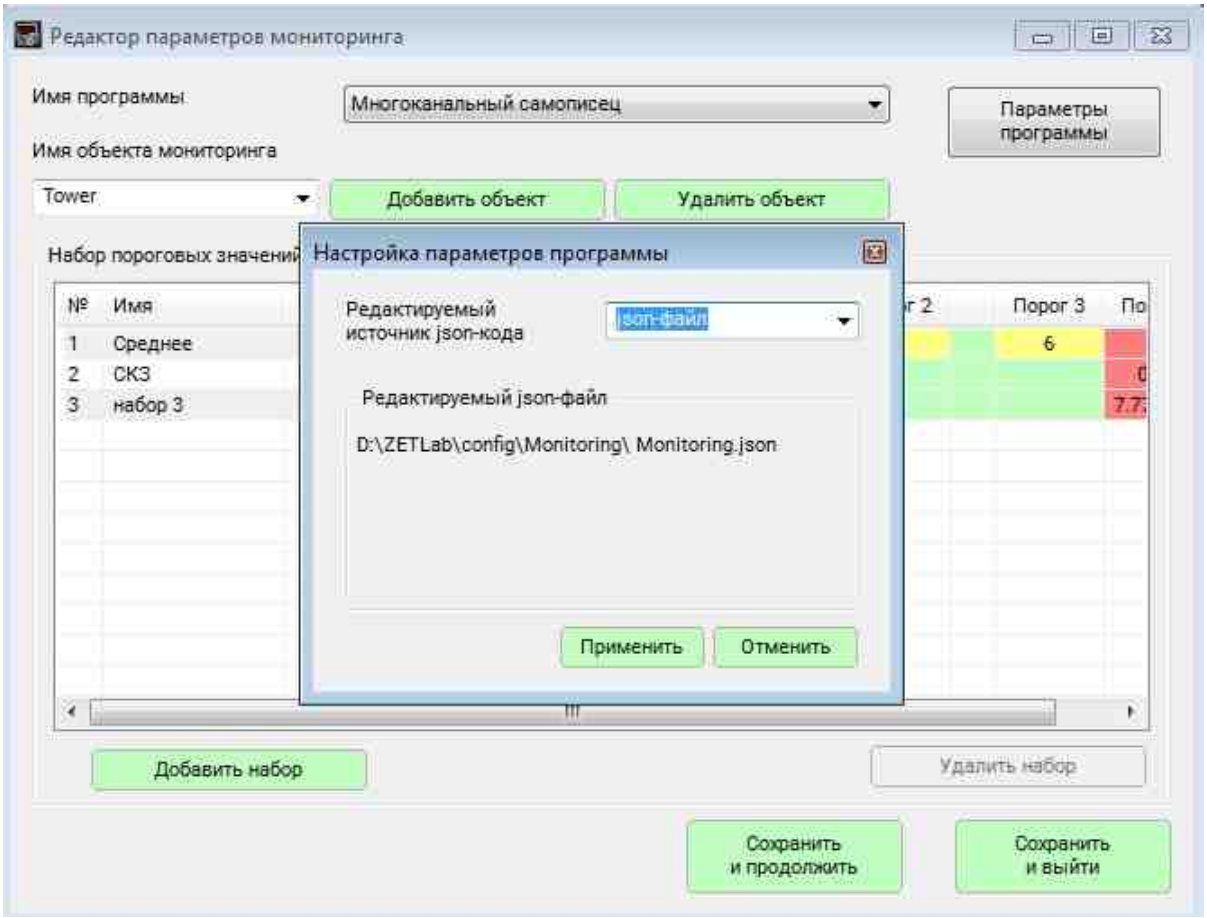


Рис. 3 Дополнительное окно с настройками параметров программы

В следующем поле необходимо выбрать Название объекта мониторинга, с которым будут работать программы после создания и редактирования. Допускается удаление ненужных объектов и при необходимости добавление новых объектов.

В таблице Набор пороговых значений объекта, например, Tower можно отредактировать имеющиеся наборы каналов, но и добавлять новый наборы. При нажатии на правую кнопку мыши возникнет еще одно окно, которое необходимо исправить

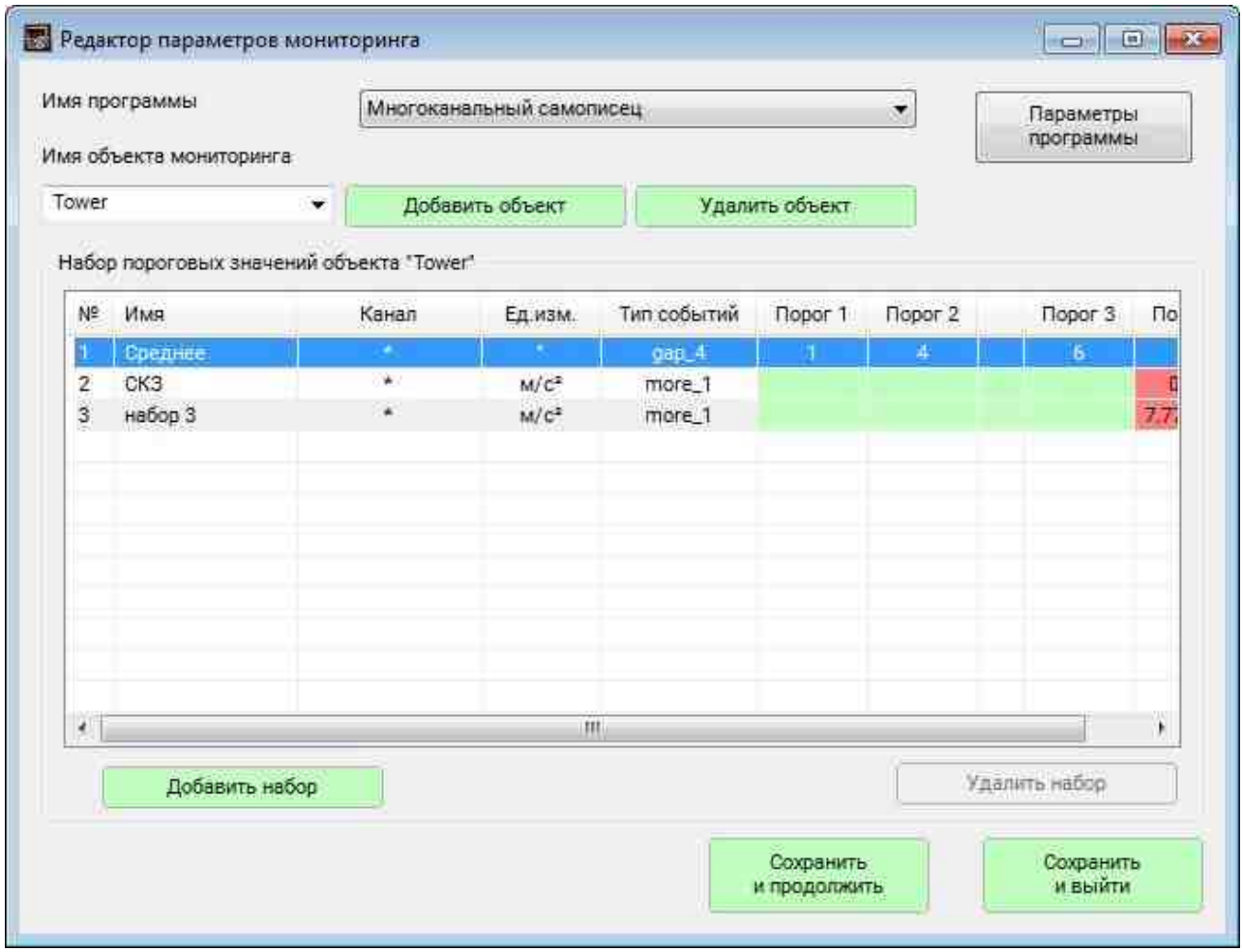


Рис. 4 Добавление и редактирование наборов с порогами

В окне "Редактирование значений порогов" нужно задать уникальное "имя набора" и указать к каким каналам этот порог будет применяться. Каналы выбираются по имени и единице измерения.

Имя канала должно соответствовать заданному "шаблону имён каналов". Если в текстовом поле указан символ "*", то будут выбраны все каналы. Если требуется выбрать среди всех каналов только каналы чьё имя начинается на "Accel", то в текстовом поле нужно написать "Accel*". Если указать в текстовом поле строку без спецсимволов, то будет выбран только один канал, чьё имя точно совпадает с указанной строкой.

Аналогично с единицами измерения. Можно указать название единицы измерения, для выборки только определённых каналов, либо указать символ "*" для выбора каналов с любыми единицами измерения. Оставлять поле пустым нежелательно.

Затем нужно выбрать "тип события", который определит какие пороги будут активны, и задать в активных полях значения порогов. Во избежание проблем, если активны жёлтые и красные поля для задания порогов, "пороговое значение 4" нужно задавать больше чем "пороговое значение 3", а "пороговое значение 1" меньше чем "пороговое значение 2".

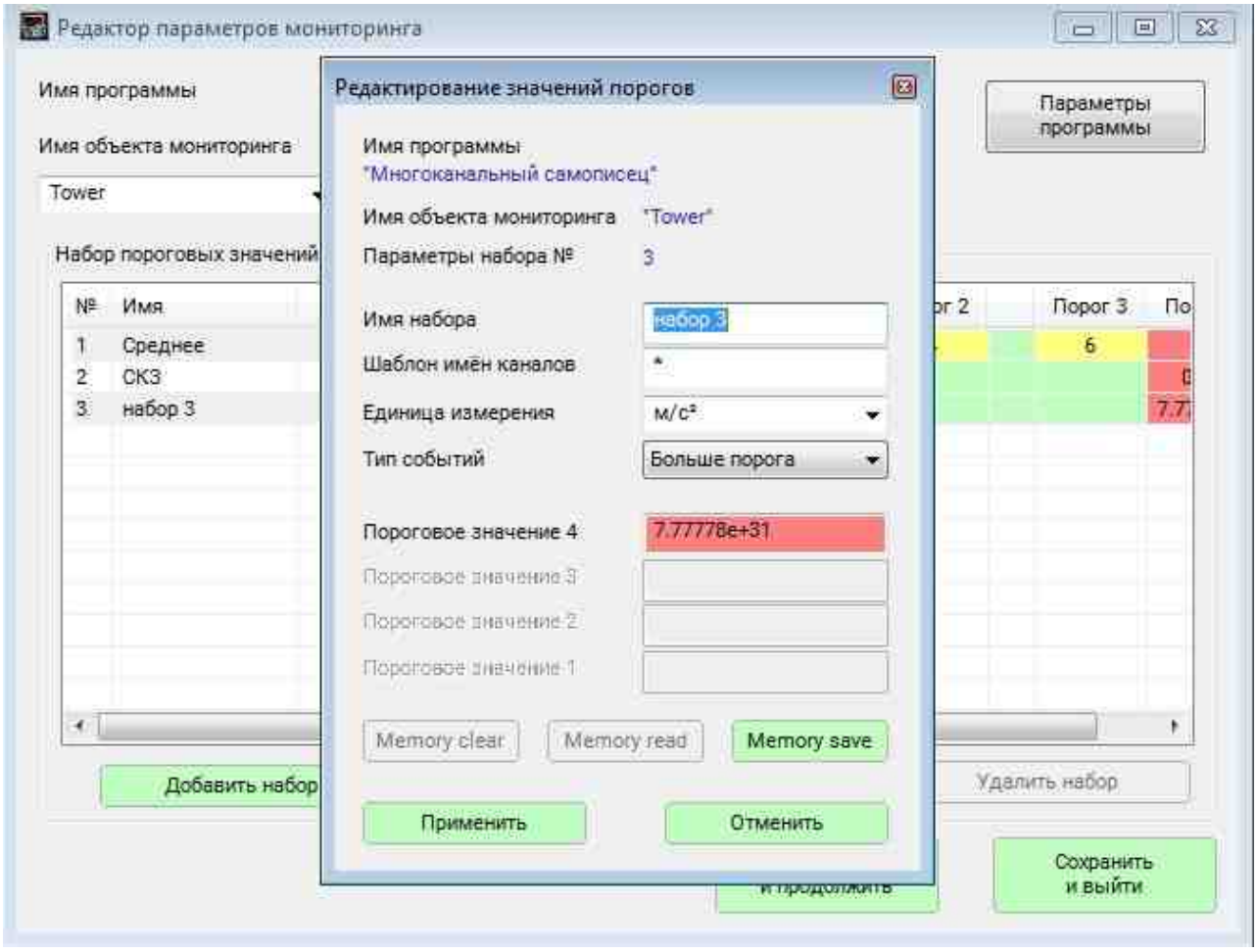


Рис. 5 Редактирование значений порогов в случае ошибки возникает предупреждение

В конце интерфейса программы можно сохранить необходимые настройки, а можно посмотреть в другой программе, как они применяются.



Рис. 6 Виды сохранения отредактированных настроек

Поддерживаемое оборудование .....

Программа **Редактор параметров мониторинга** входит в состав следующего ПО:

- ZETLAB BASE — программное обеспечение, поставляемое с модулями АЦП/ЦАП;
- ZETLAB ANALIZ — программное обеспечение, поставляемое с анализаторами спектра;
- ZETLAB VIBRO — программное обеспечение, поставляемое с системой управления вибростендами;
- ZETLAB TENZO — программное обеспечение, поставляемое с тензостанциями;
- ZETLAB SEISMO — программное обеспечение, поставляемое с сейсмостанциями;
- ZETLAB NOISE — программное обеспечение, поставляемое с виброметром-шумомером;
- ZETLAB SENSOR — программное обеспечение, поставляемое с цифровыми датчиками ZETSENSOR.

Редактор параметров мониторинга входит в группу программ **Сервисные**

Описание программы .....

Для запуска программы **Редактор параметров мониторинга** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 7*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Редактор параметров мониторинга**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Редактор параметров мониторинга** (*Рис. 8*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: editMntJson.exe.

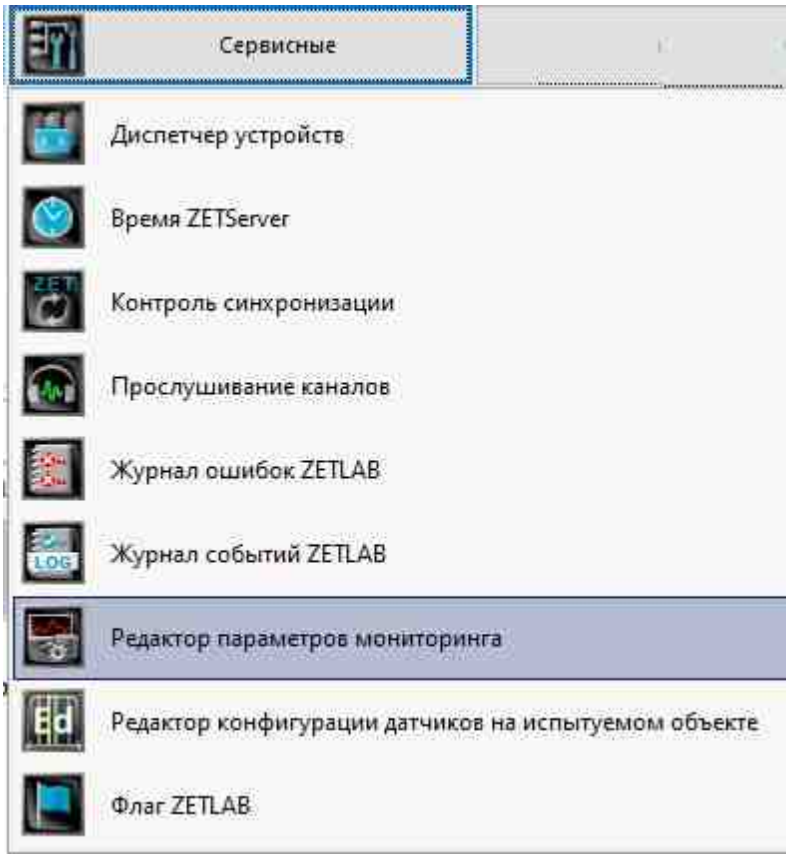


Рис. 7 Программа "Редактор параметров мониторинга" из меню "Сервисные"

В программе «*Редактор параметров мониторинга*» отображается подробная информация о настройках установленных порогов (Рис. 8).

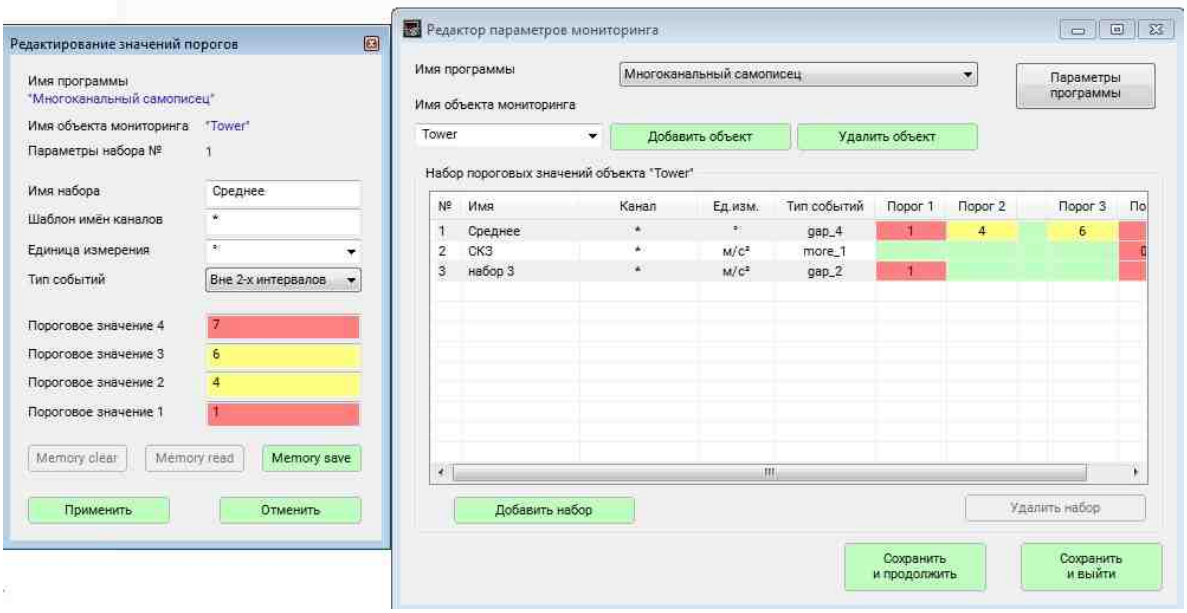


Рис. 8 Программа "Редактор параметров мониторинга" из меню "Сервисные" интерфейс

Мониторинг объектов .....

Мониторинг описание

Во вкладке «Мониторинг» (*Рис. 4*) установить галочку «Мониторинг объекта». В поле «Имя объекта» ввести «Tower» и нажать кнопку «Редактировать описатель».

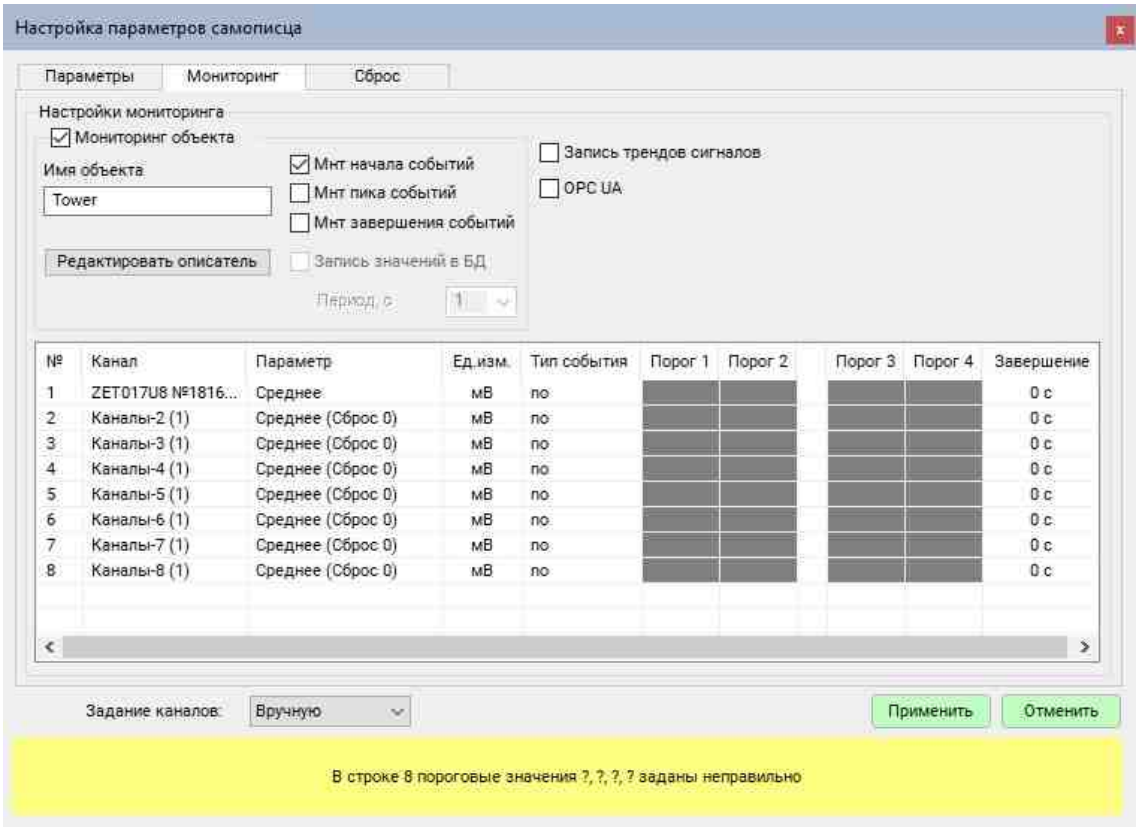


Рис. 4. Окно настроек программы Редактор параметров мониторинга. Вкладка «Мониторинг»

Откроется окно «Редактор параметров мониторинга» (*Рис. 5*). В окне с предложением создать объект «Tower» активировать кнопку «Да».

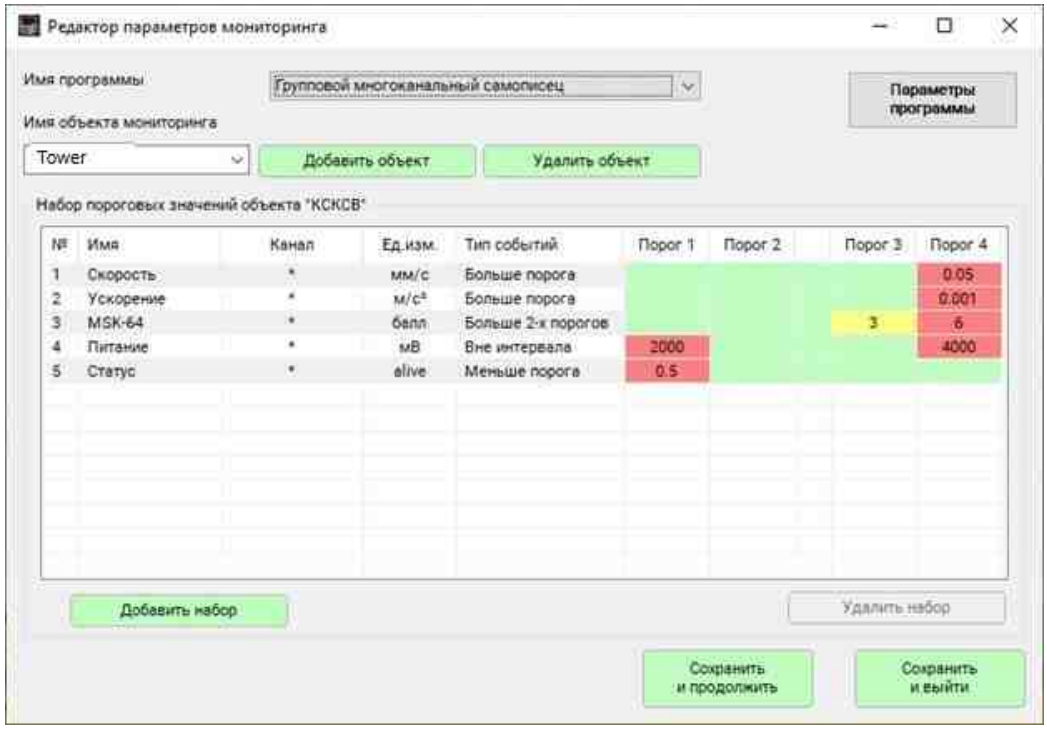


Рис. 5. Окно редактора параметров мониторинга.

Далее в окне «Редактор параметров мониторинга» нажать кнопку «Сохранить и выйти».

Перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл swmchan01.cfg в swmchan_velocity.cfg.

При необходимости настройки программы нужно перейти в директорию C:\ZETLab\config\, переименовать файл swmchan_velocity.cfg в editMntJson01.cfg, открыть программу, изменить настройки и выполнить обратное переименование.

Настройка группового самописца для измерения ускорений

Настройка группового самописца для измерения ускорений выполняется по методике, приведенной в предыдущем разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Ускорение», а набор для мониторинга создается в соответствии со второй строчкой таблицы (*Рис. 5*).

Для создания набора мониторинга параметра «Ускорение» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 6, после чего нажать кнопку «Применить».

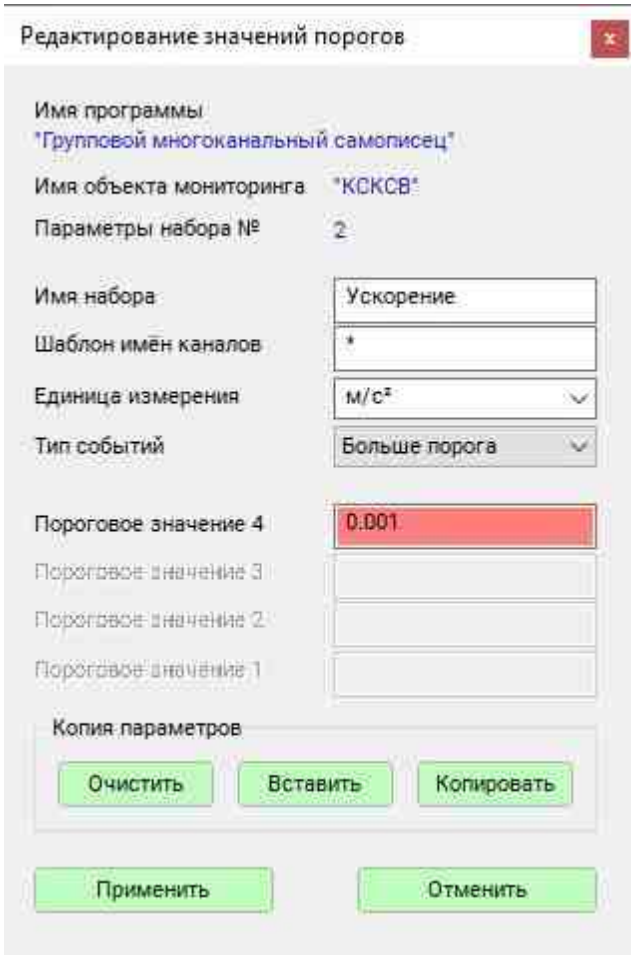


Рис. 6. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Ускорение»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла editMntJson_accel.cfg.

Настройка группового самописца для измерения бальности

Настройка группового самописца для измерения бальности выполняется по методике, приведенной в выше разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «MSK-64», а набор для мониторинга создается в соответствии с третьей строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «MSK-64» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов» ввести значения параметров в соответствии с Рис. 7, после чего нажать кнопку «Применить».

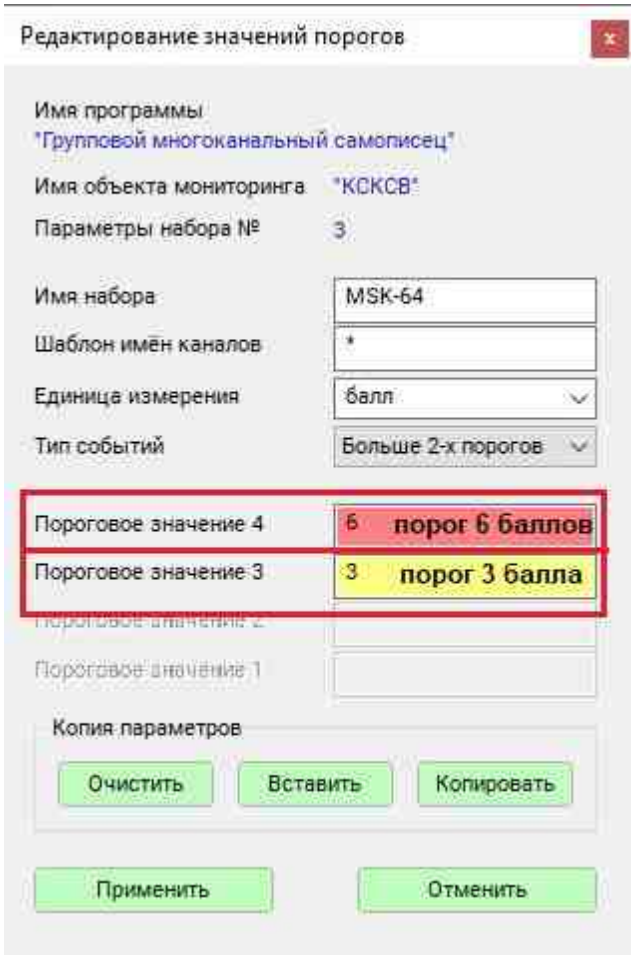


Рис. 7. Окно «Редактирование значений порогов» набора «MSK-64»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла editMntJson_msk64.cfg.

Настройка группового самописца для измерения питания сейсмоприемников

Настройка группового самописца для измерения питания сейсмоприемников выполняется по методике, приведенной в разделе. При этом в панели «Измеряемые параметры» в выпадающем списке выбрать «Питание», а набор для мониторинга создается в соответствии с четвертой строчкой таблицы (Рис. 5).

Для создания набора мониторинга параметра «Питание» нажать кнопку «Добавить набор». В открывшемся окне «Редактирование значений порогов»

ввести значения параметров в соответствии с Рис. 8, после чего нажать кнопку «Применить».



Рис. 8. Окно «Редактирование значений порогов» набора «Питание»

При переименовании файла конфигурации использовать имя файла editMntJson_power.cfg.

Остальные строчки в таблице настраиваются аналогичным, образом, описанным выше.

Примечание: В таблице (*Рис. 5)* Окна "Редактора параметров мониторинга" настраиваются наборы с разными единицами измерения для отображения разных типов порогов. Если две и более строки настроены с одинаковыми единицами измерения, то пороги будут применяться по единице измерения находящийся выше.

Примеры к разделу .....

Оглавление

Применение на практике

Применение на практике .....

Применение на практике

Для демонстрации работы событий мониторинга рассмотрим работу автомобиля с двигателем внутреннего сгорания.

Реальное ПО мониторинга при определении факта завершения события использует 20% гистерезис с целью предотвращения «дребезга» срабатывания.

Так при типе событий «Больше порога» событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4м) при условии, что событие наблюдалось, где П4м = 0.8 * П4. При выполнении этого же условия при типе событий «Больше 2-х порогов» заканчивается событие П4. А вот событие П3 будет заканчиваться при (ТЗП < П3м) при условии, что событие наблюдалось, где П3м = 0.8 * П3. При типах событий «Меньше порога» и «Меньше 2-х порогов» событие П1 заканчивается при (П1п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П1п = 1.2 * П1. При этом событие П2 заканчивается при (П2п < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось, где П2п = 1.2 * П2. Аналогично при типах событий «Вне интервала» и «Вне 2-х интервалов»:

- событие П1 заканчивается при (П1м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П2 заканчивается при (П2м < ТЗП) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П3 заканчивается при (ТЗП < П3п) при условии, что событие наблюдалось;
- событие П4 заканчивается при (ТЗП < П4п) при условии, что событие наблюдалось.

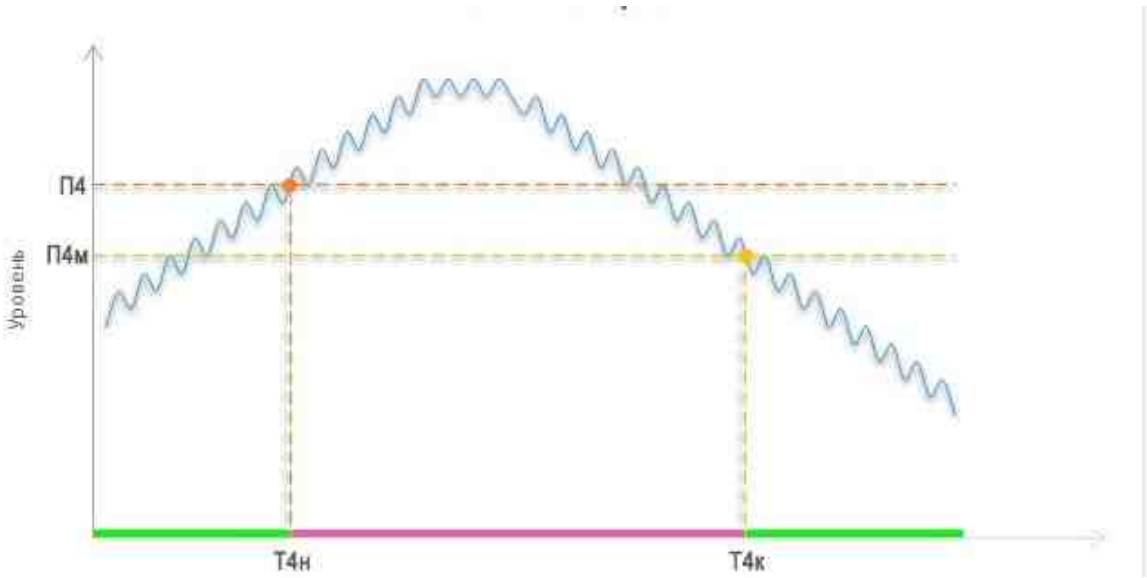
Для наглядности на изображениях к примерам приведена цветовая индикация зон, где:

- зеленая зона — отсутствие события мониторинга;
- жёлтая зона — наблюдается событие типа «Предупреждение», т.е. П2 или П3;
- красная зона — наблюдается событие типа «Опасность», т.е. П1 или П4.

Тип событий «Больше порога»

Тип событий «Больше порога» подходит для мониторинга за температурой двигателя. При П4 = 105 °С событие «Опасность» говорит о неполадках в системе охлаждения и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска его выхода из строя (заклинивания).

Больше порога

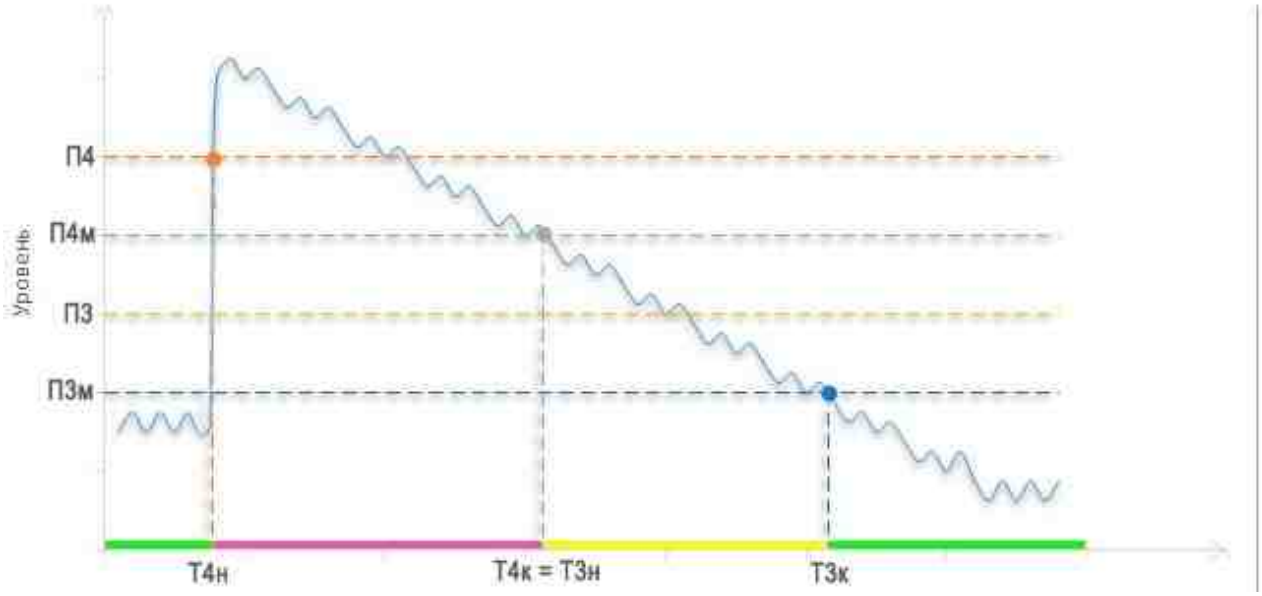


Т4н — время начала события П4;
Т4к — время окончания события П4.

Тип событий «Больше 2-х порогов»

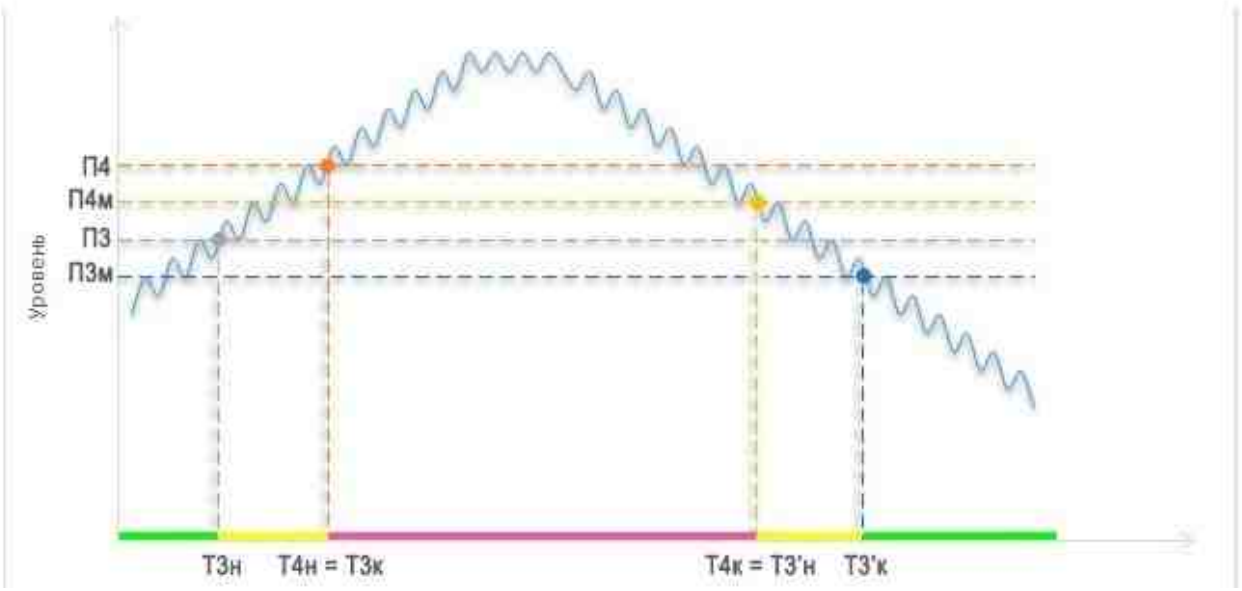
Использование типа событий «Больше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П3 = 100 °С это событие говорит о начале неполадок.

Больше двух порогов



В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось с *Т3н* до *Т3к*, при этом *Т4к = Т3н*.

Больше двух порогов

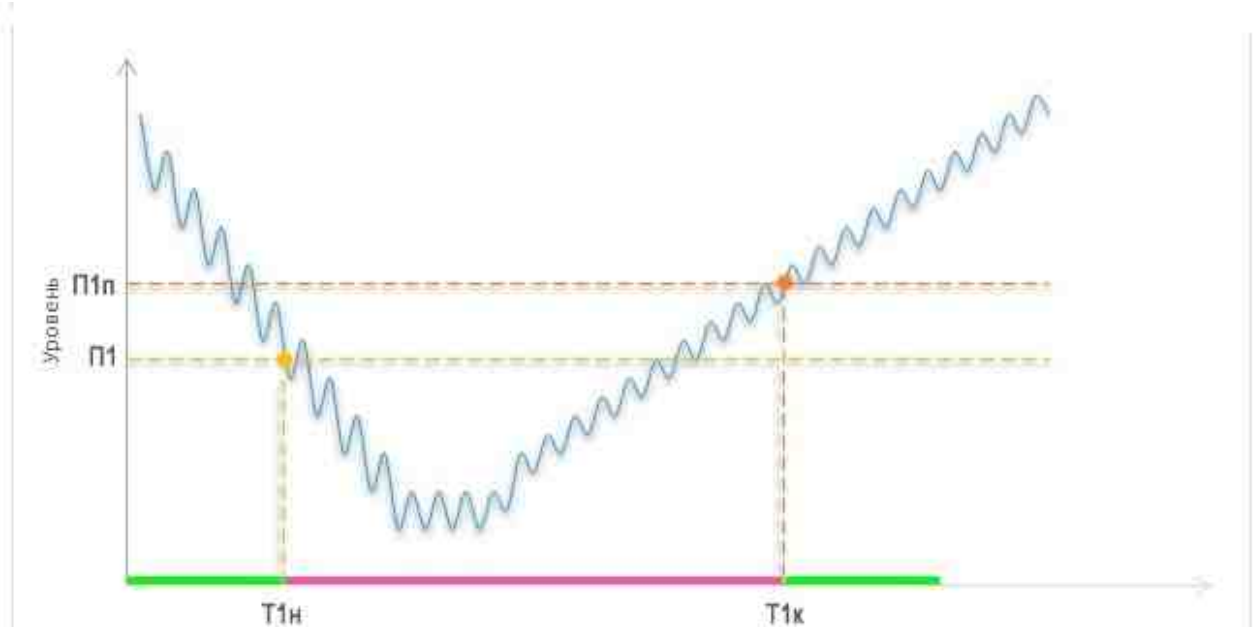


В данном случае событие П4 наблюдалось с *Т4н* до *Т4к*, а событие П3 наблюдалось 2 раза: с *Т3н* до *Т3к* и с *Т3'н* до *Т3'к*, при этом *Т4н = Т3к* и *Т4к = Т3'н*.

Тип событий «Меньше порога»

Тип событий «Меньше порога» подходит для мониторинга за количеством топлива в баке автомобиля. При П1 = 2 литра событие «Опасность» говорит о критическом уровне топлива и, как следствие, о невозможности продолжать работу двигателя из-за высокого риска выхода из строя погружного топливного насоса высокого давления.

Меньше порога

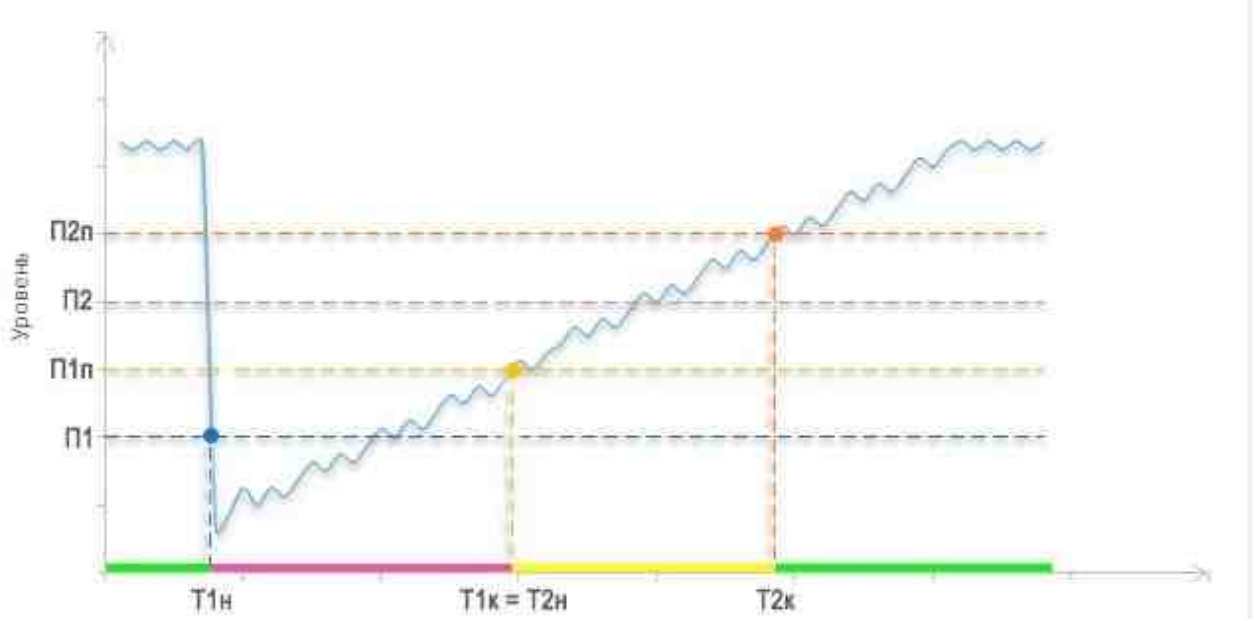


Время

Тип событий «Меньше 2-х порогов»

Использование типа событий «Меньше 2-х порогов» в данном случае может дополнительно выдать предварительное событие типа «Предупреждение». При П2 = 5 литров это событие говорит о необходимости дозаправки.

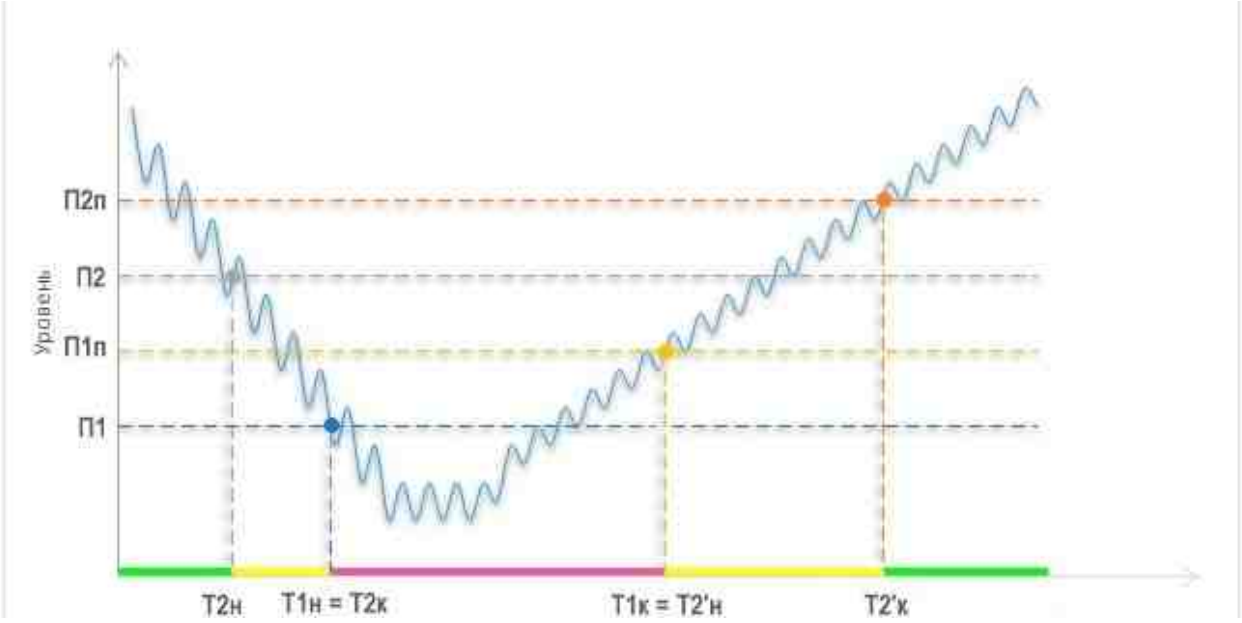
Меньше двух порогов



Время

В данном примере событие П1 наблюдалось от *Т1н* до *Т1к*, а *с*обытие П2 наблюдалось от *Т2н* до *Т2к*.
При этом *Т1к* = *Т2н*.

Меньше двух порогов



В данном примере событие П1 наблюдалось от *T1н* до *T1к*, а событие П2 наблюдалось два раза: от *T2н* до *T2к* и от *T2'н* до *T2'к*.
При этом *T1н* = *T2к* и *T1к* = *T2'н*.

Тип событий «Вне интервала» подходит для мониторинга за частотой оборотов двигателя. При П1 = 500 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что в системе питания двигателя неполадки и что двигатель может в любую секунду заглохнуть. При П4 = 7000 об/мин событие «Опасность» говорит о том, что двигатель испытывает большие нагрузки, длительное воздействие которых сильно уменьшают моторесурс двигателя, а также возможен выход двигателя из строя.

Использование типа событий «Вне 2-х интервалов» в данном случае может дополнительно выдать предварительные события типа «Предупреждение». При П2 = 700 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале проблем в системе питания. При П3 = 5000 об/мин событие «Предупреждение» говорит о начале больших нагрузок на двигатель.

Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте .....

В верхней части экрана откроется панель управления ZETLAB.



Рис. 1 Панель управления ZETLAB

Для запуска программы **Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте** необходимо в меню **Сервисные** (*Рис. 1*) панели ***ZETLab*** выбрать команду **Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте**. На экране монитора отобразится рабочее окно программы **Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте** (*Рис. 2*).

Примечание: программу можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLab (по умолчанию: c:\ZETLab\). Имя запускаемого файла: ModelOscEditor.exe.

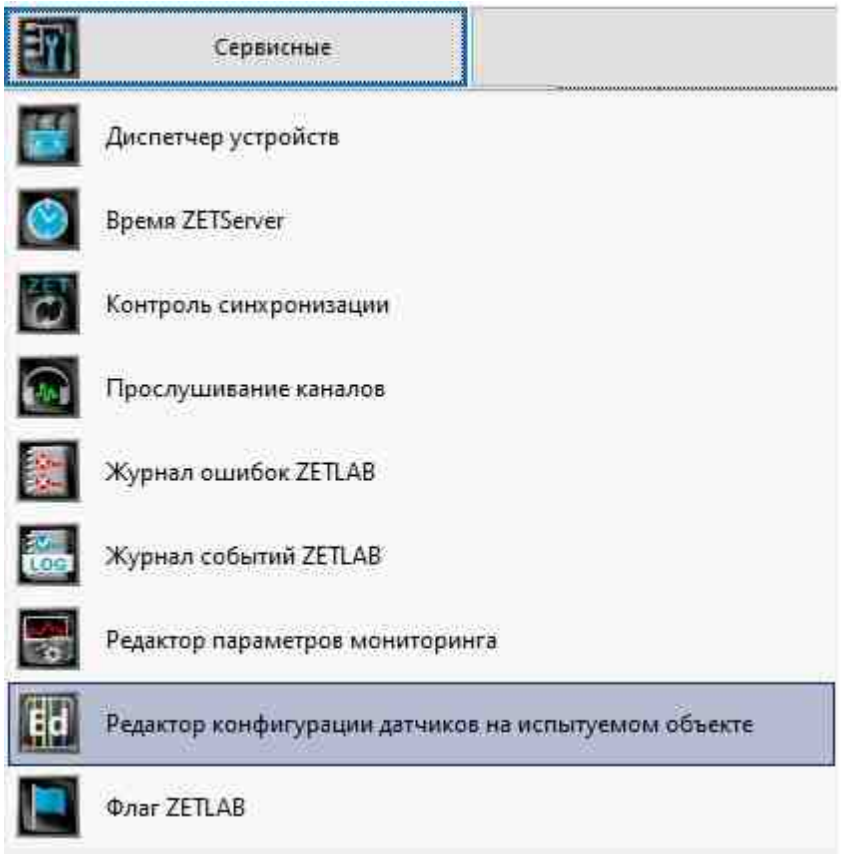


Рис. 2 Программа "Редактор конфигурации датчиков на испытуемом объекте" из меню "Сервисные"

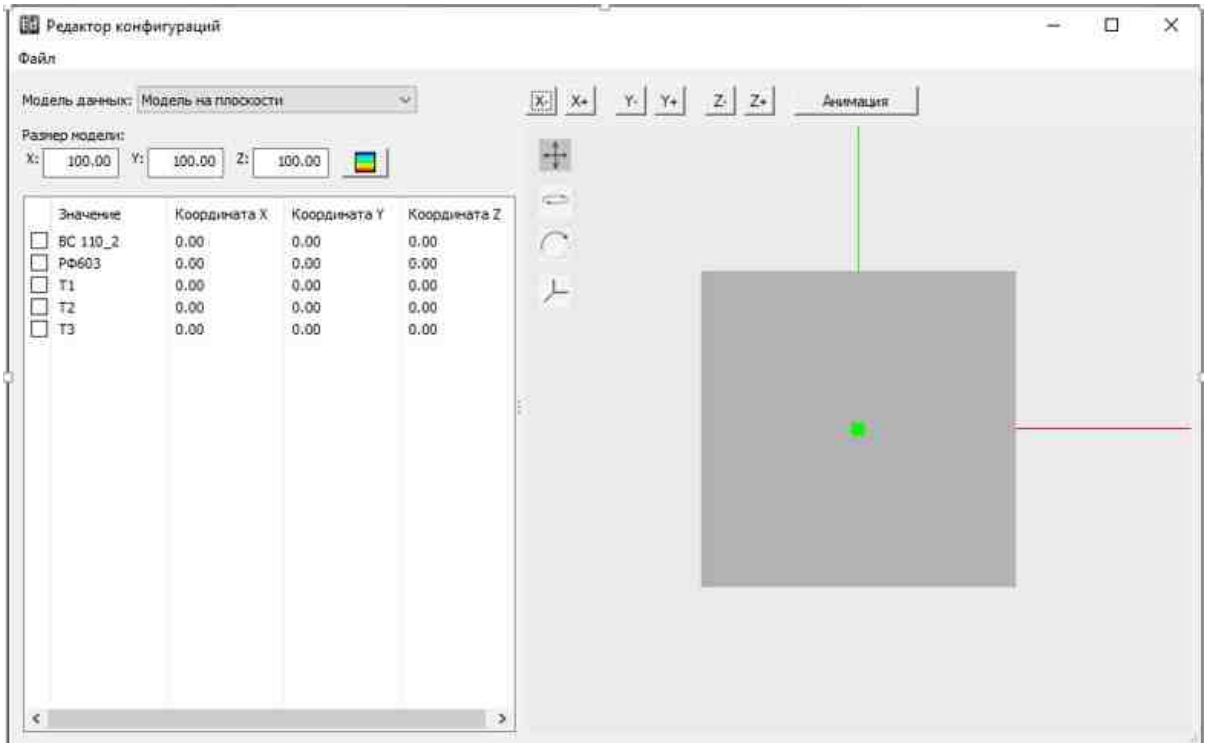


Рис. 3 Окно «Редактор конфигураций»

Для параметра «Модель данных» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 3*) может быть задано одно из двух значений: «Модель на плоскости», которая подразумевает расположение датчиков в одной плоскости с заданием значений координат «X» и «Y» (координаты Z равны нулю) для каждого датчика и «Модель на стержне», которая подразумевает расположение датчиков в узлах решетки с заданием для каждого из датчиков значений координат «X», «Y» и «Z».

Параметром «Размер модели» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 3*) определяется требуемый размер области для расстановки датчиков.

Примечание: *при задании размера области следует учитывать то, что нулевые координаты всегда располагаются в ее центре.*

Если необходимо отредактировать ранее созданный файл конфигурации активируйте меню «Файл» в окне «Редактор конфигурации» (*Рис. 4*) и затем «Загрузить конфигурацию», после чего в окне «Открытие» (*Рис. 6.4*) укажите файл конфигурации, который подлежит редактированию после чего активируйте кнопку «Открыть».

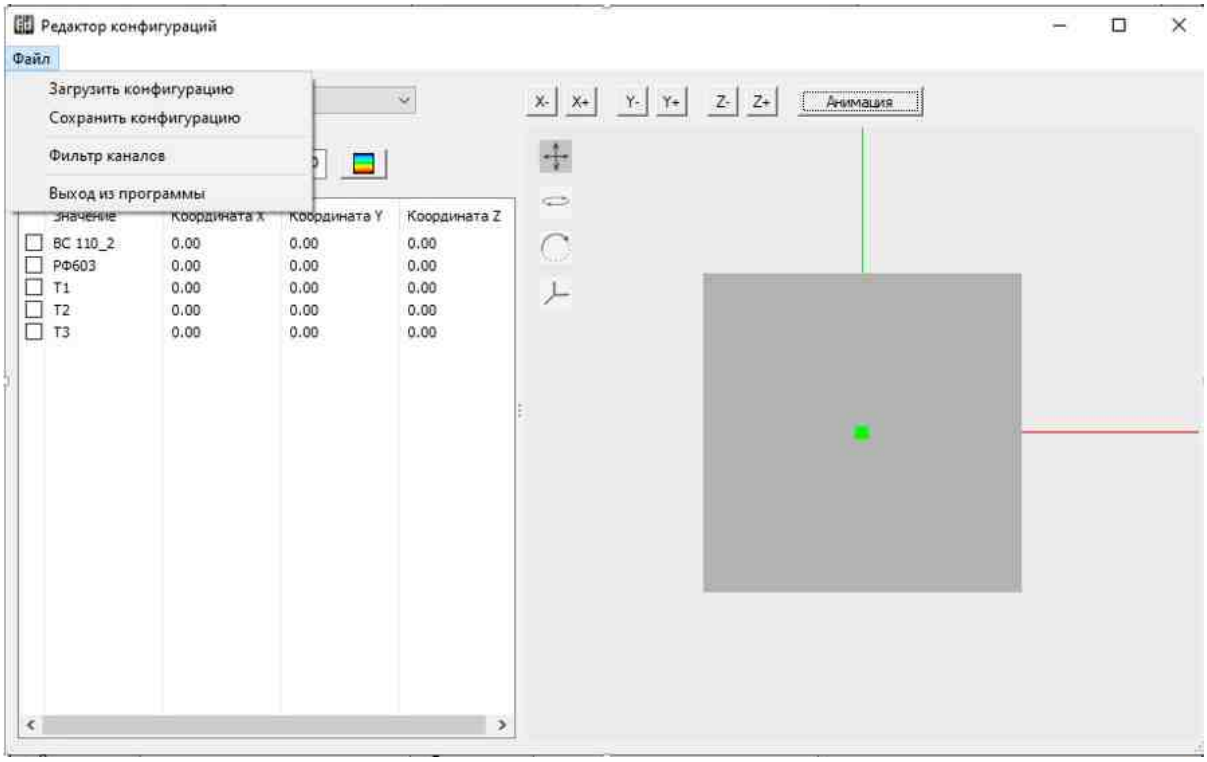


Рис. 6.4 Окно «Редактор конфигураций» меню «Файл»

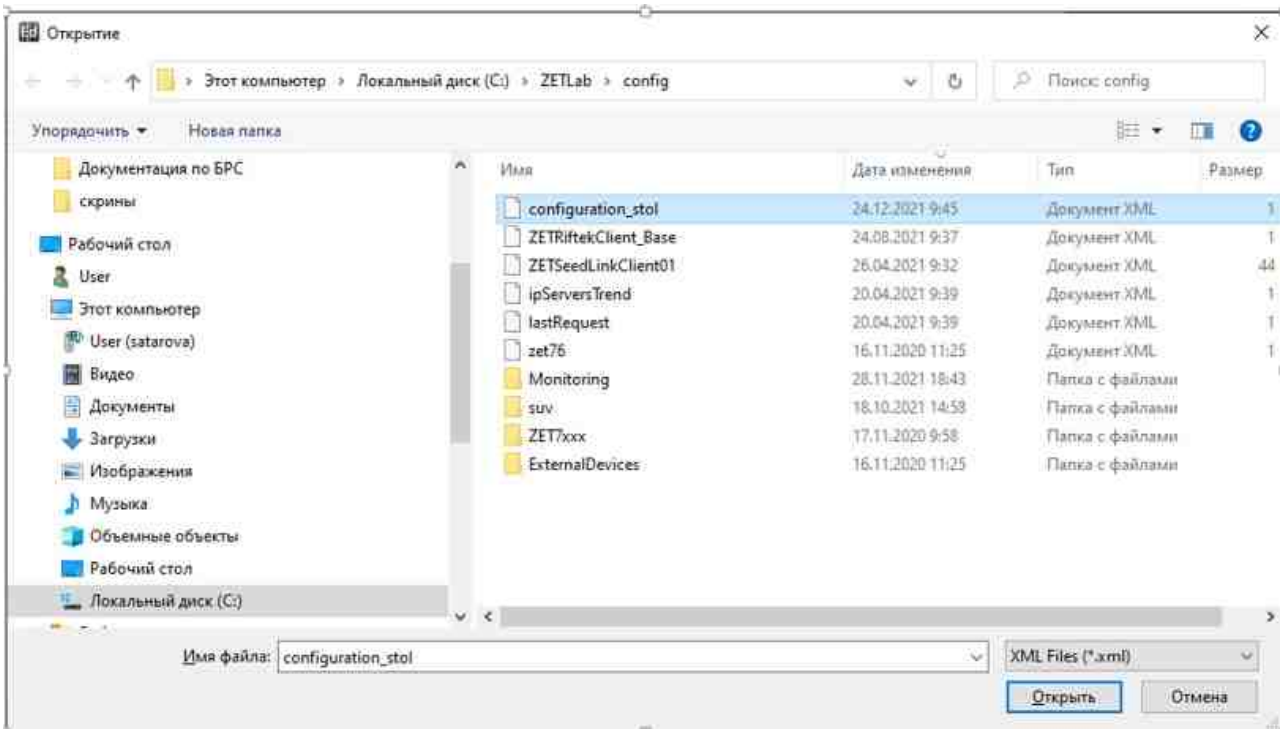


Рис. 5 Окно «Открытие»

Для сохранения файла конфигурации в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 5*) следует активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (*Рис. 6*) указать путь и имя, которое следует присвоить сохраняемому файлу.

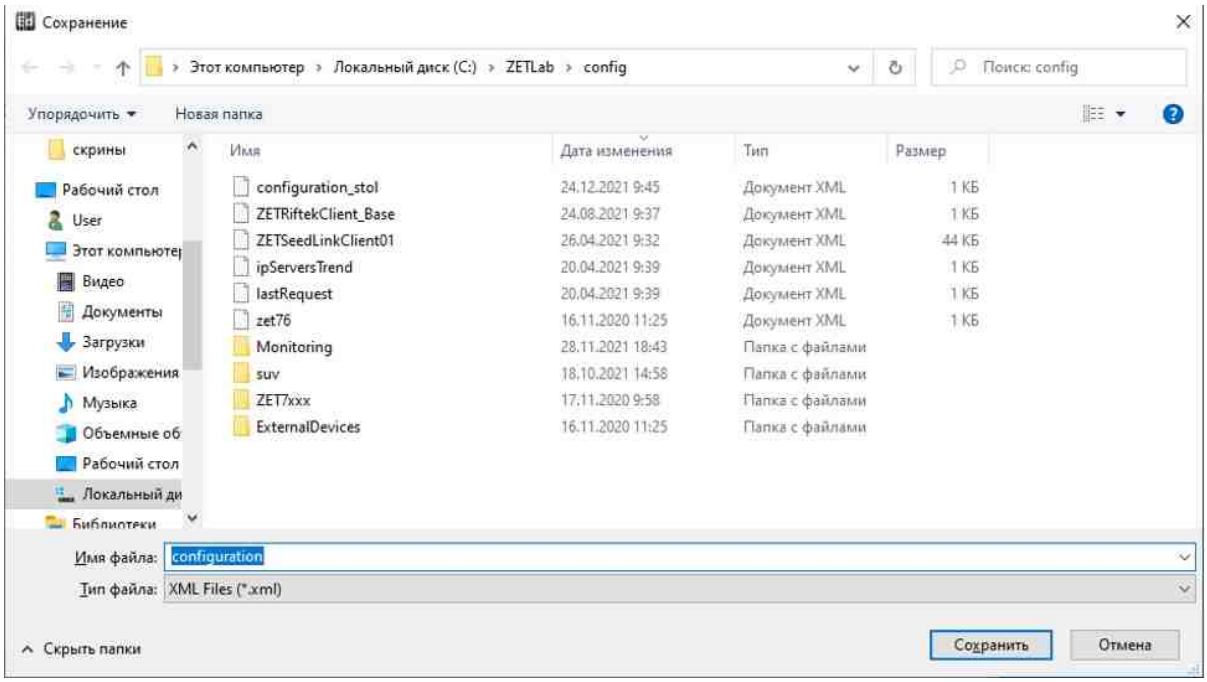


Рис. 6 Окно «Сохранение»

Для редактирования списка измерительных каналов которые будут задействованы при контроле за формой колебаний необходимо в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.6*) активировать «Фильтр каналов» и в открывшемся окне (*Рис. 7*) в чекбоксах отметить каналы, задействованные в контроле.

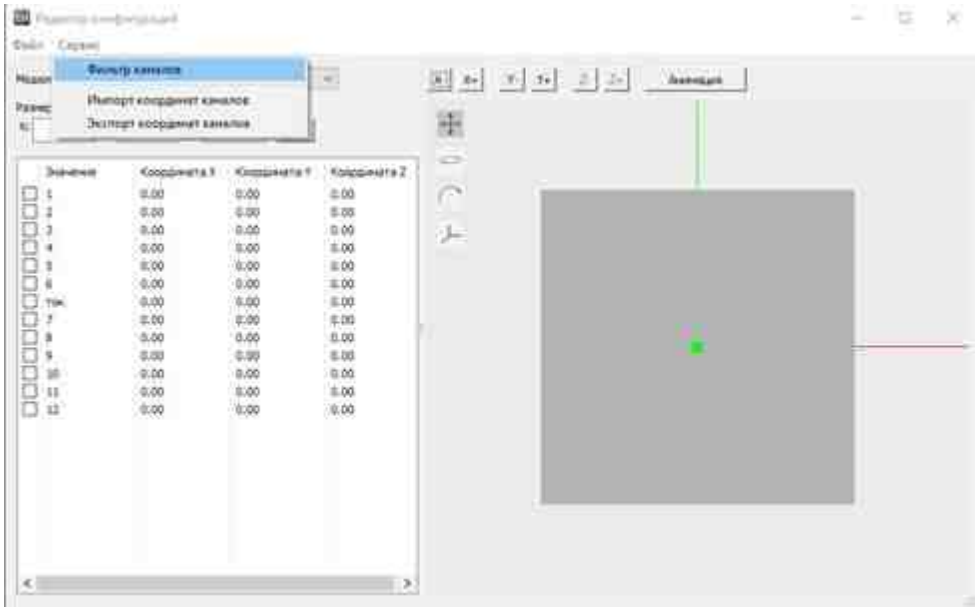


Рис. 7 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»

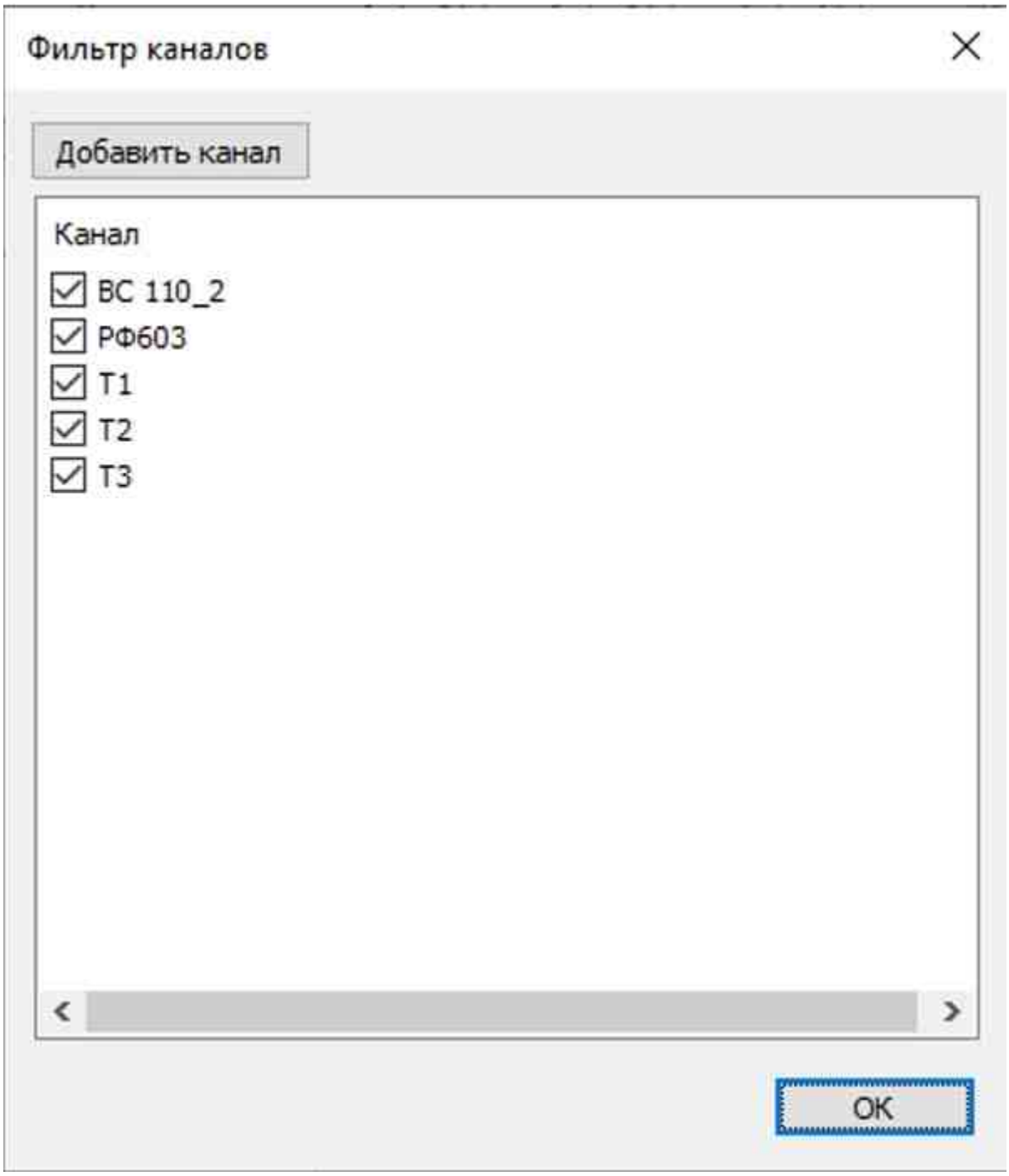


Рис. 8 Окно «Фильтр каналов»

Подключение сторонних датчиков RS-485 .....

Подключение сторонних датчиков RS-485 по протоколу Modbus.

Для подключения датчиков сторонних производителей, работающих по протоколу Modbus, в ПО ZETLAB необходимо описать характеристики подключаемых датчиков в конфигурационном файле. Специально для этих целей был создан простой конфигуратор:

Конфигуратор .....

Программа для конфигурирования сторонних MODBUS устройств (далее - Конфигуратор) предназначена для создания конфигурационных файлов, в дальнейшем используемых программным обеспечением ZETLab (далее — ПО ZETLab). Данные конфигурационные файлы предназначены для удобного представления параметров датчика и измеряемых им значений в ПО ZETLab (*Рис. 1*).

Примечание: программу ***Конфигуратор*** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: ExtModbusDeviceConfig.exe.

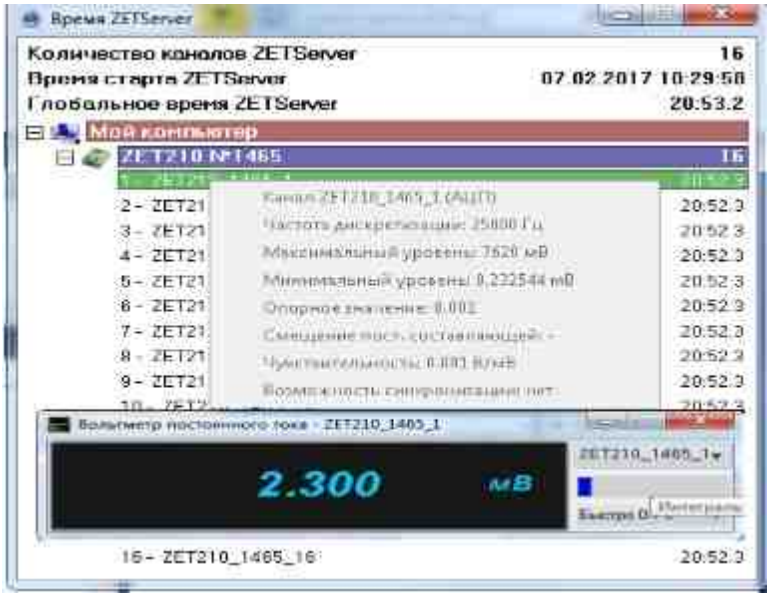


Рис. 1 — Представление данных в программном обеспечении

Окно Конфигуратора имеет простой диалоговый интерфейс (*Рис. 2*). Основное меню Конфигуратора имеет всего один подпункт «Файл», который в свою очередь содержит следующие подпункты: «Открыть», «Создать», «Сохранить», «Сохранить как», «Закрыть» и «Выход».

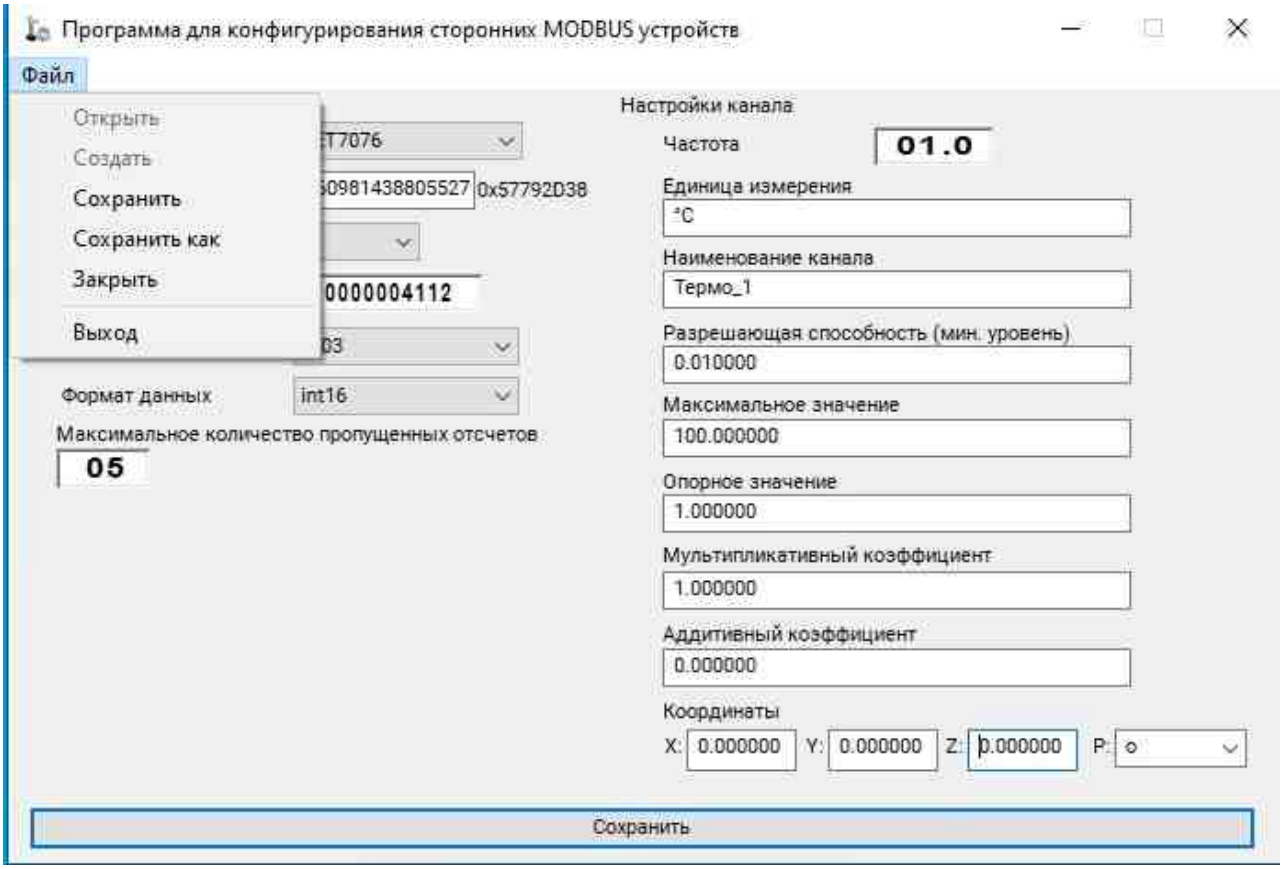


Рис. 2 — Главное меню Конфигуратора

При нажатии на пункт «Открыть», открывается окно с предложением выбора пути к перенастраиваемому конфигурационному файлу (*Рис. 3*). В случае выбора файла и нажатия на кнопку Открыть, Конфигуратор загрузит и отобразит параметры из выбранного конфигурационного файла (*Рис. 4*).

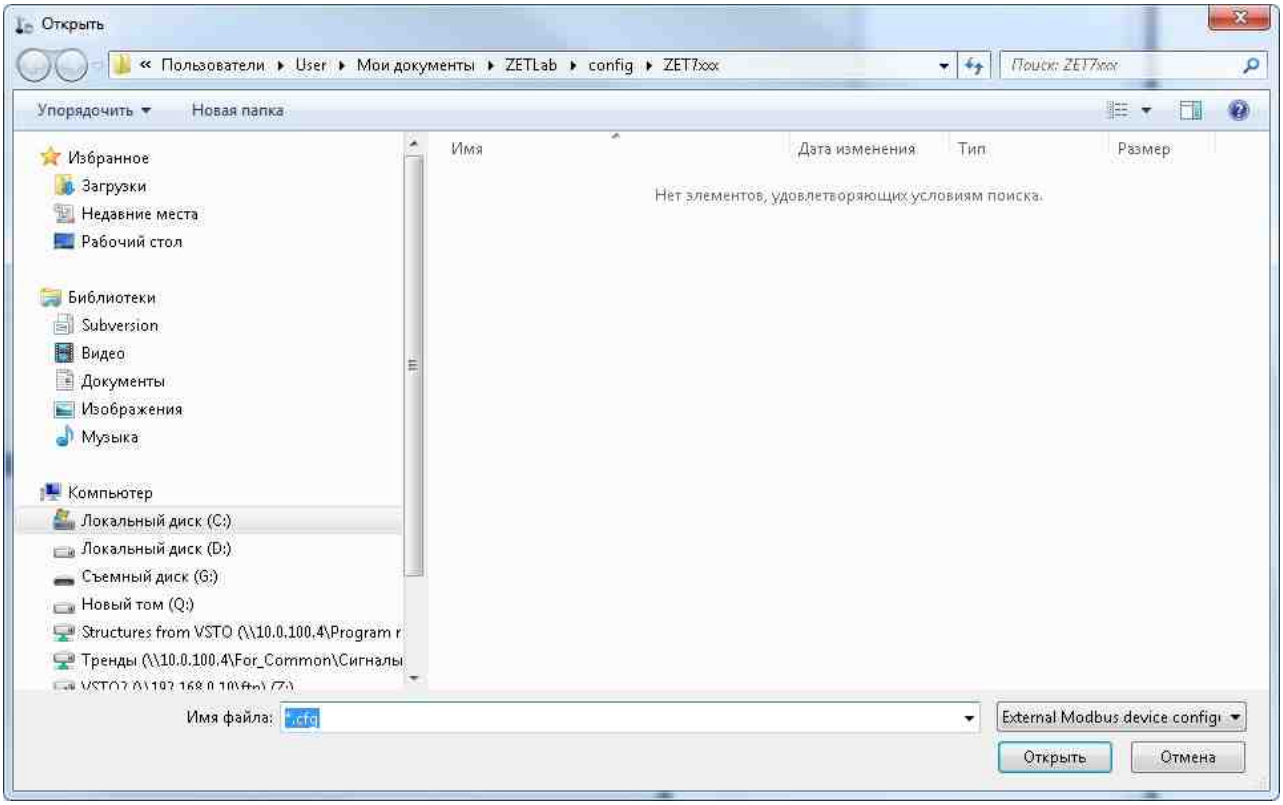


Рис. 3 — Выбор пути конфигурационного файла

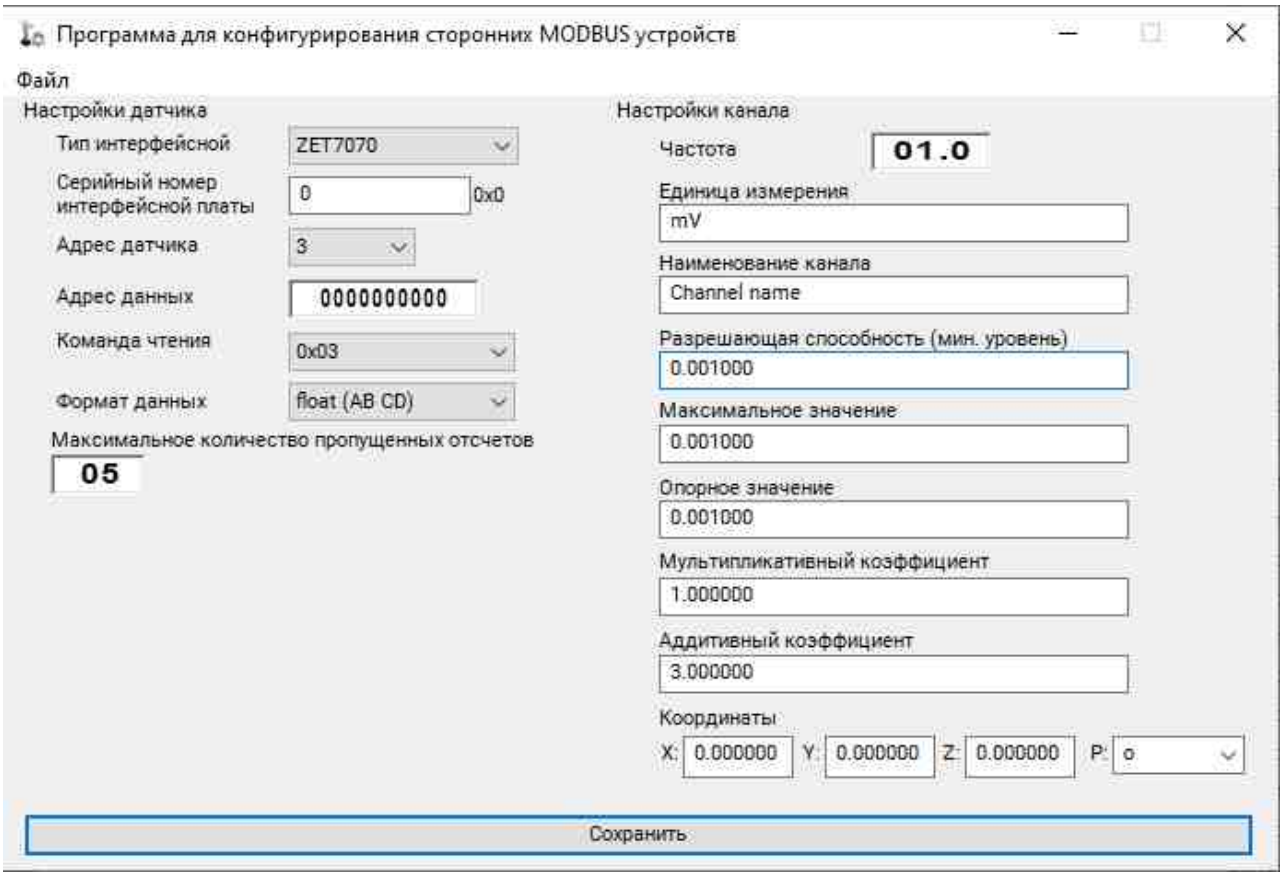


Рис. 4 — Отображение конфигурационных параметров в Конфигураторе

При нажатии на пункт «Создать» Конфигуратор отобразит параметры по умолчанию (*Рис. 5*).

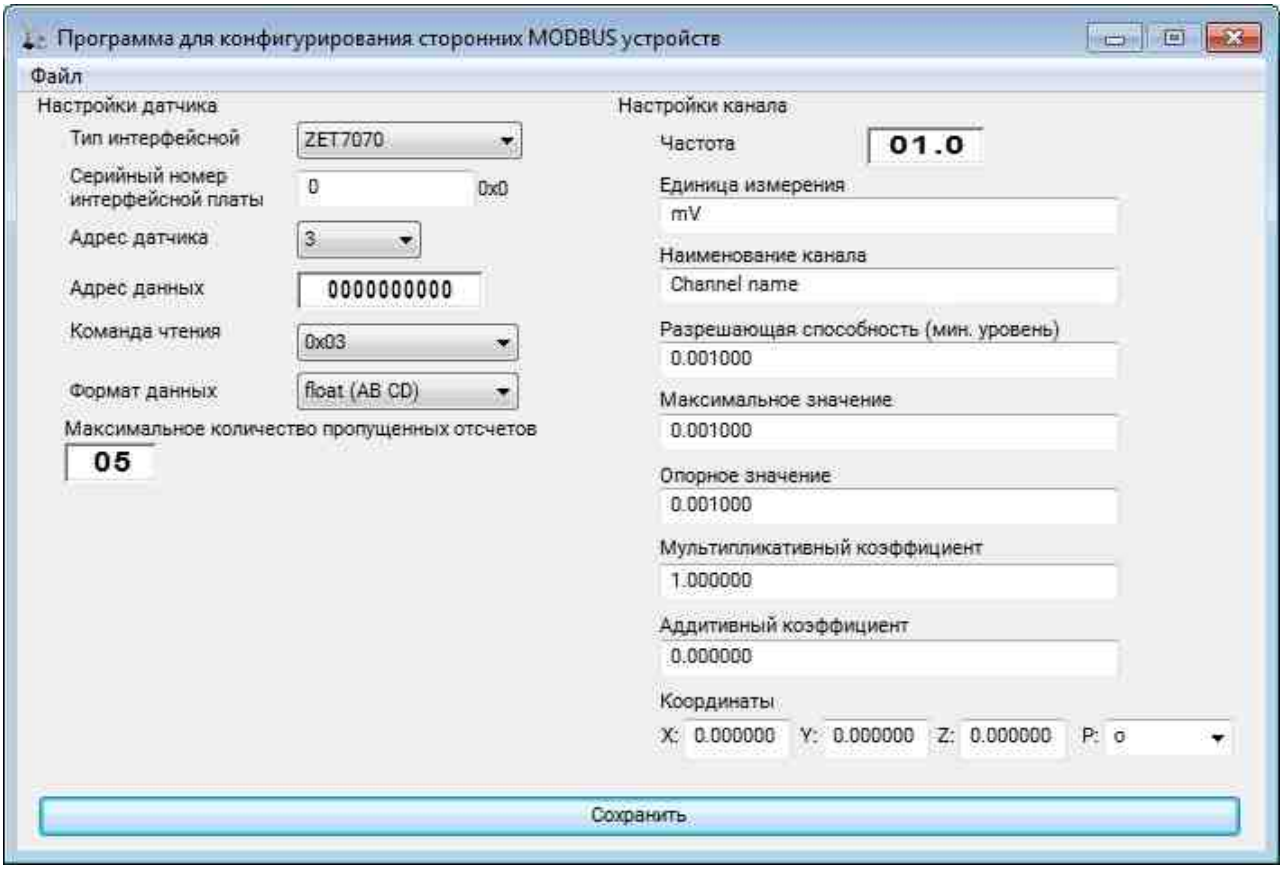


Рис. 5 — Настройки по умолчанию

При нажатии на пункт «Сохранить» Конфигуратор перезапишет новые параметры в ранее открытый конфигурационный файл. Если конфигурационный файл был создан новым, то действия будут аналогичны нажатию пункта «Сохранить как».

При нажатии на пункт «Сохранить как» Конфигуратор откроет окно с предложением выбора пути для создаваемого вновь или перезаписываемого конфигурационного файла. После нажатия на кнопку Сохранить файл будет записан (*Рис. 6*).

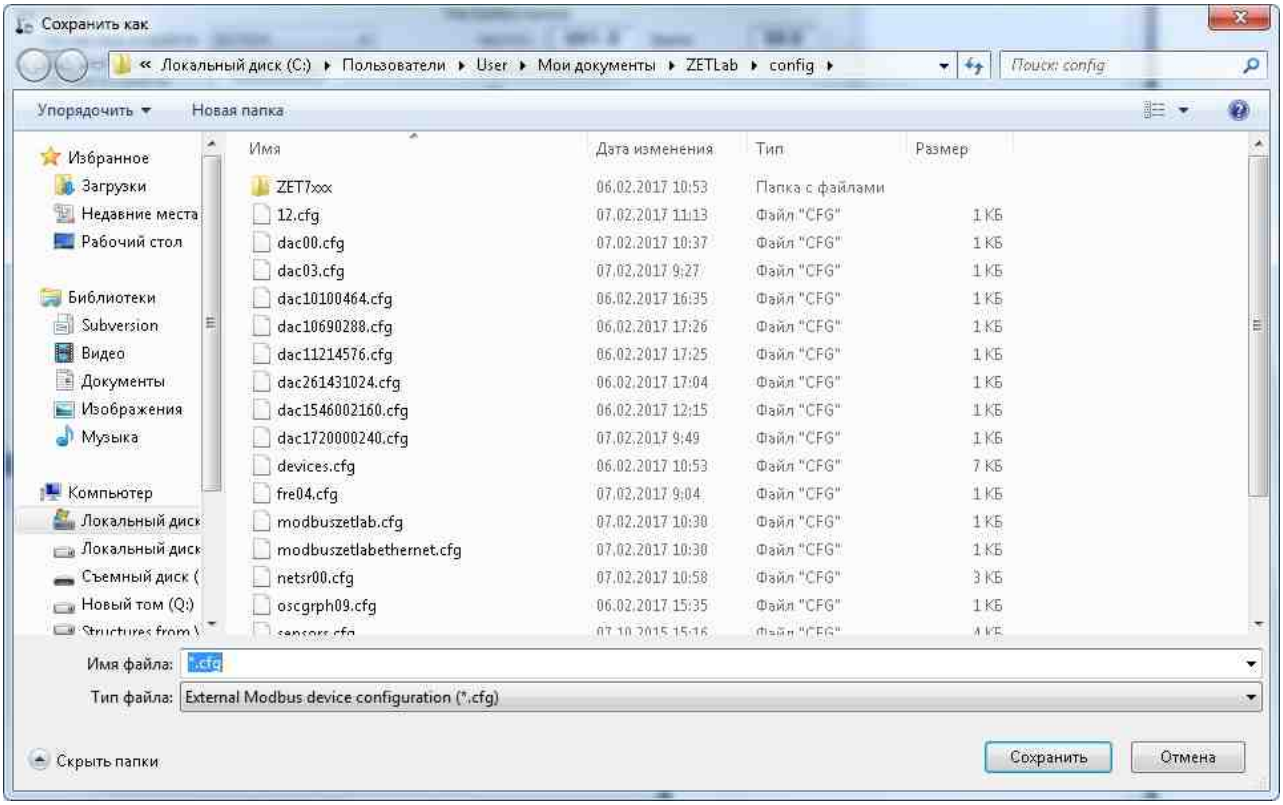


Рис. 6 — Окно выбора пути для сохранения конфигурационного файла

При нажатии на пункт «Закрыть» Конфигуратор закроет конфигурационные параметры из текущего отображаемого конфигурационного файла (*Рис. 2*).

При нажатии на пункт «Выход» Конфигуратор прекратит работу (*Рис. 2*).

Настройка параметров конфигураторов

Программа Конфигуратор позволяет выполнить настройку следующих параметров сторонних Modbus устройств:

Конфигурационный параметр	Описание
Тип интерфейсной платы	В данном поле указывается тип используемой интерфейсной платы производства компании ZETLAB (далее — Интерфейсная плата)
Серийный номер интерфейсной платы	В данном поле указывается серийный номер используемой Интерфейсной платы
Тип датчика	В данном поле указывается тип стороннего датчика, работающего по протоколу Modbus и подключенного к Интерфейсной плате (далее — Датчик)
Серийный номер датчика	В данном поле указывается серийный номер Датчика
Имя датчика	В данном поле указывается имя используемого Датчика
Адрес датчика	В данном поле указывается адрес, присвоенный подключенному Датчику, по протоколу Modbus
Адрес данных	В данном поле указывается адрес во внутренней памяти Датчика, по которому необходимо считывать данные по протоколу Modbus

Команда чтения	В данном поле указывается Modbus команда, используемая для вычитывания данных с Датчика
Формат данных	В данном поле указывается формат данных, в котором хранятся данные в Датчике
Максимальное время ожидания	В данном поле указывается время, после которого Датчик считается отключенным (в данный момент времени опция недоступна)

Настройка канала.

После выполнения настройки и сохранения конфигурационных файлов необходимо убедиться в правильности выполненных действий. Для этого запустите программу ZETServerTime (ZETLab → Сервисные → Время ZETServer) и убедитесь, что появился новый канал данных (*Рис. 7, 8*). В данном примере этот канал имеет название External channel.

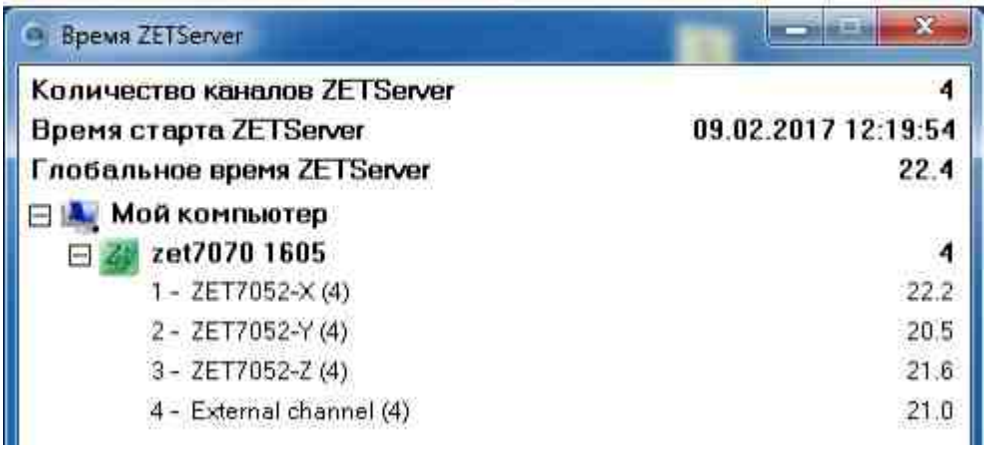


Рис. 7 — Отображение стороннего датчика в программе Время ZETServer (В данном примере сторонний датчик создан искусственно на базе нашего датчика, у Вас адреса устройств должны быть разные)

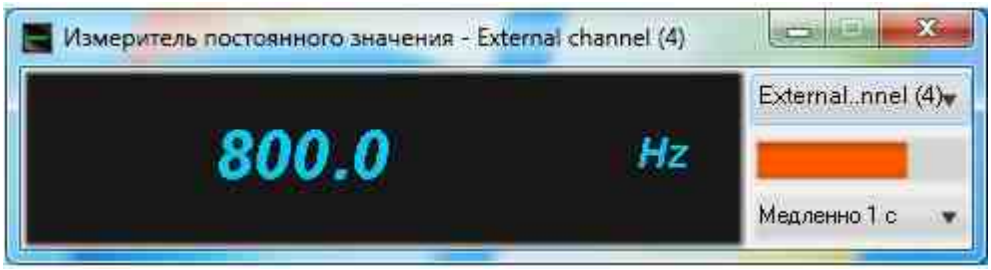


Рис. 8 — Проверка отображаемого значения

Для использования данных от стороннего датчика в программе ZETView, необходимо использовать измерительный канал. Для этого в проекте необходимо расположить компонент Измерительный канал (Компоненты ZETView → Вход АЦП → Измерительный канал), Вольтметр постоянного тока (Компоненты ZETView → Измерение (ВП) → Вольтметр постоянного тока) (Рис. 9, 10).

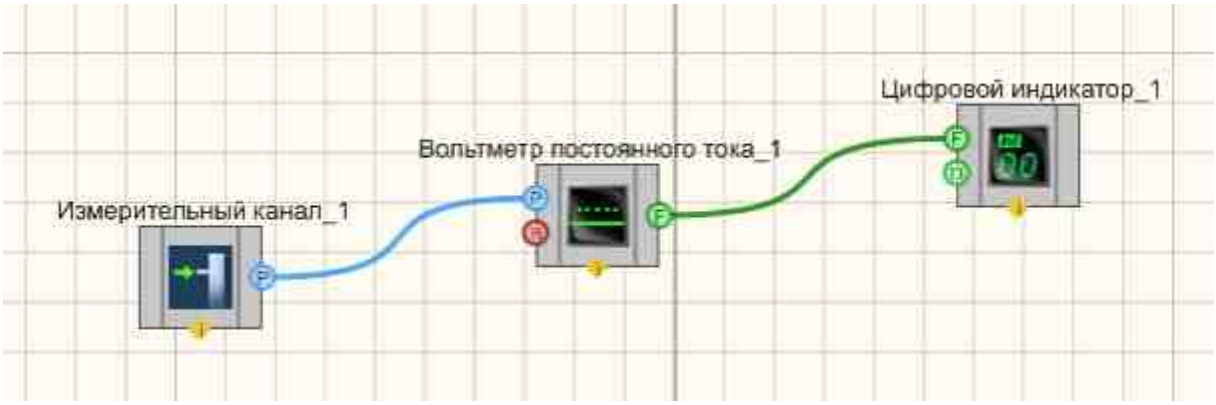


Рис. 9 — Вид разработчика



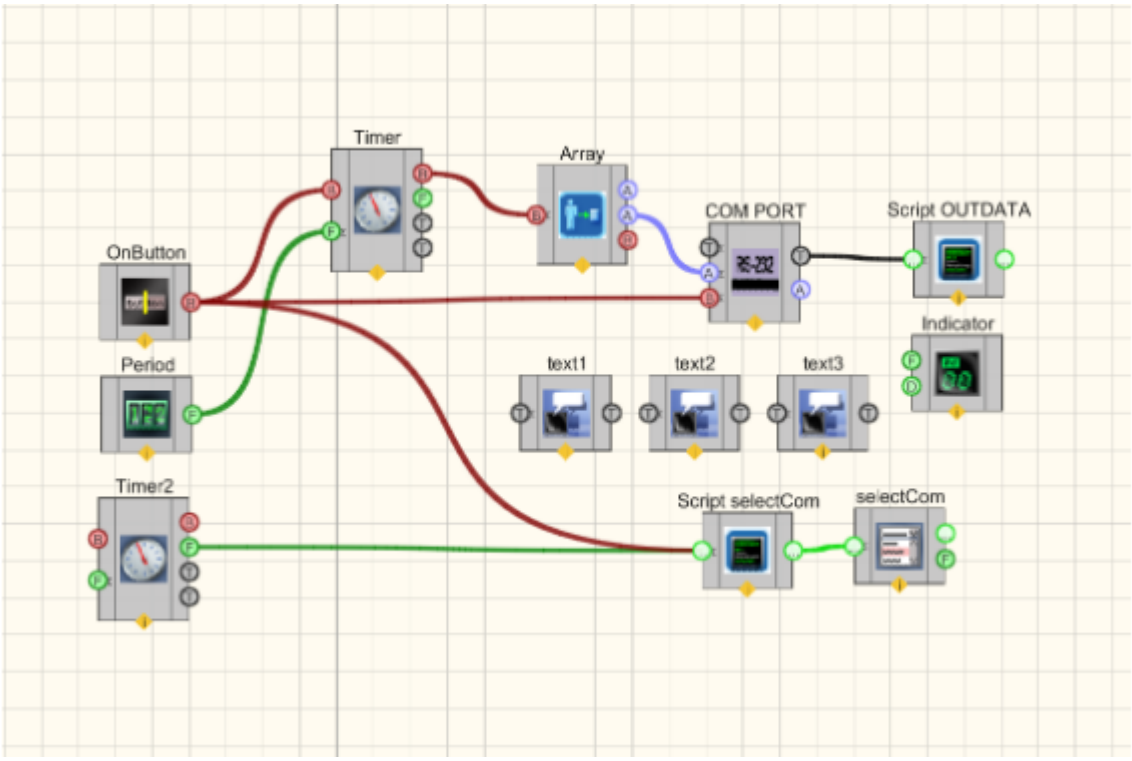
Рис. 10 — Вид оператора

ПОДКЛЮЧЕНИЕ СТОРОННИХ ДАТЧИКОВ RS-232

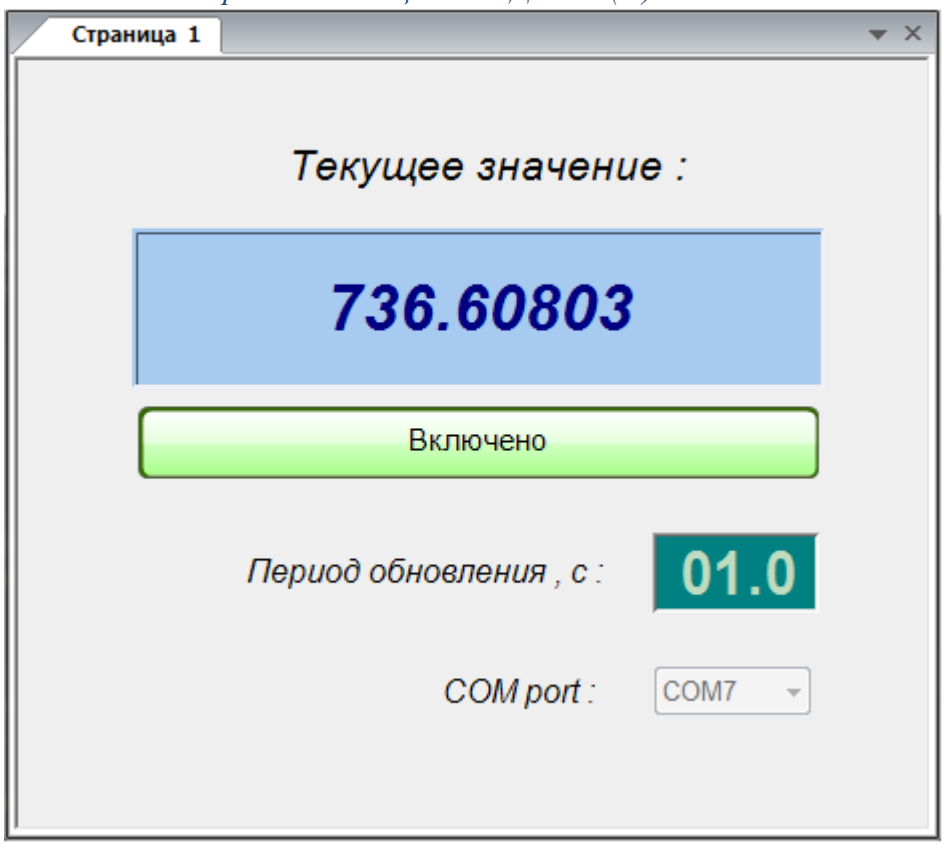
по протоколу UAI

Для использования эталонных преобразователей давления ПДЭ-020(И) производства ООО НПП ЭЛЕМЕР в проектируемых автоматизированных контрольно-измерительных системах, производства ZETLAB, была создана специализированная программа для отображения измеренных данных на мониторе оператора.

SCADA-проект по общению ПДЭ-020(И) представлен на рисунке.



SCADA-проект по общению ПДЭ-020(И) с ПО ZETLAB



Интерфейс программы для оператора

Поскольку эталонные преобразователи давления ПДЭ-020(И) используют закрытый протокол обмена UAI(L), возникают сложности при интегрирование регистрируемых данных в сторонние системы.

Данный SCADA-проект позволяет без особых усилий и навыков программирования построить удобный интерфейс отображения информации и организовать передачу данных в сторонние системы по OPC.

Универсальный конфигуратор сторонних устройств .....

Данная программа была разработана для создания универсального принципа общения с измерительным оборудованием максимально большого количества производителей. Пользователь настраивает параметры подключенных модулей, после чего ПО ZETLab в фоновом режиме обрабатывает данные от этих устройств.
В ПО ZETLab измерительная система состоит из двух физических модулей и одного абстрактного модуля:
Физические модули:

- Интерфейсный модуль (ZETLab: ZET7070, ZET7174, ZET7076 и т.д., Сторонние производители: ICP CON, VSCOM USB-4485-M, НИЛ АП NL-485-USB и т.д.)
- Измерительный модуль (ZETLab: ZET7021, ZET7121, ZET7010, ZET7011 и т.д., Сторонние производители: MSU34+TH, MSU34+THLP, DS18B2, МК-26 и т.д.).

Абстрактный модуль:

- Измерительный канал. Данный термин обозначает поток данных от измерительного модуля. Так, например, измерительный модуль метеостанция может содержать такие измерительные каналы как: температура воздуха, влажность окружающей среды, атмосферное давление и т.д.

Программа конфигуратор содержит дерево модулей (*Рис. 1*). На данном примере видно, что интерфейсный модуль “Интерфейсный модуль” содержит на своей шине два измерительных модуля “Метеостанция” и “Метеостанция 2”. Измерительный модуль “Метеостанция” включает в себя три измерительных канала: “Влажность”, “Давление” и “Температура”. Измерительный модуль “Метеостанция 2” включает в себя аналогичные каналы что и измерительный модуль “Метеостанция”.

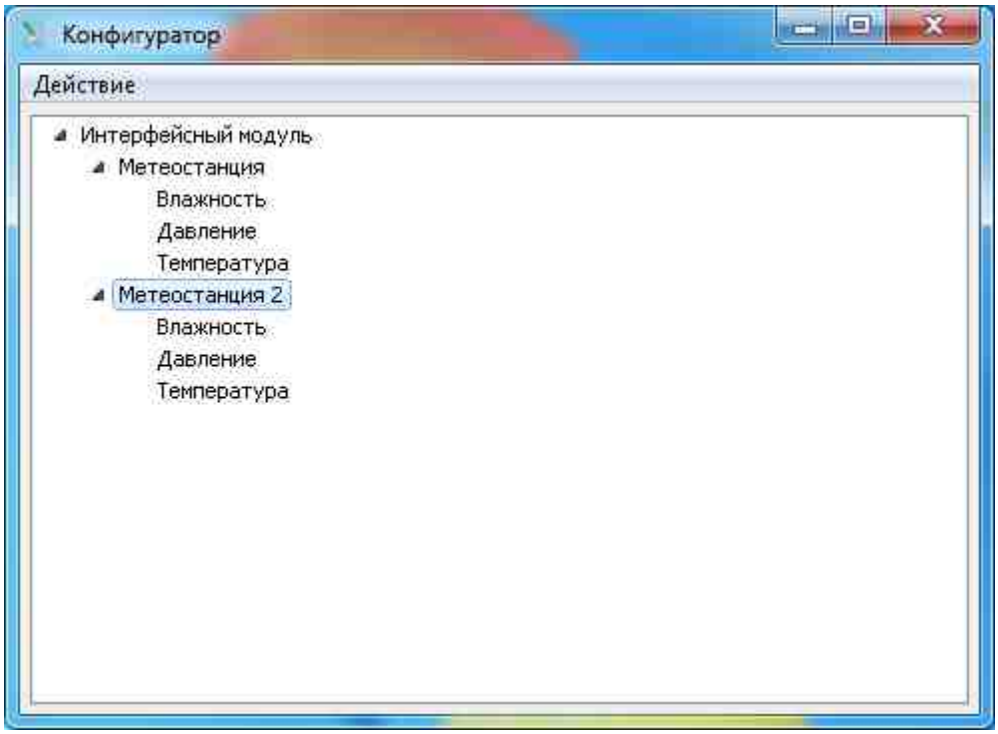


Рис. 1 Программа конфигуратор содержит дерево модулей

Программа для конфигурирования сторонних MODBUS устройств (далее - Конфигуратор) предназначена для создания конфигурационных файлов, в дальнейшем используемых программным обеспечением ZETLab (далее — ПО ZETLab). Данные конфигурационные файлы предназначены для удобного представления параметров датчика и измеряемых им значений в ПО ZETLab (Рис. 1).

Примечание: программу ***Конфигуратор*** можно запустить непосредственно из рабочей директории ZETLAB (по умолчанию: C:\ZETLAB\). Имя запускаемого файла: ExtModbusDeviceConfig.exe.

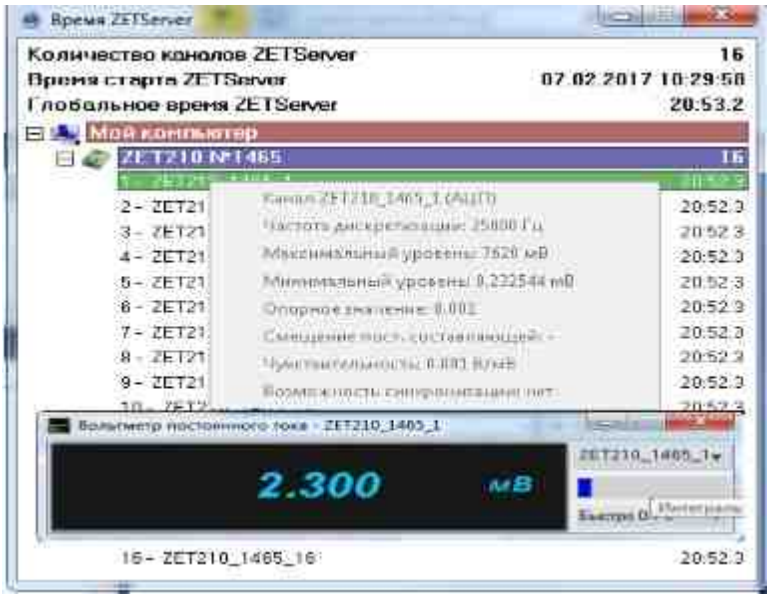


Рис. 1 — Представление данных в программном обеспечении

Окно Конфигуратора имеет простой диалоговый интерфейс (Рис. 2). Основное меню Конфигуратора имеет всего один подпункт «Файл», который в свою очередь содержит следующие подпункты: «Открыть», «Создать», «Сохранить», «Сохранить как», «Закрыть» и «Выход».

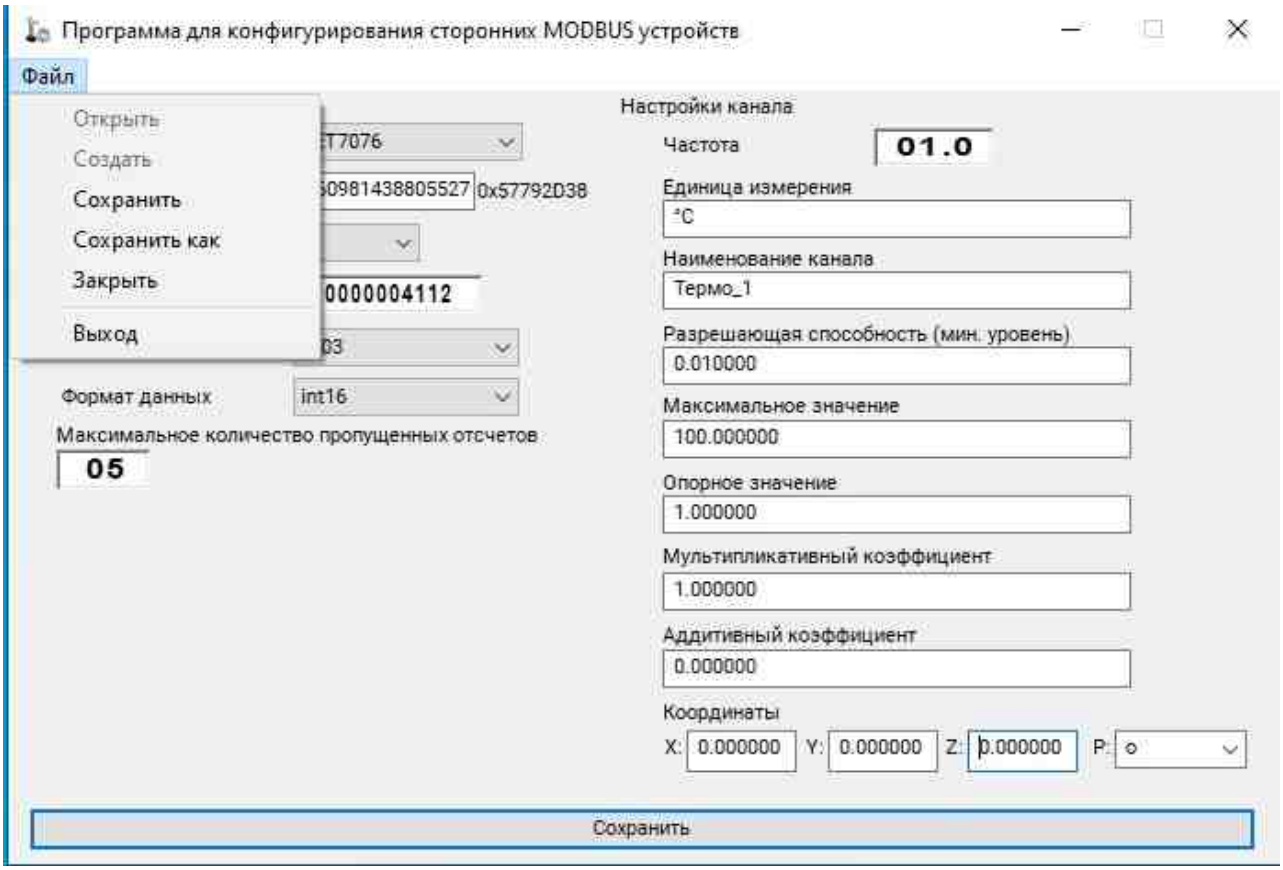


Рис. 2 — Главное меню Конфигуратора

При нажатии на пункт «Открыть», открывается окно с предложением выбора пути к перенастраиваемому конфигурационному файлу (Рис. 3). В случае выбора файла и нажатия на кнопку Открыть, Конфигуратор загрузит и отобразит параметры из выбранного конфигурационного файла (Рис. 4).

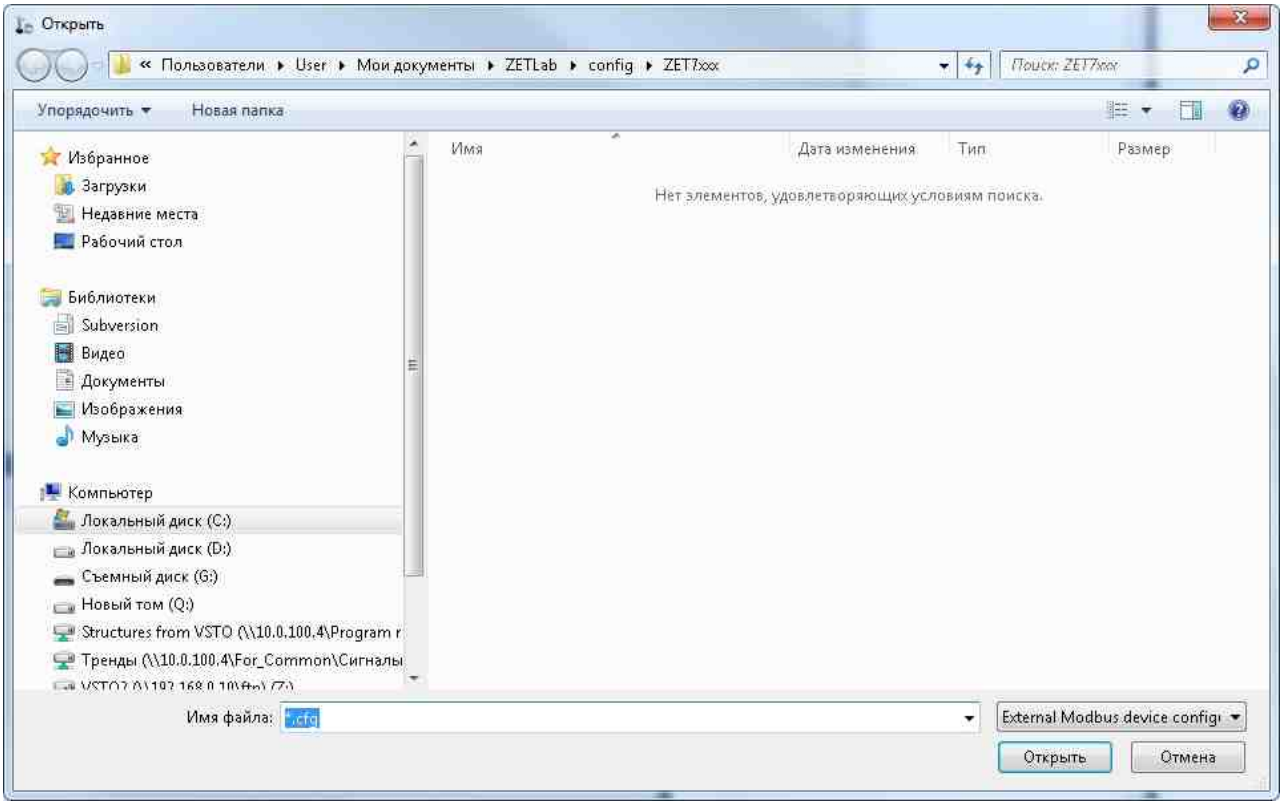


Рис. 3 — Выбор пути конфигурационного файла

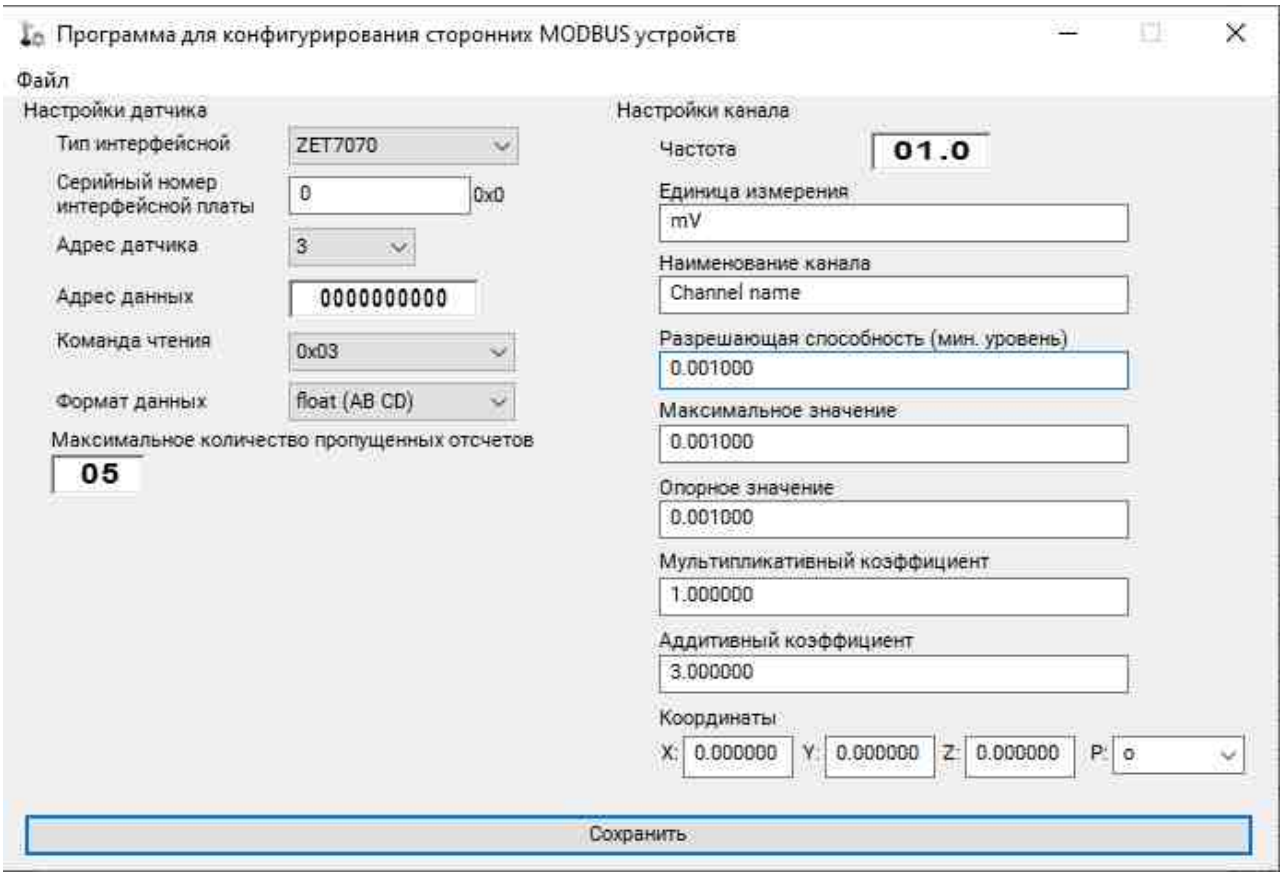


Рис. 4 — Отображение конфигурационных параметров в Конфигураторе

При нажатии на пункт «Создать» Конфигуратор отобразит параметры по умолчанию (Рис. 5).

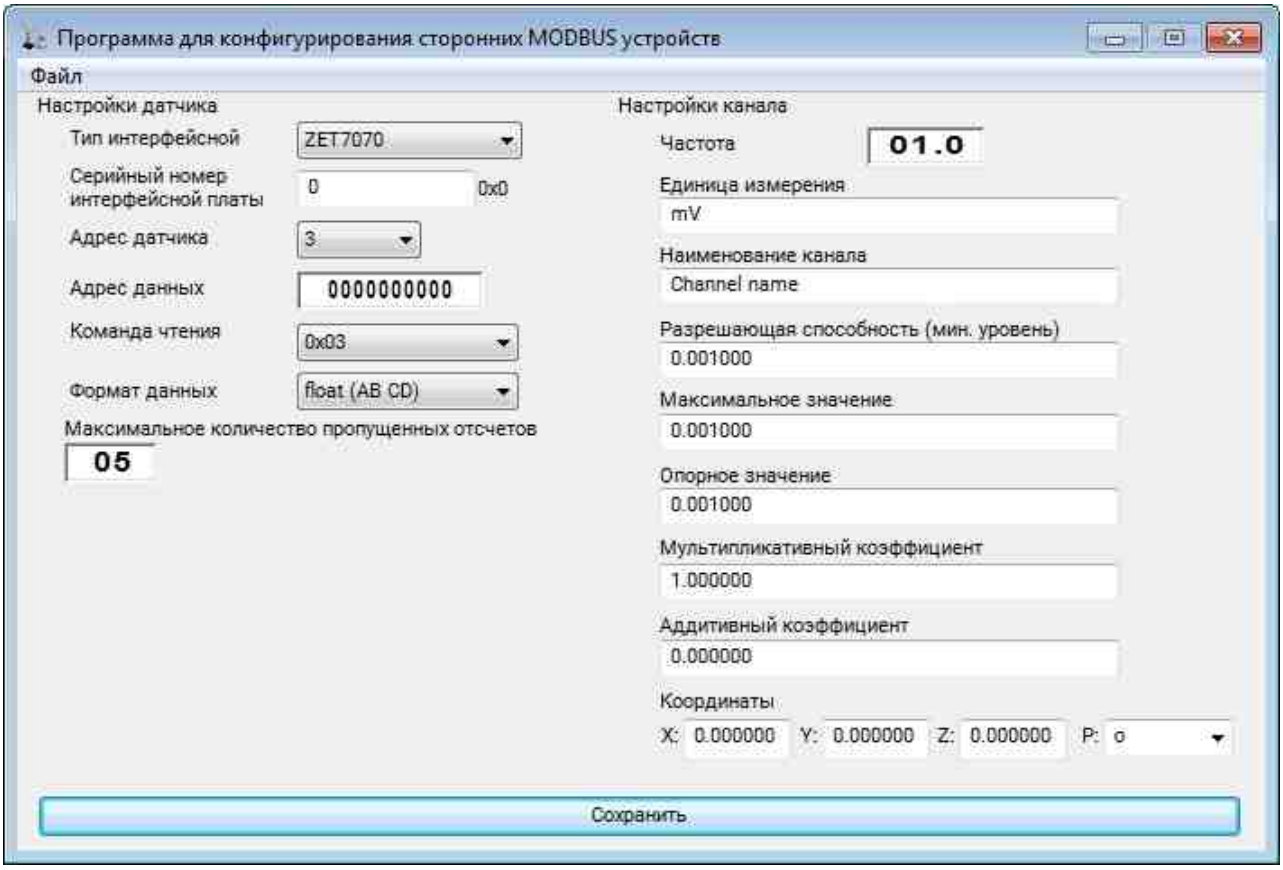


Рис. 5 — Настройки по умолчанию

При нажатии на пункт «Сохранить» Конфигуратор перезапишет новые параметры в ранее открытый конфигурационный файл. Если конфигурационный файл был создан новым, то действия будут аналогичны нажатию пункта «Сохранить как».

При нажатии на пункт «Сохранить как» Конфигуратор откроет окно с предложением выбора пути для создаваемого вновь или перезаписываемого конфигурационного файла. После нажатия на кнопку Сохранить файл будет записан (Рис. 6).

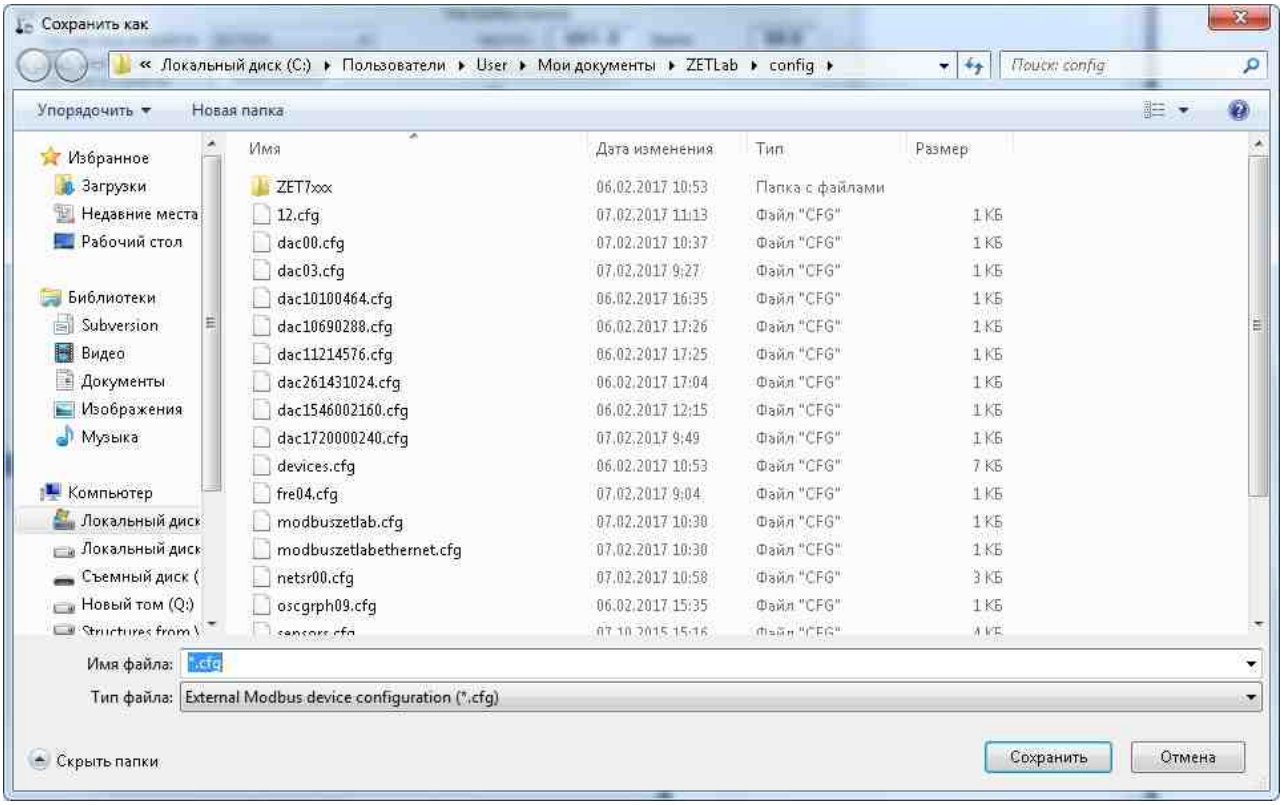


Рис. 6 — Окно выбора пути для сохранения конфигурационного файла

При нажатии на пункт «Закрыть» Конфигуратор закроет конфигурационные параметры из текущего отображаемого конфигурационного файла (Рис. 2).

При нажатии на пункт «Выход» Конфигуратор прекратит работу (Рис. 2).

. *Настройка*

Программа Конфигуратор позволяет выполнить настройку следующих параметров сторонних MODBUS устройств (Рис. 4):

Конфигурационный параметр	***Описание***
Настройки	
Тип интерфейсной платы	В данном поле указывается тип используемой интерфейсной платы производства компании ZETLab (далее — Интерфейсная плата)
Серийный номер интерфейсной платы	В данном поле указывается серийный номер используемой Интерфейсной платы
Тип датчика	В данном поле указывается тип стороннего датчика, работающего по протоколу MODBUS и подключенного к Интерфейсной плате (далее — Датчик)
Серийный номер датчика	В данном поле указывается серийный номер Датчика
Имя датчика	В данном поле указывается имя используемого Датчика
Адрес датчика	В данном поле указывается адрес, присвоенный подключенному Датчику, по протоколу MODBUS
Адрес данных	В данном поле указывается адрес во внутренней памяти Датчика, по которому необходимо считывать данные по протоколу MODBUS

Команда чтения	В данном поле указывается MODBUS команда, используемая для вычитывания данных с Датчика
Формат данных	В данном поле указывается формат данных, в котором хранятся данные в Датчике
Максимальное время ожидания	В данном поле указывается время, после которого Датчик считается отключенным (в данный момент времени опция недоступна)
Настройки канала	
Датчик может иметь несколько измеряемых значений. Например, первое значение хранится по адресу 0x0000, второе по адресу 0x0002, третье 0x0004 и т. д. Значения по каждому адресу далее будут именоваться каналами.	
Частота	В данном поле указывается частота опроса данных с описываемого конфигурационным файлом канала Датчика (далее - Канал)
Единица измерения	В данном поле указывается единица измерения Канала, в которой хранятся данные по текущему Каналу
Наименование канала	В данном поле указывается имя текущего Канала
Разрешающая способность	В данном поле указывается разрешающая способность, характерная для текущего Канала
Максимальное значение	В данном поле указывается максимальное по модулю значение, характерное для текущего Канала
Опорное значение	В данном поле указывается опорное значение Канала, используемое для расчётов по текущему Каналу
Мультипликативный коэффициент	В данном поле указывается мультипликативный коэффициент преобразования значения по текущему Каналу
Аддитивный коэффициент	В данном поле указывается аддитивный коэффициент преобразования значения по текущему Каналу

После выполнения настройки и сохранения конфигурационных файлов необходимо убедиться в правильности выполненных действий. Для этого запустите программу ZETServerTime (ZETLab → Сервисные → Время ZETServer) и убедитесь, что появился новый канал данных (Рис. 7, 8). В данном примере этот канал имеет название External channel.

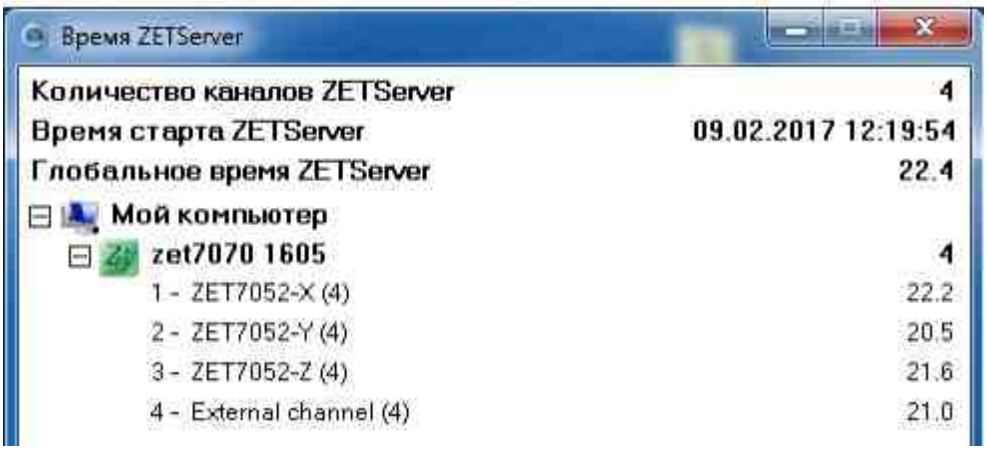


Рис. 7 — Отображение стороннего датчика в программе ZETServerTime
(В данном примере сторонний датчик создан искусственно на базе нашего датчика, у Вас адреса устройств должны быть разные)

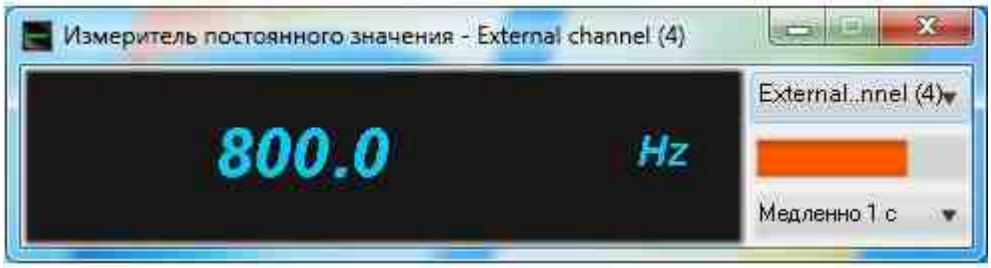


Рис. 8 — Проверка отображаемого значения

Для использования данных от стороннего датчика в программе ZETView, необходимо использовать измерительный канал. Для этого в проекте необходимо расположить компонент Измерительный канал (Компоненты ZETView → Вход АЦП → Измерительный канал), Вольтметр постоянного тока (Компоненты ZETView → Измерение (ВП) → Вольтметр постоянного тока) (Рис. 9, 10).

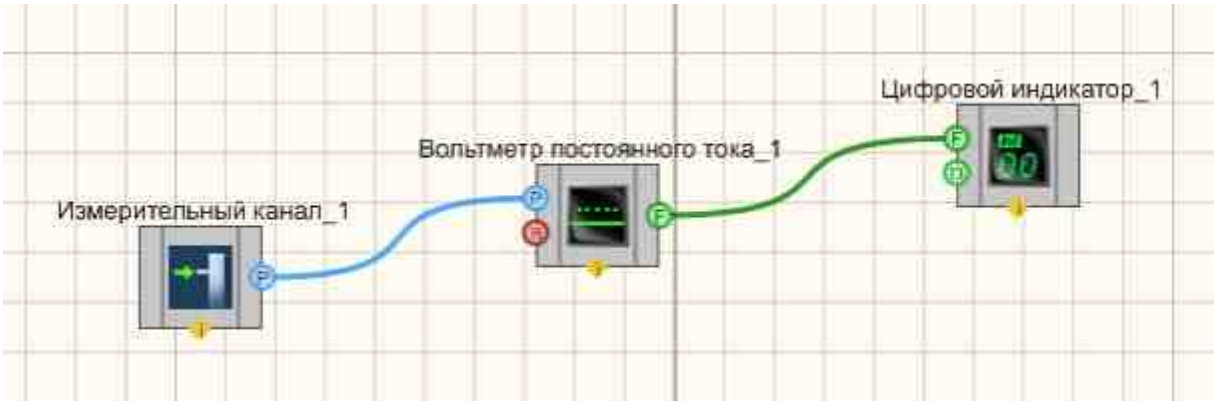


Рис. 9 — Вид разработчика

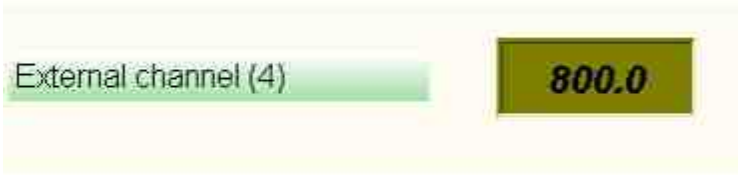


Рис. 10 — Вид оператора

Добавление нового интерфейсного модуля .....

Для добавления нового интерфейсного модуля в главном окне программы “Конфигуратор” нажимаем кнопку меню “Действие->Добавить интерфейсный модуль” (*Рис. 2*).

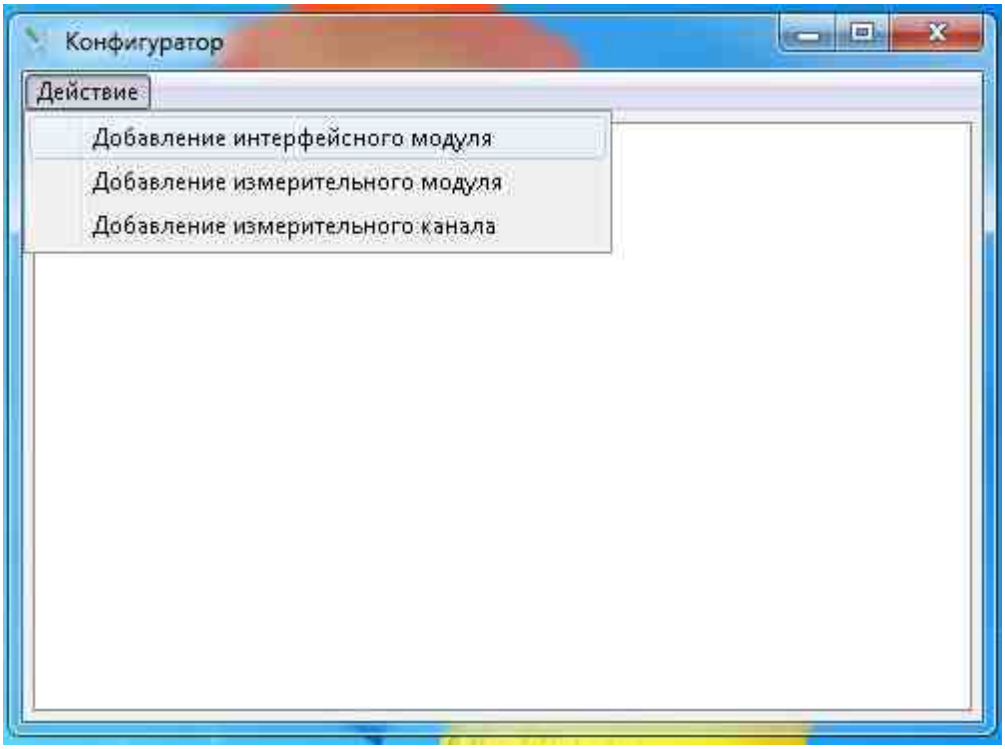


Рис. 2 - Меню "Действие"

После вызова меню "Действие->Добавить интерфейсный модуль" откроется окно для добавления нового интерфейсного модуля (*Рис. 3*).

Добавление интерфейсного модуля происходит в три шага.

Первый шаг — это выбор устройства из подключенных на данный момент к компьютеру (*Рис. 3*).

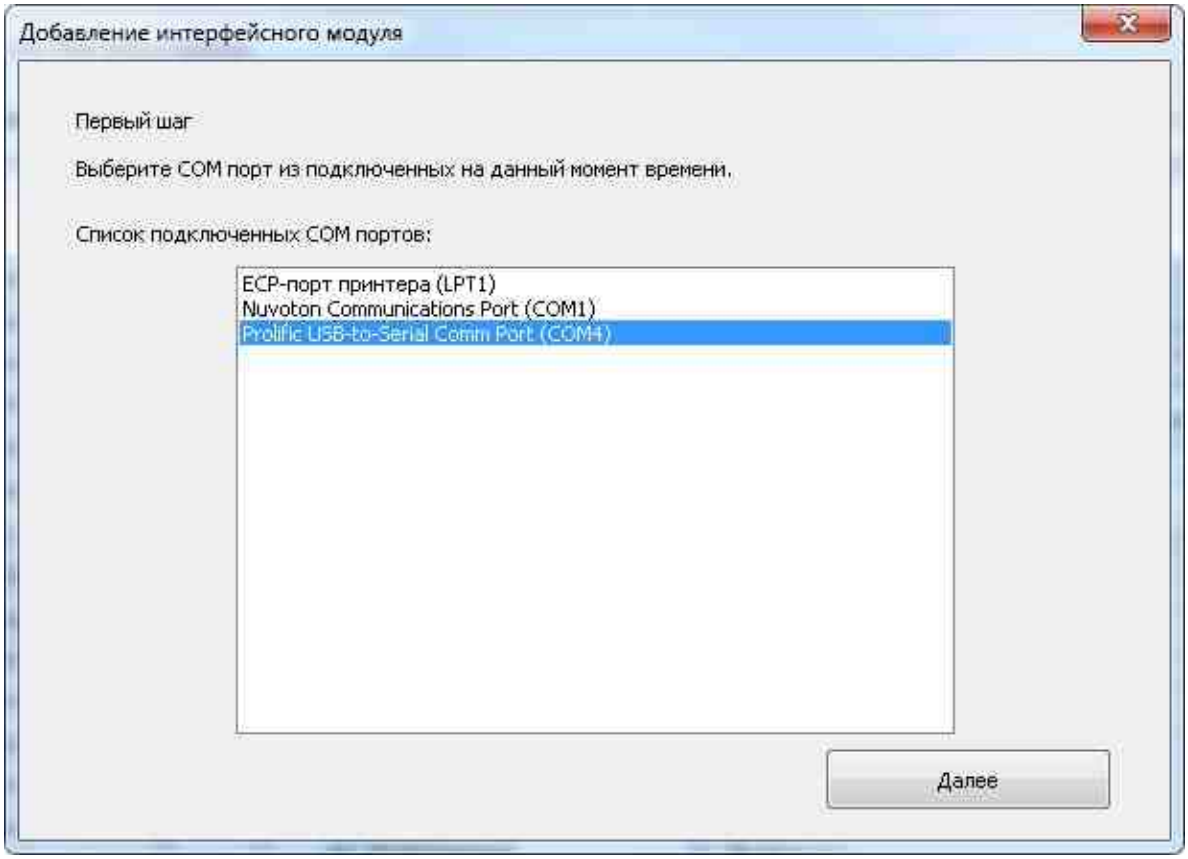


Рис. 3 - Добавление интерфейсного модуля (Шаг 1)

Выбираем из списка интересующее нас устройство и нажимаем кнопку “Далее”.

На втором шаге нам необходимо задать удобное для дальнейшего восприятия имя интерфейсного модуля, оно будет в дальнейшем использоваться в ПО ZETLab (*Рис. 4*).

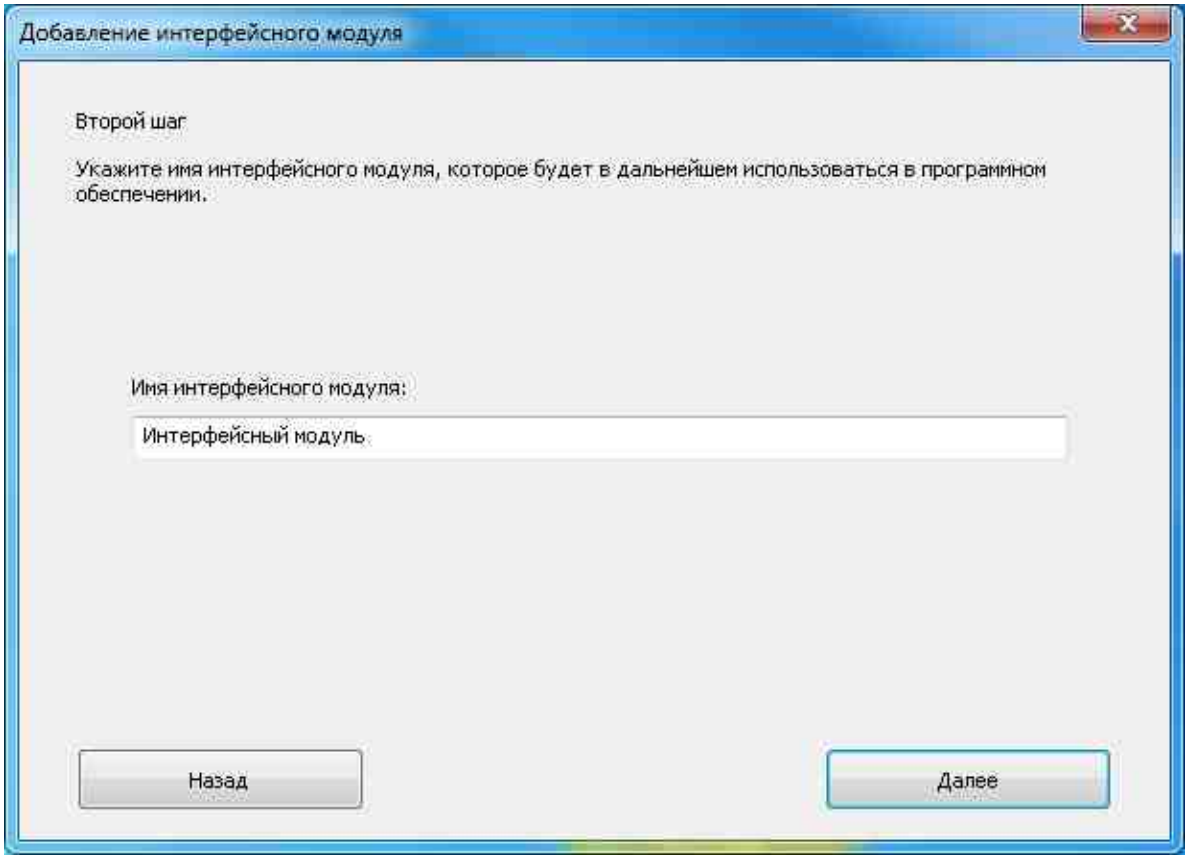


Рис. 4 - Добавление интерфейсного модуля (Шаг 2)

Задаем имя устройства и нажимаем кнопку “Далее”.
На третьем шаге нам необходимо задать настройки передачи данных (*Рис. 5*).

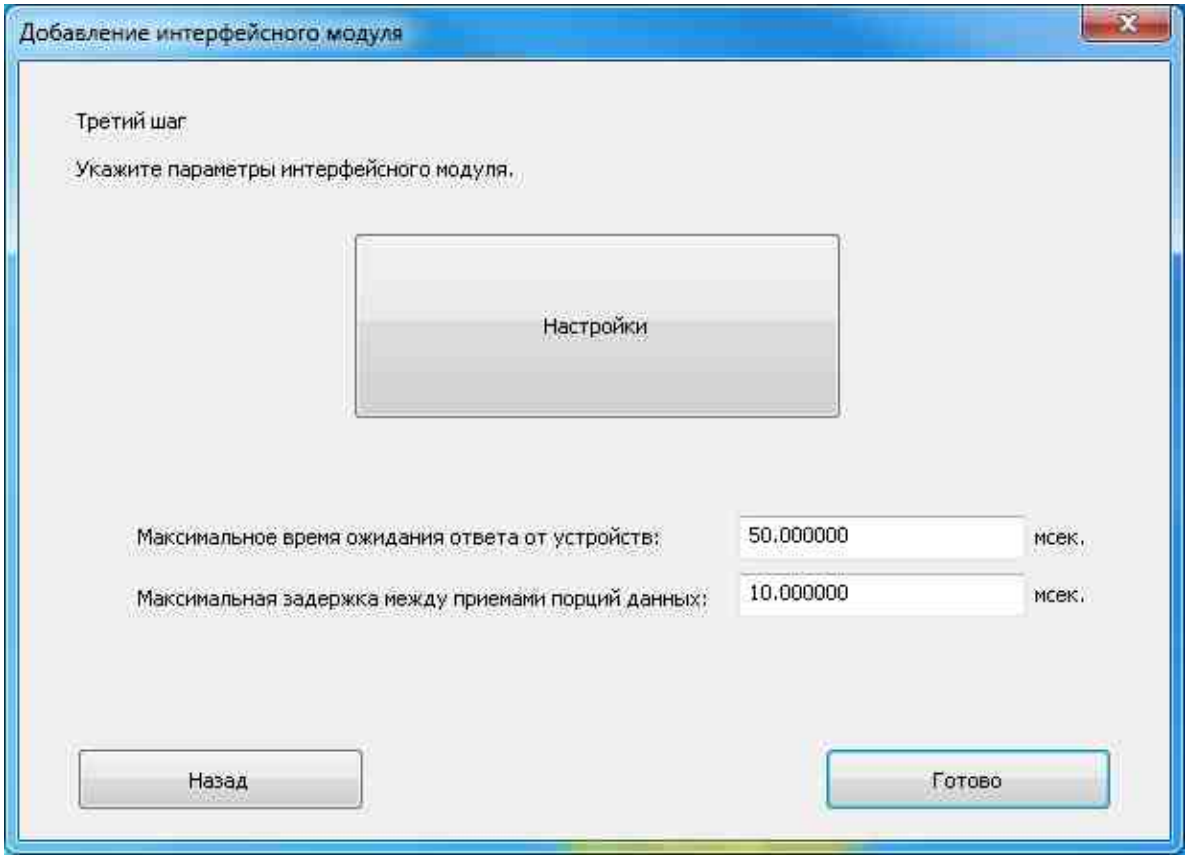


Рис. 5 - Добавление интерфейсного модуля (Шаг 3)

Для этого нажимаем кнопку “Настройка” и в стандартном окне Windows задаем параметры передачи данных (*Рис. 6*).

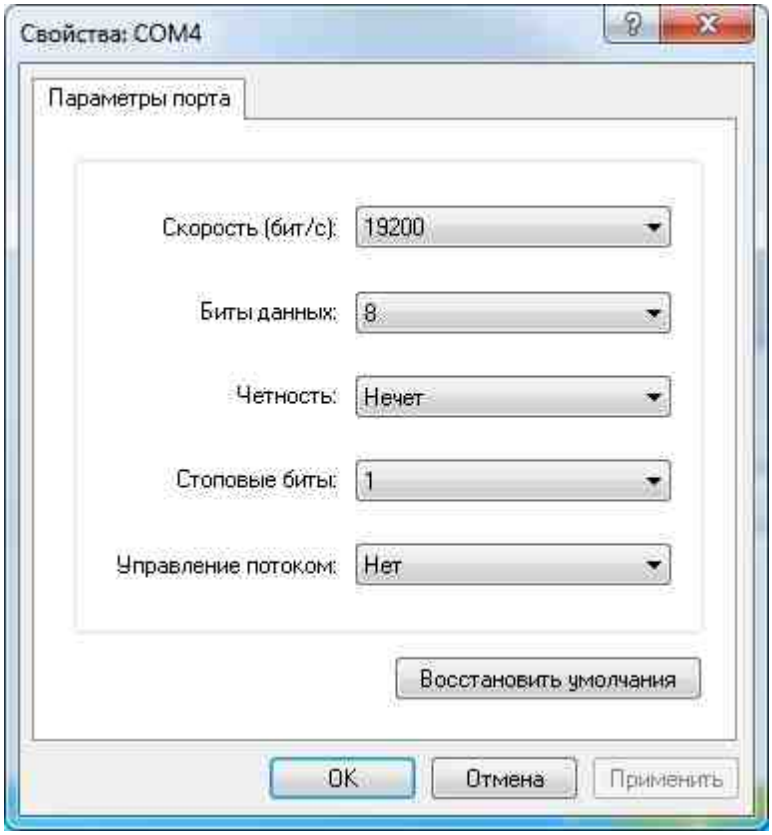


Рис. 6 - Настройки передачи данных

Дополнительно задаем параметры опроса устройств: максимальное время ожидания ответа от устройства, и максимальная задержка между последовательными порциями данных (у некоторых интерфейсных модулей этот параметр задается в драйвере устройства). После указания всех настроек интерфейсного модуля нажимаем кнопку “Готово”. Интерфейсный модуль добавлен (*Рис. 7*).

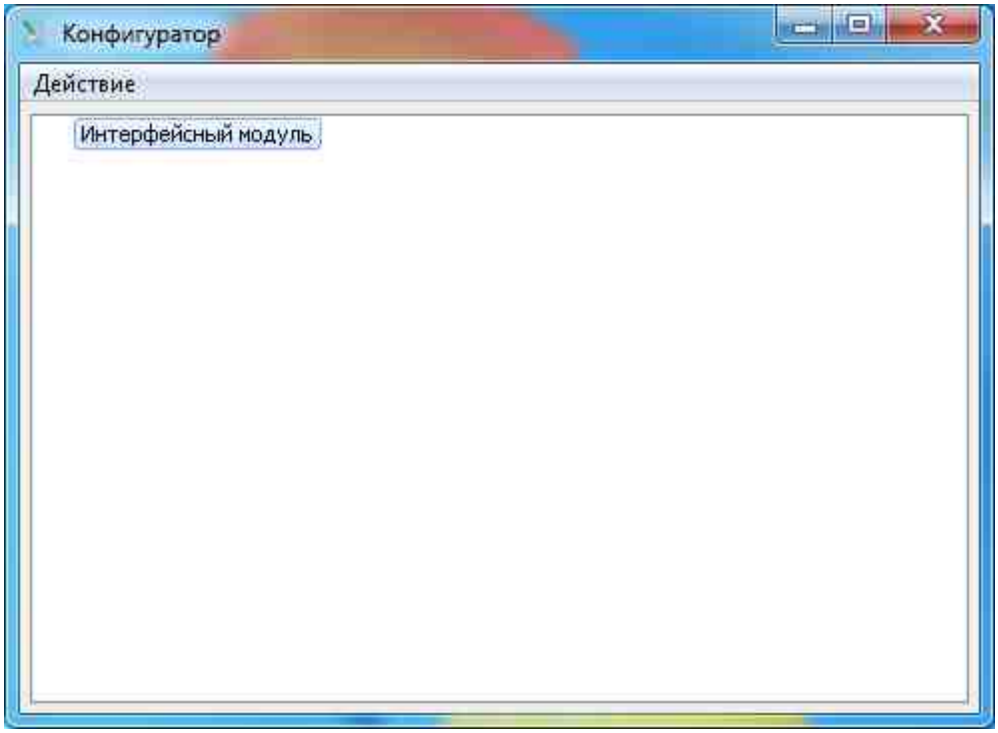


Рис. 7 - Новый интерфейсный модуль

Добавление нового измерительного модуля .....

Для добавления нового измерительного канала, в главном окне программы “Конфигуратор” нажимаем меню “Действие->Добавить измерительный модуль”, также данное меню можно вызвать нажатием правой кнопки мыши по нужному интерфейсному модулю (*Рис. 8*). Добавление интерфейсного модуля происходит в три шага. Первый шаг — это выбор интерфейсного модуля, на котором будет работать измерительный модуль (*Рис. 8*).

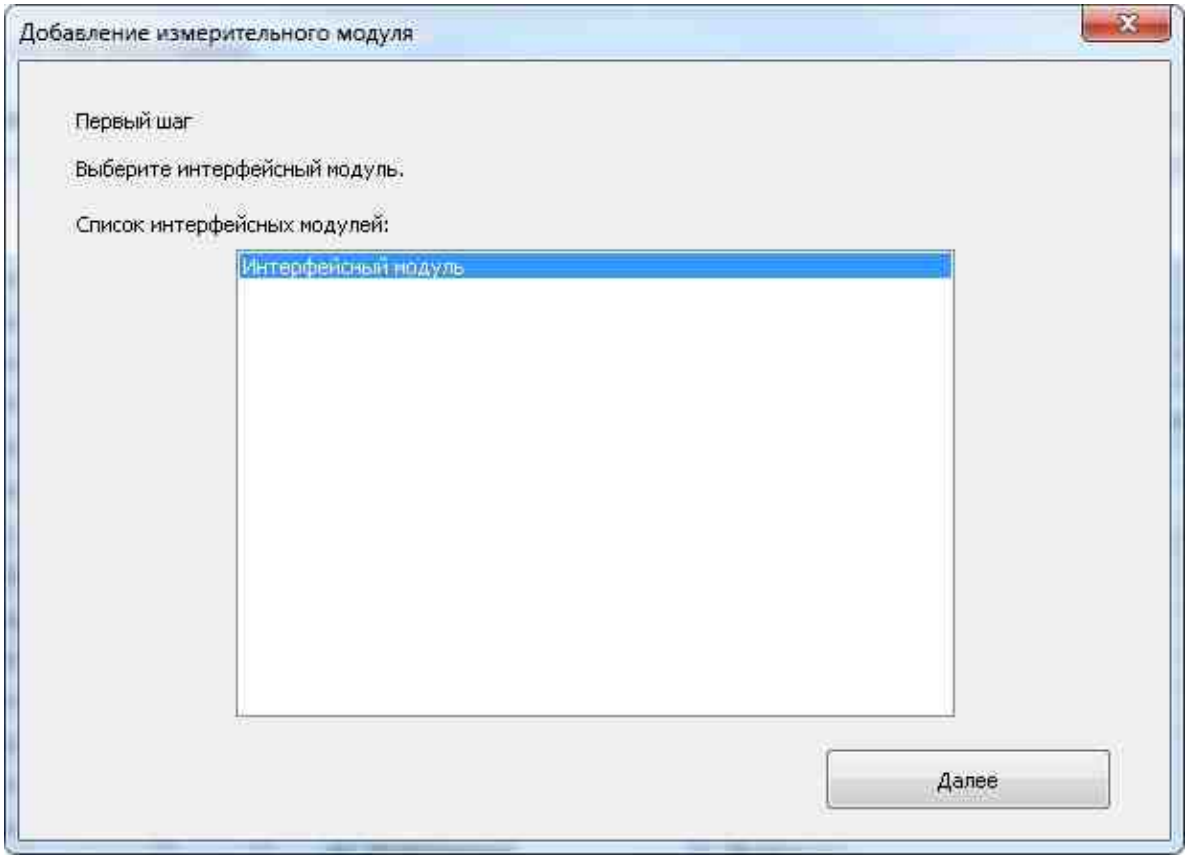


Рис. 8 - Добавление измерительного модуля (Шаг 1)

После выбора нужного интерфейсного модуля необходимо нажать кнопку “Далее”. Вторым шагом необходимо задать удобное для дальнейшего восприятия имя измерительного модуля, данное имя необходимо для дальнейшего использования в ПО ZETLab (*Рис. 9*).

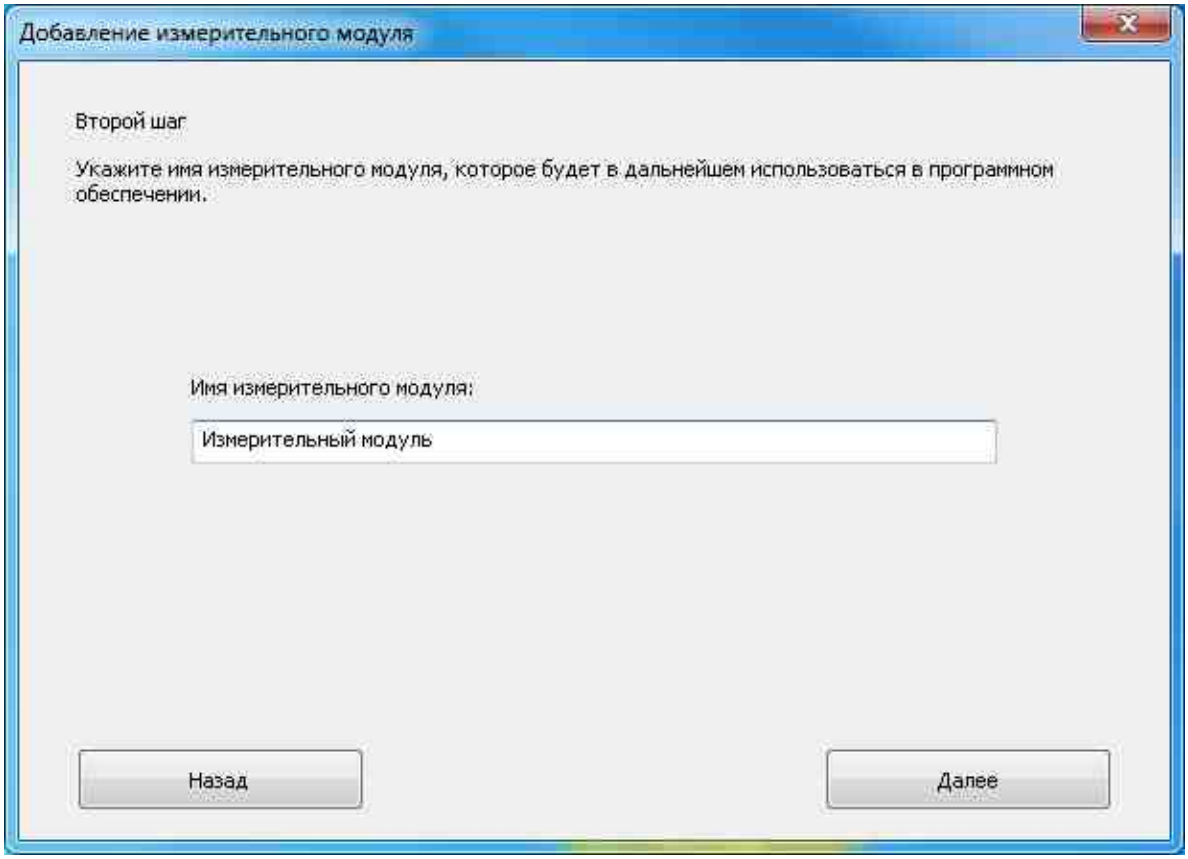


Рис. 9 - Добавление измерительного модуля (Шаг 2)

После указания имени измерительного модуля необходимо нажать кнопку “Далее”. На третьем шаге необходимо указать адрес измерительного модуля и тип используемого протокола обмена данными (*Рис. 10*).

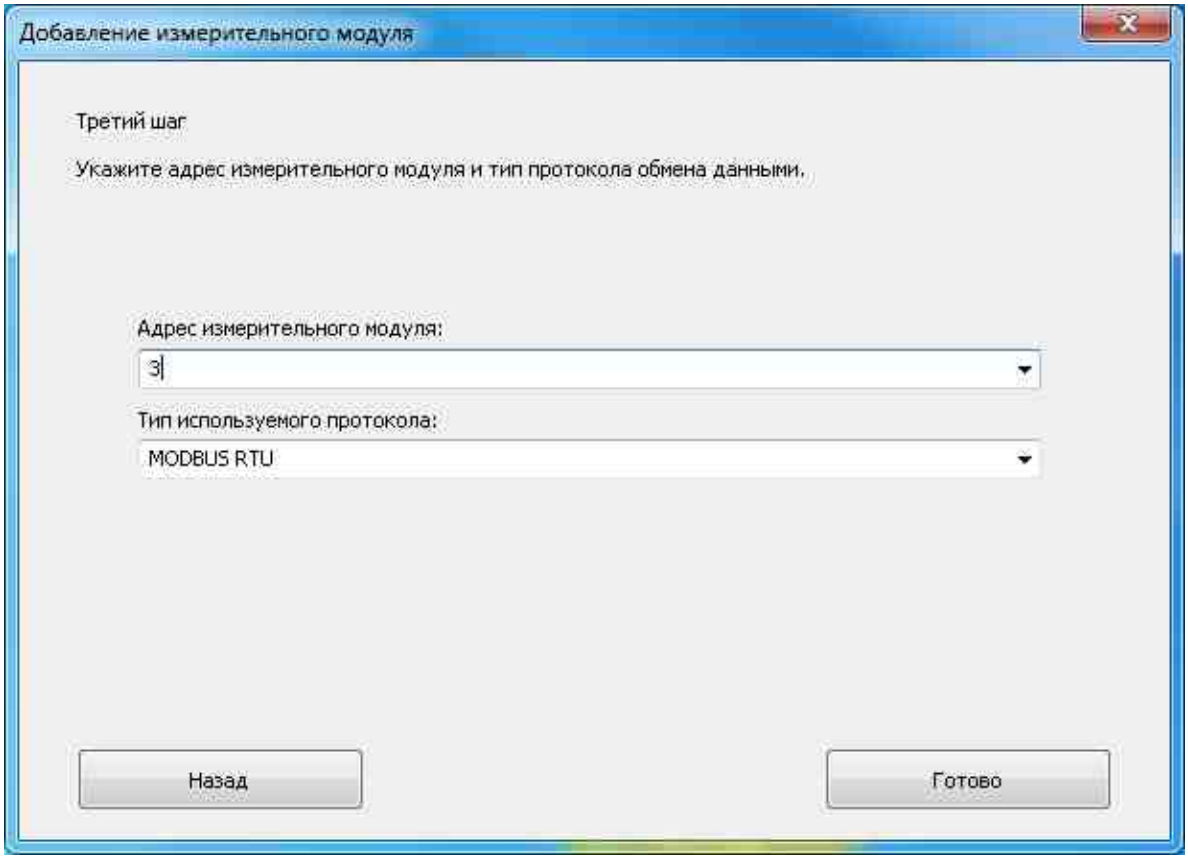


Рис. 10 - Добавление измерительного модуля (Шаг 3)

Для завершения процедуры добавления нового измерительного модуля необходимо нажать кнопку “Готово”. Измерительный модуль был успешно добавлен (*Рис. 11*).

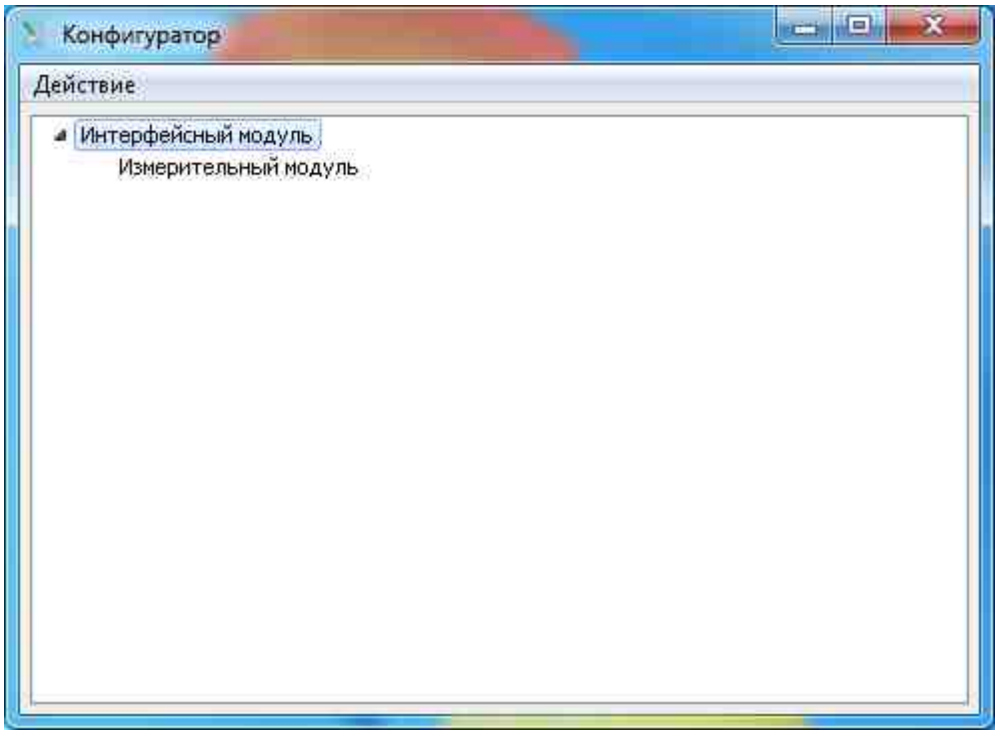


Рис. 11 - Новый измерительный модуль

Добавление измерительного канала .....

Для добавления нового измерительного канала в главном окне программы “Конфигуратор” нажимаем меню “Действие->Добавить измерительный канал”, также данное меню можно вызвать нажатием правой кнопки мыши по нужному измерительному модулю (*Рис. 12*).

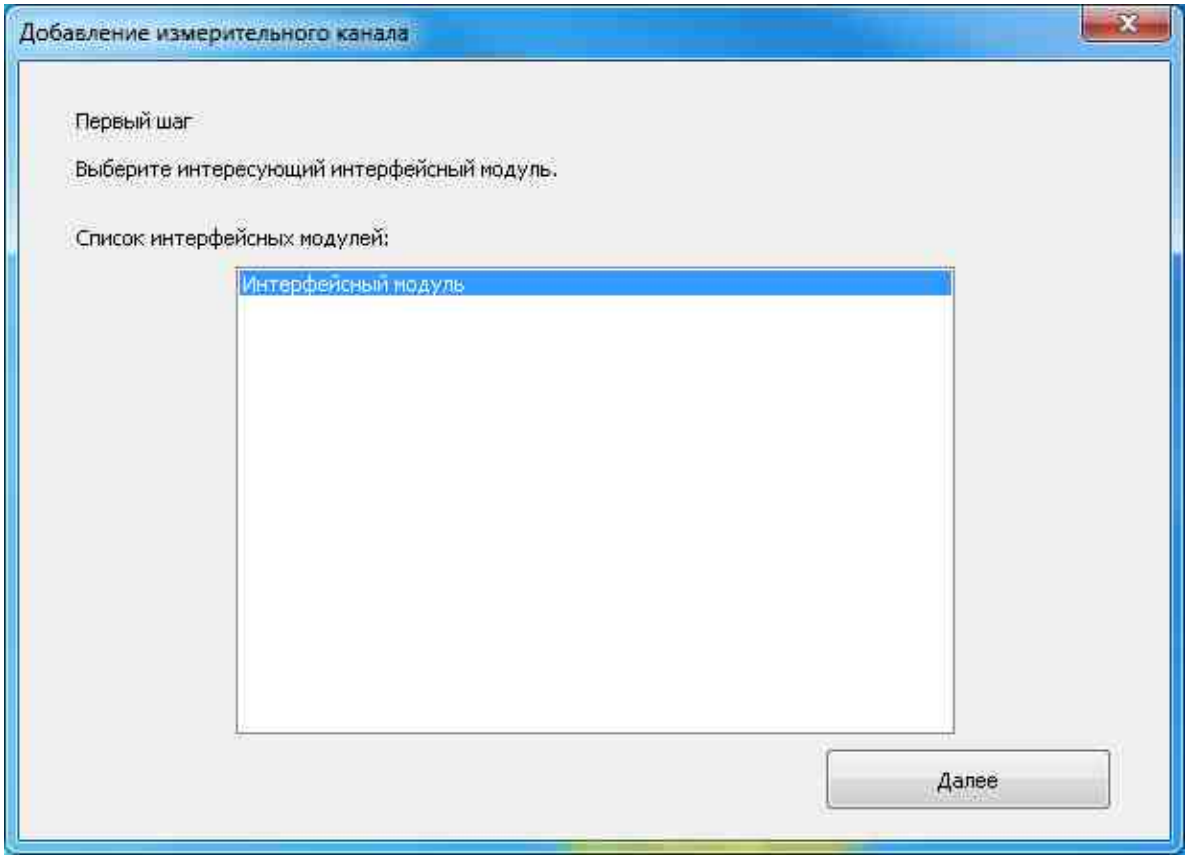


Рис. 12 - Добавление измерительного канала (Шаг 1)

Добавление измерительного канала происходит в пять шагов. Первый шаг — это выбор интерфейсного модуля, на котором будет работать измерительный канал (*Рис. 13*).

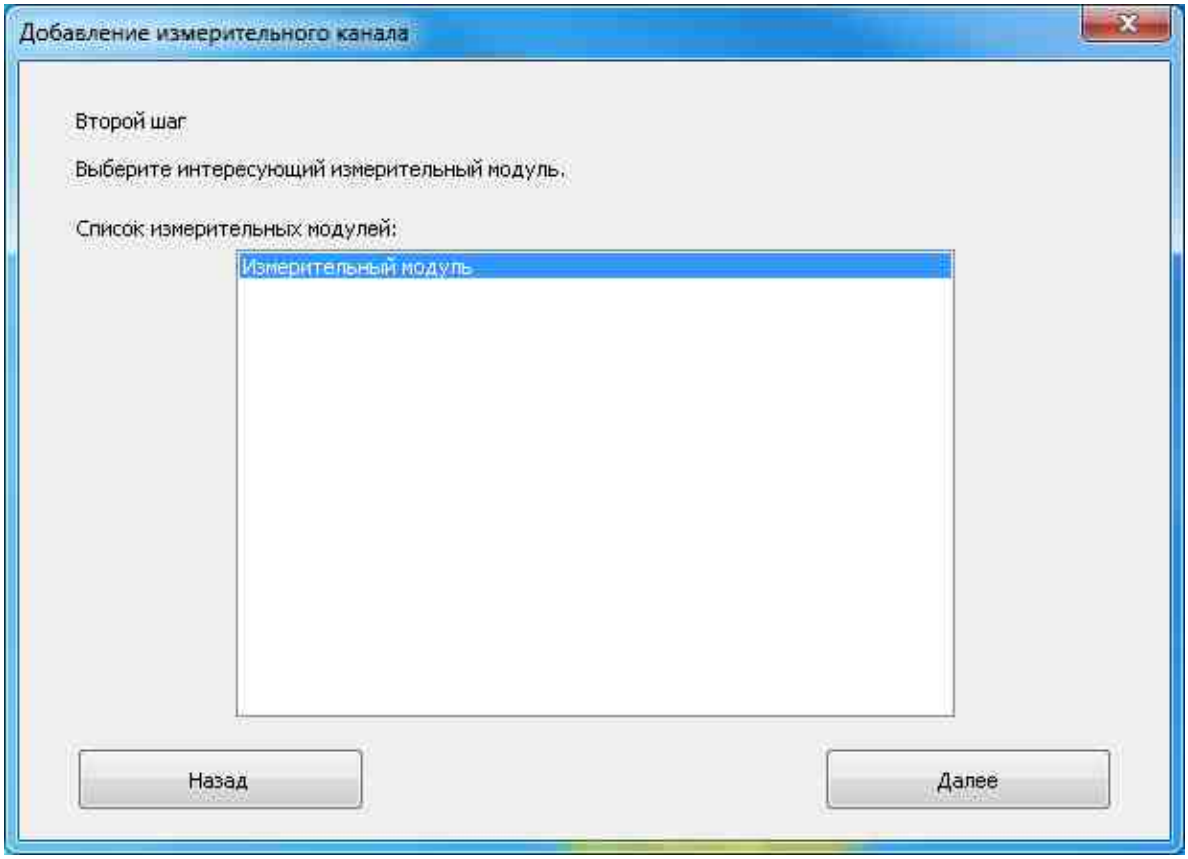


Рис. 13 - Добавление измерительного канала (Шаг 2)

После выбора нужного интерфейсного модуля необходимо нажать кнопку “Далее”. Вторым шагом необходимо выбрать имя измерительного модуля, на котором будет работать измерительный канал (*Рис. 14*).

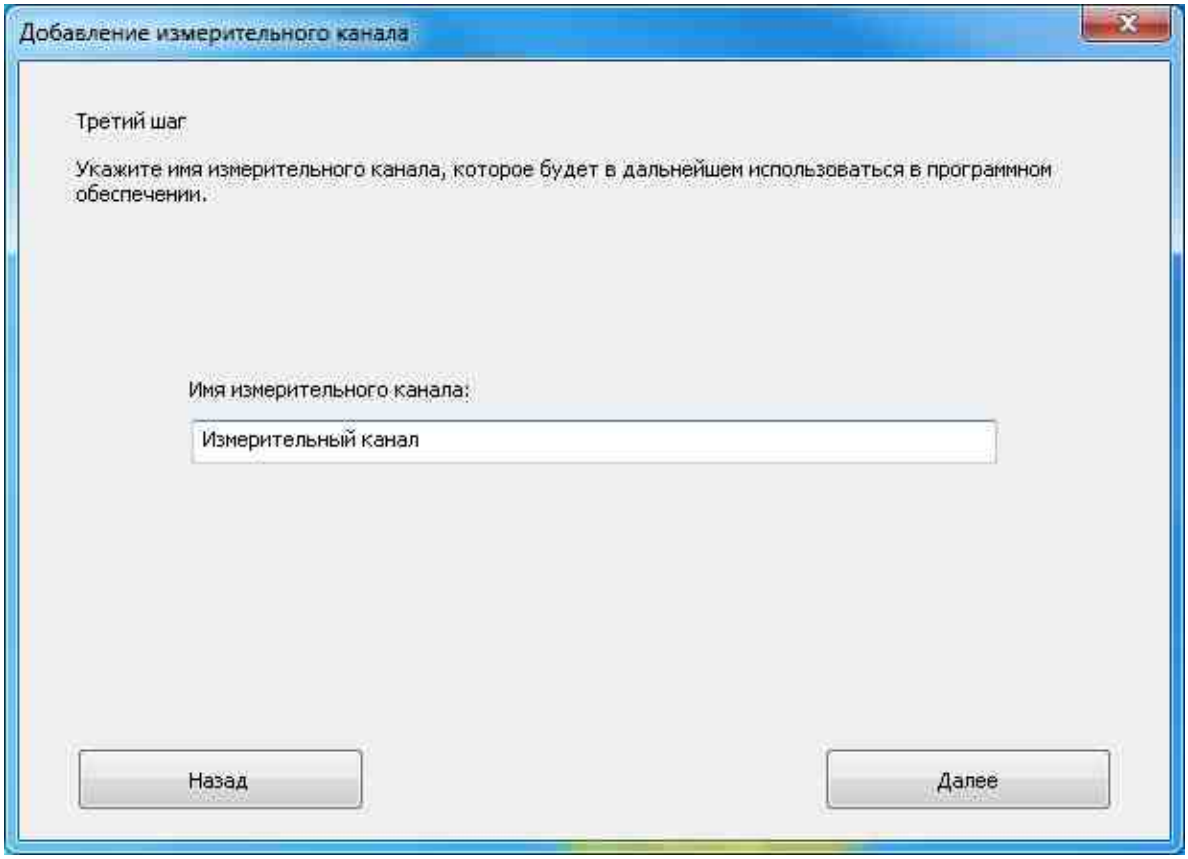


Рис. 14 - Добавление измерительного канала (Шаг 3)

После выбора измерительного модуля необходимо нажать кнопку “Далее”. На третьем шаге необходимо указать имя измерительного канала, данное имя необходимо для дальнейшего использования в ПО ZETLab (*Рис. 15*).

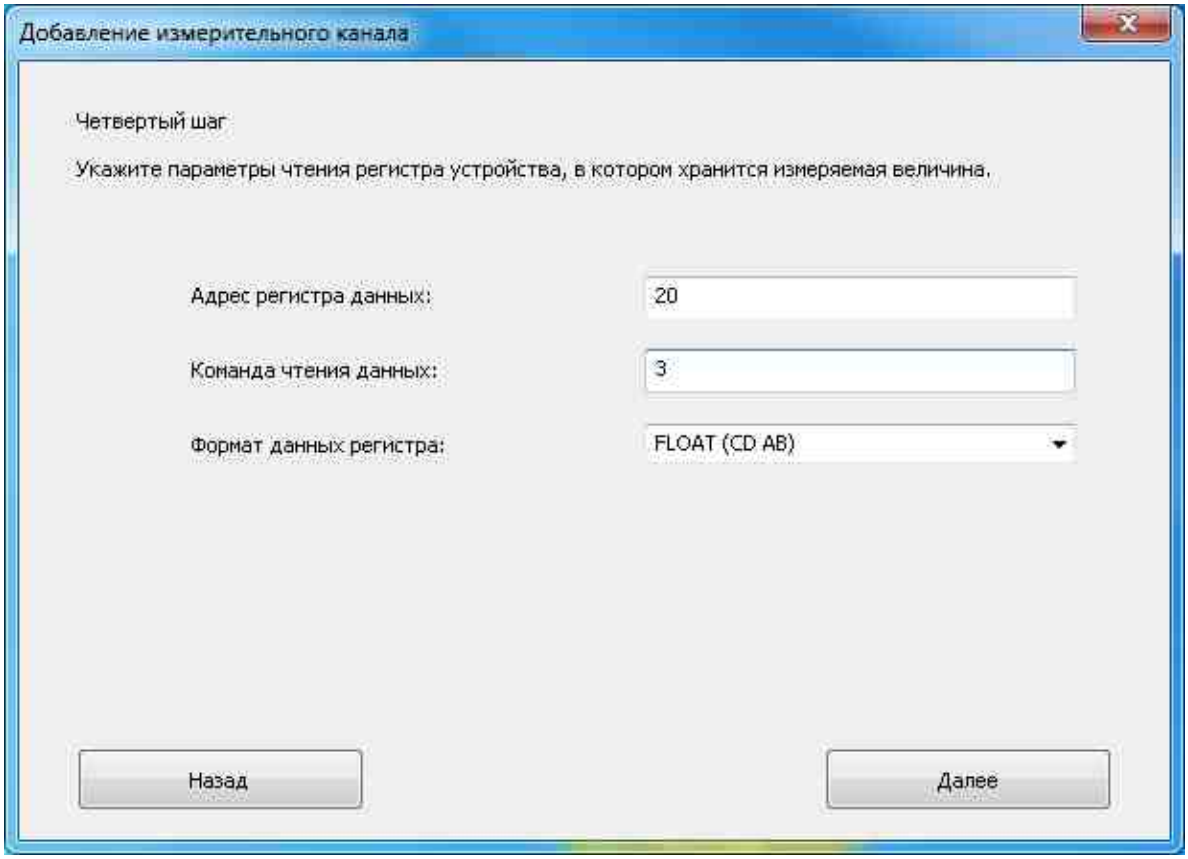


Рис. 15 - Добавление измерительного канала (Шаг 4)

После указания имени измерительного канала необходимо нажать кнопку “Далее”. На четвертом шаге необходимо указать адрес регистра измерительного модуля из которого будет производиться чтение данных. Указать команду, с помощью которой будет осуществляться чтение данных и формат данных, в котором находятся данные в регистре (*Рис. 16*).

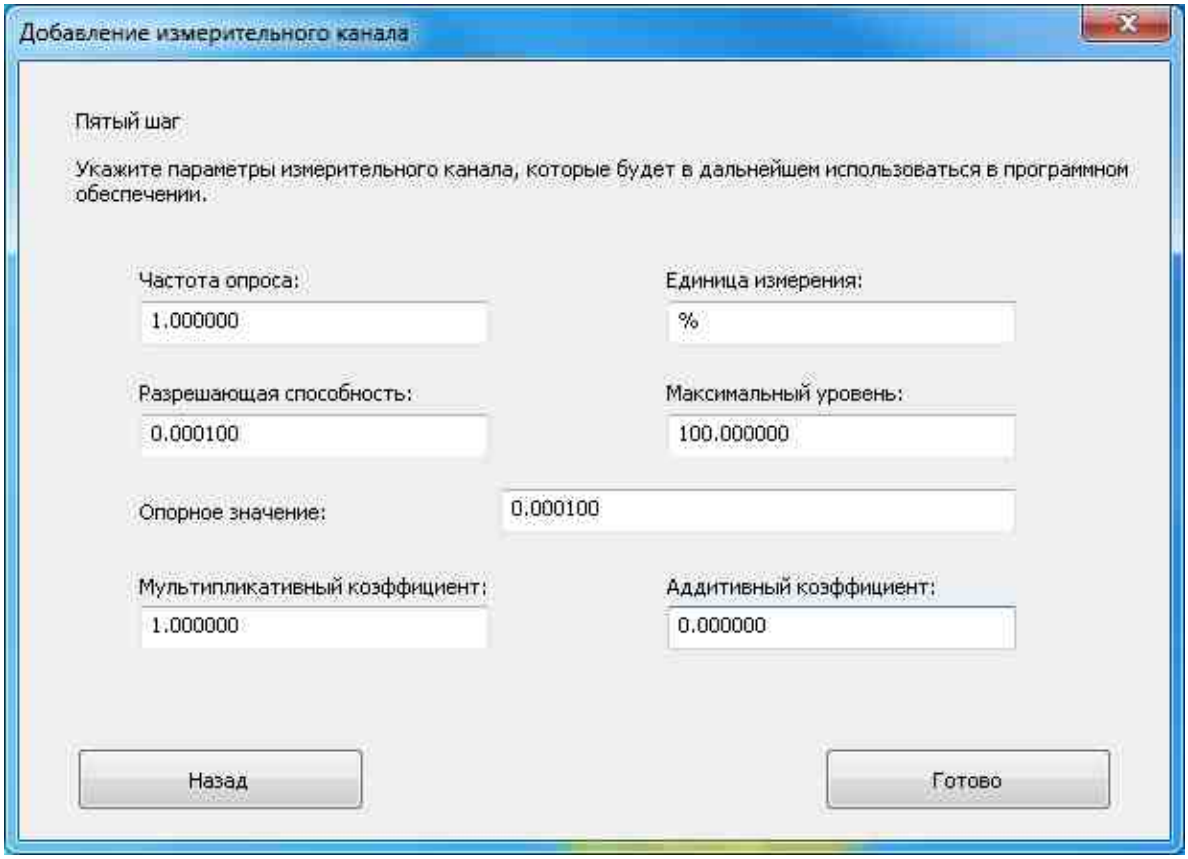


Рис. 16 - Добавление измерительного канала (Шаг 5)

После указания всех настроек необходимо нажать кнопку “Далее”. На пятом шаге необходимо задать параметры измерительного канала: частоту опроса данных, единицу измерения, разрешающую способность устройства при измерении данного параметра, максимальное значение по измерительному каналу, опорное значение измерительного канала, мультипликативную и аддитивную составляющую. После всех настроек необходимо нажать кнопку “Готово”. Измерительный канал будет успешно добавлен (*Рис. 17*).

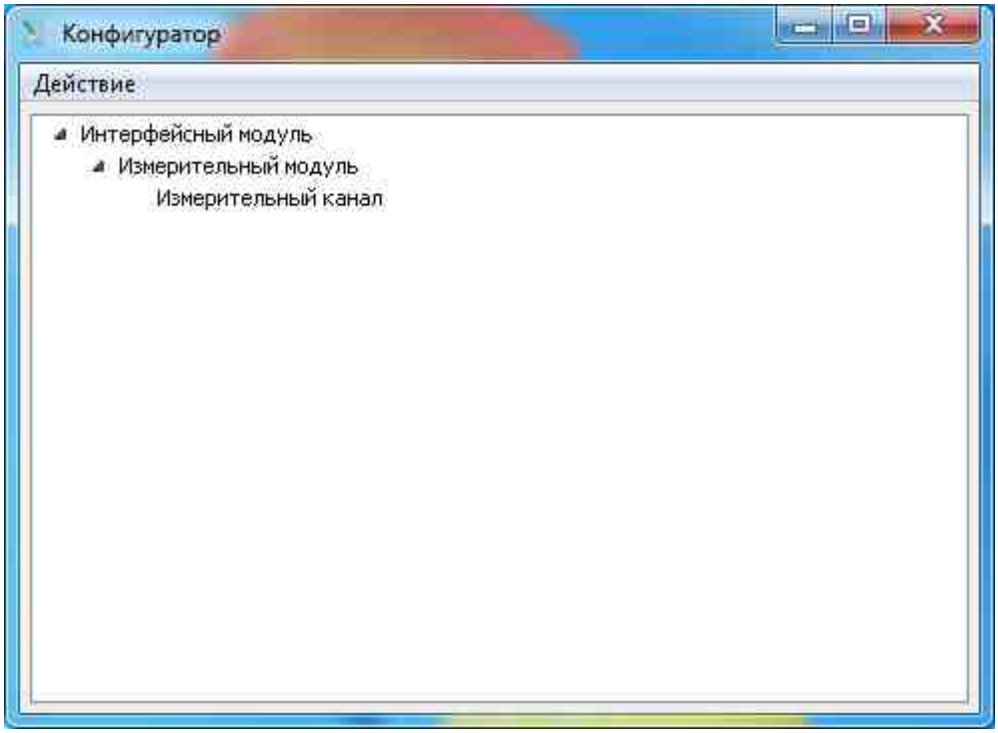


Рис. 17 - Новый измерительный канал

Редактирование параметров .....

Для редактирования параметров интерфейсного модуля (*Рис. 18*),

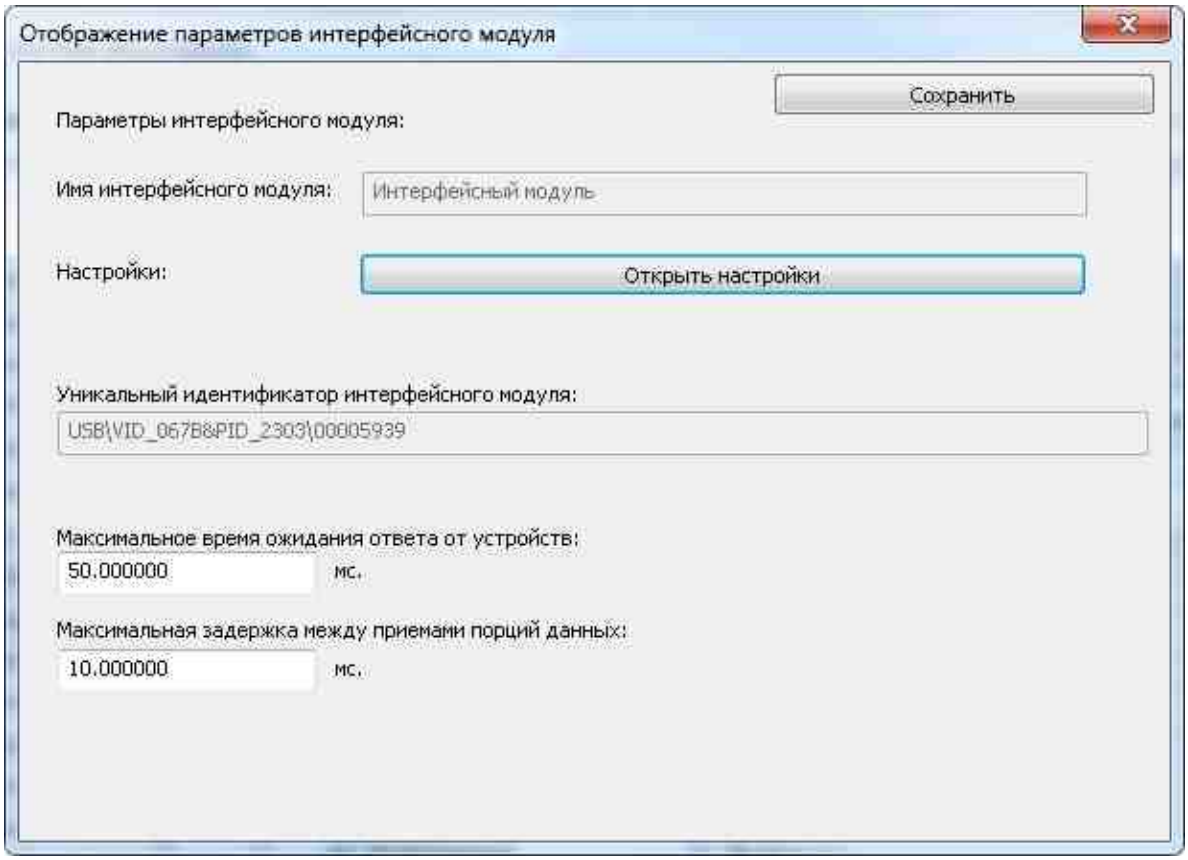


Рис. 18 - Редактирование параметров интерфейсного модуля

измерительного модуля (*Рис. 19*)

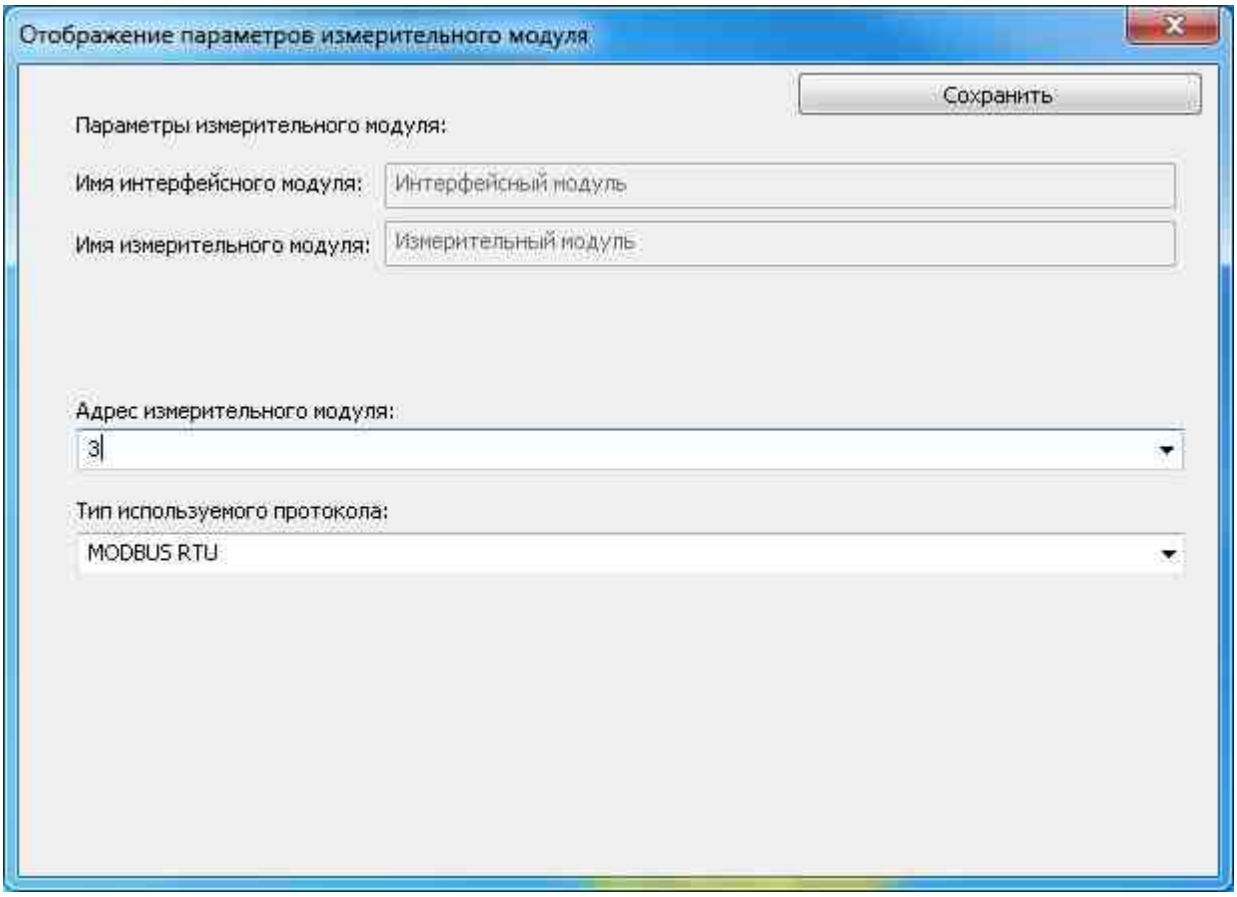


Рис. 19 - Редактирование параметров измерительного модуля

и измерительного канала (*Рис. 20*) необходимо нажать правую кнопку мыши по нужному модулю и выбрать пункт “Редактировать ...”.

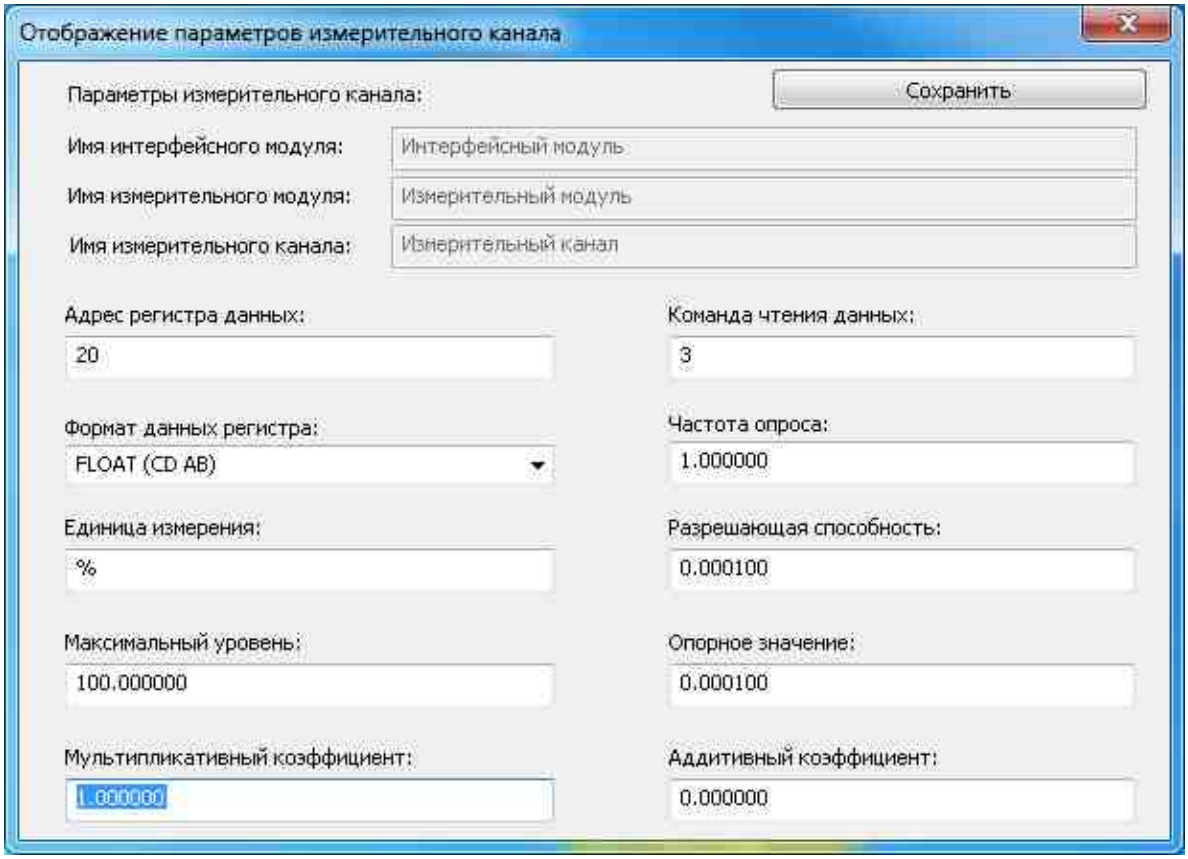


Рис. 20 - Редактирование параметров измерительного канала

Удаление .....

Для удаления интерфейсного модуля, измерительного модуля или измерительного канала (*Рис. 21*) необходимо нажать правую кнопку мыши по нужному модулю и выбрать пункт “Удалить ...” и подтвердить намеренность своих действий в открывшемся окне.

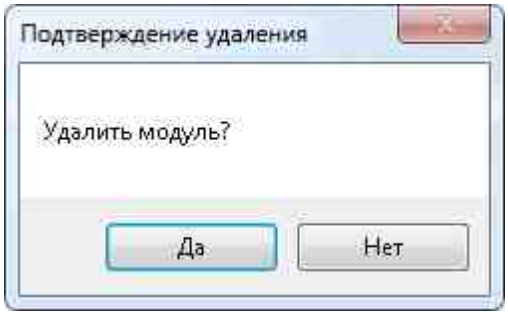


Рис. 21 - Подтверждение удаления модуля

Обработка данных .....

После настройки измерительной системы необходимо запустить программу “ZETLab -> Сервисные -> Время ZETServer”. Если время по настроенному измерительному каналу изменяется и канал не серого цвета (*Рис. 22*),



Рис. 22 - Правильная настройка измерительной системы

значит измерительная система была настроена правильно. В случае если время не идет (*Рис. 23*),

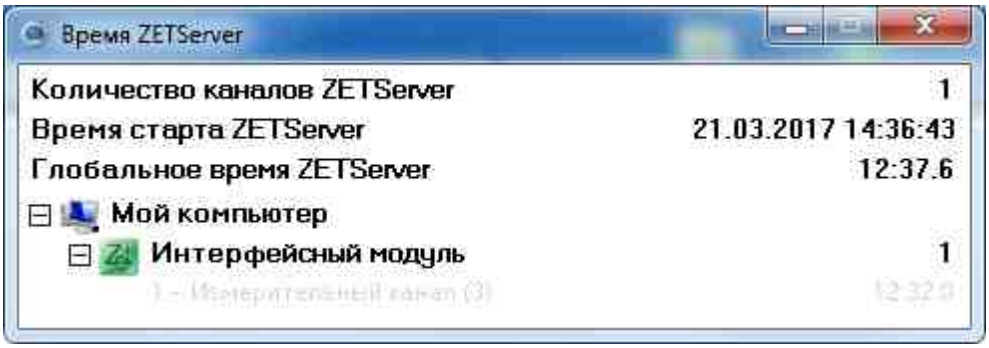


Рис. 23 - Измерительная система настроена с ошибкой

то необходимо отрегулировать настройки измерительной системы. Если измерительный канал был создан корректно, то данные из него можно обрабатывать в любой программе из ПО ZETLab и ZETView (*Рис. 24, 25, 26*).

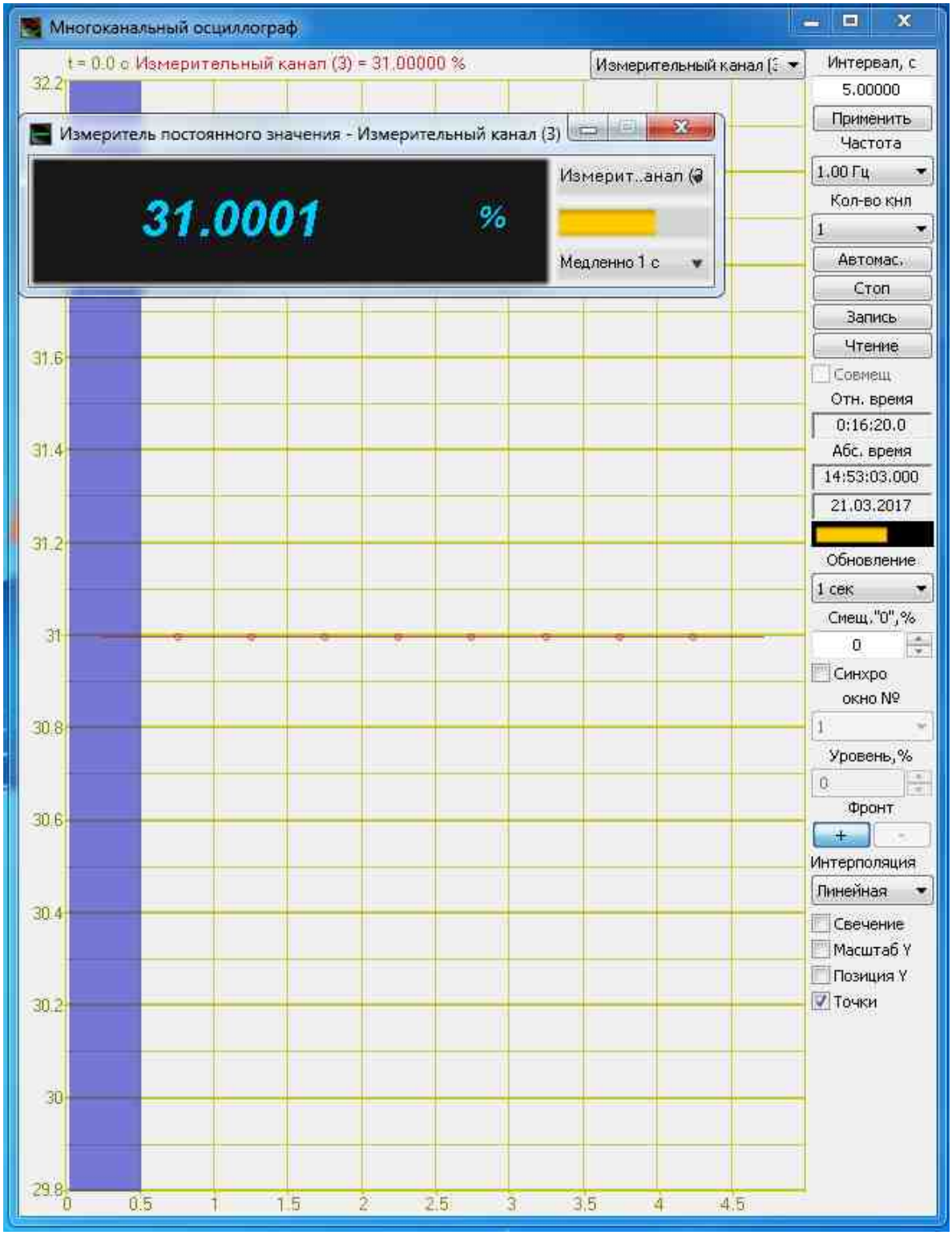
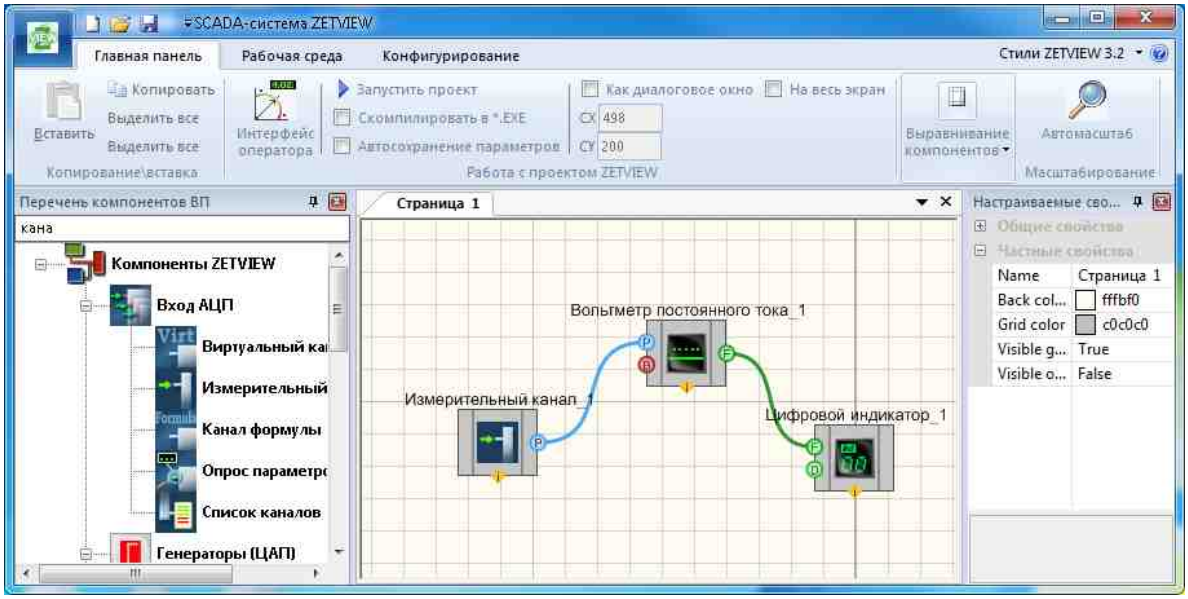
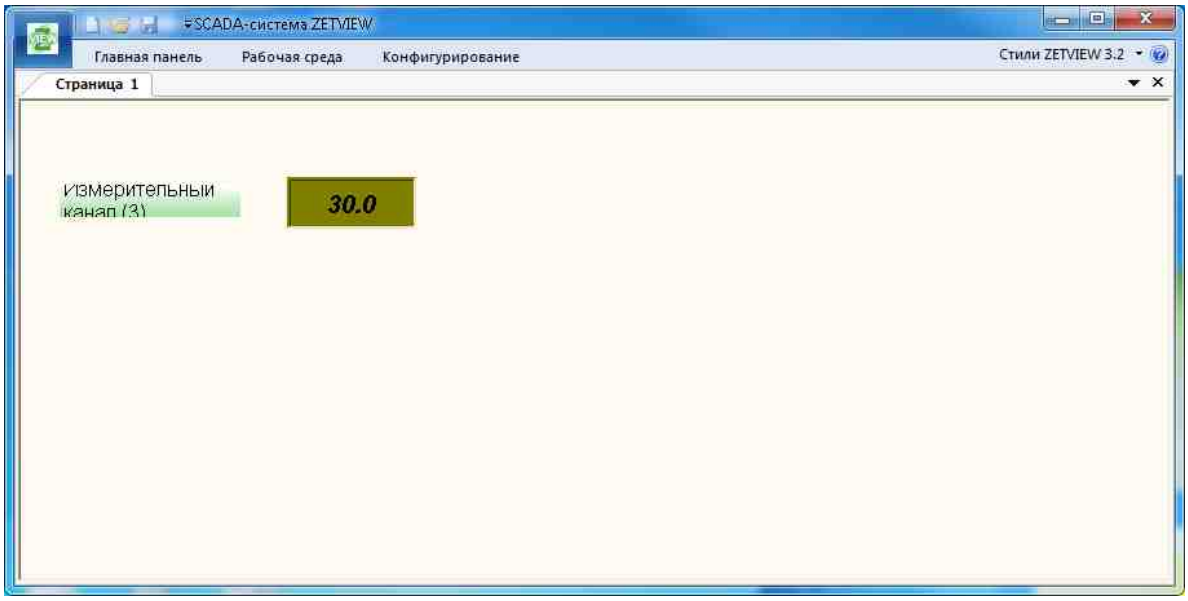


Рис. 24 - Обработка данных в ПО ZETLab



Рис, 25 - Обработка данных в ПО ZETView



.

Рис. 26 - Обработка данных в ПО ZETView.

Руководство по программе «Сервисная работа с ZET7xxx» .....

Назначение

Руководство предназначено для персонала, осуществляющего настройку, наладку и обслуживание измерительных систем на базе цифровых датчиков семейства ZETSENSOR. Данное руководство содержит следующую информацию:

- Подготовка к работе с программой «Сервисная работа с ZET7xxx»;
- Назначение команд и опций программы «Сервисная работа с ZET7xxx»;
- Обновление программной прошивки устройств;
- Диагностика работы автоматизированных систем сбора информации, построенных на базе цифровых датчиков ZET7xxx;
- Сохранение конфигурации для OPC-сервера;
- Создание таблиц адресов регистров Modbus.

Подготовка к работе .....

Программа «Сервисная работа с ZET7xxx» входит в состав программного обеспечения (ПО) ZETLab. Установка ПО ZETLab осуществляется с CD-диска, входящего в комплект поставки, на компьютер, с которого будет производиться диагностика. С CD-диска необходимо запустить установочный файл «ZETLab.msi» и следуя инструкциям установить ПО ZETLab в директорию C:\ZETLab. За более подробной информацией по работе с ПО ZETLab следует обратиться к документу «Программное обеспечение ZETLab. Руководство пользователя. ЭТМС.01000-01 34 РО». Запуск ПО ZETLab осуществляется с ярлыка, расположенного на рабочем столе операционной системы (*Рис.2.1*).



Рис.2.1 Ярлык ПО ZETLab

Программное обеспечение ZETLab представляет собой панель инструментов, расположенную в верхней части экрана, и имеет вид, приведенный на (*Рис.2.2*).



Рис. 2.2 Панель ZETLab

Для корректной работы программы «Сервисная работа с ZET7xxx» все другие программы из пакета ПО ZETLab («Диспетчер устройств», «Время ZETServer» и т.п.) должны быть закрыты. Закрыть все открытые программы ПО ZETLab можно при помощи функции «Закрыть все программы», расположенной в главном меню панели ZETLab (*Рис.2.3*).



Рис.2.3 Главное меню ПО ZETLAB

Начало работы с программой «Сервисная работа с ZET7xxx» .....

Запуск программы «Сервисная работа с ZET7xxx» осуществляется из главного меню ПО ZETLab (*Рис.2.3*), нажатием кнопки «Сервисная работа с ZET7xxx» (*Рис.3.1)*.

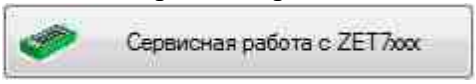


Рис.3.1 Кнопка запуска программы «Сервисная работа с ZET7xxx»

Схематично окно программы «Сервисная работа с ZET7xxx» можно разделить на несколько основных рабочих областей (*Рис.3.2*):

- Панель управления;
- Таблица подключенных устройств;
- Таблица «Информация по выбранному устройству»;
- Лог событий;
- Быстрые команды;
- Меню выбора директории обновления программной прошивки устройств.

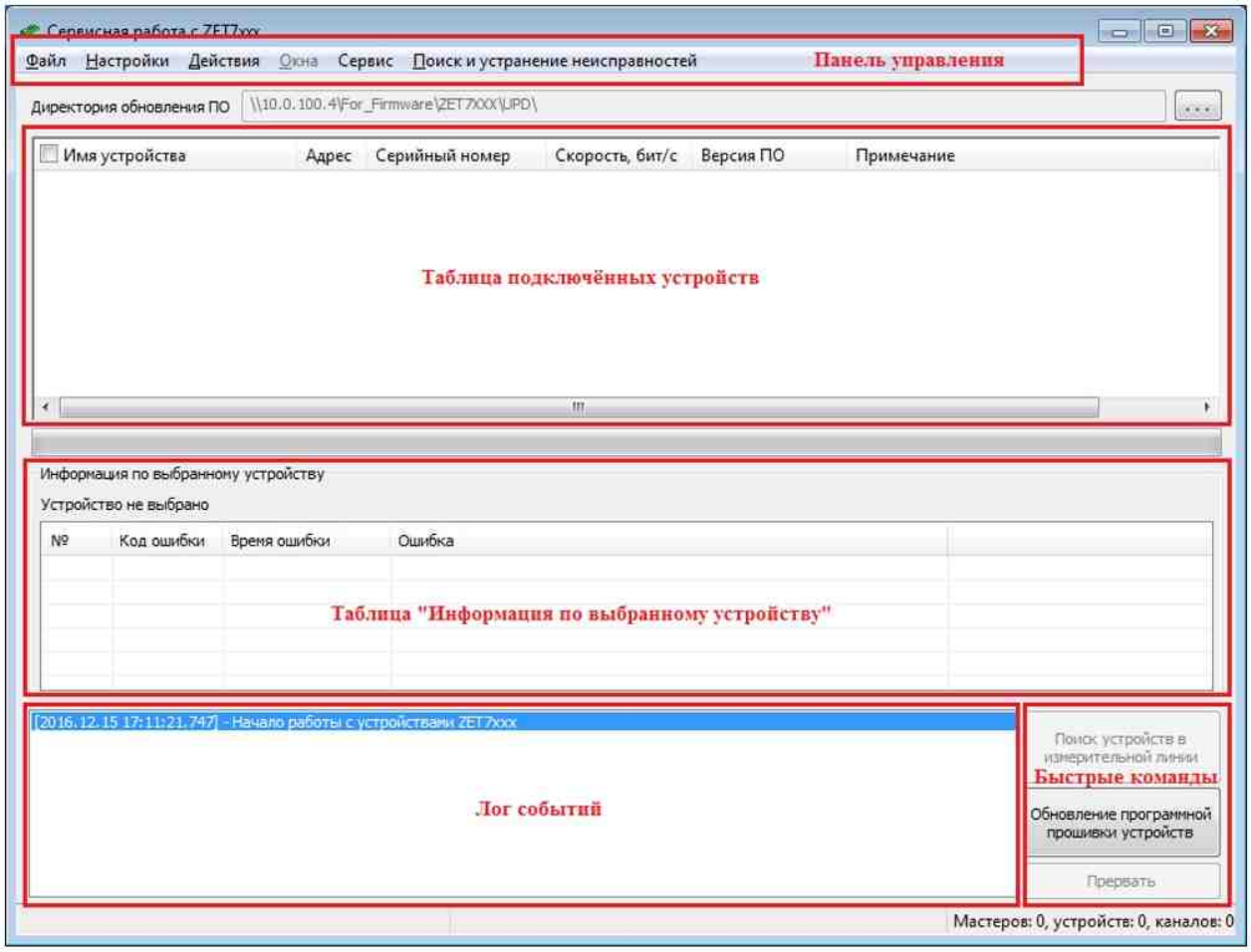


Рис.3.2 Окно программы «Сервисная работа с ZET7xxx»

В ячейках таблицы подключённых устройств содержится следующая информация:

- «Имя устройства» – тип устройства;
- «Адрес» – адрес устройства в измерительной цепи;
- «Серийный номер» – уникальный номер устройства;
- «Скорость, бит/с» – значения параметров «Скорость обмена» и «Контроль чётности»;
- «Версия ПО» – номер версии программной прошивки;
- «Примечание» – дополнительная информация.

Для отображения в таблице подключенных устройств конкретных типов преобразователей интерфейса следует на панели управления программы «Сервисная работа с ZET7xxx» зайти в меню «Настройки» - «Работа с мастерами», и выбрать из всплывающего списка требуемые типы преобразователей (*Рис.3.3*).

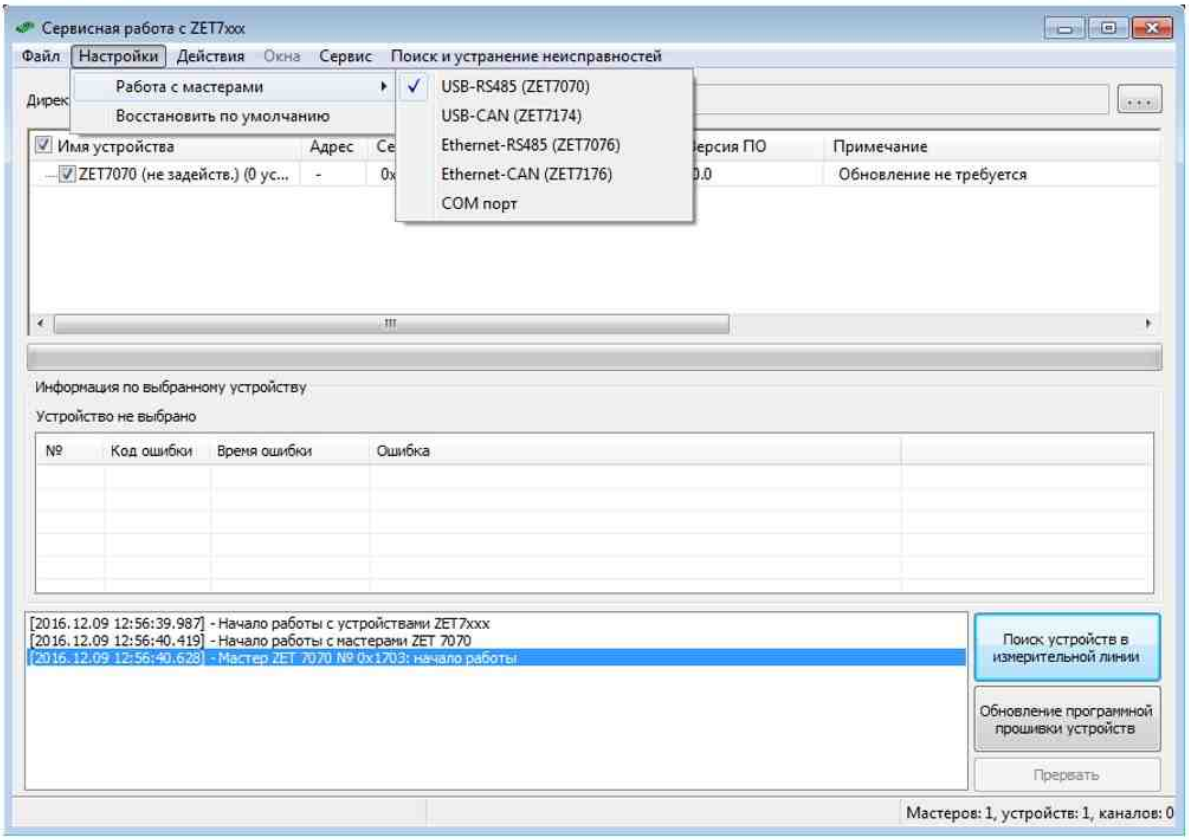


Рис.3.3 Меню «Работа с мастерами»

<u>Примечание:</u> некоторые типы преобразователей интерфейса могут требовать задействования для своей работы. Как правило, к таким преобразователям интерфейса относятся – ZET 7076 (RS-485 ↔ Ethernet) и ZET 7176 (CAN 2.0 ↔ Ethernet). В таком случае необходимо нажатием правой клавиши мышки по имени незадействованного преобразователя интерфейса вызвать контекстное меню и в открывшемся окне активировать команду «Задействовать» (Рис.3.4).

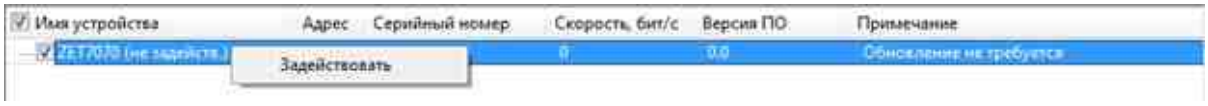


Рис.3.4 Команда «Задействовать»

Для отображения цифровых датчиков, подключенных к задействованным преобразователям интерфейса, необходимо активировать кнопку «Поиск устройств в измерительной линии» (*Рис.3.5*).

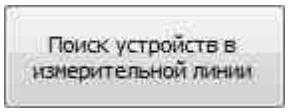


Рис.3.5 Кнопка «Поиск устройств в измерительной линии»

После окончания поиска цифровых датчиков, в таблице подключенных устройств в первом корневом уровне ячейки «Имя устройства» должен отображаться список обнаруженных программой преобразователей интерфейса, подключенных к данному компьютеру, а во втором корневом уровне – список подключенных к соответствующим преобразователям интерфейса цифровых датчиков (*Рис.3.6*).

Имя устройства	Адрес	Серийный номер	Скорость, бит/с	Версия ПО	Примечание
ZET7070 (2 устр.)	-	0x1703	19200 (1)	1.0	Файл обновления отсутствует
ZET 7010 (ZET7010 (1 Гц))	3	0x2b0c58c1612d0922	19200 (1)	2.402 (30.09.2015...	Доступно обновление 2.408 (ZET7010.upd)
ZET 7020 (ZET7020 (1 Гц))	56	0x2b0c103c40221022	19200 (1)	1.408 (26.11.2015...	Доступно обновление 1.414 (ZET7020.upd)

Рис.3.6 Таблица подключенных устройств в программе «Сервисная работы с ZET7xxx»

Примечание:

Для цифровых датчиков с интерфейсом передачи данных RS-485, функция «Поиск устройств в измерительной линии» оснащена дополнительной опцией – «Автонастройка параметров обмена».

Для исправной работы цифровых датчиков, значения параметров «Скорость обмена» и «Контроль чётности» цифровых датчиков выставляются в строгом соответствии с установленными значениями для преобразователя интерфейса. Опция «Автонастройка параметров обмена» предназначена для разрешения конфликтов между цифровыми датчиками и преобразователем интерфейса, в случае несовпадения данных параметров.

Вызов опции «Автонастройка параметров обмена» осуществляется следующим образом:

1. Для преобразователя интерфейса в параметре «Скорость обмена» установить значение «19200», в параметре «Контроль чётности» установить значение «1».
2. Отключить питание цифровых датчиков, подключенных к данному преобразователю интерфейса.
3. Подать напряжение питания на цифровые датчики.

4. Не ранее чем через 5 секунд после подачи питания активировать кнопку «Поиск устройств в измерительной линии» (*Рис.3.7*).
5. Цифровые датчики переходят в особый режим работы, для установки параметров «Скорость обмена», «Контроль чётности» всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи, в соответствии с аналогичными параметрами преобразователя интерфейса.

Меню «Поиск и устранение неисправностей» .....

Меню «Поиск и устранение неисправностей» располагается на панели управления программы «Сервисная работа с ZET 7xxx» (*Рис.4.1*) и содержит следующие опции:

- «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей чётности»;
- «Устранение конфликтов адресов Modbus линии»;
- «Чтение внутреннего лога ошибок из устройств».

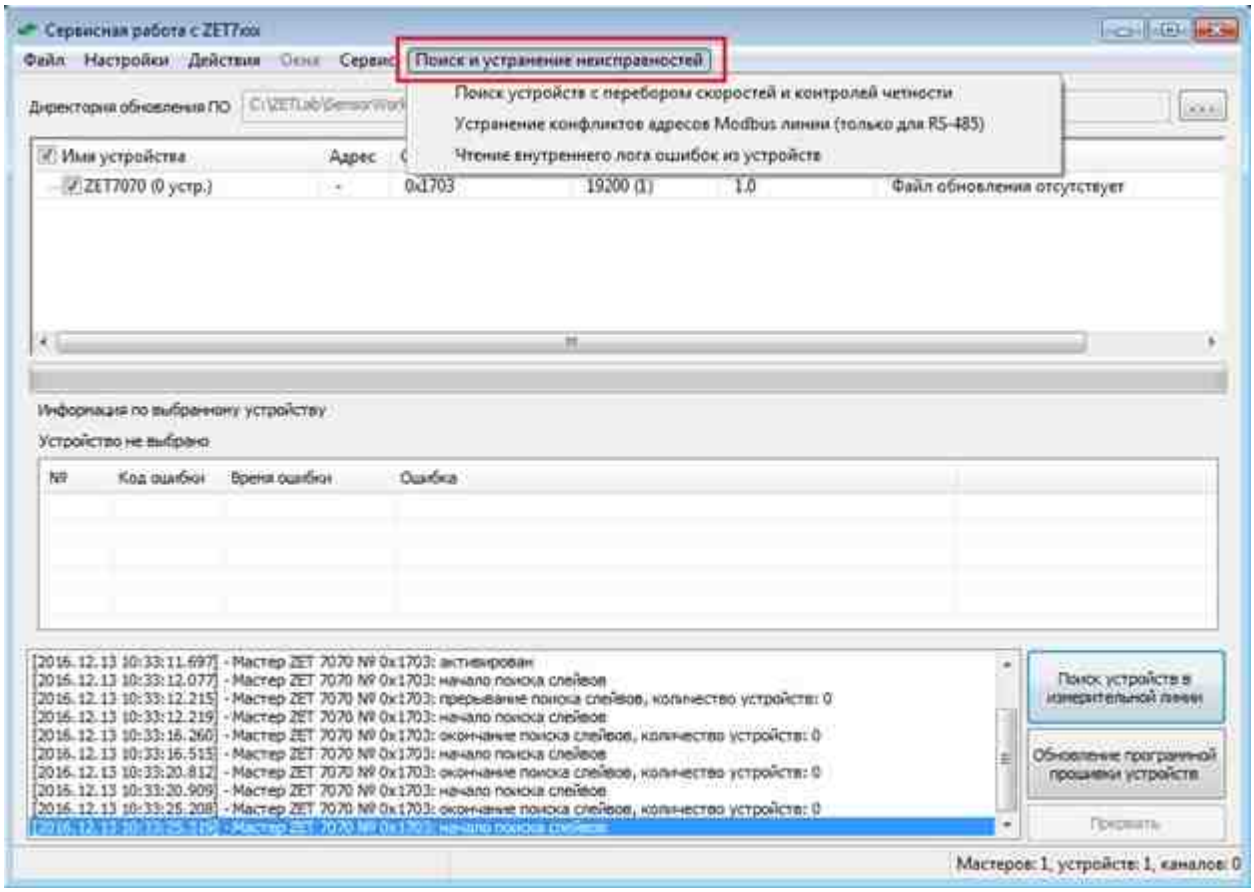


Рис.4.1 Меню «Поиск и устранение неисправностей»

Опция «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей четности» .....

Внимание! Опция «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей чётности» предназначена только для цифровых датчиков с интерфейсом передачи данных RS-485.

Для исправной работы цифровых датчиков, значения параметров «Скорость обмена» и «Контроль чётности» цифровых датчиков выставляются в строгом соответствии с установленными значениями для преобразователя интерфейса. В случае, когда параметры «Скорость обмена» и «Контроль чётности» цифровых датчиков неизвестны (отличается от параметров, установленных для преобразователя интерфейса), то следует выполнить следующие действия:

1. В таблице подключенных устройств выделить преобразователь интерфейса, к которому подключены цифровые датчики с неопределенными параметрами «Скорость обмена» и «Контроль чётности» (*Рис.4.2*).

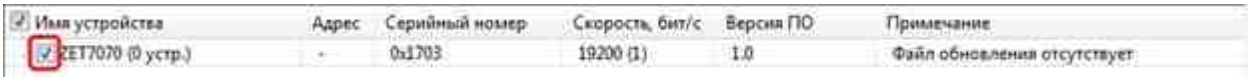


Рис.4.1 Выделение преобразователя интерфейса

2. После чего активировать опцию «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей чётности» (*Рис.4.3*).

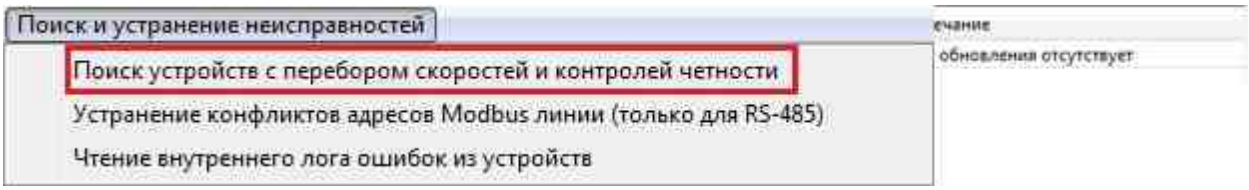


Рис.4.2 Опция «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей чётности»

3. После окончания поиска цифровых датчиков, подключенных к выбранному преобразователю интерфейса, в таблице подключенных устройств отобразится информация о параметрах «Скорость обмена» и «Контроль чётности» (*Рис.4.4*).



Рис.4.3 Результат работы опции «Поиск устройств с перебором скоростей и контролей чётности»

Внимание! Опция «Поиск устройств с перебором скоростей и четностей» не меняет значения параметров «Скорость обмена» и «Контроль чётности», а только отображает данные значения в таблице подключенных устройств.

Изменить значения параметров «Скорость обмена» и «Контроль чётности» можно в ручную через диспетчер устройств, либо воспользовавшись опцией «Устранение конфликта адресов Modbus линии» в программе «Сервисная работа с ZET7xxx» (пункт 4.2).

Стоит отметить, что в случае совпадения адресов цифровых датчиков, находящихся в одной измерительной цепи, данные цифровые датчики будут неисправны, а таблица подключенных устройств не будет содержать информация о них. Для разрешения конфликта адресов цифровых датчиков необходимо воспользоваться опцией «Устранение конфликтов адресов Modbus линии» (пункт 4.2).

Опция «Устранение конфликтов адресов Modbus линии» .....

Внимание! Опция «Устранение конфликтов адресов Modbus линии» предназначена только для цифровых датчиков с интерфейсом передачи данных RS-485.

Следует обратить особое внимание, что для всех цифровых датчиков, находящихся в одной измерительной цепи, должен устанавливаться уникальный адрес устройства. Обязательным условием исправной работы измерительной цепи является наличие разных адресов у всех устройств, входящих в состав данной цепи. Адреса устройств следует устанавливать в диапазоне от 3 до 63. При совпадении адресов у нескольких цифровых датчиков, состоящих в одной измерительной цепи, возникают конфликты адресов, приводящие к неисправности линии связи.

Также, цифровые датчики не будут работать исправно, если параметры «Скорость обмена» и «Контроль чётности» цифровых датчиков отличаются от аналогичных параметров преобразователя интерфейса.

Для разрешения конфликта адресов и скорости обмена цифровых датчиков следует выполнить следующие действия:

1. В таблице подключенных устройств выделить преобразователь интерфейса, к которому подключены цифровые датчики (*Рис.4.2*).
2. После чего  активировать опцию «Устранение конфликтов адресов Modbus линии» (*Рис.4.5*).

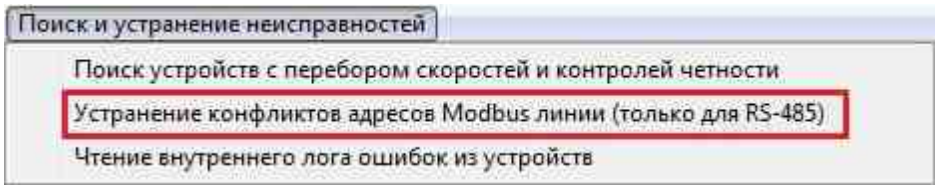


Рис.4.5 Опция «Устранение конфликтов адресов Modbus линии»

1. Выполнить требования программы, переподключив питание цифровых датчиков.
2. По окончанию процесса устранения конфликтов происходит следующие преобразования:

- Параметры «Скорость обмена», «Контроль чётности» всех цифровых датчиков в данной измерительной цепи устанавливаются в соответствии с аналогичными параметрами преобразователя интерфейса.
- В случаях совпадения адресов у нескольких цифровых датчиков, состоящих в данной измерительной цепи, программа автоматически заменит совпадающие адреса на свободные.

Опция «Чтение внутреннего лога ошибок из устройств» .....

Иногда, в процессе эксплуатации цифровых датчиков могут возникать проблемы, связанные с неправильным подключением, либо возникновением других внутренних ошибок устройства. Для отображения списка ошибок, возникших при работе с цифровым датчиком следует произвести следующие действия:

1. В таблице подключенных устройств выделить цифровой датчик, лог ошибок которого следует отобразить (*Рис.4.6*).

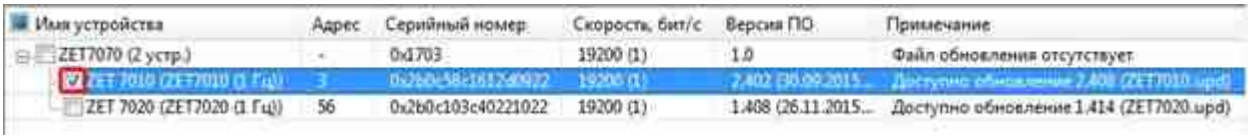


Рис.4.6 Выделение цифрового датчика

2. После чего активировать опцию «Чтение внутреннего лога ошибок из устройств» (*Рис.4.7*).

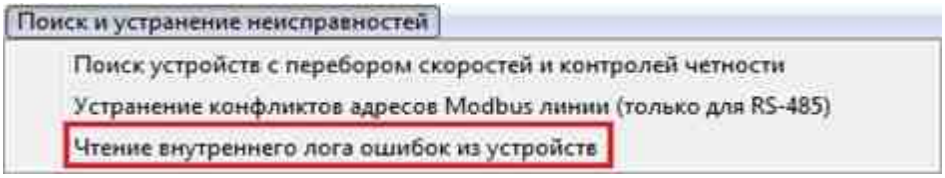


Рис.4.7 Опция «Чтение внутреннего лога ошибок из устройств»

3. При нажатии по имени цифрового датчика в таблице «Информация по выбранному устройству» отобразится информация об ошибках данного цифрового датчика (*Рис.4.8*).

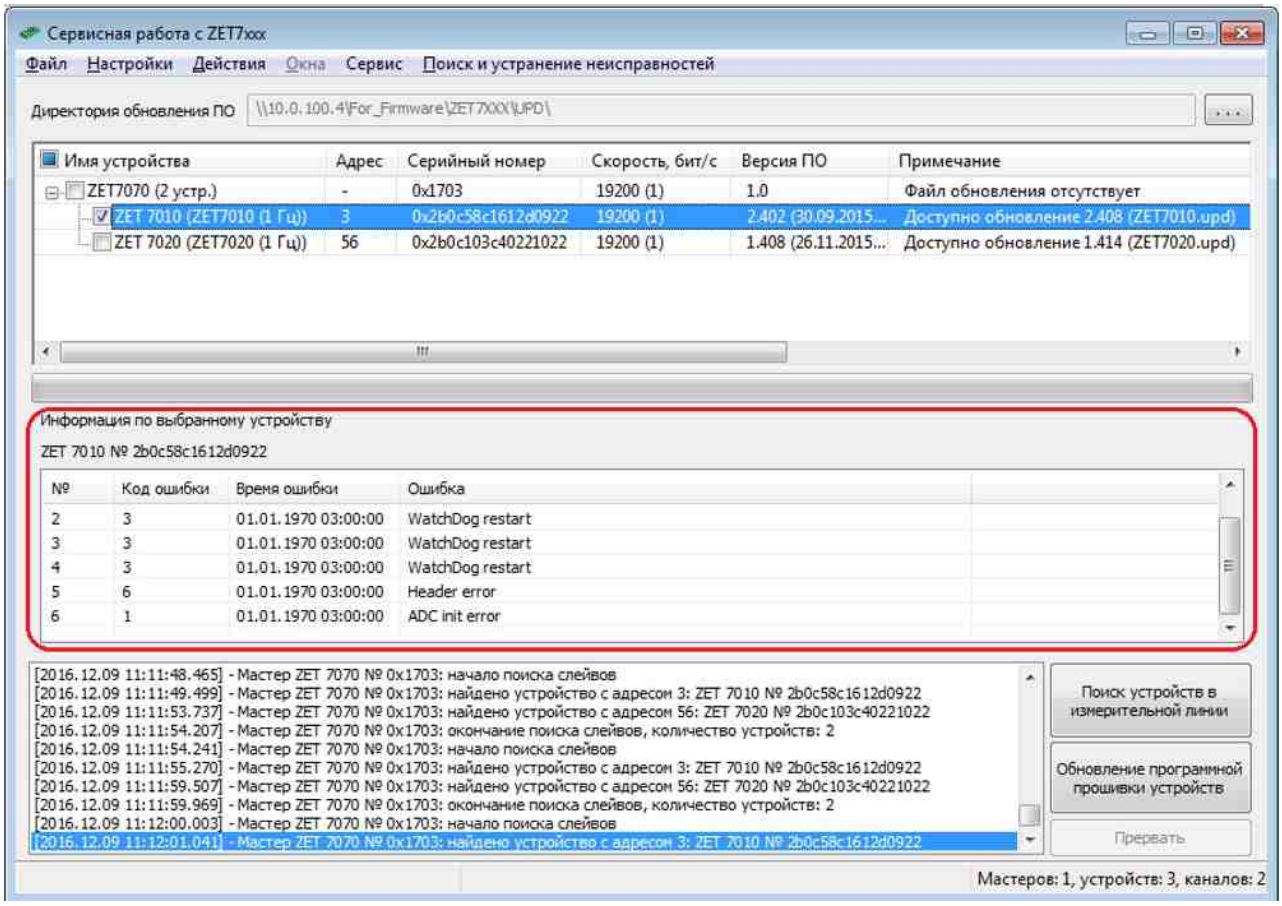


Рис.4.8 Таблица «Информация по выбранному устройству»

Контекстное меню .....

Щелчок правой кнопкой мыши по наименованию устройства вызывает контекстное меню. Контекстное меню представляет собой набор команд. Состав команд контекстного меню различается для преобразователей интерфейса и цифровых датчиков.

Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7070 .....

Внешний вид контекстного меню преобразователей интерфейса ZET 7070 представлен на *Рис.5.1*.

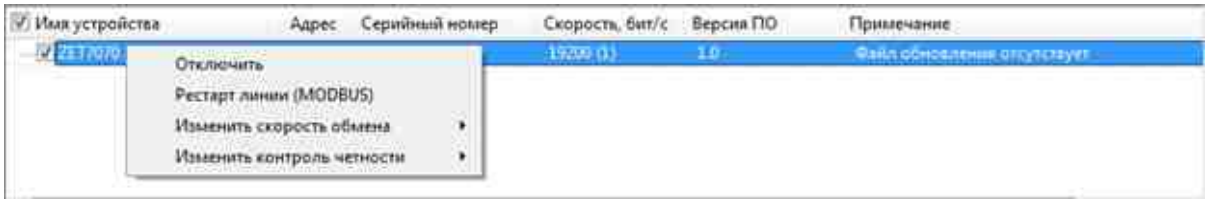


Рис.5.1 Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7070

Контекстное меню имеет следующий набор команд:

- *Отключить* – команда деактивации, переводит преобразователь интерфейса в состояние «Не задействованный».
- *Рестарт линии (MODBUS)* – команда Modbus, предназначена для перезапуска всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.
- *Изменить скорость обмена* – команда устанавливает параметр «Скорость обмена» устройств, находящихся в данной измерительной цепи. Команда *«Изменить скорость обмена»* не распространяется на цифровые датчики, параметры «Скорость обмена» и «Контроль чётности» которых отличаются от аналогичных параметров преобразователя интерфейса.
- *Изменить контроль чётности* – команда устанавливает параметр «Контроль чётности» устройств, находящихся в данной измерительной цепи. Команда *«Изменить контроль чётности»* не распространяется на цифровые датчики, параметры «Скорость обмена» и «Контроль чётности» которых отличаются от аналогичных параметров преобразователя интерфейса.

Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7076 .....

Внешний вид контекстного меню преобразователей интерфейса ZET 7076 представлен на *Рис.5.2.*

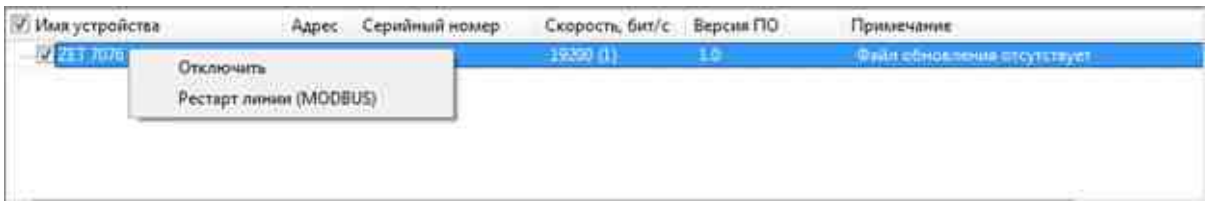


Рис.5.2 Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7076

Контекстное меню имеет следующий набор команд:

- *Отключить* – команда деактивации, переводит преобразователь интерфейса в состояние «Не задействованный».
- *Рестарт линии (MODBUS)* – команда Modbus, предназначена для перезапуска всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.

Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7174 .....

Внешний вид контекстного меню преобразователей интерфейса ZET 7174 представлен на *Рис.5.3.*

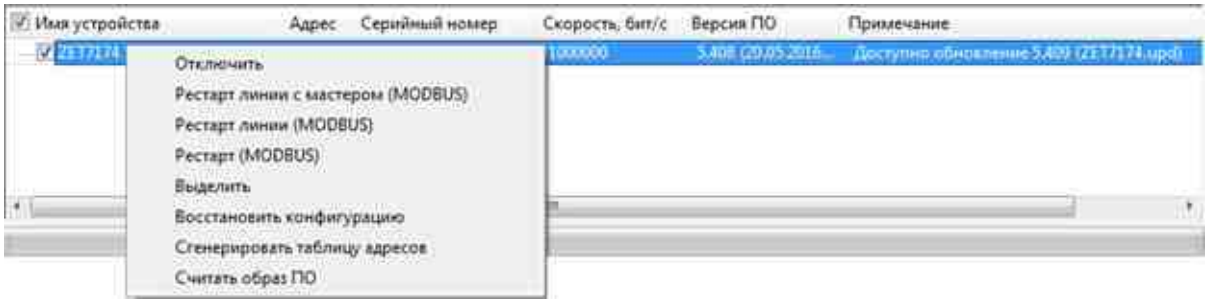


Рис.5.3 Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7174

Контекстное меню имеет следующий набор команд:

- *Отключить* – команда деактивации, переводит преобразователь интерфейса в состояние «Не задействованный».
- *Рестарт линии с мастером (MODBUS)* – команда Modbus, предназначена для перезапуска преобразователя интерфейса и всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.
- *Рестарт линии (MODBUS)* – команда Modbus, предназначена для перезапуска всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.
- *Рестарт (MODBUS)* – команда Modbus, предназначенная для перезапуска выбранного устройства.
- *Выделить* – команда предназначена для выделения конкретного цифрового датчика в измерительной цепи. При использовании данной команды, светодиоды цифрового датчика переходят в режим непрерывной индикации.
- *Восстановить конфигурацию* – команда позволяет вернуться к более ранним конфигурациям цифровых датчиков. В случае неправильной конфигурации, или потери важной информации, например, при изменении данных в калибровочной таблице, существует возможность восстановить предыдущую версию конфигурации цифрового датчика. Файлы с данными имеют тип расширения «*.DAT» и сохраняется в директориях:

«C:\ZETLab\SensorWork\ConfigurationBackup»,

«C:\ZETLab\config\ZET7xxx».

- *Сгенерировать таблицу адресов* – команда генерирует таблицу адресов регистров Modbus. Более подробная информация о назначении и создании таблицы адресов описано в разделе 9.
- *Считать образ ПО* – команда сохраняет текущий образ программной прошивки устройства, таким образом позволяя при необходимости вернуться к предыдущей версии программной прошивки. Файлы с образами имеют тип расширения «*.UPD» и сохраняется по директории: *«C:\ZETLab\SensorWork\Firmware»*.

По умолчанию файл с образом программной прошивки создается с именем вида «XXX YYY ZZZ.upd» (например, ZET 7110 № 0x2b0c58c1612d0922_ver_2_402.upd), где

«XXX» – имя устройства (ZET 7110);

«YYY» – серийный номер устройства (№ 0x2b0c58c1612d0922);

«ZZZ» – версия программной прошивки устройства (ver_2_402);

«.upd» – расширение имени файла.

Для того, чтобы программа воспринимала файл обновления программной прошивки он должен иметь имя вида «XXX.upd» (например, ZET7110.upd), где

«XXX» – имя устройства без пробелов;

«.upd» – расширение имени файла.

За более подробной информацией по обновлению программной прошивки устройства следует обратиться к разделу 6.

Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7176 .....

Внешний вид контекстного меню преобразователей интерфейса ZET 7176 представлен на *Рис.5.4.*

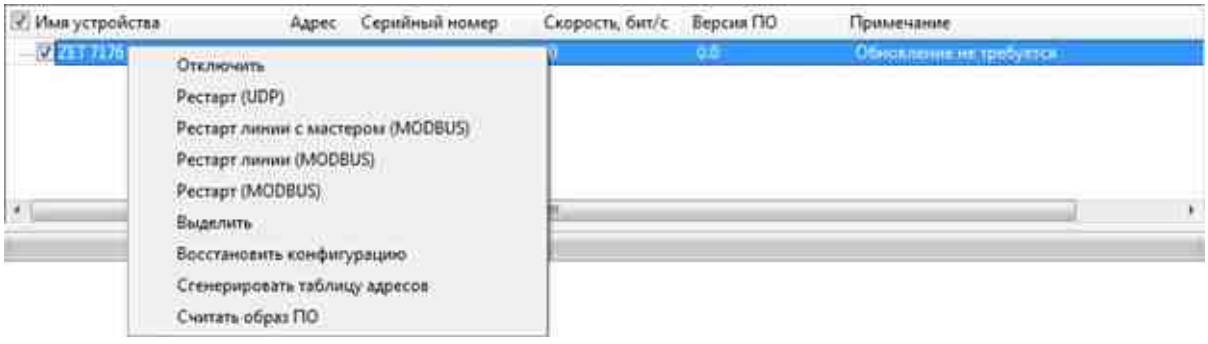


Рис.5.4 Контекстное меню преобразователя интерфейса ZET 7176

Контекстное меню имеет следующий набор команд:

- *Отключить* – команда деактивации, переводит преобразователь интерфейса в состояние «Не задействованный».
- *Рестарт (UDP)* – команда предназначена для перезапуска преобразователя по протоколу UDP (команда не требует задействования преобразователя интерфейса).
- *Рестарт линии с мастером (MODBUS)* – команда предназначена для перезапуска преобразователя интерфейса и всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.
- *Рестарт линии (MODBUS)* – команда предназначена для перезапуска всех цифровых датчиков, находящихся в данной измерительной цепи.
- *Рестарт (MODBUS)* – команда предназначена для перезапуска выбранного устройства.
- *Выделить* – команда предназначена для выделения конкретного цифрового датчика в измерительной цепи. При использовании данной команды, светодиоды цифрового датчика переходят в режим непрерывной индикации.
- *Восстановить конфигурацию* – команда позволяет вернуться к более ранним конфигурациям цифровых датчиков. В случае неправильной конфигурации, или потери важной информации, например, при изменении данных в калибровочной таблице, существует возможность восстановить предыдущую версию конфигурации цифрового датчика. Файлы с данными имеют тип расширения «*.DAT» и сохраняется в директориях:

«C:\ZETLab\SensorWork\ConfigurationBackup»,

«C:\ZETLab\config\ZET7xxx».

- *Сгенерировать таблицу адресов* – команда генерирует таблицу адресов регистров Modbus. Более подробная информация о назначении и создании таблицы адресов описано в разделе 9.
- *Считать образ ПО* – команда сохраняет текущий образ программной прошивки устройства, таким образом позволяя при необходимости вернуться к предыдущей версии программной прошивки. Файлы с образами имеют тип расширения «*.UPD» и сохраняется по директории: *«C:\ZETLab\SensorWork\Firmware».*

По умолчанию файл с образом программной прошивки создается с именем вида «XXX YYY ZZZ.upd» (например, ZET 7110 № 0x2b0c58c1612d0922_ver_2_402.upd), где

«XXX» – имя устройства (ZET 7110);

«YYY» – серийный номер устройства (№ 0x2b0c58c1612d0922);

«ZZZ» – версия программной прошивки устройства (ver_2_402);

«.upd» – расширение имени файла.

Для того, чтобы программа воспринимала файл обновления программной прошивки он должен иметь имя вида «XXX.upd» (например, ZET7110.upd), где

«XXX» – имя устройства без пробелов;

«.upd» – расширение имени файла.

За более подробной информацией по обновлению программной прошивки устройства следует обратиться к разделу 6.

Контекстное меню цифровых датчиков .....

Внешний вид контекстного меню цифровых датчиков представлен на *Рис.5.5.*

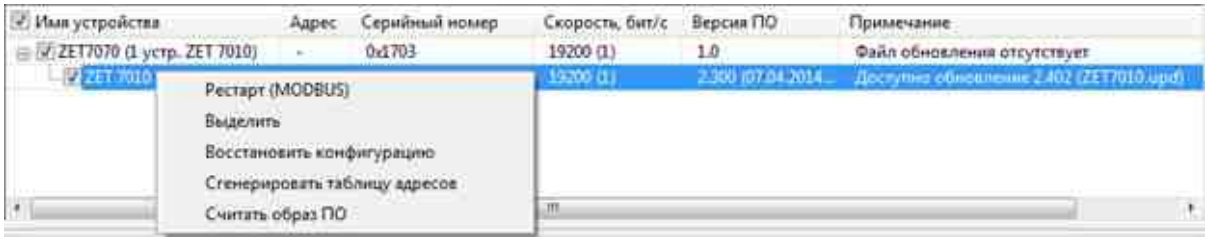


Рис.5.5 Контекстное меню цифровых датчиков

Контекстное меню имеет следующий набор команд:

- *Рестарт (MODBUS)* – команда Modbus, предназначенная для перезапуска выбранного устройства.
- *Выделить* – команда предназначена для выделения конкретного цифрового датчика в измерительной цепи. При использовании данной команды, светодиоды цифрового датчика переходят в режим непрерывной индикации.
- *Восстановить конфигурацию* – команда позволяет вернуться к более ранним конфигурациям цифровых датчиков. В случае неправильной конфигурации, или потери важной информации, например, при изменении данных в калибровочной таблице, существует возможность восстановить предыдущую версию конфигурации цифрового датчика. Файлы с данными имеют тип расширения «*.DAT» и сохраняется в директориях:

«C:\ZETLab\SensorWork\ConfigurationBackup»,

«C:\ZETLab\config\ZET7xxx».

- *Сгенерировать таблицу адресов* – команда генерирует таблицу адресов регистров Modbus. Более подробная информация о назначении и создании таблицы адресов описано в разделе 9.
- *Считать образ ПО* – команда сохраняет текущий образ программной прошивки устройства, таким образом позволяя при необходимости вернуться к предыдущей версии программной прошивки. Файлы с образами имеют тип расширения «*.UPD» и сохраняется по директории: *«C:\ZETLab\SensorWork\Firmware»*.

По умолчанию файл с образом программной прошивки создается с именем вида «XXX YYY ZZZ.upd» (например, ZET 7010 № 0x2b0c58c1612d0922_ver_2_402.upd), где

«XXX» – имя устройства (ZET 7010);

«YYY» – серийный номер устройства (№ 0x2b0c58c1612d0922);

«ZZZ» – версия программной прошивки устройства (ver_2_402);

«.upd» – расширение имени файла.

Для того, чтобы программа воспринимала файл обновления программной прошивки он должен иметь имя вида «XXX.upd» (например, ZET7010.upd), где

«XXX» – имя устройства без пробелов;

«.upd» – расширение имени файла.

За более подробной информацией по обновлению программной прошивки устройства следует обратиться к разделу 6.

Обновление программной прошивки устройств .....

Внимание! Для обновления программной прошивки цифровых датчиков семейства ZETSENSOR, компьютер, к которому подключено данное устройство, должен иметь доступ в глобальную сеть интернет.

Для обновления программной прошивки цифрового датчика необходимо выполнить следующие действия:

1. Запустить программу «Сервисная работа с ZET7xxx» и убедиться в том, что открыт доступ к серверу с файлами обновления. В графе «Директория обновления ПО» должен отображаться путь к серверу *file.zetlab.com* (*Рис.6.1*). Если доступ к серверу отсутствует, то следует проверить подключение компьютера к глобальной сети интернет.

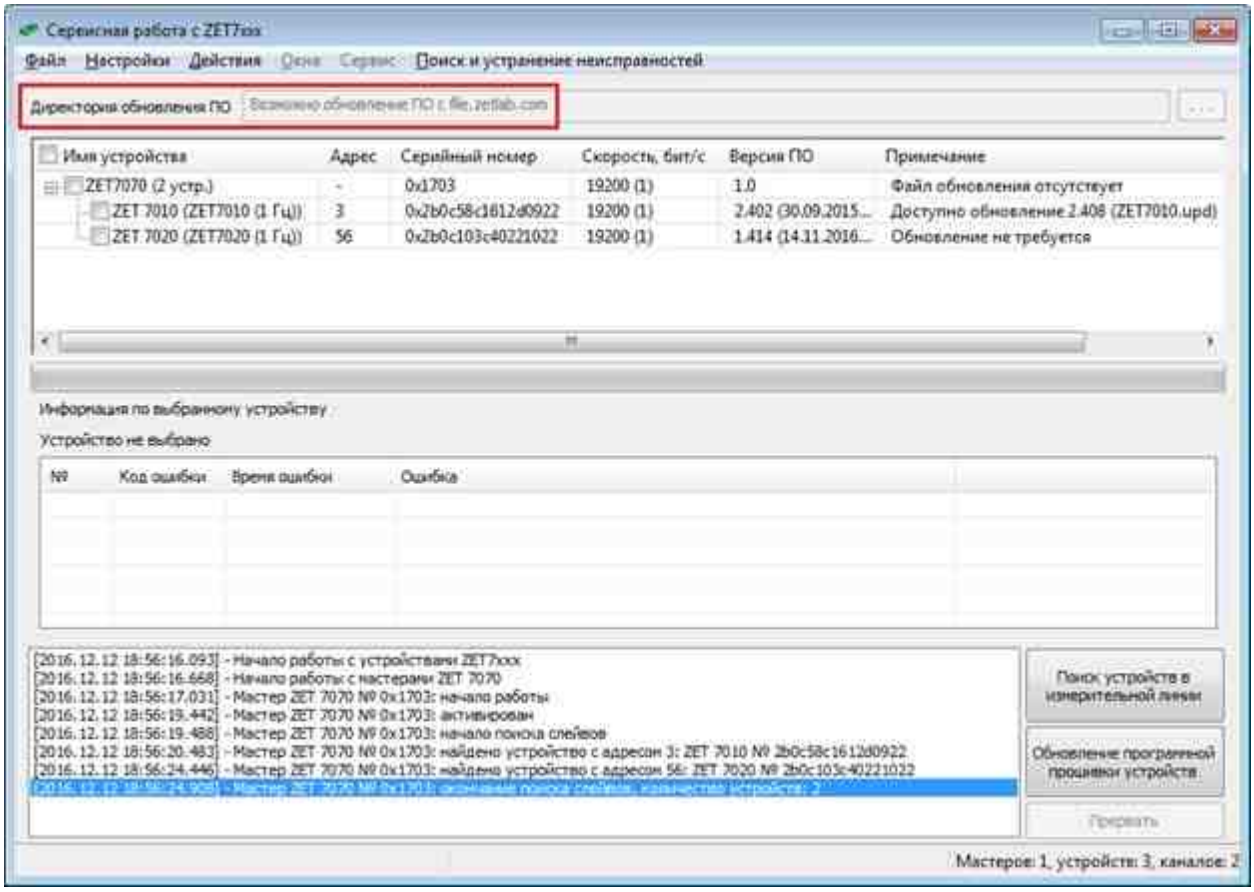


Рис.6.1 Путь к серверу с файлами обновлений программной прошивки

2. Следует убедиться в наличии более новой версии программной прошивки устройства. В таблице подключенных устройств, в строке с именем цифрового датчика, который следует обновить, в столбце “Примечание” должно отображаться значение “Доступно обновление X”, где X - номер версии программной прошивки (*Рис.6.2*).



Рис.6.2 Версия программной прошивки доступная для обновления

3. Выделить цифровой датчик, программную прошивку которого необходимо обновить (*Рис.6.3*).



Рис.6.3 Выбор цифрового датчика для обновления программной прошивки

4. После чего активировать кнопку «Обновление программной прошивки устройств» (*Рис.6.4*).

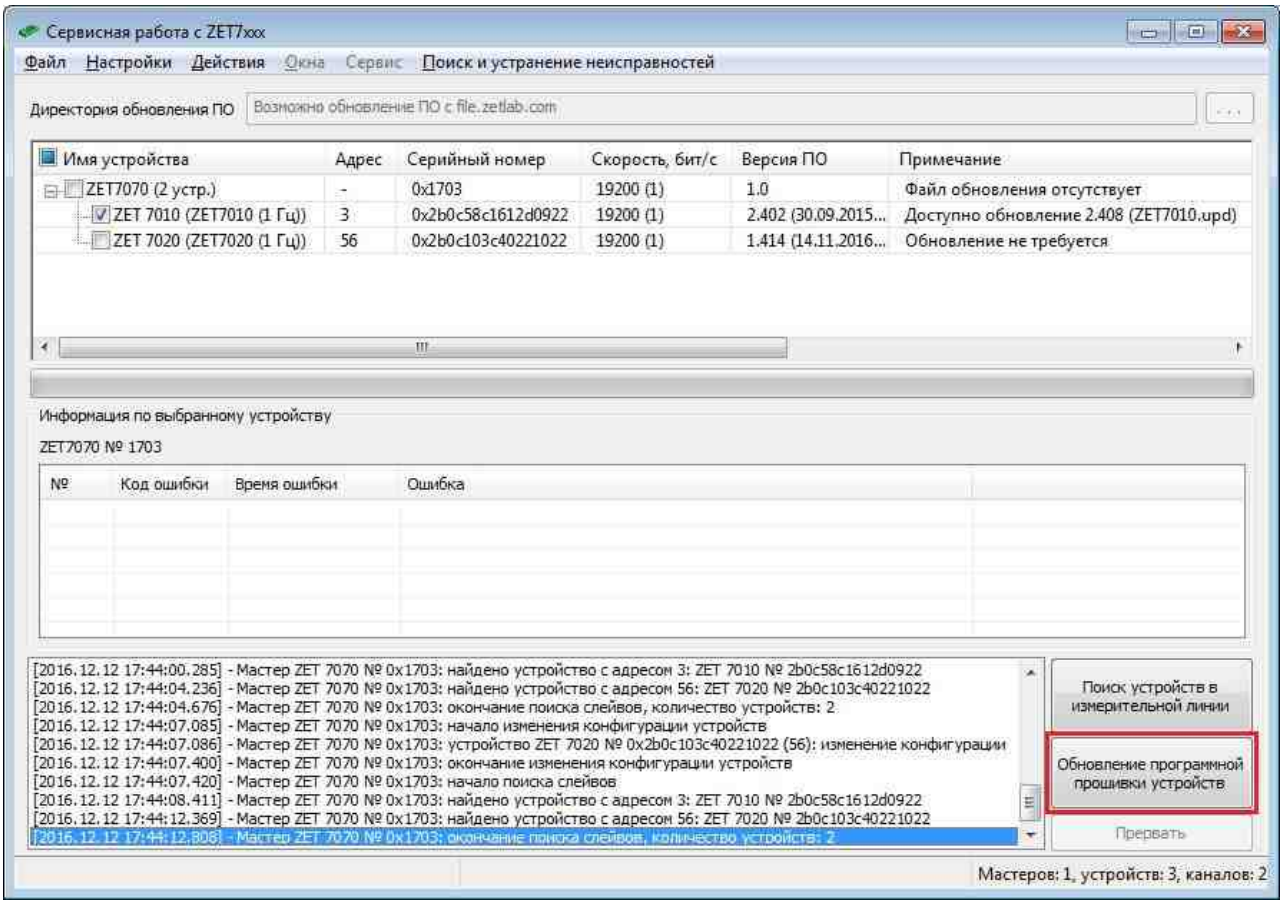


Рис.6.4 Кнопка «Обновление программной прошивки устройств»

5. В столбце «Состояние» отображается текущее состояние процесса обновления программной прошивки (*Рис.6.5*). Следует дождаться окончания обновления программной прошивки цифрового датчика, и при необходимости следовать инструкциям программы.

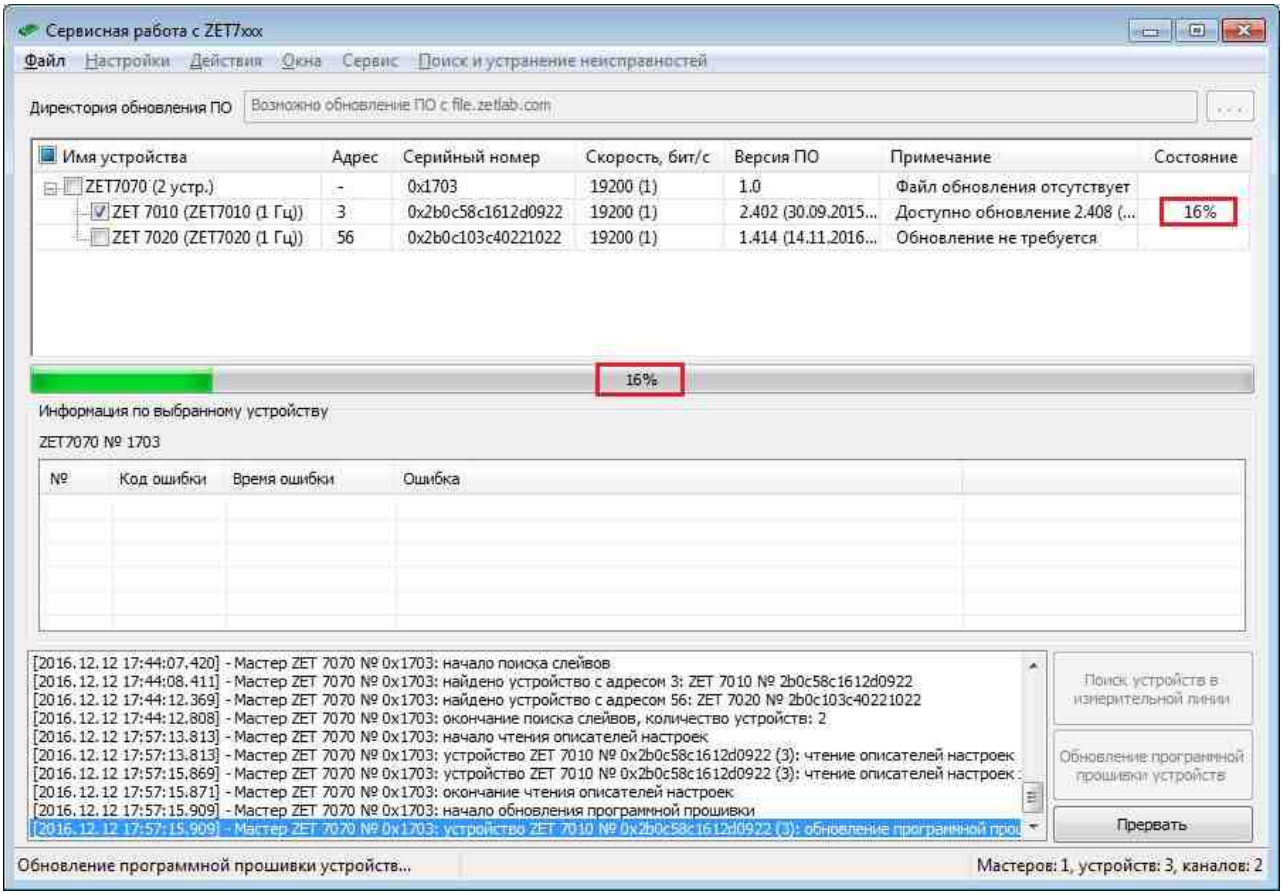


Рис.6.5 Состояние процесса обновления программной прошивки цифрового датчика

6. После окончания обновления следует убедиться, что на цифровой датчик установилась последняя версия программной прошивки (*Рис.6.6*).

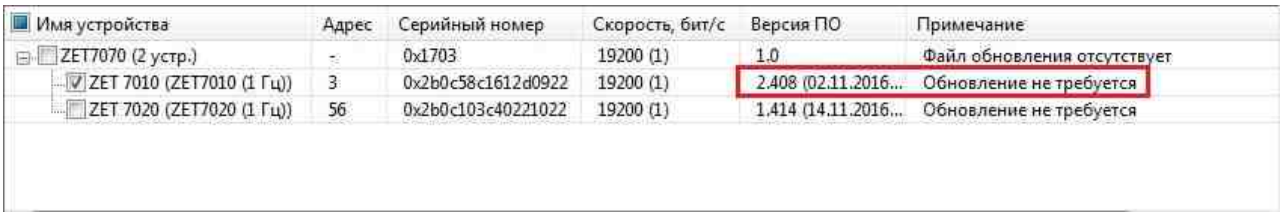


Рис.6.6 Устройство имеет последнюю версию программной прошивки

Диагностика .....

Перед началом диагностики необходимо отметить «галочкой» идентификаторы тех преобразователей интерфейса, для которых следует произвести диагностику формируемых ими измерительных линий. В программе «Сервисная работа с ZET7xxx» зайти в меню «Действия» - «Диагностика» (*Рис.7.1*) и выбрать из всплывающего списка «Диагностика качества данных».

Программа начнет тестирование измерительных линий, результаты которого будут отображаться в окне программы «Диагностика качества данных» (*Рис.7.7*).

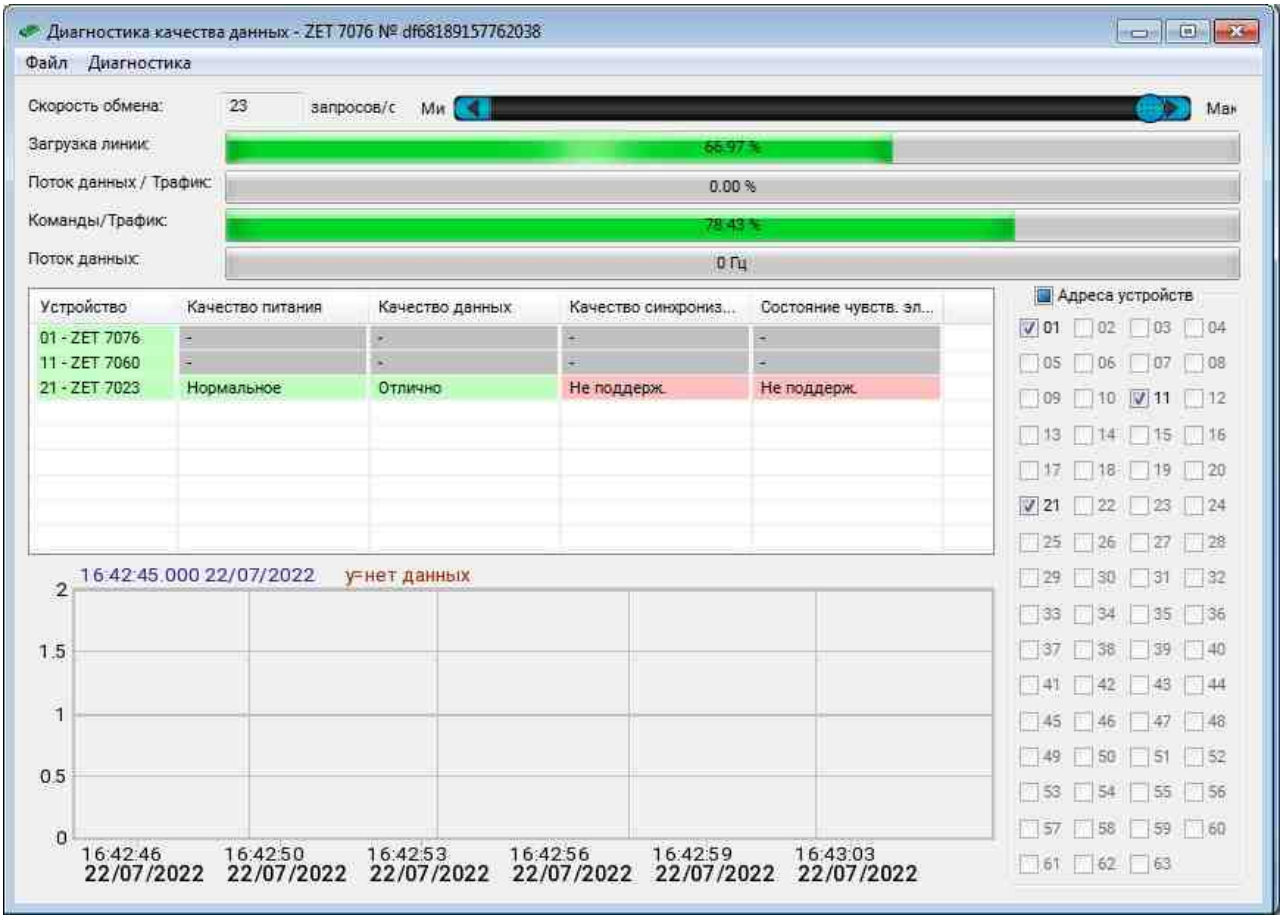


Рис.7.7 Окно программы «Диагностика качества данных»

Диагностика качества данных в измерительной линии заключается в диагностике цифрового датчика по нескольким параметрам:

1. Параметр «Качество питания»

Параметр «Качество питания» информирует о состоянии напряжения питания цифрового датчика. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество питания»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества питания;
- Низкое - напряжение питания цифрового датчика менее 9 В;
- Нормальное - напряжения питания цифрового датчика находится в диапазоне от 9 В до 24 В;

- Высокое - напряжение питания цифрового датчика более 24 В;

2. Параметр «Качество данных»

Параметр «Качество данных» информирует о неполадках в линии передачи данных цифрового датчика. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество данных»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества данных;
- Плохо - в линии передачи данных существуют проблемы. Качество данных неудовлетворительное, текущим данным верить нельзя;
- Хорошо - возможно в линии передачи данных существуют проблемы. Следует обратить внимание на данные;
- Отлично - в линии передачи данных проблемы отсутствуют.

3. Параметр «Качество синхронизации»

Параметр «Качество синхронизации» информирует о состоянии синхронизации цифрового датчика. Функция действительна только для цифровых датчиков, работающих по интерфейсу CAN. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество синхронизации»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества синхронизации;
- Плохо - синхронизация отсутствует. Проверьте GPS-антенну, либо модуль синхронизации ZET 7175;
- Хорошо - возможно в линии передачи данных существуют проблемы. Следует обратить внимание на данные качества синхронизации;
- Отлично - в линии передачи данных проблемы отсутствуют.

4. Параметр «Состояние чувствительного элемента»

Параметр «Состояние чувствительного элемента» информирует о состоянии первичного преобразователя, подключенного к конкретному цифровому датчику. Существует несколько состояний индикации параметра «Состояние чувствительного элемента»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля за состоянием чувствительного элемента;
- Ошибка - чувствительный элемент не подключен, неисправен, либо подключен неправильно;

- Хорошо - чувствительный элемент подключен корректно.

Диагностика обмена данными .....

Диагностика обмена данными в измерительной линии выполняется посредством посылки в линию команд «Read Holding Registers» и/или «Read Input Registers» с последующим анализом ответа или его отсутствия. По умолчанию запросы идут с максимально возможной частотой. Целью диагностики является выявление неисправностей и тонких мест в измерительной линии с точки зрения обмена данными между преобразователем и цифровым датчиком.

Перед началом диагностики необходимо отметить «галочкой» идентификаторы тех преобразователей интерфейса, для которых следует произвести диагностику формируемых ими измерительных линий. В программе «Сервисная работа с ZET7xxx» зайти в меню «Действия» - «Диагностика» (*Рис.7.1*) и выбрать из всплывающего списка опцию «Диагностика обмена данными».

Программа начнет тестирование измерительных линий, результаты которого будут отображаться в окне программы «Диагностика обмена данными в линии» (*Рис.7.2*).

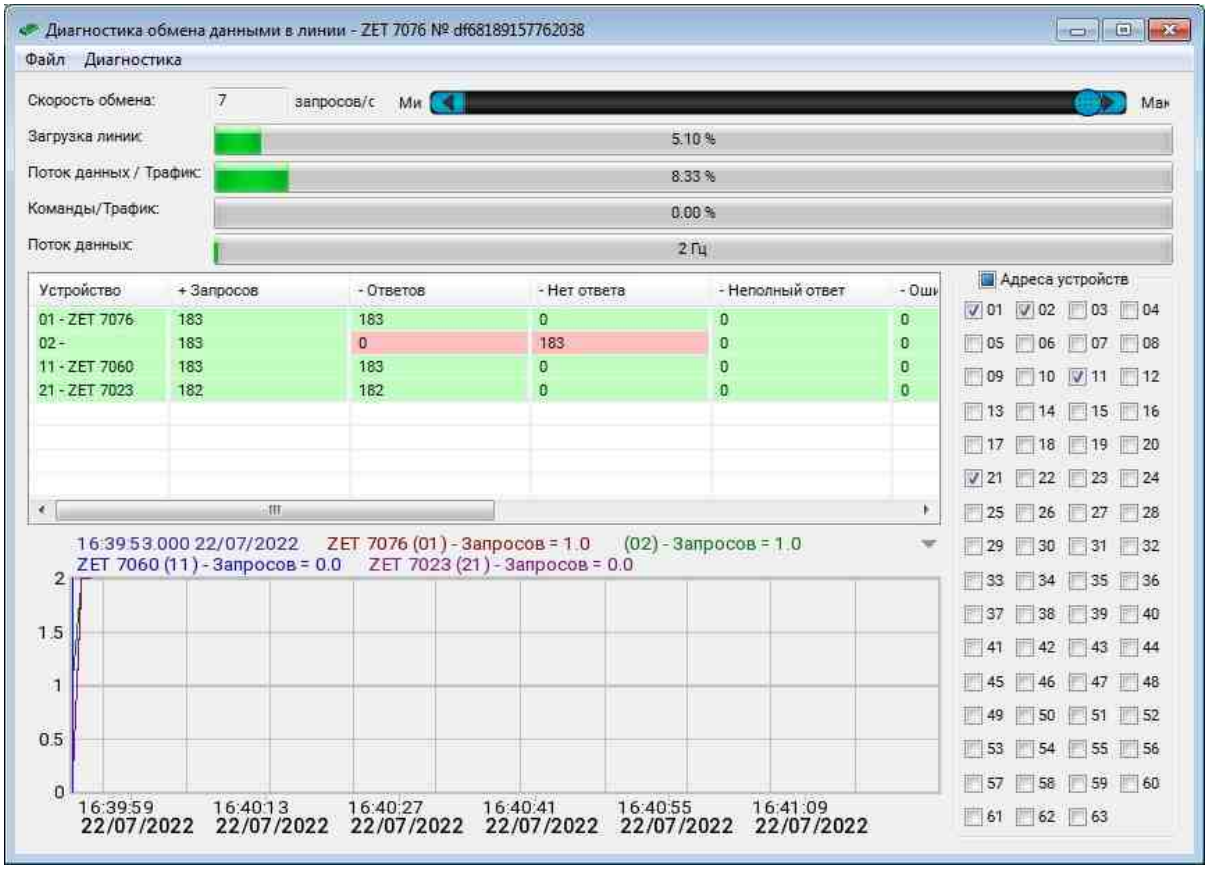


Рис.7.2 Окно программы «Диагностика обмена данными в линии»

В окне программы «Диагностика обмена данными в линии» отображается диагностическая информация для измерительной линии, относящаяся к первому выбранному в списке преобразователю интерфейса. Для просмотра диагностической информации по другим измерительным линиям необходимо в окне программы «Сервисная работа с ZET7xxx» в меню «Окна» (*Рис.7.3*) выбрать соответствующие идентификаторы преобразователя интерфейса.



Рис.7.3 Меню «Окна»

В окне «Диагностическая информация» имеются следующие области:

- Скорость обмена – отображается текущая скорость обмена на цифровом канале между преобразователями интерфейса и цифровыми датчиками;
- Загрузка линии – отображается текущая загруженность цифровой линии (в процентном соотношении от максимальной);
- Область списка устройств – отображается список устройств и диагностическая информация по ним;
- Область адреса устройств – отображает адреса, по которым программа производит диагностические запросы (выбранные адреса отмечены “галочкой”).

На *Рис.7.4* проиллюстрирована неисправность, диагностированная на измерительном канале, которая связана с дублированием назначенных цифровым модулям адресов №2.

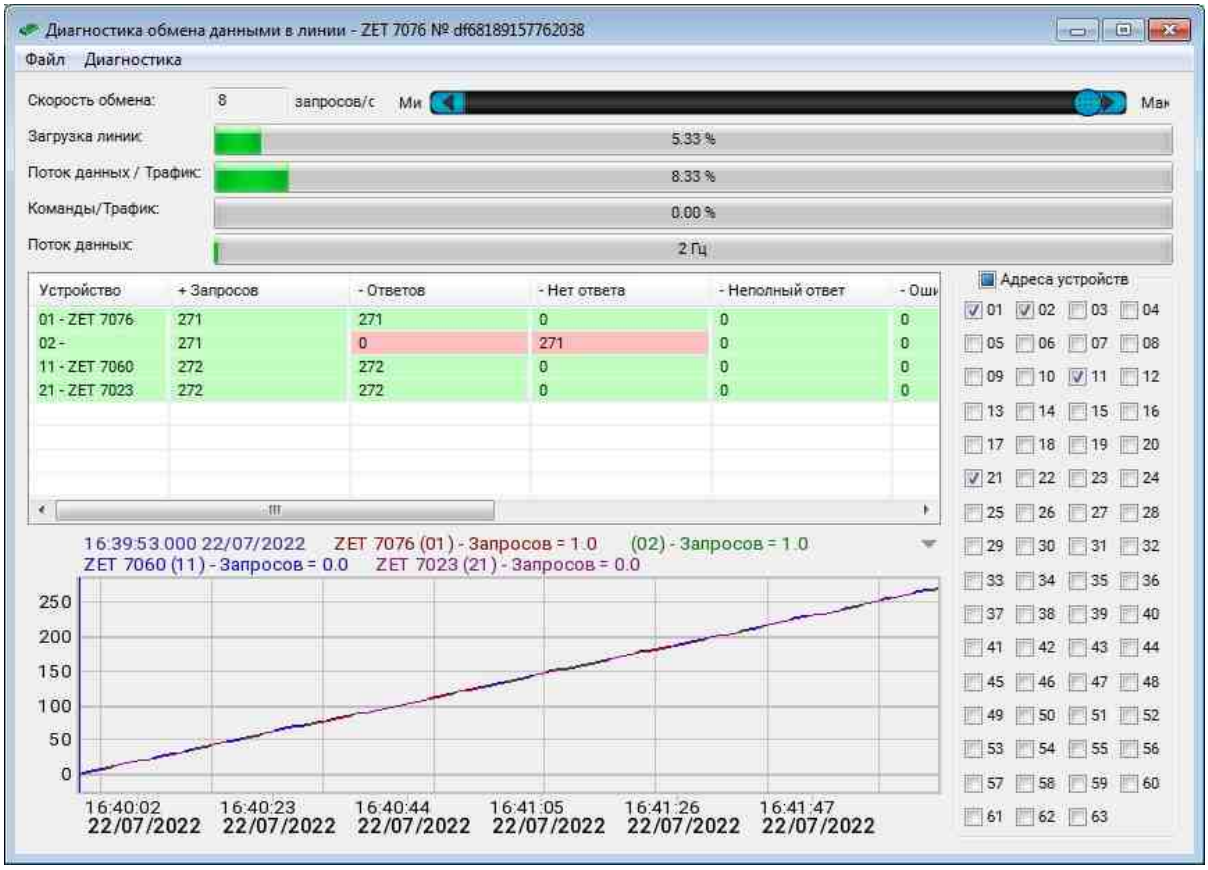


Рис.7.4 Пример диагностированной неисправности

При совпадении адресов устройств в одной измерительной линии, на каждый запрос, устройства с одинаковым адресом отвечают одновременно. В результате чего, образуются коллизии при обмене данными, а, следовательно, возникают некорректные ответы на запросы, и тогда в колонках «Неполный ответ», «Ошибка адреса», «Ошибка команды» и «Ошибка CRC» инкрементируются значения. Кроме этого, падает общая скорость обмена в линии, и величина, отображаемая в поле «Скорость обмена» будет отличаться от нормальной для данной линии.

Нормальная скорость обмена в линии определяется:

- При максимальной загруженности запросами. Регулятор скорости обмена находится в крайнем правом «максимальном» положении (*Рис.7.5*).
-



Рис.7.5 Регулятор скорости обмена

- При посылке команды «Read Holding Registers» только существующим в линии устройствам. Команда запроса данных – «ReadInputRegisters» должна быть отключена через меню «Диагностика» - «Команды» (*Рис.7.6*).



Рис.7.6 Меню «Команды»

Нормальное количество запросов в зависимости от скорости обмена внутри измерительных линий представлено в *Табл. 7.1* и *Табл. 7.2*.

Табл. 7.1 Зависимость количества запросов от скорости обмена для RS-485

Скорость обмена	Количество запросов/с	
	ZET 7070	ZET 7076
2400 бит/с	≈10	Не поддерживается
4800 бит/с	≈15	≈10
9600 бит/с	≈30	≈20
14400 бит/с	≈40	Не поддерживается
19200 бит/с	≈50	≈30
38400 бит/с	≈75	≈45
57600 бит/с	≈90	≈50
115200 бит/с	≈110	≈55

Табл. 7.2 Зависимость количества запросов от скорости обмена для CAN 2.0

Скорость обмена	Количество запросов/с	
	ZET 7174	ZET 7176
100 кбит/с	≈175	≈110
300 кбит/с	≈210	≈140

1 Мбит/с	≈245	≈180

В некоторых случаях количество запросов в секунду может отличаться от нормальных показателей, однако оно должно оставаться стабильным. Если стабильность с течением времени не наблюдается, значит в линии скорее всего есть проблемы.

Внимание! Для корректной работы измерительной линии категорически запрещается дублирование адресов располагающихся на ней цифровых датчиков.

Примечание: Адреса цифровых датчиков всегда соотносятся с их измерительными каналами поэтому следует учитывать, что некоторые цифровые датчики такие, как например, ZET 7152 или ZET 7154 имеют в своем составе более одного измерительного канала. При конфигурировании цифровых датчиков, имеющих больше одного адреса, указывается только адрес первого из его измерительных каналов, однако при этом следует помнить о том, что следующие по списку адреса (в зависимости от количества измерительных каналов в составе датчика) также будут задействованы и не должны быть назначены другим цифровым датчикам, устанавливаемым на ту же измерительную линию. Пример: на измерительную линию установлен цифровой датчик ZET 7152 сконфигурированный на адрес №5. Так как цифровой датчик ZET 7152 имеет в своем составе три измерительных канала, то адреса №6 и №7 не могут быть назначены другим цифровым датчикам на данной измерительной линии.

Диагностика качества данных .....

Перед началом диагностики необходимо отметить «галочкой» идентификаторы тех преобразователей интерфейса, для которых следует произвести диагностику формируемых ими измерительных линий. В программе «Сервисная работа с ZET7xxx» зайти в меню «Действия» - «Диагностика» (*Рис.7.1*) и выбрать из всплывающего списка «Диагностика качества данных».

Программа начнет тестирование измерительных линий, результаты которого будут отображаться в окне программы «Диагностика качества данных» (*Рис.7.7*).

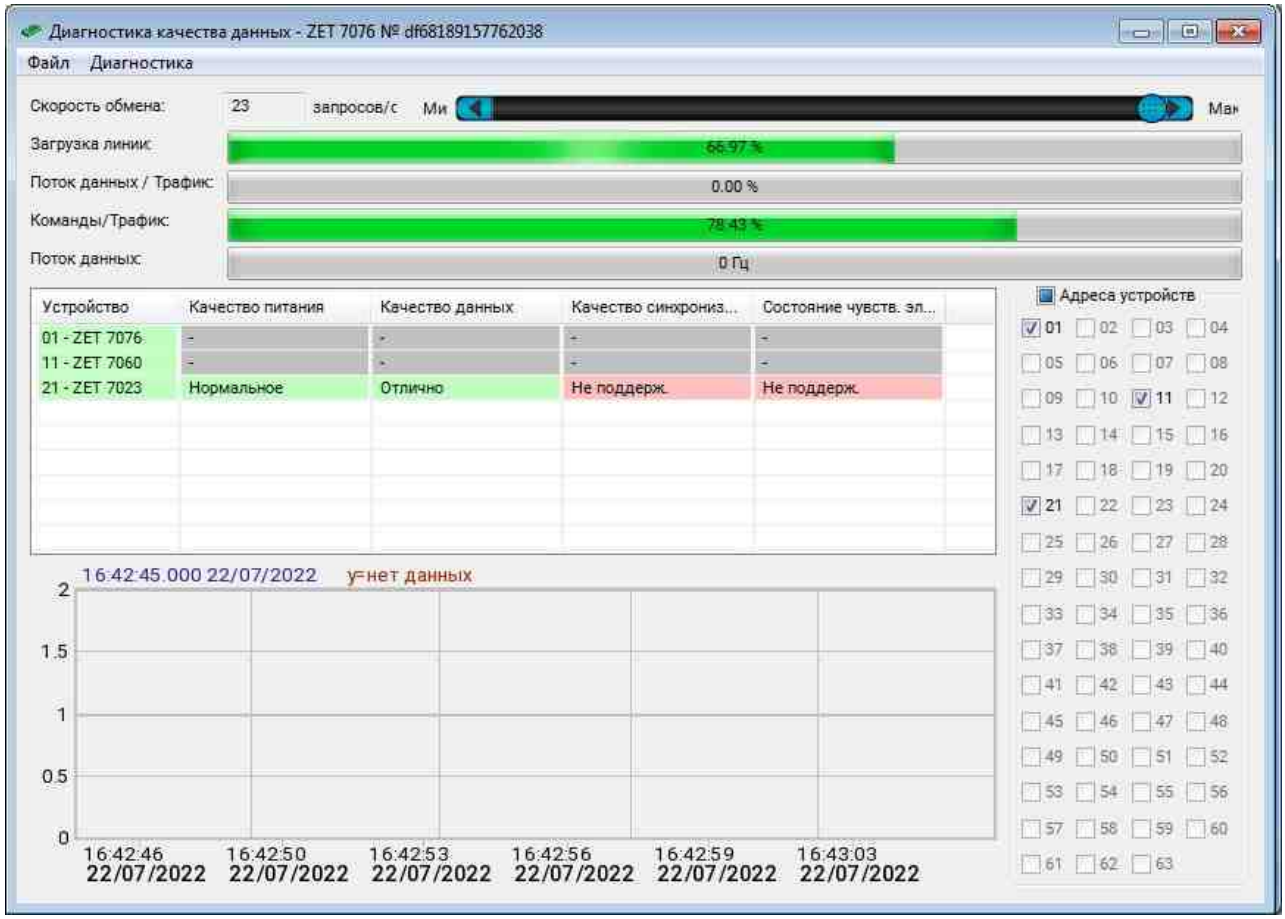


Рис.7.7 Окно программы «Диагностика качества данных»

Диагностика качества данных в измерительной линии заключается в диагностике цифрового датчика по нескольким параметрам:

1. Параметр «Качество питания»

Параметр «Качество питания» информирует о состоянии напряжения питания цифрового датчика. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество питания»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества питания;
- Низкое - напряжение питания цифрового датчика менее 9 В;
- Нормальное - напряжения питания цифрового датчика находится в диапазоне от 9 В до 24 В;
- Высокое - напряжение питания цифрового датчика более 24 В;

2. Параметр «Качество данных»

Параметр «Качество данных» информирует о неполадках в линии передачи данных цифрового датчика. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество данных»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества данных;
- Плохо - в линии передачи данных существуют проблемы. Качество данных неудовлетворительное, текущим данным верить нельзя;
- Хорошо - возможно в линии передачи данных существуют проблемы. Следует обратить внимание на данные;
- Отлично - в линии передачи данных проблемы отсутствуют.

3. Параметр «Качество синхронизации»

Параметр «Качество синхронизации» информирует о состоянии синхронизации цифрового датчика. Функция действительна только для цифровых датчиков, работающих по интерфейсу CAN. Существует несколько состояний индикации параметра «Качество синхронизации»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля качества синхронизации;
- Плохо - синхронизация отсутствует. Проверьте GPS-антенну, либо модуль синхронизации ZET 7175;
- Хорошо;
- Отлично.

4. Параметр «Состояние чувствительного элемента»

Параметр «Состояние чувствительного элемента» информирует о состоянии первичного преобразователя, подключенного к конкретному цифровому датчику. Существует несколько состояний индикации параметра «Состояние чувствительного элемента»:

- Не поддерживается - цифровой датчик не обладает функцией контроля за состоянием чувствительного элемента;
- Ошибка - чувствительный элемент не подключен, неисправен, либо подключен неправильно;
- Хорошо - чувствительный элемент подключен корректно.

Диагностика синхронизации линии .....

Перед началом диагностики необходимо отметить «галочкой» идентификаторы тех преобразователей интерфейса, для которых следует произвести диагностику формируемых ими измерительных линий. В программе «Сервисная работа с ZET7xxx» зайти в меню «Действия» - «Диагностика» (*Рис.7.1*) и выбрать из всплывающего списка «Диагностика синхронизации линии».

Программа начнет тестирование измерительных линий, результаты которого будут отображаться в окне программы «Диагностика синхронизации линии» (*Рис.7.8*).

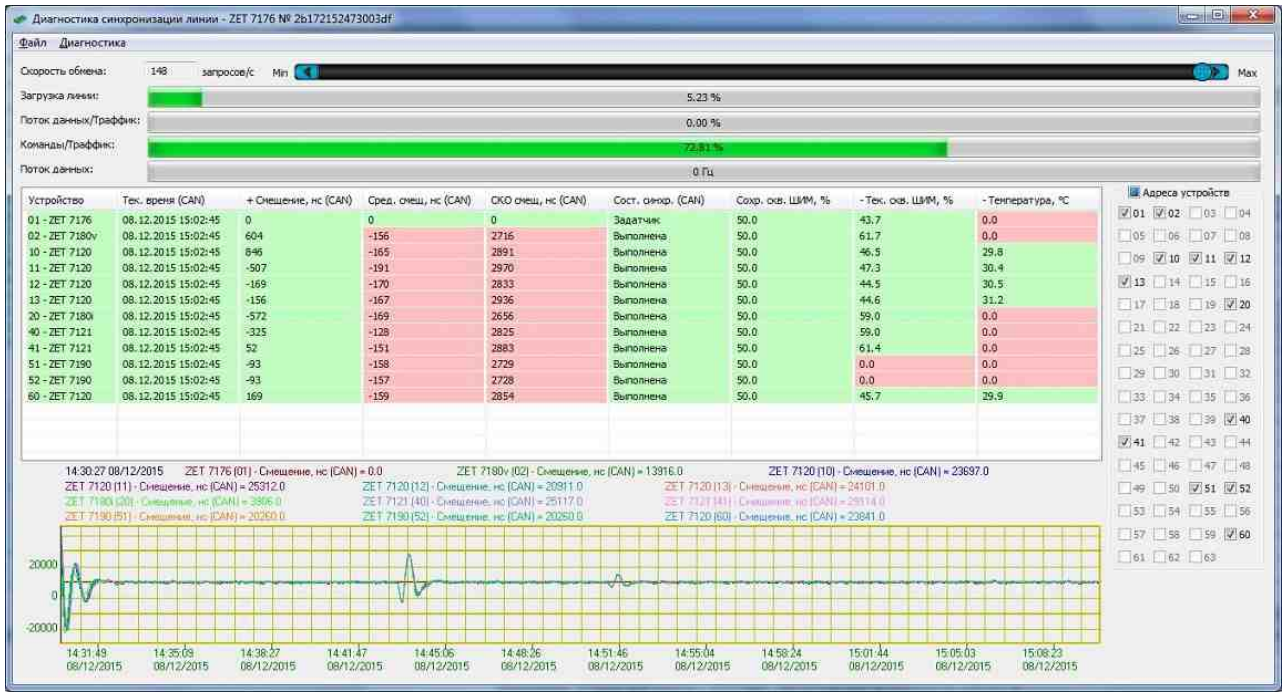


Рис.7.8 Окно программы «Диагностика синхронизации линии»

Диагностика синхронизации измерительной линии заключается в диагностике по нескольким параметрам:

1. Текущее время

Внутренние часы цифрового датчика

2. Смещение, нс

Мгновенное значение вычисленного смещения внутренних часов относительно часов задатчика (мастера).

3. Среднее смещение, нс

Среднестатистическое значение смещения за определенный период времени.

4. СКО смещение, нс

Среднеквадратичное отклонение смещения за определенный период времени.

5. Состояние синхронизации

Состояние синхронизации цифрового датчика. Существует несколько состояний:

- Выполнен;
- Выполняется.

6. Сохранённая скважность ШИМ, %

Значение скважности ШИМ, заданная на этапе поверки. Выражается в %.

7. Текущая скважность ШИМ, %

Текущая скважность ШИМ, измеренная в настоящий момент времени. Нормальное значение должно находиться в диапазоне 25-75%.

8. Температура, °C

9. Температура платы, °C.

Диагностика синхронизации сети .....

Данная диагностика предназначена только для преобразователей интерфейса ZET 7176 и представляет собой диагностику синхронизацию сети по протоколу PTP. Внешний вид окна программы «Диагностика синхронизации сети» представлен на *Рис.7.9*.

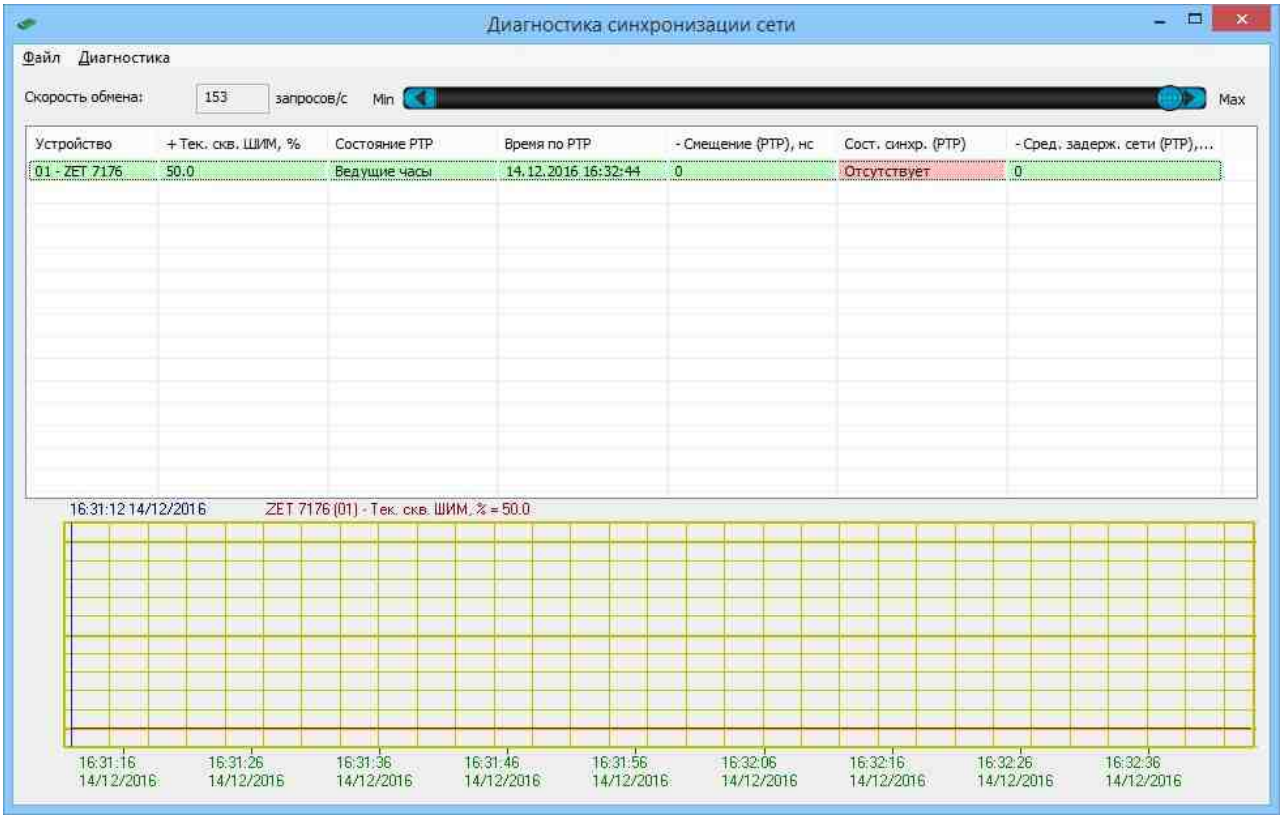


Рис.7.9 Окно программы «Диагностика синхронизации сети»

Сохранение конфигурации для OPC-сервера .....

Программа «Сервисная работа с ZET7xxx» предоставляет возможность сохранять конфигурацию для работы в режиме OPC-сервера. При работе в режиме OPC-сервера программа «ZET7xxx OPC Server» формирует дерево тегов, на основе найденных в измерительной линии устройств и раз в секунду обновляет значение тега. По умолчанию дерево тегов формируется только из регистров текущего значения измеряемой величины. При необходимости можно сконфигурировать программу так, чтобы из цифрового датчика читались и другие регистры с последующей записью в соответствующий тег OPC-сервера.

Для сохранения конфигурации, необходимой для работы с устройствами в режиме OPC-сервера, следует выполнить следующие действия:

1. Следует отметить символом «галочка» те идентификаторы преобразователей интерфейсов, которые должны работать в данном режиме (*Рис.8.1*).

Имя устройства	Адрес	Серийный номер	Скорость, бит/с	Версия ПО	Примечание
ZET7070 (2 устр.)	-	0x1703	19200 (1)	1.0	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7010 (ZET7010 (1 ...	3	0x2b0c58c1612d0922	19200 (1)	2.402 (30.09.2015...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7020 (ZET7020 (1 ...	56	0x2b0c103c40221022	19200 (1)	1.414 (14.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7176 (192.168.25.2:71...	1	0x2b0c17f968421022	300000	2.411 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7173 (ZET7173 (1 ...	3	0x2b0c10d041471022	300000	1.413 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7120 (ZET7120_T (...	5	0x2b0c9a2e364e0e22	300000	3.415 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7190-R (Канал 1 (...	10, 11	0x2b0c9e4d4a320e22	300000	1.405 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7161 (Управлени...	12	0x2b17359b3a2b0ddf	300000	1.404 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7180-V (ZET 7180-...	13	0x2b0c93fa60480d22	300000	1.406 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7111 (ZET7111 (50...	25	0x358551882630138e	300000	1.407 (02.12.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7192 (ZET 7192_1 ...	27, 28	0x2b0ca7cd2f320f22	300000	1.405 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7160 (ZET 7160_1 ...	31, 3...	0x2b0c976422330e22	300000	2.408 (05.09.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7192 (Генератор ...	42, 43	0x2b172af1273604df	300000	1.405 (28.10.2016...	Нет доступа до директории обновлений
ZET 7180-I (ZET7180i (...	44	0x2b0c9a69353b0e22	300000	1.406 (02.11.2016...	Нет доступа до директории обновлений

Рис.8.1 Выбор устройств для работы в режиме OPC-сервера

2. На панели управления в меню «Действия» – «Работа с OPC» необходимо активировать опцию «Сохранить конфигурацию для OPC DA сервера…» (*Рис.8.2*).

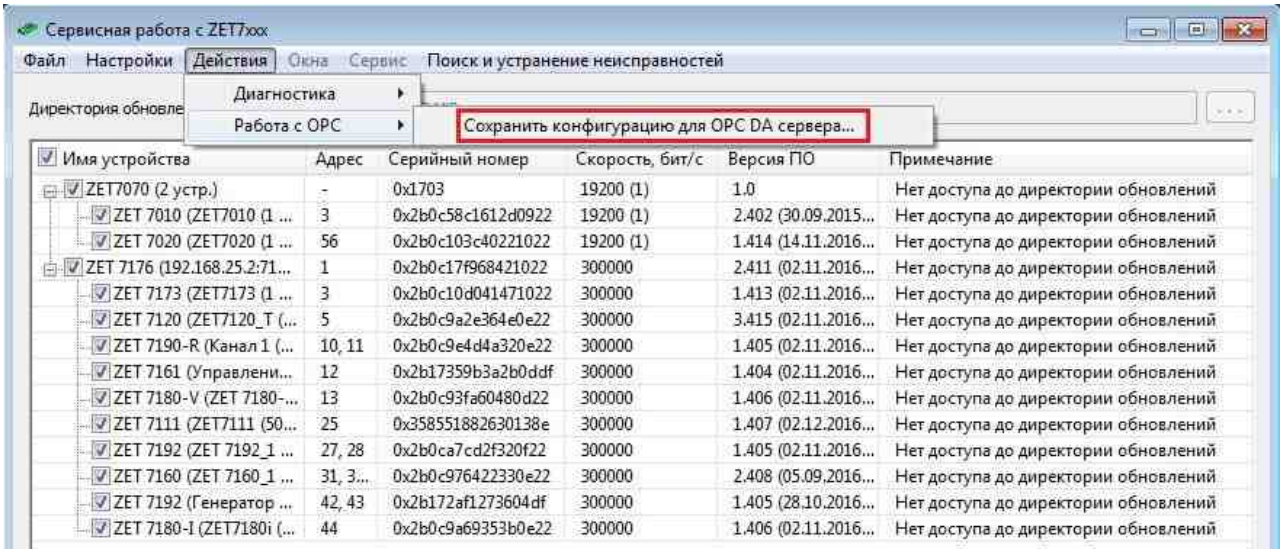


Рис.8.2 Опция «Сохранить конфигурацию для OPC DA сервера…»

3. В открывшемся окне «Сохранить как» в поле «Имя файла» следует установить произвольное имя файла конфигурации и активировать кнопку «Сохранить» (*Рис.8.3*). В результате будет создан файл конфигурации с расширением имени «.zopc».

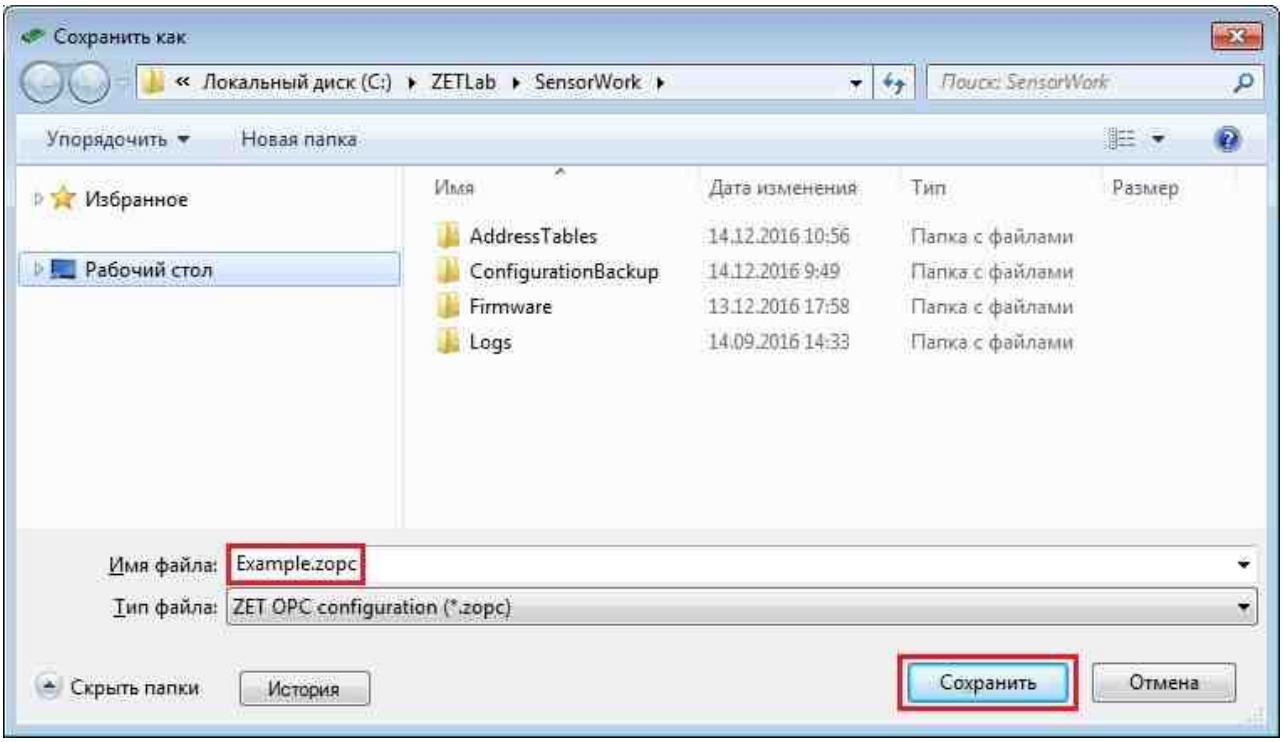


Рис.8.3 Окно «Сохранить как»

4. Далее необходимо закрыть окно программы «Сервисная работа с ZET7xxx», нажав кнопку , расположенную в правом верхнем углу окна программы.

5. Запустить программу «ZET7xxx OPC Server», активировав исполнительный файл «ZET7xxxOPCServer.exe», расположенный по директории: *C:\ZETLab* (*Рис.8.4*).

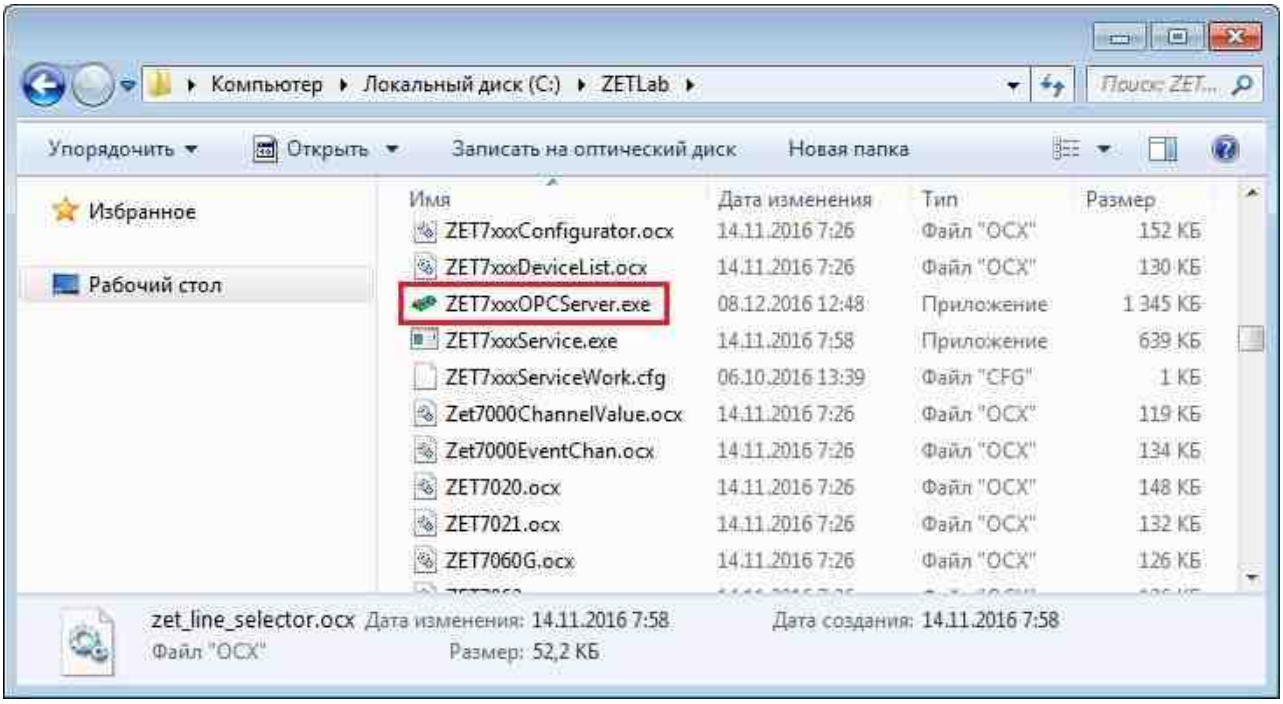


Рис.8.4 Запуск программы «ZET7xxx OPC Server»

6. После запуска программы она автоматически скроется в области уведомлений на панели задач. Нажатием правой клавиши мыши по иконке программы ««ZET7xxx OPC Server»» следует вызвать контекстное меню, а затем активировать опцию «Конфигурация…» (*Рис.8.5*).

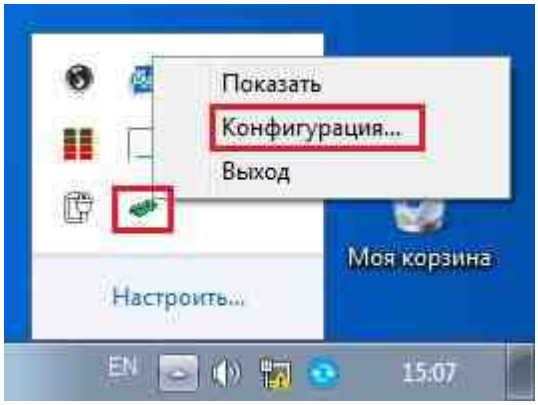


Рис.8.5 Контекстное меню программы «ZET7xxx OPC Server»

7. В открывшемся окне «Открыть» следует выбрать ранее созданный файл конфигурации и активировать кнопку «Открыть» (*Рис.8.6*).

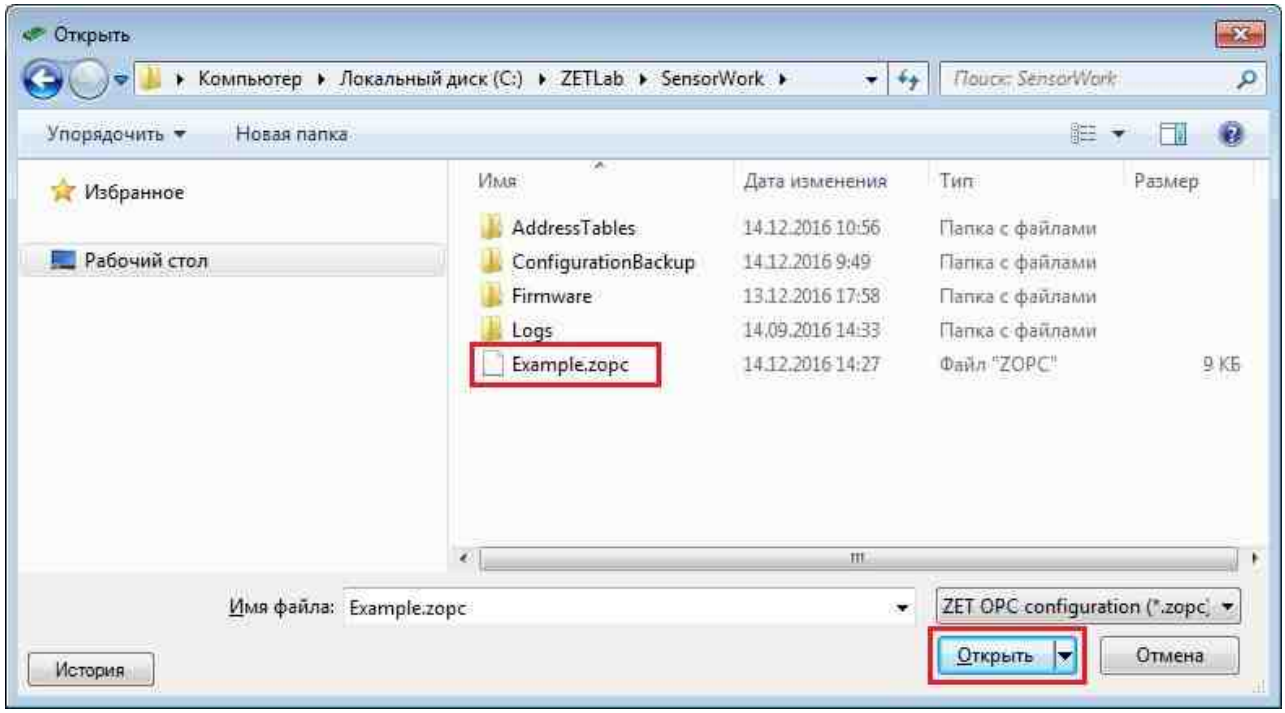


Рис.8.6 Окно «Открыть»

8. При этом программа сформирует дерево OPC-тегов и начнет чтение нужных регистров из датчиков. Процесс работы OPC-сервера будет отображаться в окне «ZET7xxx OPC Server» (*Рис.8.7*).

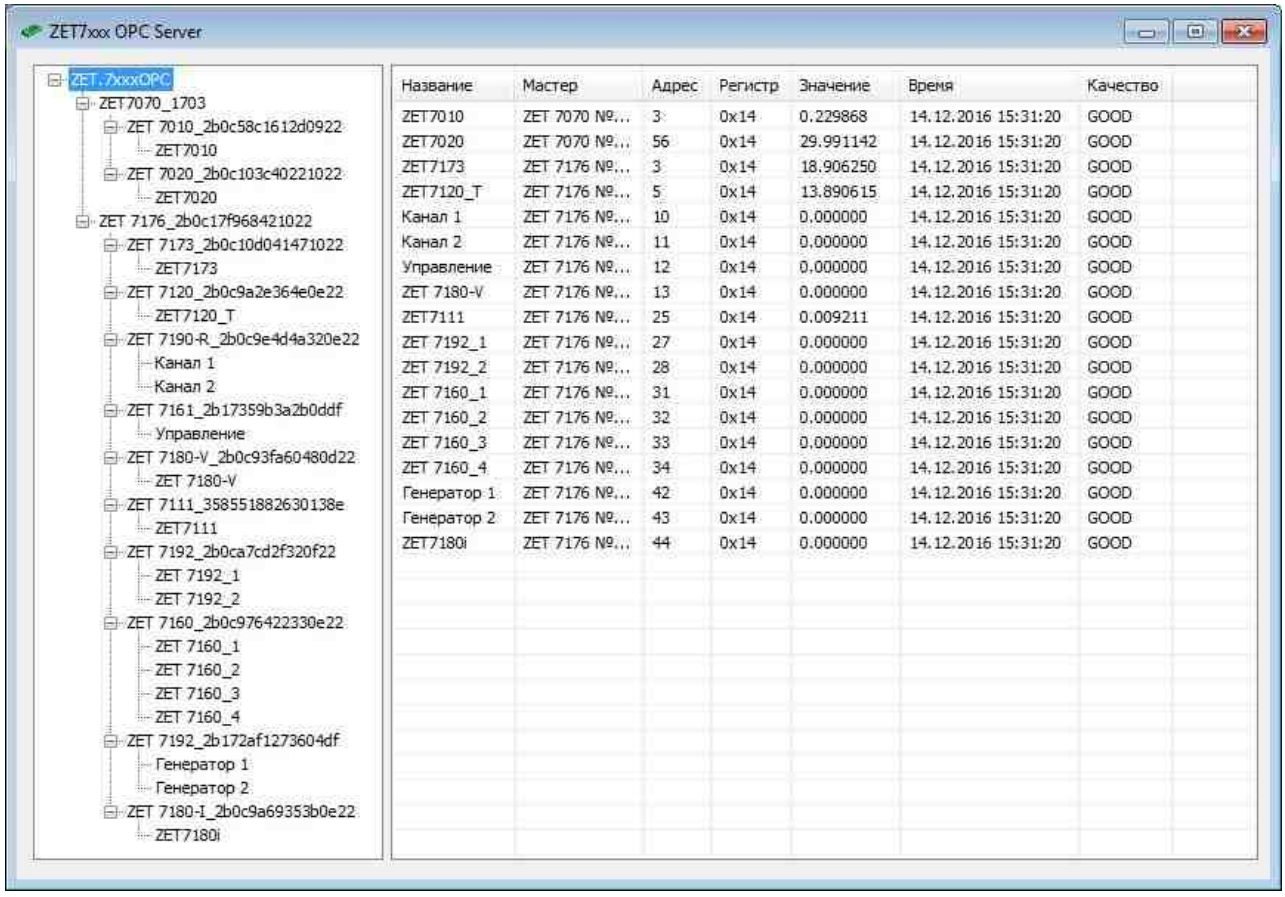


Рис.8.7 Окно программы «ZET7xxx OPC Server»

Создание таблиц адресов регистров Modbus .....

Таблица адресов регистров Modbus предназначена для связи цифровых датчиков со сторонними преобразователями интерфейсов по протоколу Modbus. Таблица несет информацию о том, по какому адресу следует обращаться для получения соответствующих данных. Существует возможность создать таблицу адресов регистров Modbus для всех цифровых датчиков, а также для преобразователей интерфейса ZET 7174 и ZET 7176.

Для того, чтобы создать таблицу адресов регистров Modbus для конкретного устройства необходимо:

1. При помощи правой кнопки мыши вызвать контекстное меню устройства, таблицу адресов которого следует создать. В открывшемся контекстном меню активировать команду «Сгенерировать таблицу адресов» (*Рис.9.1*).

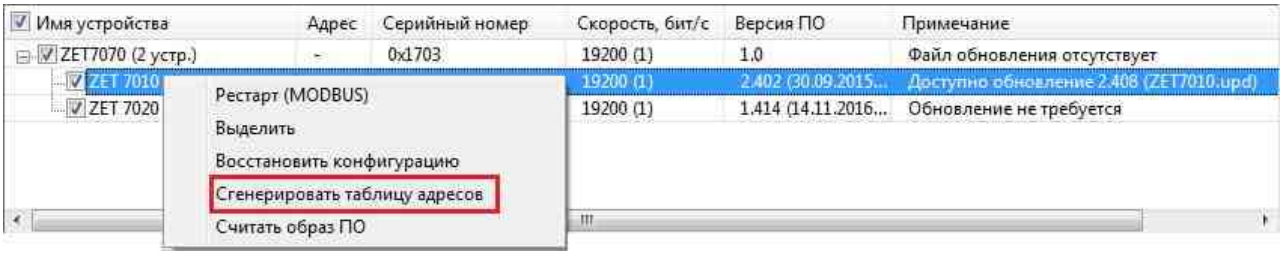


Рис.9.1 Команда «Сгенерировать таблицу адресов» из контекстного меню

2. После выполнения команды «Сгенерировать таблицу адресов» откроется папка, расположенная по директории: *C:\ZETLab\SensorWork\AddressTables*, в которой для данного устройства будет создан файл с расширением имени «.html» (*Рис.9.2*).

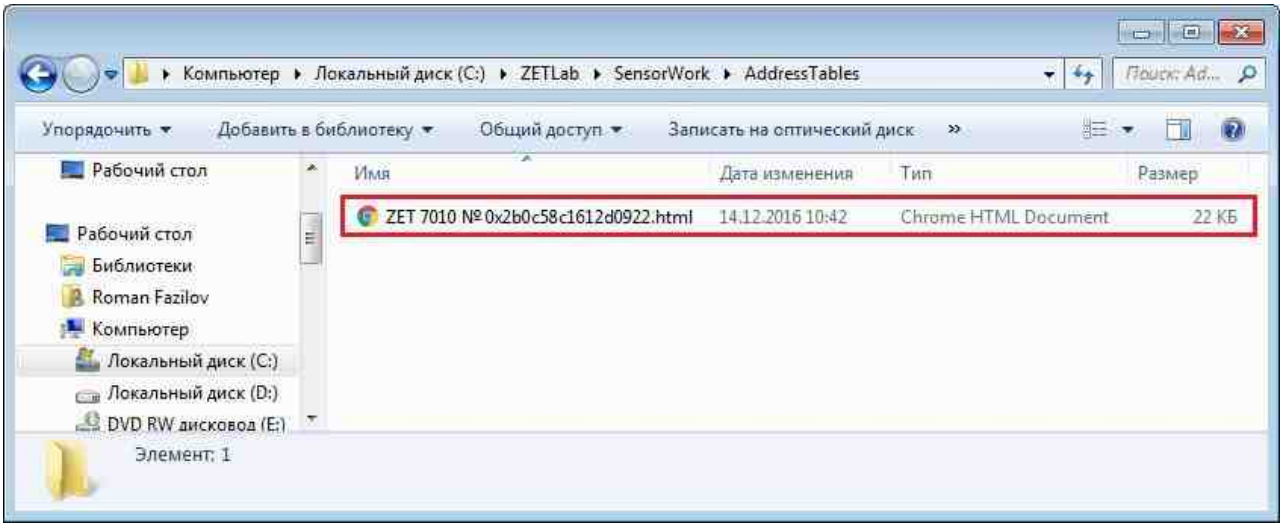


Рис.9.2 Файл созданный командой «Сгенерировать таблицу адресов»

3. Данный файл содержит таблицу адресов регистров Modbus для данного устройства. Открыть файл возможно при помощи любого Веб-обозревателя (Chrome, Mozilla, IE и др.), для этого необходимо щелкнуть по нему два раза левой кнопкой мыши. В браузере откроется страничка, содержащая таблицу адресов регистров Modbus. На *Рис.9.3* представлен пример такой таблицы адресов.

Таблица адресов регистров MODBUS ZET 7010 № 0x2b0c58c1612d0922

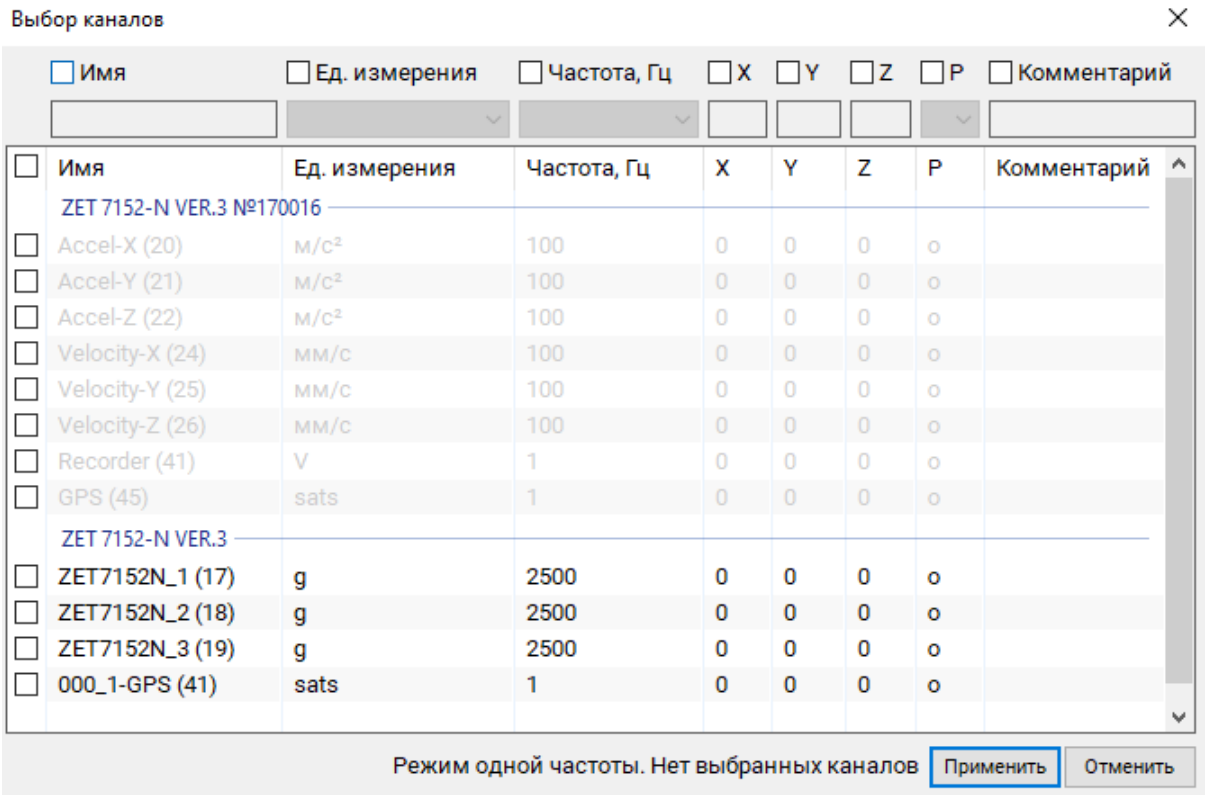
Название параметра	Адрес, WORD hex (WORD dec)	Адрес в структуре, WORD hex (WORD dec)	Тип данных	Количество регистров (в словах)	Принимаемые значения
Информация (Настройки модуля измерительного цифрового), ID = 0x18c, адрес = 0x00 (00)					
Модуль измерительный цифровой	0x04 (04)	0x04 (04)	int (тип 17)	2	Произвольное значение (только чтение)
Серийный номер	0x06 (06)	0x06 (06)	longlong (тип 14)	4	Произвольное значение (только чтение)
Дата выпуска программного обеспечения	0x0a (10)	0x0a (10)	time (тип 11)	2	Произвольное значение (только чтение)
Конфигурация изменена	0x0c (12)	0x0c (12)	time (тип 11)	2	Произвольное значение (только чтение)
Адрес (node) от 2 до 63	0x0e (14)	0x0e (14)	int (тип 3)	2	Произвольное значение
Измерения (Параметры измерения), ID = 0xd0, адрес = 0x10 (16)					
Текущее измеренное значение датчика(в ед изм)	0x14 (20)	0x04 (04)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Частота обновления данных, Гц	0x16 (22)	0x06 (06)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Единица измерения	0x18 (24)	0x08 (08)	char[8] (тип 1)	4	Произвольное значение (только чтение)
Наименование датчика	0x1c (28)	0x0c (12)	char[32] (тип 1)	16	Произвольное значение
Минимальное значение (в ед. изм.)	0x2c (44)	0x1c (28)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Максимальное значение (в ед. изм.)	0x2e (46)	0x1e (30)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Опорное значение для расчёта в дБ	0x30 (48)	0x20 (32)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Чувствительность, В/ед.изм.	0x32 (50)	0x22 (34)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Порог чувствительности (в ед. изм.)	0x34 (52)	0x24 (36)	float (тип 6)	2	Произвольное значение (только чтение)
Настройки (Общие настройки), ID = 0x39a, адрес = 0x36 (54)					
Схема подключения тензорезисторов	0x3a (58)	0x04 (04)	int (тип 10)	2	0 - Мост 1 - Полумост
Частота обновления данных, Гц	0x3c (60)	0x06 (06)	int (тип 10)	2	0 - 1 (только чтение)
Метод расчёта	0x3e (62)	0x08 (08)	int (тип 10)	2	0 - Коэф. передачи 1 - Калибр. кривая
Единица измерений	0x40 (64)	0x0a (10)	char[32] (тип 1)	16	Произвольное значение
Датчик (Параметры подключаемого датчика), ID = 0x34a, адрес = 0x50 (80)					
Статус активности	0x54 (84)	0x04 (04)	int (тип 10)	2	0 - откл 1 - вкл
Верхний предел измерений (в ед.изм.)	0x56 (86)	0x06 (06)	float (тип 6)	2	Произвольное значение
Чувствительность(Sd)	0x58 (88)	0x08 (08)	float (тип 6)	2	Произвольное значение
Серийный номер датчика	0x5a (90)	0x0a (10)	int (тип 3)	2	Произвольное значение
ТензоРезист. (Настройки параметров тензорезисторов), ID = 0x36a, адрес = 0x5c (92)					
Статус активности	0x60 (96)	0x04 (04)	int (тип 10)	2	0 - откл 1 - вкл
Чувствительность(Sr)	0x62 (98)	0x06 (06)	float (тип 6)	2	Произвольное значение
RS-485 (Настройка последовательного порта), ID = 0x7a, адрес = 0x64 (100)					

Рис.9.3 Пример таблицы адресов регистров Modbus

Руководство по компоненту "Выбор каналов" .....

Назначение

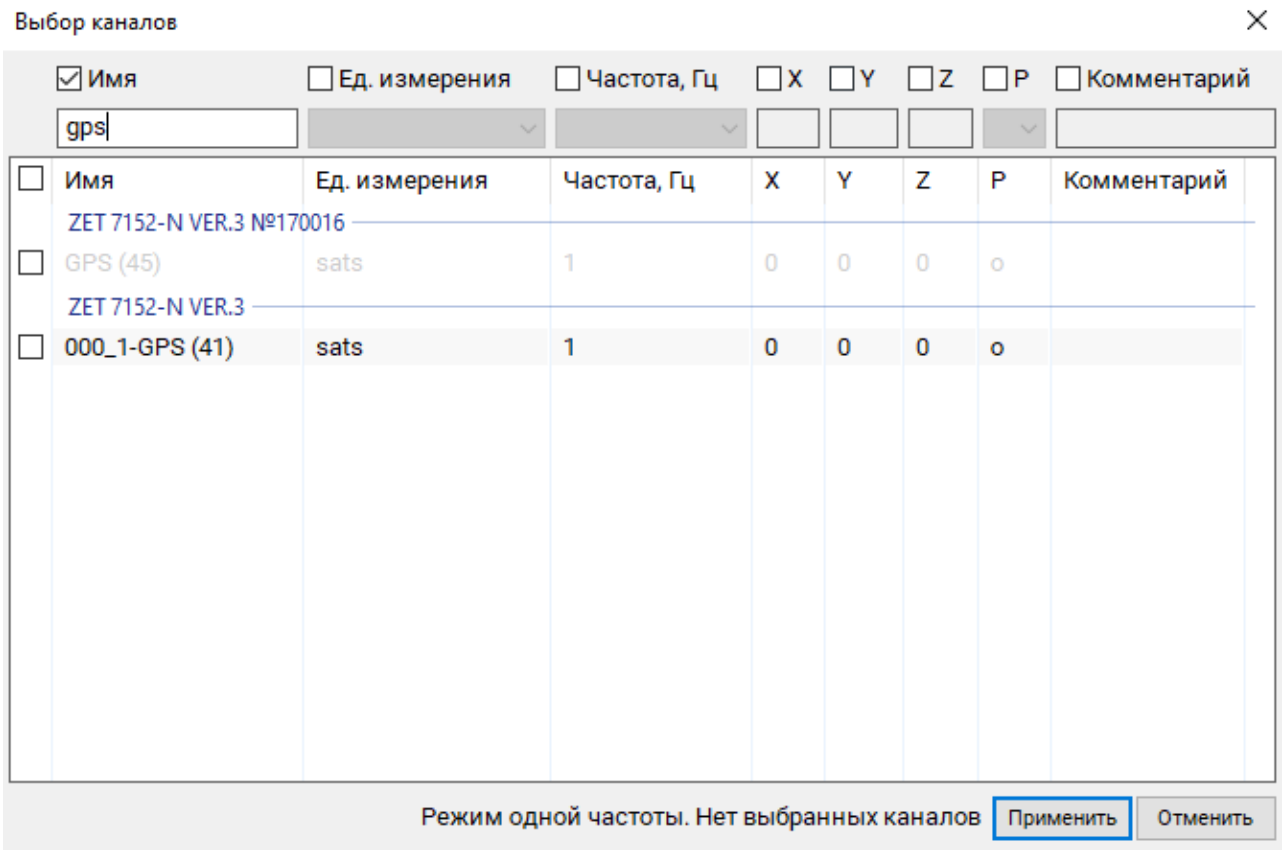
Компонент позволяет выбирать множество каналов.



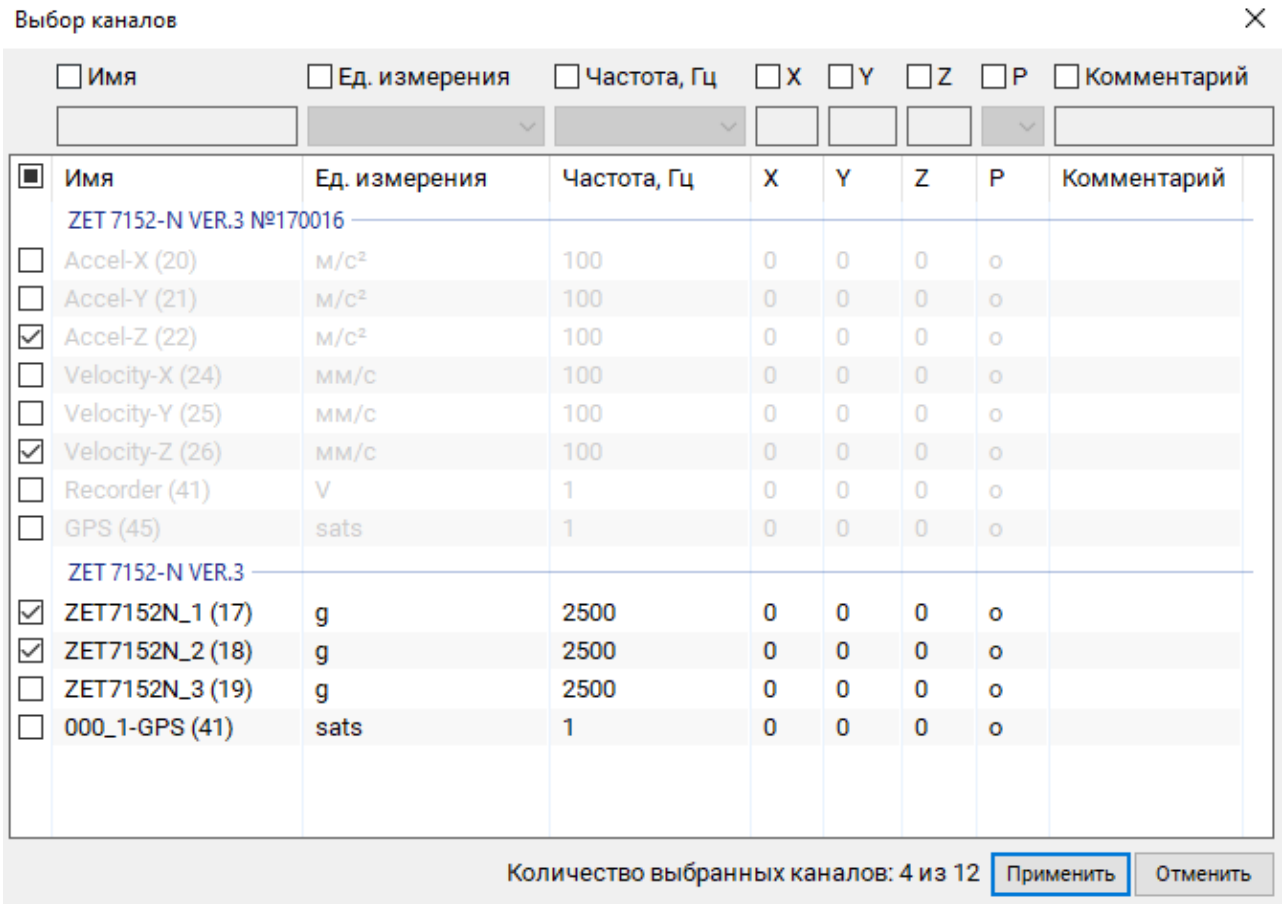
Для более удобного поиска нужного канала, можно воспользоваться сортировкой:

1. По имени канала
2. По единице измерения
3. По частоте
4. По координатам (X,Y,Z) и ориентации P
5. По комментарию канала

Поставьте галочку под необходимым параметром, и введите значение, или выберите из доступных



После выбора необходимых каналов нажмите кнопку "Применить"



Примечание:

- Режим одной частоты, позволяет пользователю выбирать каналы с одинаковой частотой дискретизации, соответственно список отфильтруется по частоте.
- Режим выбора одного канала позволяет пользователю выбрать только один канал из имеющихся.
- Учтите, хотя бы 1 канал должен быть выбран.

Сообщения программы из Журнала ошибок и ZETServer

Программа имеет возможность работы без участия оператора, поэтому свои сообщения программа выдаёт не в виде диалоговых окон, а записывает их в системный журнал приложений, для просмотра которого можно использовать программу **Журнал ошибок ZETLAB** из вкладки **Сервисные** панели управления **ZETLAB**.

Формат сообщений, записываемых программами ПО **ZETLAB** в журнал, следующий:

"Имя программы №xx. Текст сообщения",

где xx - номер запущенной копии программы.

В системный журнал программа записывает не только сообщения об ошибках, но также и сообщения об изменениях своих параметров. Записанные сообщения позволяют восстановить последовательность действий программы, что часто бывает полезным при анализе возникающих во время работы программы ошибок. В таблице ниже приведены сообщения программы.

Текст сообщения	**Категория**
Сообщения из Журнала ошибок ZETLAB	
101 Ошибка при подключении к серверу данных	ошибка
102 Ошибка при чтении данных из реестра	ошибка
103 Файл конфигурации в папке DirConfig недоступен	ошибка
104 Файл справки отсутствует	ошибка
105 Папка DirHelp недоступна	ошибка
106 Папка DirSignal недоступна	ошибка
107 Папка DirResult недоступна	ошибка
108 Папка DirCorrect недоступна	ошибка
109 Папка InstallLocation недоступна	ошибка
110 Ошибка при создании экземпляра класса CAutoScaleXY	ошибка
111 Ошибка при подключении к Unit	ошибка
112 Программа запущена через Unit	ошибка
113 Программа запущена из Z-панели	ошибка
114 Программа начала работать	ошибка
115 Частота дискретизации АЦП Гц	ошибка
116 Код ошибки	ошибка
117 Нет рабочих каналов сервера данных. Программа не будет загружена	ошибка
118 Ошибка при вызове справки программы	ошибка
119 Программа завершила свою работу	ошибка
120 При чтении данных с канала произошла ошибка	ошибка
121 При обработке данных произошла ошибка	ошибка
122 Нет сервера данных	ошибка
123 Программа будет закрыта	ошибка
124 Ошибка при запуске программы обработки параметров	ошибка

Сообщения из ZETServer	
Не было подключения к серверу	ошибка
Сервер не загружен на компьютере	ошибка
К серверу подключено слишком много программ	ошибка
На компьютере не загружается сервер	ошибка
Мало оперативной памяти или дискового пространства	ошибка
Номер канала меньше нуля	ошибка
Номер канала больше максимально возможного значения	ошибка
Невозможно создать экземпляр компонента Server	ошибка

При работе с запущенной панелью управления сообщения об ошибках программ **ZETLAB** дублируются временными всплывающими текстами в системном трее (область уведомлений - элемент панели инструментов рабочего стола или "панель задач" в Windows, используется для нужд постоянно используемых программ).

Получение сообщения "Сервер данных имеет слишком много каналов. Не достаточно памяти для работы программы в данном режиме. Программа будет закрыта" говорит о том, что в данный момент времени загружено слишком много программ, работающих с сервером данных **ZETLAB**, либо о том, что используемый компьютер имеет недостаточный объём ОЗУ. В первом случае следует закрыть неиспользуемые программы и перезапустить программу. Во втором случае необходимо либо заменить компьютер, либо в используемом увеличить объём ОЗУ.

Справка и техническая поддержка



Контактные данные

ООО "Электронные технологии и метрологические системы"

Адрес предприятия ООО «ЭТМС»: 124460, г. Москва, г. Зеленоград, ул. Конструктора Лукина, д. 14, стр. 12, этаж 4, комната 423

Телефон: Тел./факс: +7 (495) 739-39-19 (многоканальный),

+7 (499) 116-70-69 (многоканальный)

Сайт в Internet: https://www.zetlab.com

E-mail:

ZETLAB@ZETLAB.COM - по вопросам подбора и приобретения оборудования
INFO@ZETLAB.RU - по вопросам технической поддержки и консультации
SNAB@ZETLAB.COM - по вопросам снабжения, логистики, сертификации и охране труда
REKLAMA@ZETLAB.COM - по вопросам публикаций и рекламным предложениям
Номер для переписки WhatsApp - 8-916-003-63-73

ВРЕМЯ РАБОТЫ; будни с: 09^{00} по 18^{00} (MSK время)

GPS КООРДИНАТЫ 56.008067, 37.153907

Техподдержка

При возникновении вопросов, касающихся выбора нашего оборудования, эксплуатации или обслуживания Вы может обращаться к нам по e-mail или задать вопрос на форуме на нашем сайте. На все Ваши вопросы ответят квалифицированные специалисты.

Для получения консультации у специалиста по вопросам функционирования нашей аппаратуры Вам необходимо подготовить перечень исходных данных. Исходных данных очень много и поэтому лучше их написать в письменном виде и передать по электронной почте. Попытки объяснять ситуацию на пальцах по телефону как правило приводят к потере времени.

Нам необходимы следующие данные:

- Как Вас зовут и как с вами связаться;
- Название изделия и серийный номер;

- Какой компьютер (процессор, память, видео) и операционная система;
- Какой версией и конфигурацией **ZETLAB** пользуетесь. Дата последнего обновления;
- Какие программные настройки - частота дискретизации, количество каналов, коэффициенты усиления, синфазные, дифференциальные каналы;
- Схема внешнего подключения - текстовое описание, эскиз схемы, фотография подключенного устройства или карандашного эскиза;
- Номера контактов разъемов, длина связей, тип применяемого кабеля: экранированный, витая пара;
- Какие источники сигналов используются, или какие у них внутренние сопротивления;
- Оценка уровней сигналов, приложенных к контактам изделия, какой характер сигнала используется (укажите специфические параметры сигнала, если они известны, импульсный или синусоидальный, случайный или периодичный, ширина полосы частот);
- В каких условиях эксплуатируется изделие (лаборатория, производство);
- Описать, как выполнены цепи заземления компьютера, заземлены ли источники сигналов; если да, то каким образом;
- И, наконец, опишите наблюдаемые помехи, межканальное прохождение или другой негативный эффект, снабдив это описание хотя бы какими-то количественными характеристиками или оценками! Желательно прикладывать копии экрана.

Если Вы потрудитесь немного и предоставите эти полные исходные данные, это позволит специалисту в кратчайшие сроки дать Вам наиболее точный и правильный ответ, что, безусловно, в Ваших интересах!

ZETLAB