СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДАМИ ZET-02X

ЗТМС.441151.095 34

Руководство оператора

Часть 2

Оглавление

11 ПРОГРАММА «КЛАССИЧЕСКИЙ УДАР» (SHOCK) 7

11.1 Назначение программы 7

11.2 Подготовка к проведению испытаний 8

11.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры» 9

11.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание» 11

11.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения» 13

11.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр» 14

11.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Спектры» 15

11.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы» 16

11.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика» 17

11.10 Проведение испытаний 18

11.11 Примеры к разделу 11 23

11.11.1 Формы акселерограмм ударных импульсов 23

12 ПРОГРАММА «ВИБРОУДАР» 25

12.1 Назначение программы 25

12.2 Подготовка к проведению испытаний 25

12.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль» 26

12.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль» 28

12.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание» 29

12.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры» 30

12.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения» 31

12.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр» 32

12.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ударный спектр» 33

12.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы» 34

12.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика» 35

12.12 Проведение испытаний 36

13 ПРОГРАММА «УДЕРЖАНИЕ РЕЗОНАНСА» (SRTD) 41

13.1 Назначение программы 41

13.2 Подготовка к проведению испытаний 42

13.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы» 43

13.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Каналы» 44

13.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения» 47

13.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Режим управления» 48

13.7 Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 49
13.8 Проведение испытаний ... 51

14 ПРОГРАММА «РЕГИСТРАТОР УДАРОВ» ... 65
14.1 Назначение программы ... 65
14.2 Состав необходимого оборудования ... 65
14.3 Подготовка к проведению испытаний ... 65
14.4 Окно программы «Регистратор ударов» ... 66
14.5 Настройка параметров ... 68
14.6 Порядок работы ... 72

15 СОХРАНЕНИЕ ОТЧЕТОВ ... 74
15.1 Введение ... 74
15.2 Автоматизированное сохранение отчетов ... 75
15.3 Пример файла отчета для программы «Гармоническая вибрация» ... 78
15.4 Сохранение результатов испытаний ... 80

16 ПОСТОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ... 85

17 АТТЕСТАЦИЯ ВИБРОУСТАНОВОК ... 87
17.1 Введение ... 87
17.2 Состав программно-аппаратных средств ... 87
17.3 Подготовка к работе ... 87
17.4 Правила работы с программой «Аттестация вибростенда» ... 89
17.4.1 Открытие и закрытие окна программы ... 89
17.4.2 Настройки параметров программы ... 90
17.4.3 Окно программы ... 92
17.4.4 Масштабирование числовых осей графиков ... 94
17.5 Операции аттестации ... 95
17.6 Аттестация виброустановки ... 96
17.6.1 Общие положения ... 96
17.6.2 Внешний осмотр ... 97
17.6.3 Проверка выполнения требований безопасности ... 97
17.6.4 Опробование ... 98
17.6.5 Определение нестабильности ускорения и частоты ... 100
17.6.6 Определение диапазонов ускорения, перемещения и частоты ... 101
17.6.7 Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения ... 103
17.6.8 Определение коэффициентов поперечных составляющих ... 104

17.6.9 Определение коэффициента неравномерности распределения 105

17.6.10 Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы 106

17.6.11 Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда 107

17.6.12 Определение вибрационного шума на столе вибростенда 108

17.6.13 Определение изменения температуры стола вибростенда 109

17.6.14 Определение пределов погрешности поддержания ускорения и/или перемещения в контрольной точке 110

17.6.15 Определение пределов погрешностей воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке 111

17.6.16 Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной рабочей оси вибростенда 112

17.6.17 Проверка функционирования установки в условиях ее нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки 113

17.6.18 Определение предела погрешности воспроизведения (установки) частоты 113

18 АВТОМАТИЧЕСКИЙ САМОКОНТРОЛЬ КОНТРОЛЛЕРА 114

19 ИСПЫТАНИЕ ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ 121

19.1 Снятие распределения напряжений в лопатке газотурбинных двигателей 121

19.1.1 Необходимые программно-аппаратные средства.....121

19.1.2 Интерфейс программы «Испытание лопаток ГТД» 122

19.1.3 Порядок проведения измерений.....125

19.2 Динамическая тарировка.....130

19.2.1 Назначение 130

19.2.2 Необходимые программно-аппаратные средства.....130

19.2.3 Методика проведения тарировки 131

19.2.4 Определение резонансной частоты.....132

19.2.5 Построение профиля тарировки.....133

19.2.6 Выполнение тарировки 135

19.3 Испытания лопаток ГТД 137

20 МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 139

20.1 Необходимые программно-аппаратные средства.....139

20.2 Подготовка к испытаниям.....139

20.3 Проведение динамической тарировки 143

20.4 Проведение испытаний 148

21 ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ 151

21.1 Управление курсором на графиках 151

21.2 Масштабирование числовых осей графиков 151

21.3 Выбор из списков 152

21.4 Настройка внешнего вида окон программ 152

21.5 Использование индикаторов уровня сигнала 155

21.6 Регулировка цветового контраста отображения амплитуды регистрируемых значений 156

22 СОСТАВ ПРОГРАММ ZETLAB VIBRO 157

23 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 159

24 РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ОШИБКИ ПРИ РАБОТЕ С СУВ ZETLAB 168

24.1 Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации 168

24.2 Плохой контакт в кабеле сигнала управления 169

24.3 Низкое качество предтеста из-за плохого заземления 171

24.4 Высокий уровень нелинейных искажений 173

11 Программа «Классический удар» (Shock)

11.1 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.

11.2 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 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» ☝ активировать кнопку «Классический удар». На экране монитора отобразится окно программы «Классический удар» (*Рис. 11.1*).

<u>Внимание!</u> *Кнопка «Классический удар» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуальных результатов предтеста.*

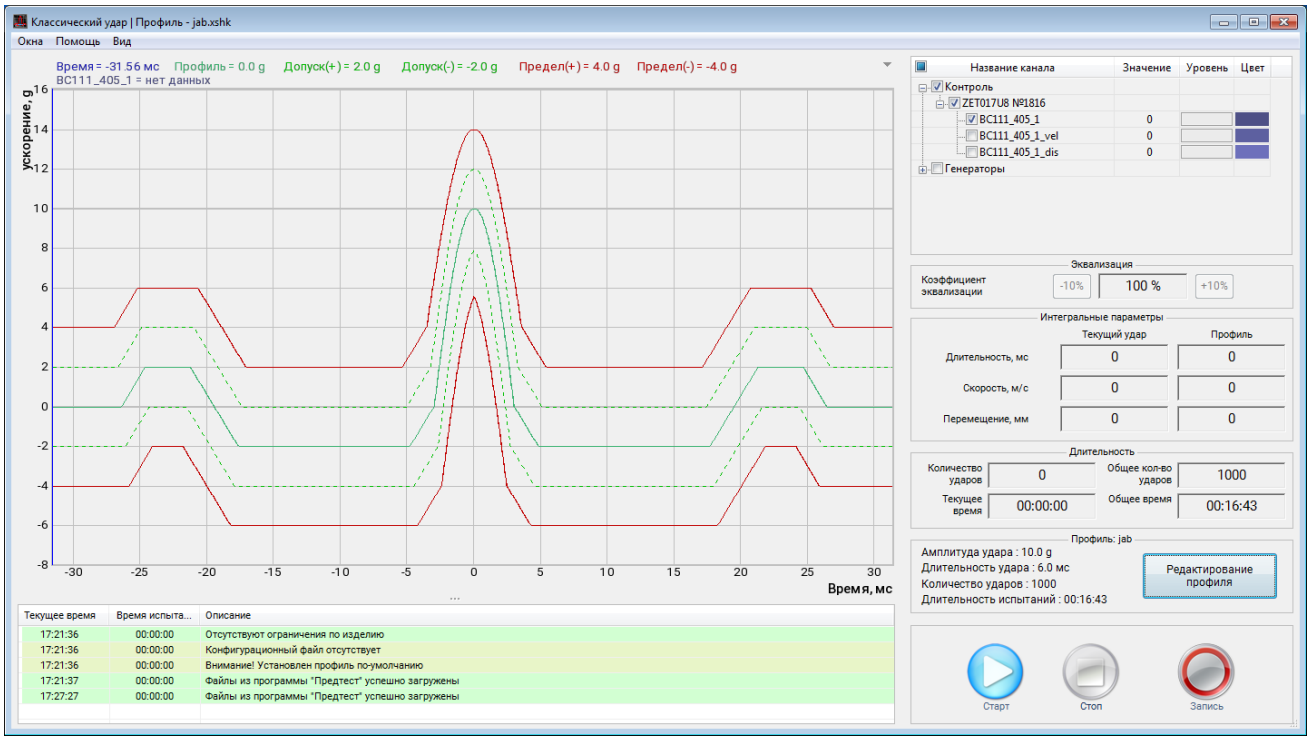


Рис. 11.1 Окно «Классический удар»

Выполнить конфигурирование необходимого профиля испытаний используя программу «Редактирование профиля» для запуска которой следует в окне программы «Классический удар» ☝ активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

11.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры»

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактор профиля виброиспытаний» открывается на вкладке «Параметры» (*Рис. 11.2*).

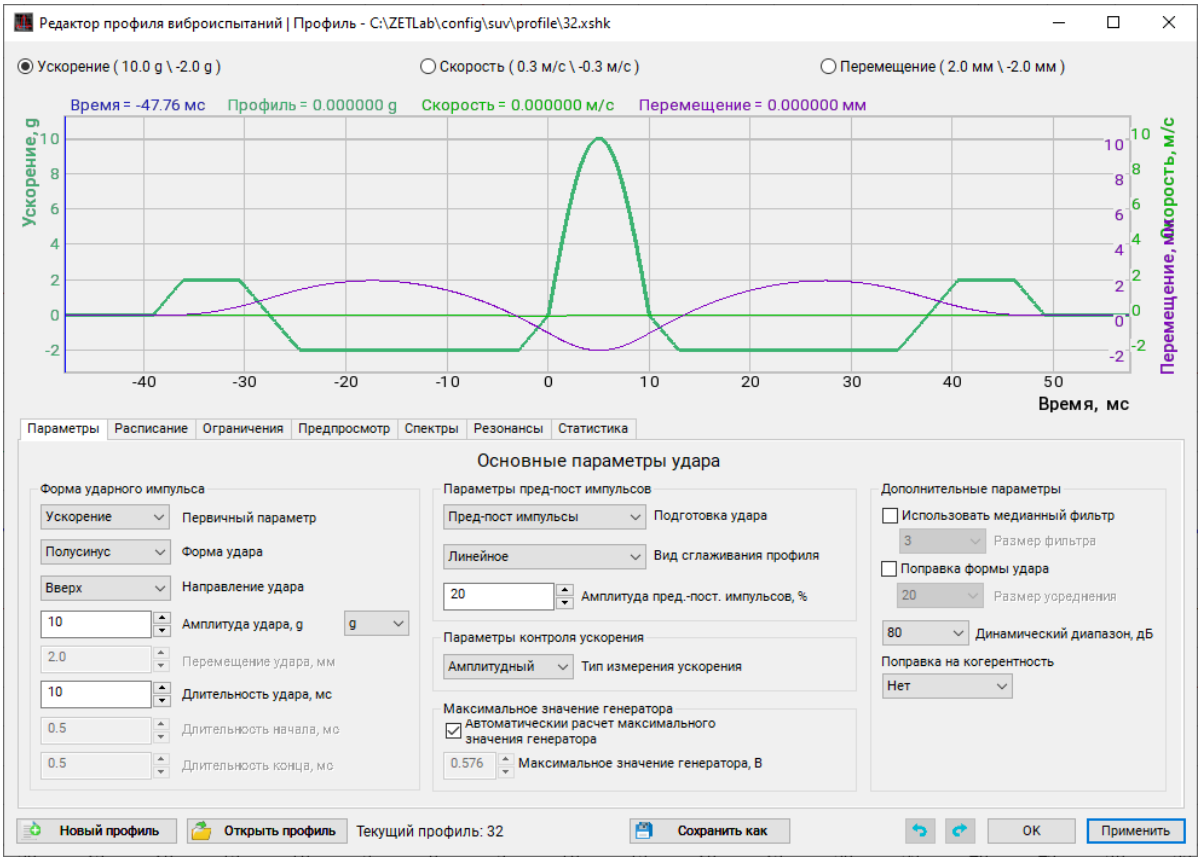


Рис. 11.2 Окно «Редактор профиля», вкладка «Параметры»

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.

<u>Внимание!</u> *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.*

<u>Внимание!</u> *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 «Амплитуды пред.-пост. импульсов». Значение пред.-пост импульсов устанавливается в процентах, от значения, установленного для параметра «Амплитуды 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.

11.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание»

Для перехода во вкладку «Расписание» (Рис. *11.3*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

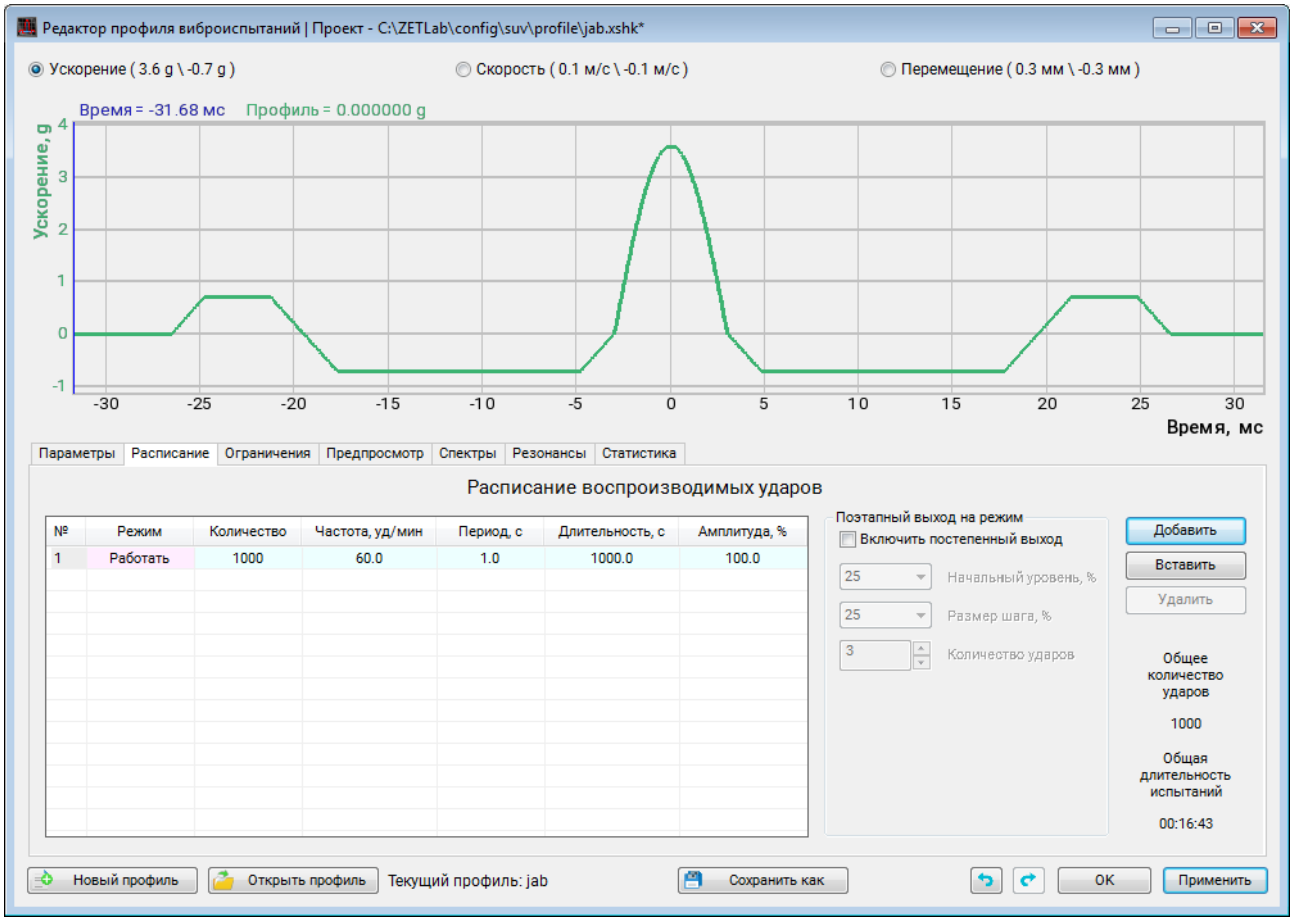


Рис. 11.3 Окно «Редактор профиля», вкладка «Расписание»

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.

11.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения»

Для перехода во вкладку «Ограничения» (*Рис. 11.4*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

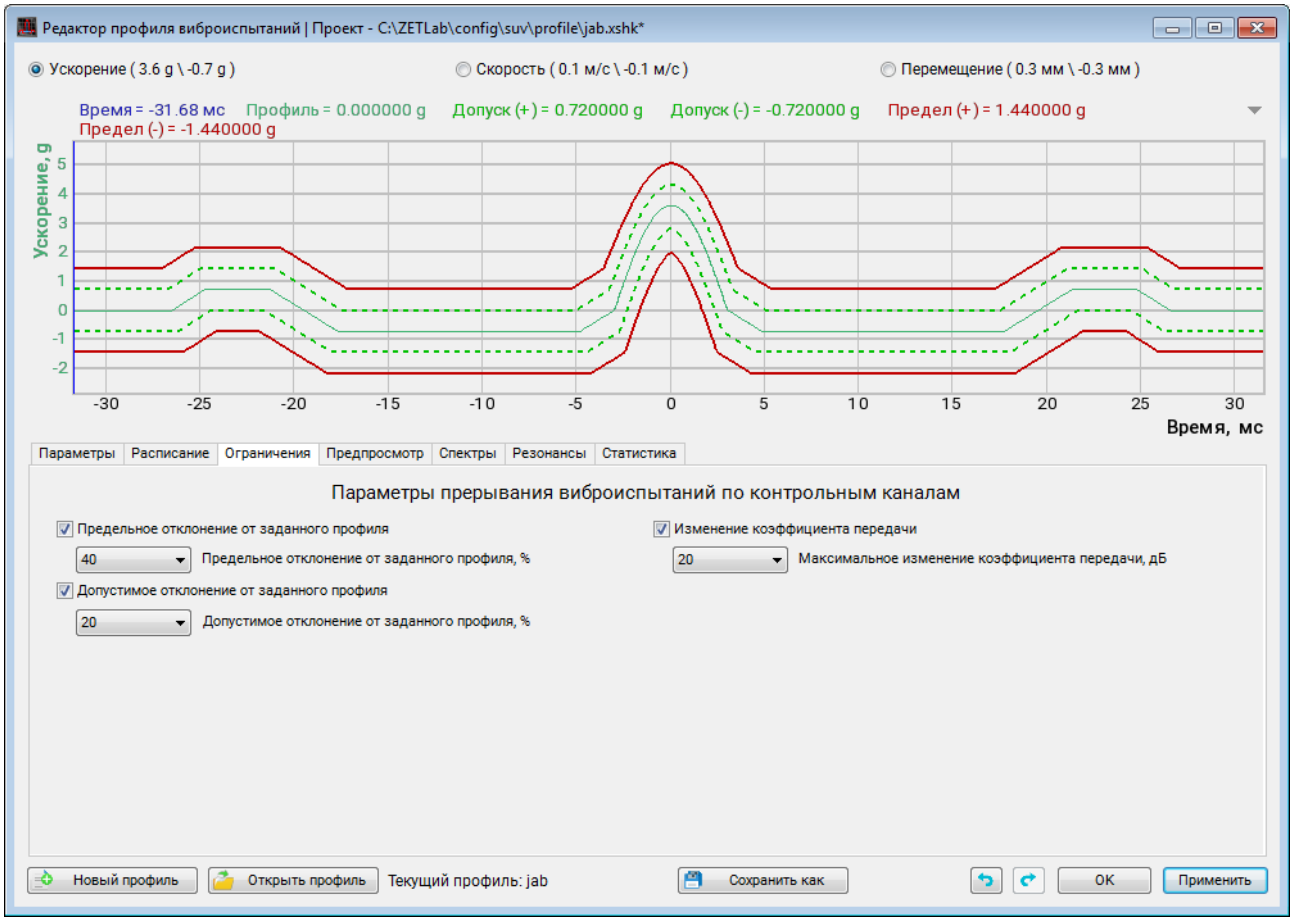


Рис. 11.4 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ограничения»

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».

11.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр»

Для перехода во вкладку «Предпросмотр» (*Рис. 11.5*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

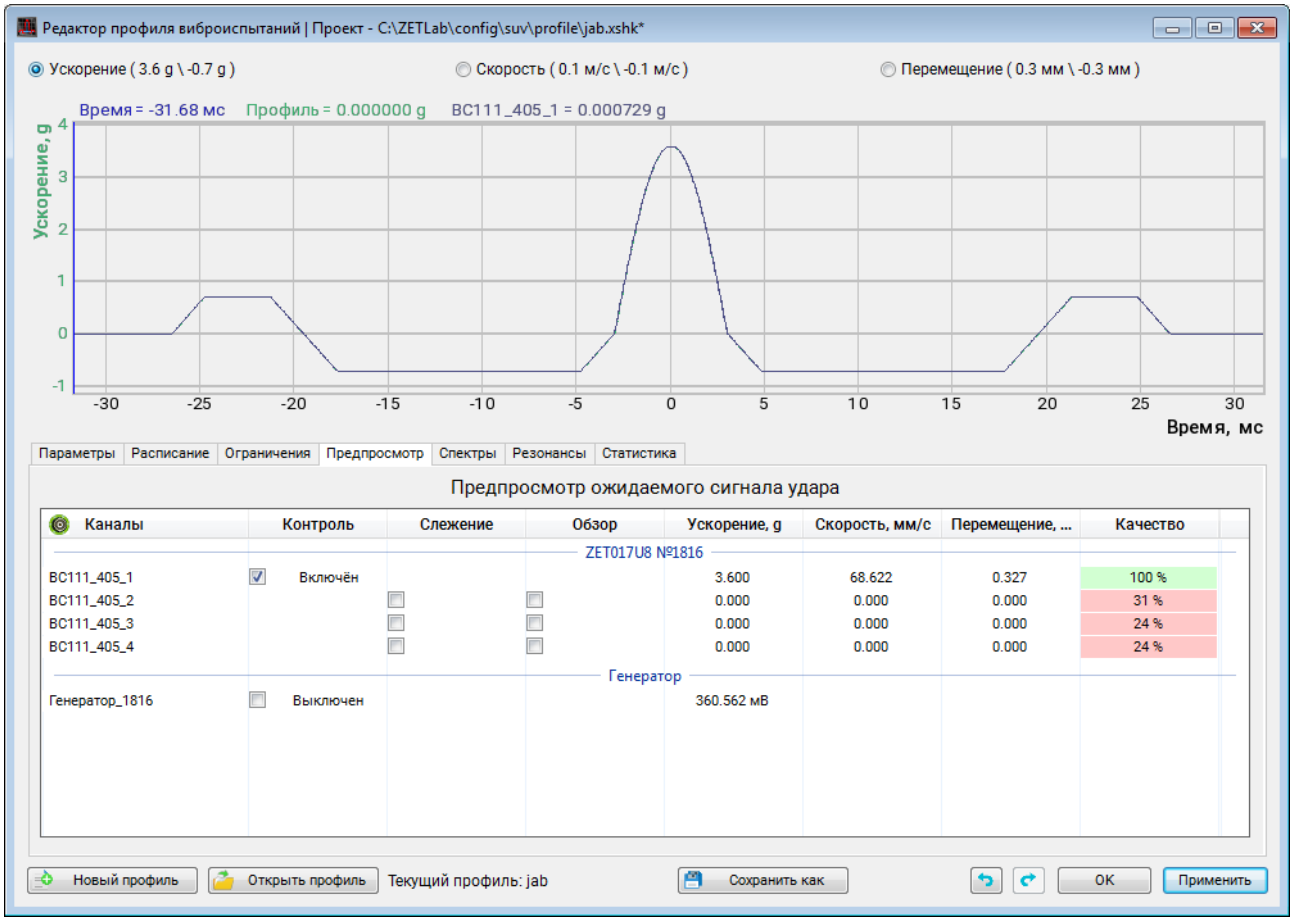


Рис. 11.5 Окно «Редактор профиля», вкладка «Предпросмотр»

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.*

11.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Спектры»

Для перехода во вкладку «Спектры» (*Рис. 11.6*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

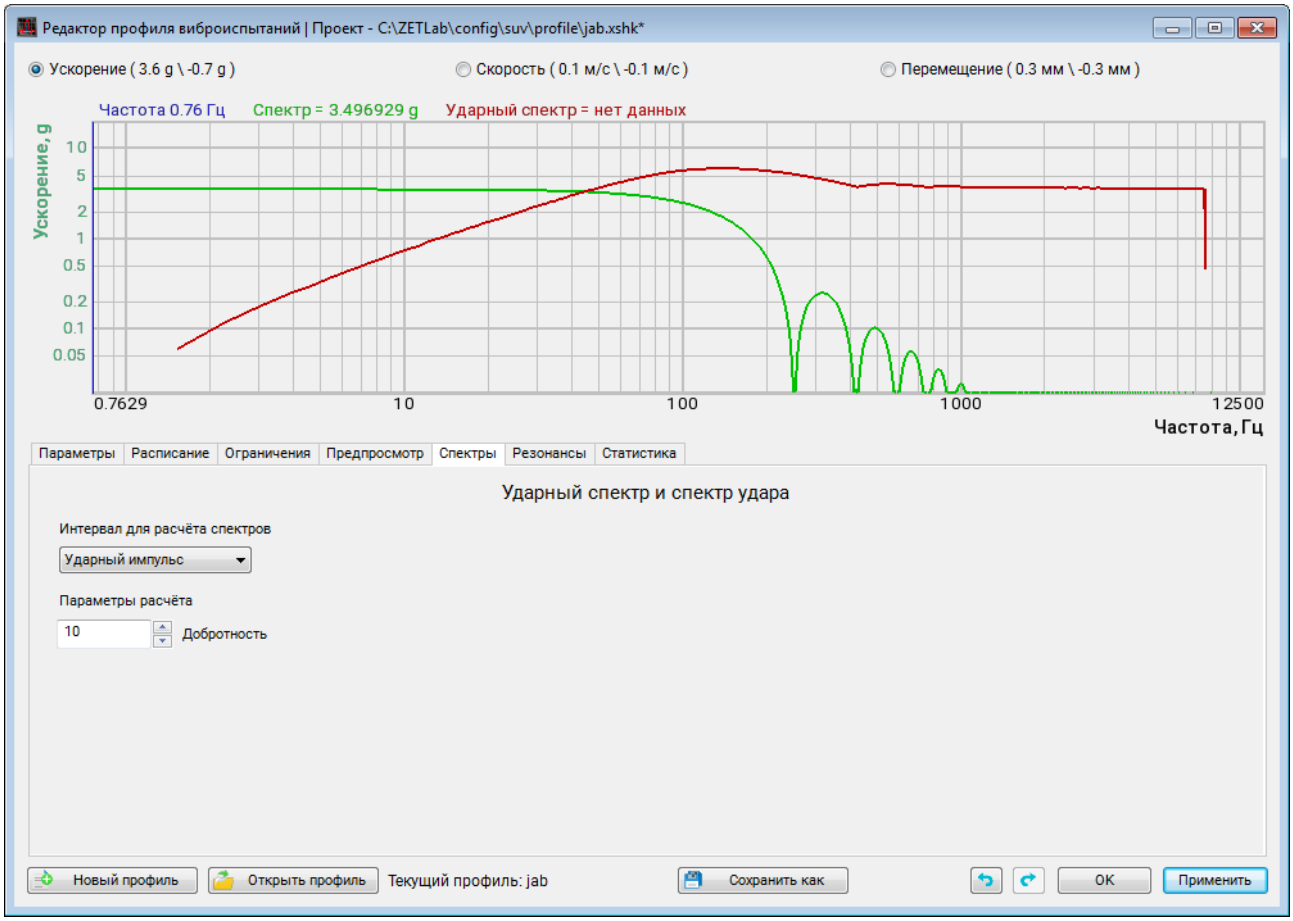


Рис. 11.6 Окно «Редактор профиля», вкладка «Спектры»

11.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы»

Для перехода во вкладку «Резонансы» (*Рис. 11.7*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

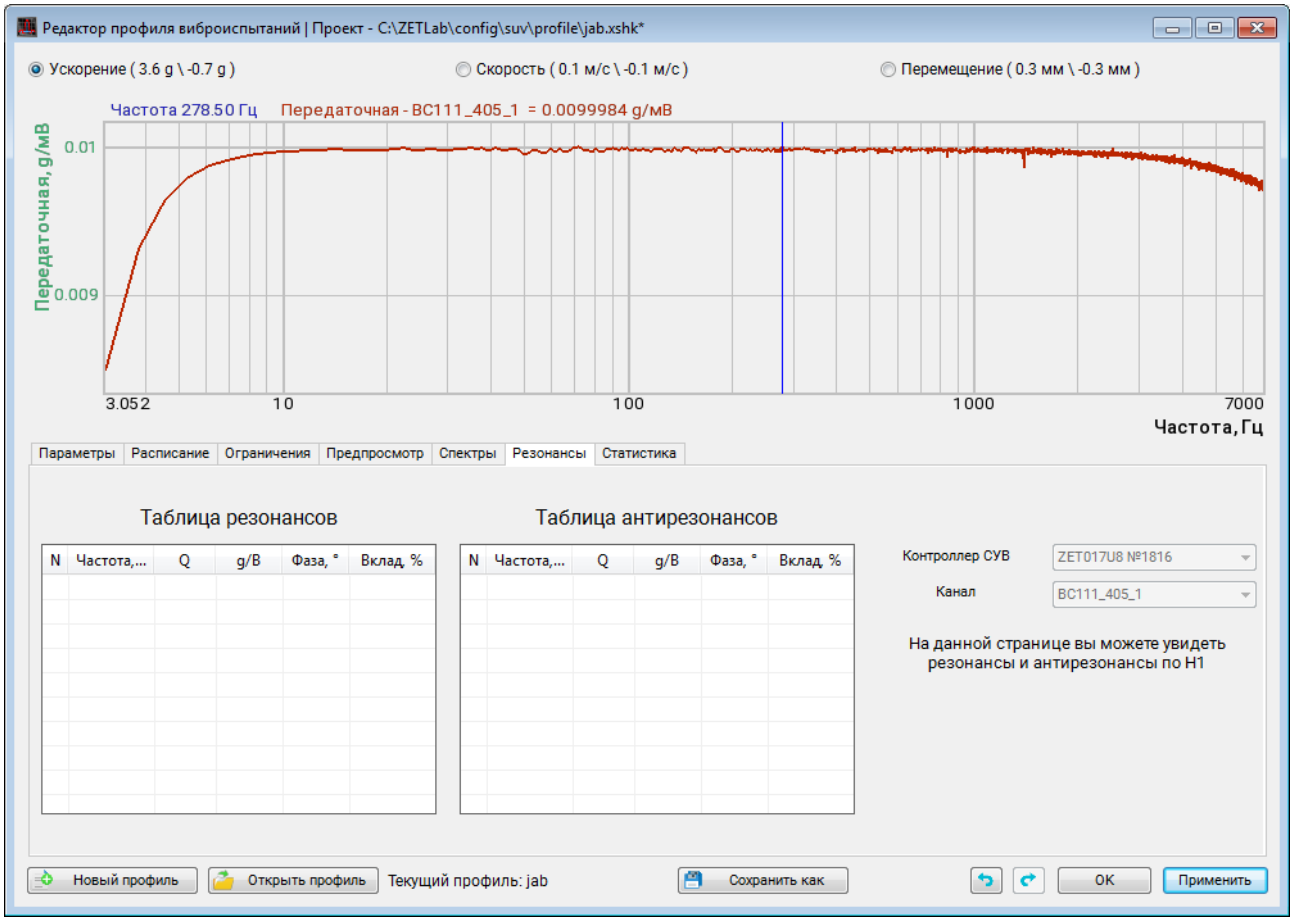


Рис. 11.7 Окно «Редактор профиля», вкладка «Резонансы»

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.*

11.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика»

Для перехода во вкладку «Статистика» (*Рис. 11.8*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

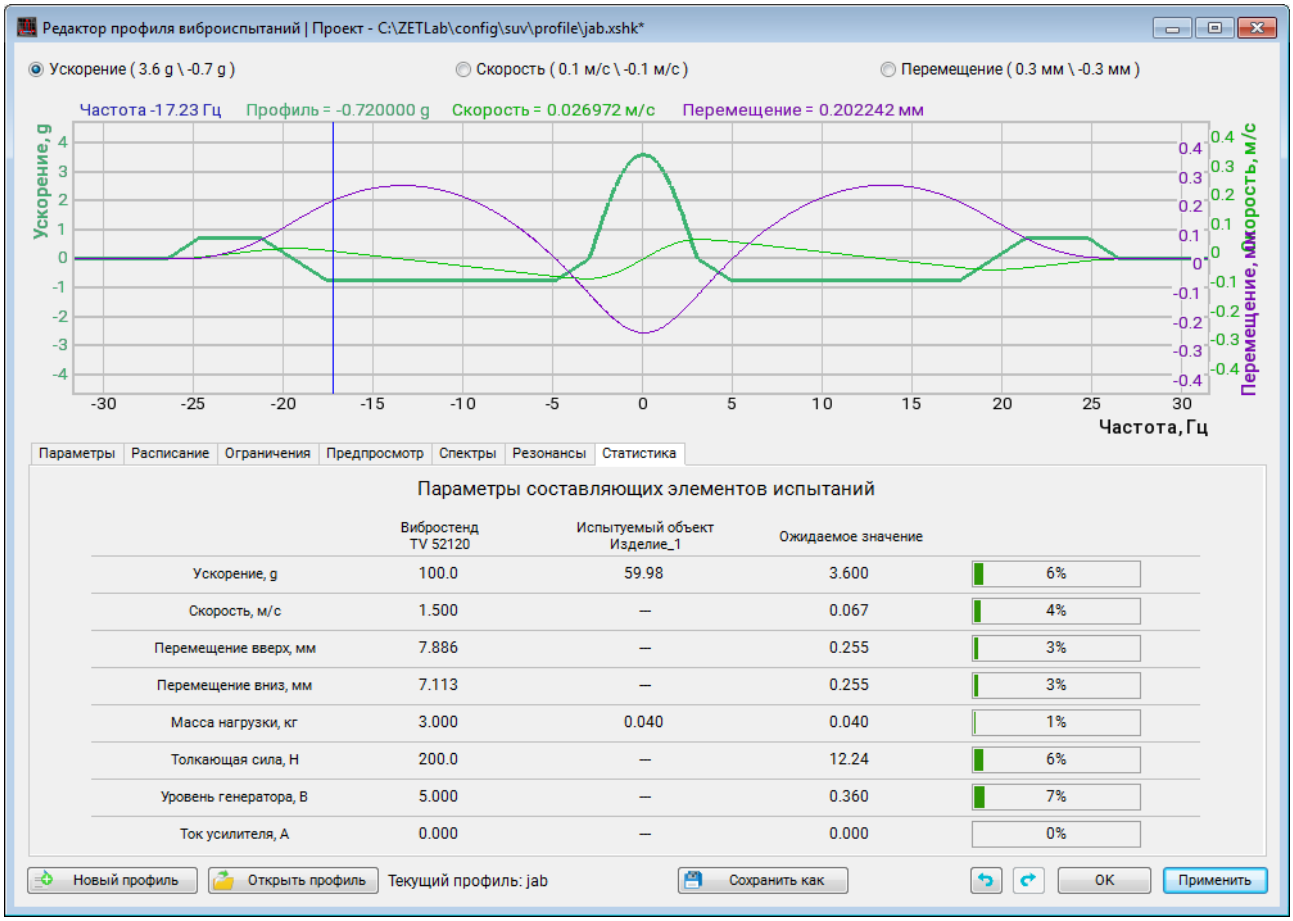


Рис. 11.8 Окно «Редактор профиля», вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании выставленных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний.

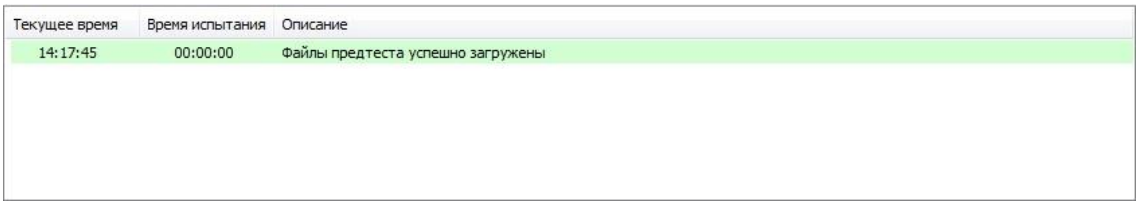
11.10 Проведение испытаний

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*).



Текущее время	Время испытания	Описание
14:17:45	00:00:00	Файлы предтеста успешно загружены

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*).

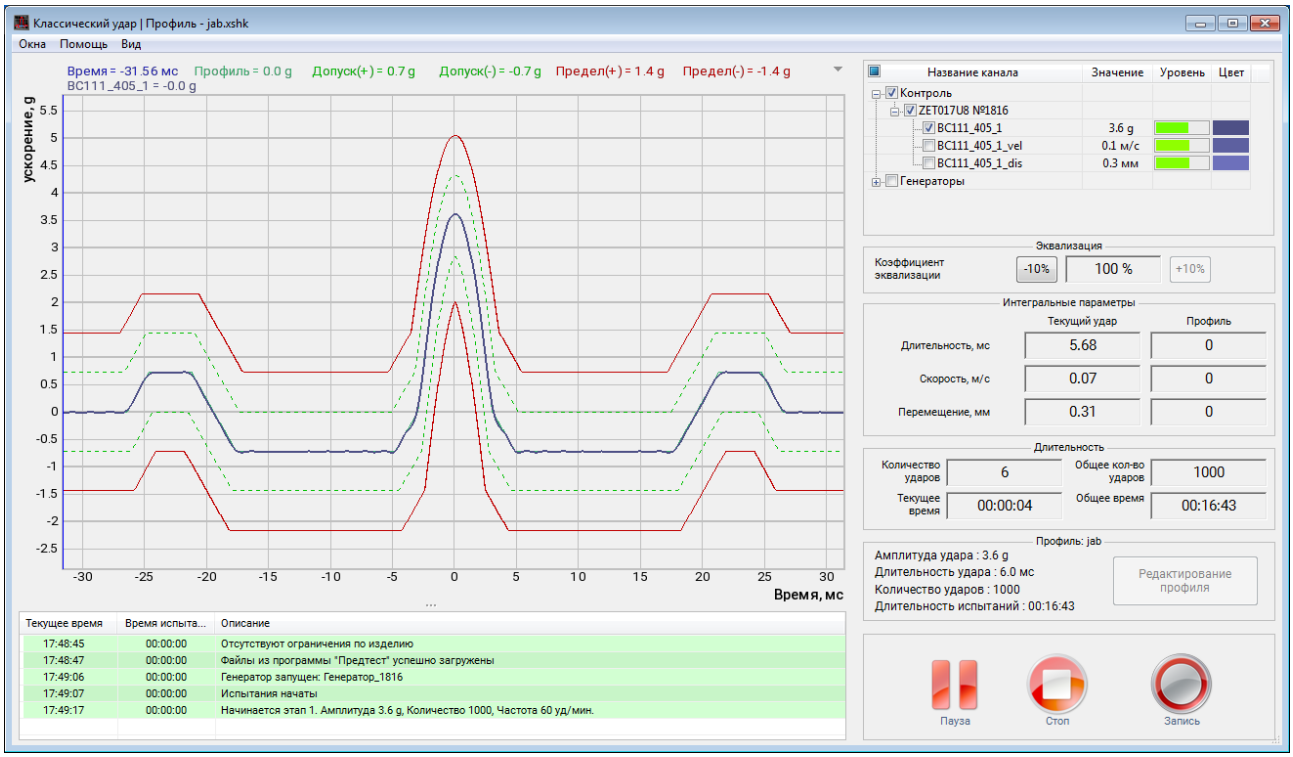


Рис. 11.11 Окно программы «Классический удар»

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.

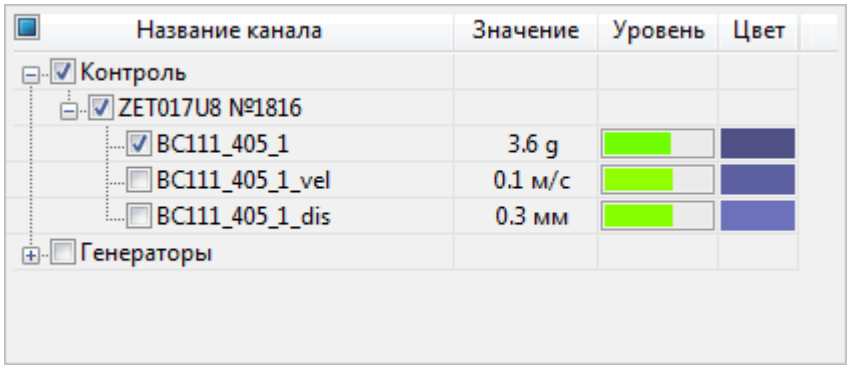


Рис. 11.12 Меня выбора каналов для отображения на графике

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*).

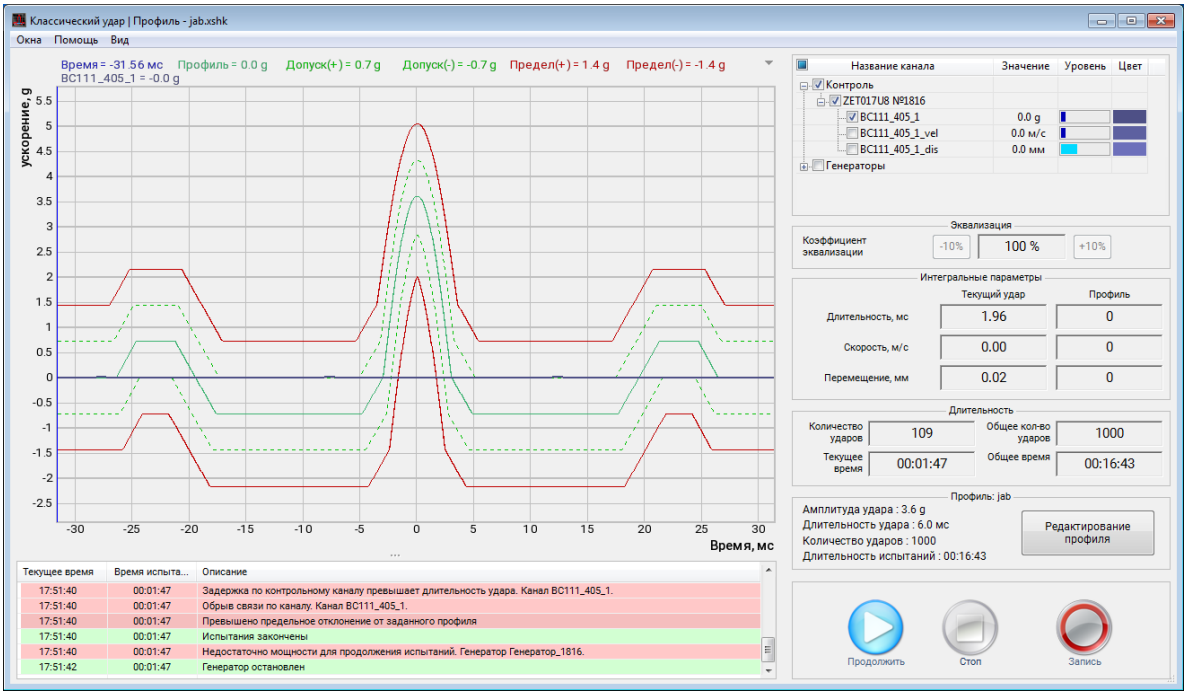


Рис. 11.13 Остановка виброиспытаний

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*).

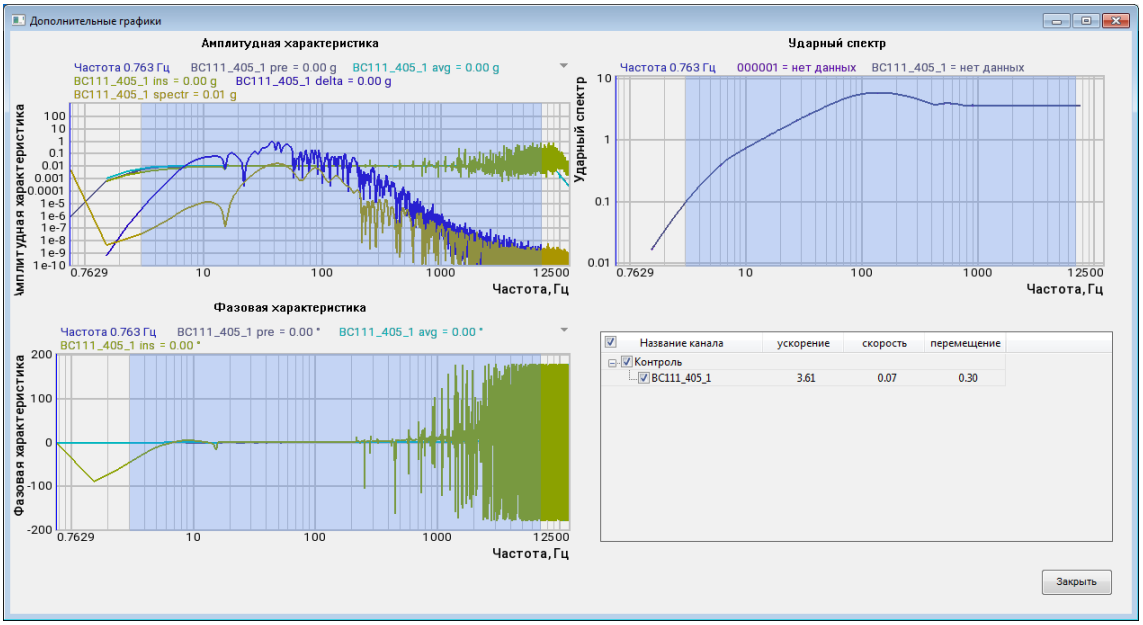


Рис. 11.14 Окно программы «Дополнительные графики»

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.

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.

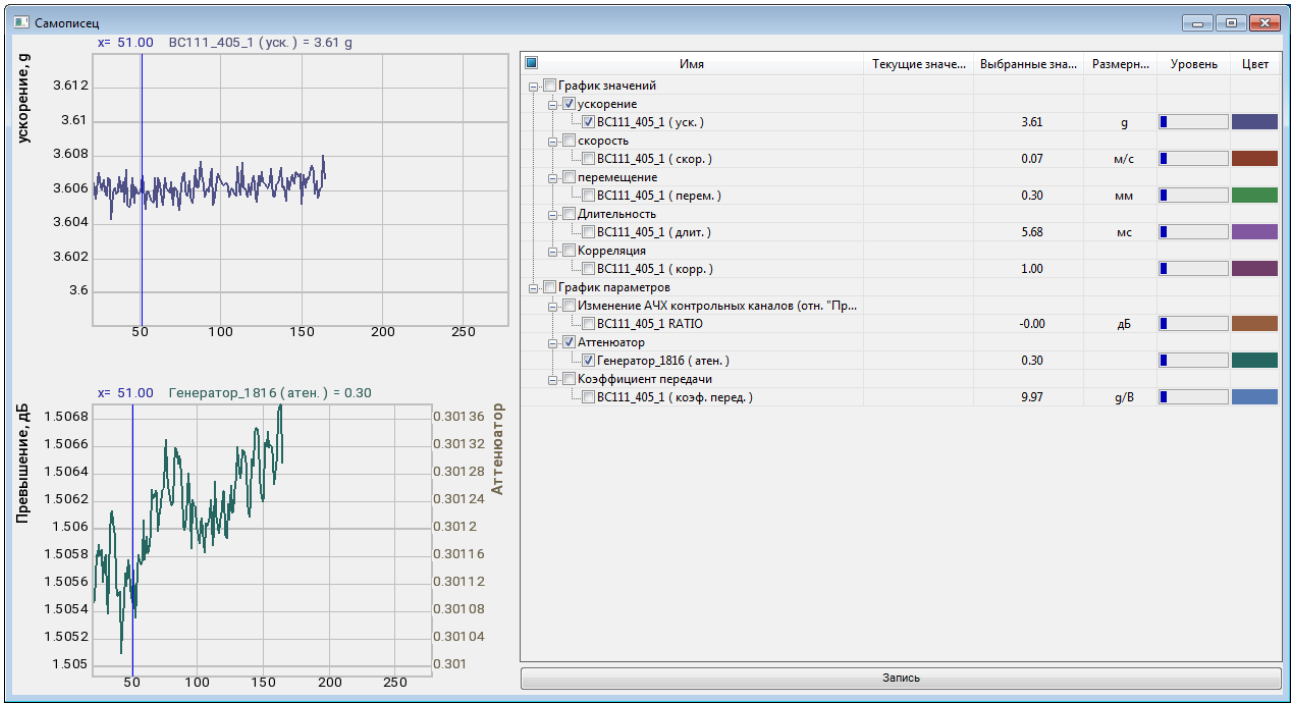


Рис. 11.15 Окно программы «Самописец»

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.ru** *заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Для сохранения отчета необходимо запустить программу «Отчёт» из меню «Окна» программы «Классический удар». В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчета и указать директорию его сохранения и ☝ активировать кнопку «Сохранить» (Рис. 11.16).

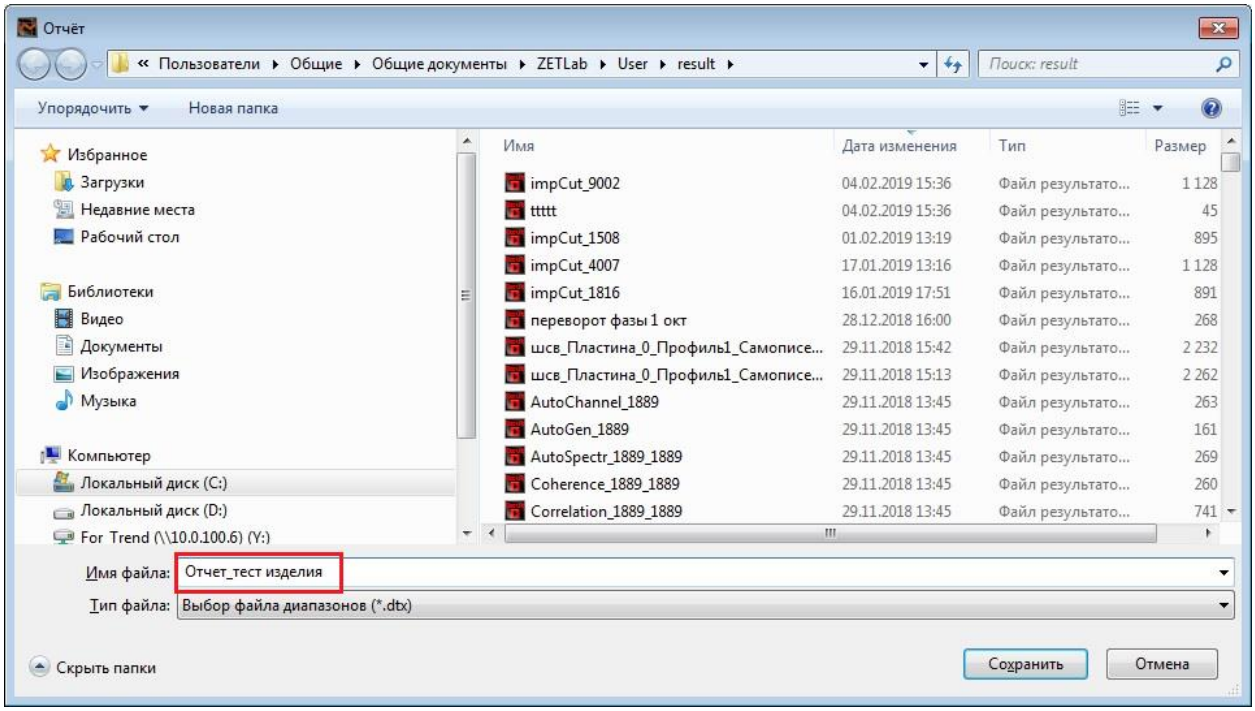


Рис. 11.16 Сохранение файла отчета по виброиспытаниям

Просмотр файла отчета 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*).

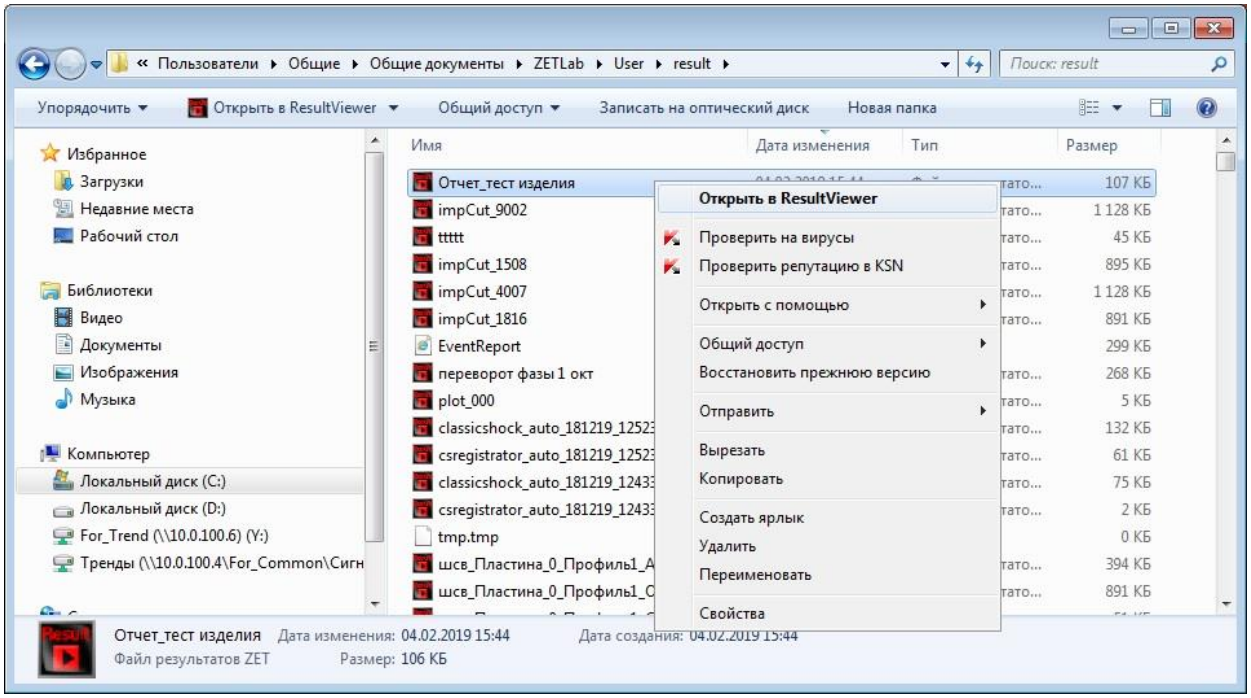


Рис. 11.17 Просмотр файла отчета по виброиспытаниям

11.11 Примеры к разделу 11

11.11.1 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.

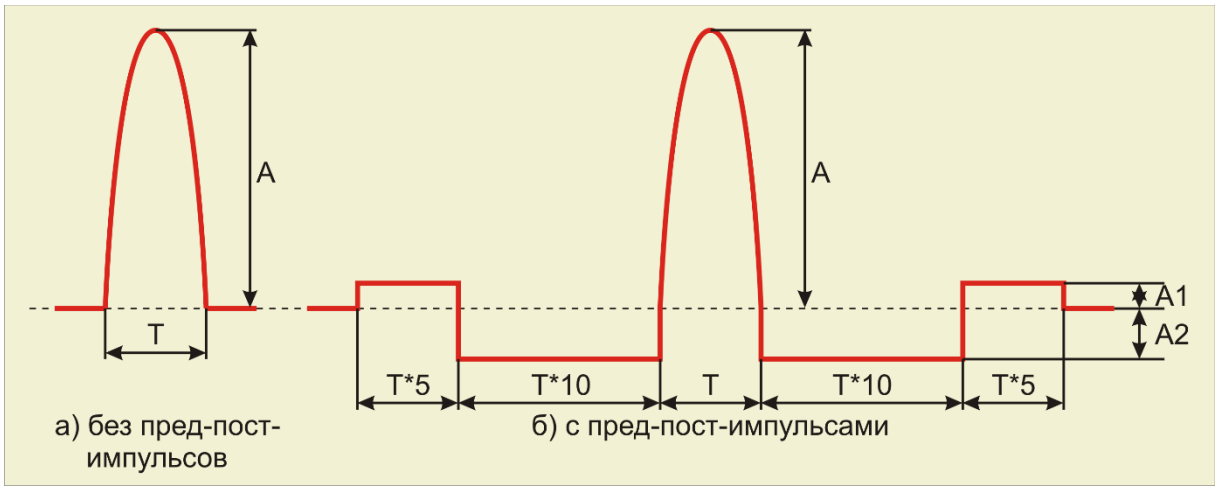


Рис. 11.18 Синусоидальная форма

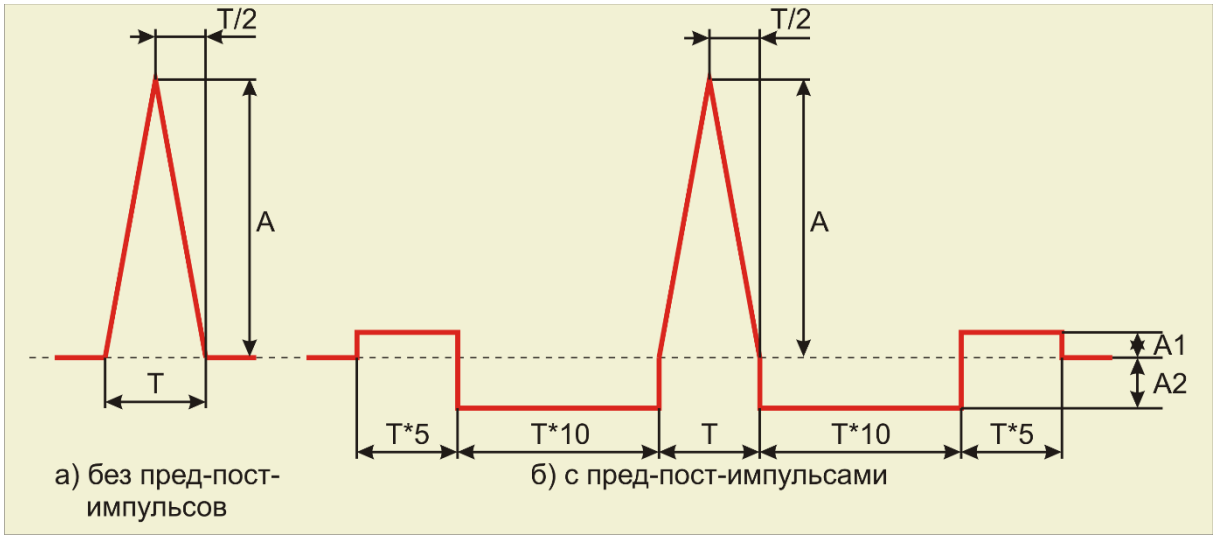


Рис. 11.19 Треугольная форма

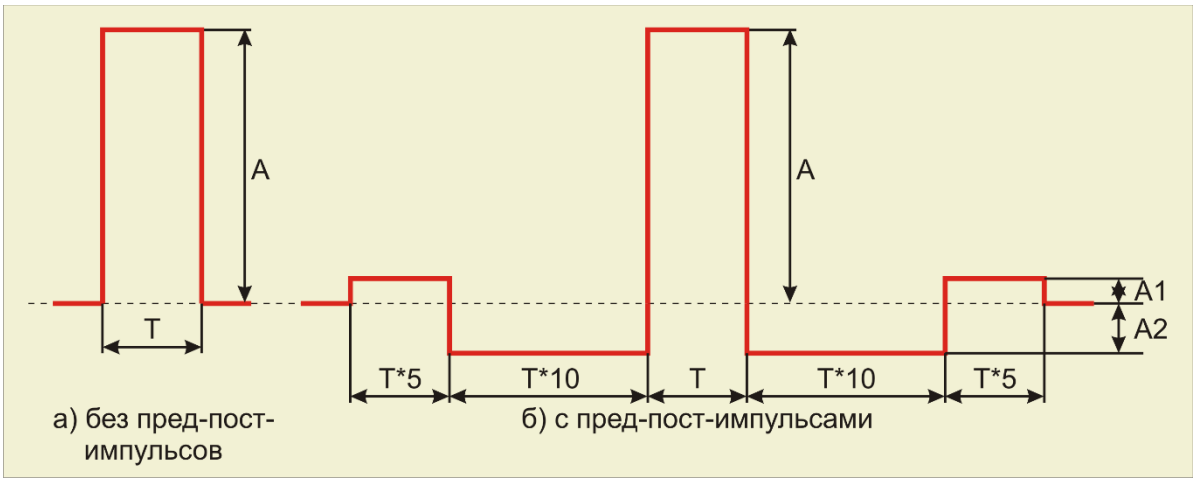


Рис. 11.20 Прямоугольная форма

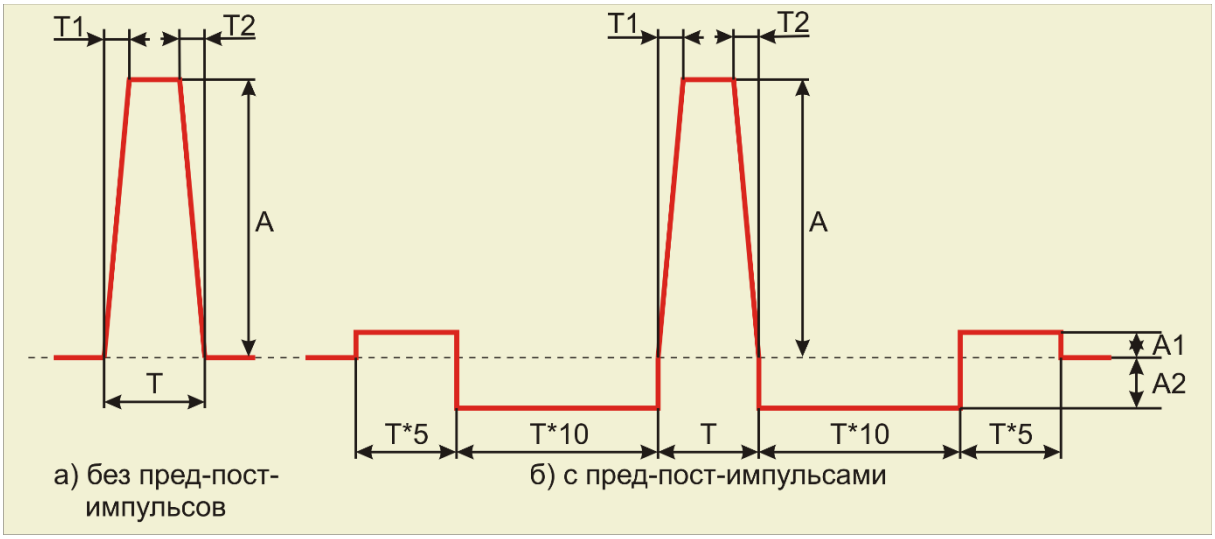


Рис. 11.21 Трапецидальная форма

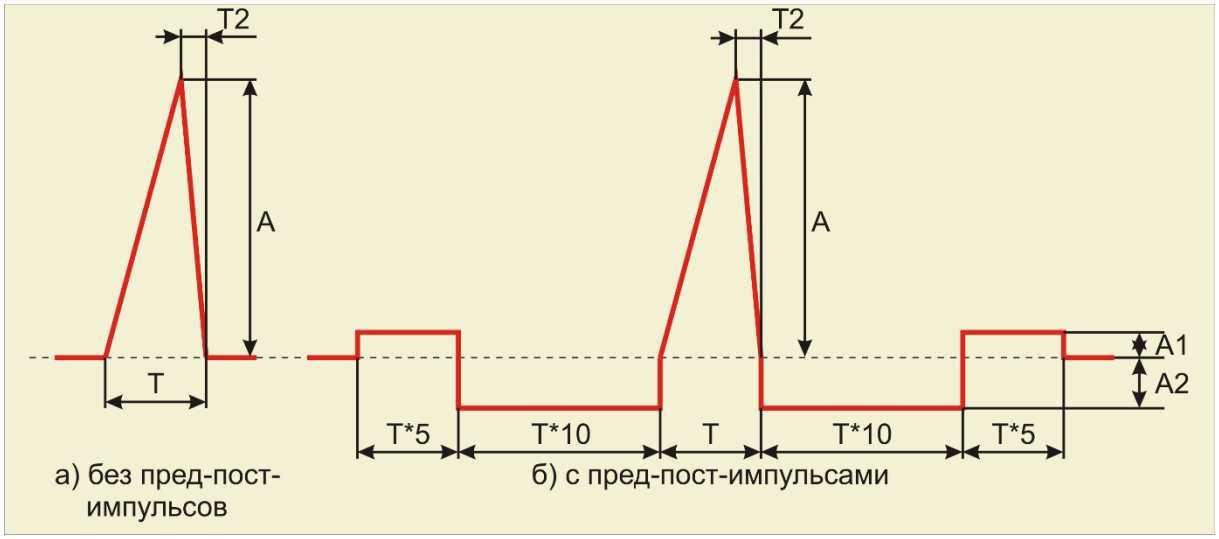


Рис. 11.22 Пилообразная форма

12 Программа «Виброудар»

12.1 Назначение программы

Программа «Виброудар» 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.

12.2 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 5-7), после чего провести предтест согласно разделу 8.

Для перехода к окну программы «Виброудар» необходимо на «Панели СУВ» ☝ активировать кнопку «Виброудар». На экране монитора отобразится окно программы «Виброудар» (*Рис. 12.1*).

<u>Внимание!</u> *Кнопка «Виброудар» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуальных результатов предтеста.*

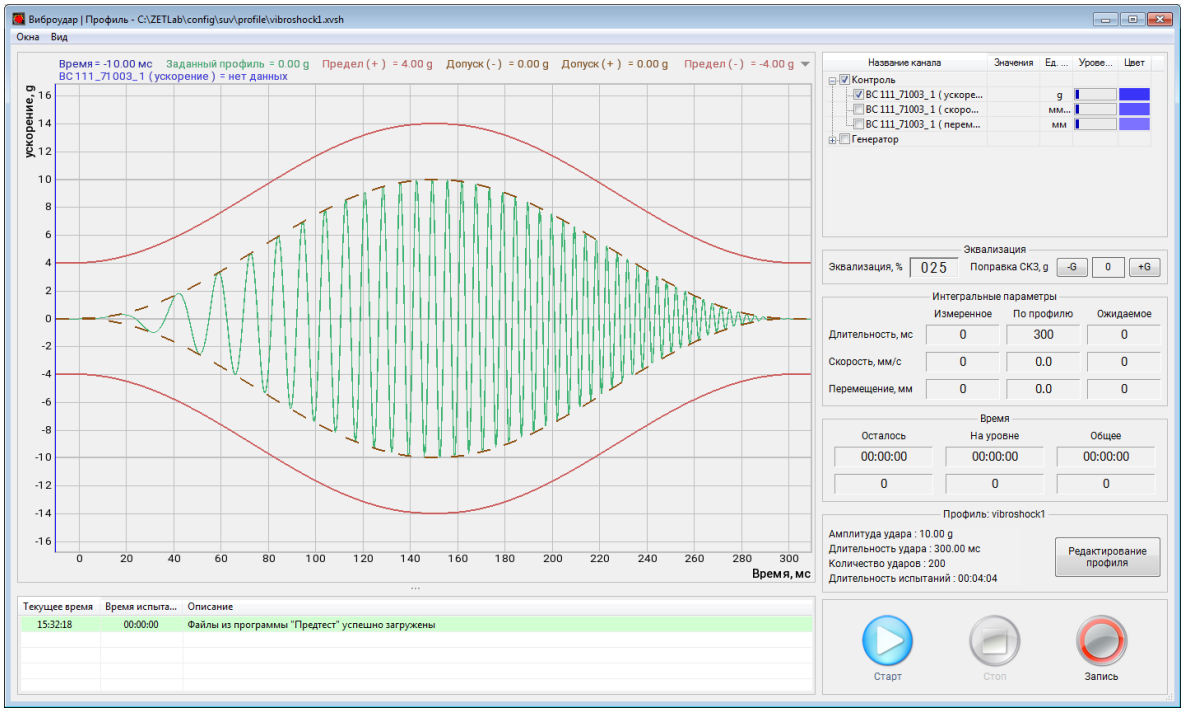


Рис. 12.1 Окно «Виброудар»

Выполнить конфигурирование необходимого профиля испытаний используя программу «Редактирование профиля» для запуска которой следует в окне программы «Гармоническая вибрация» ☝ активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

12.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль»

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактор профиля виброиспытаний» открывается на вкладке «Огибающая» (*Рис. 12.2*).

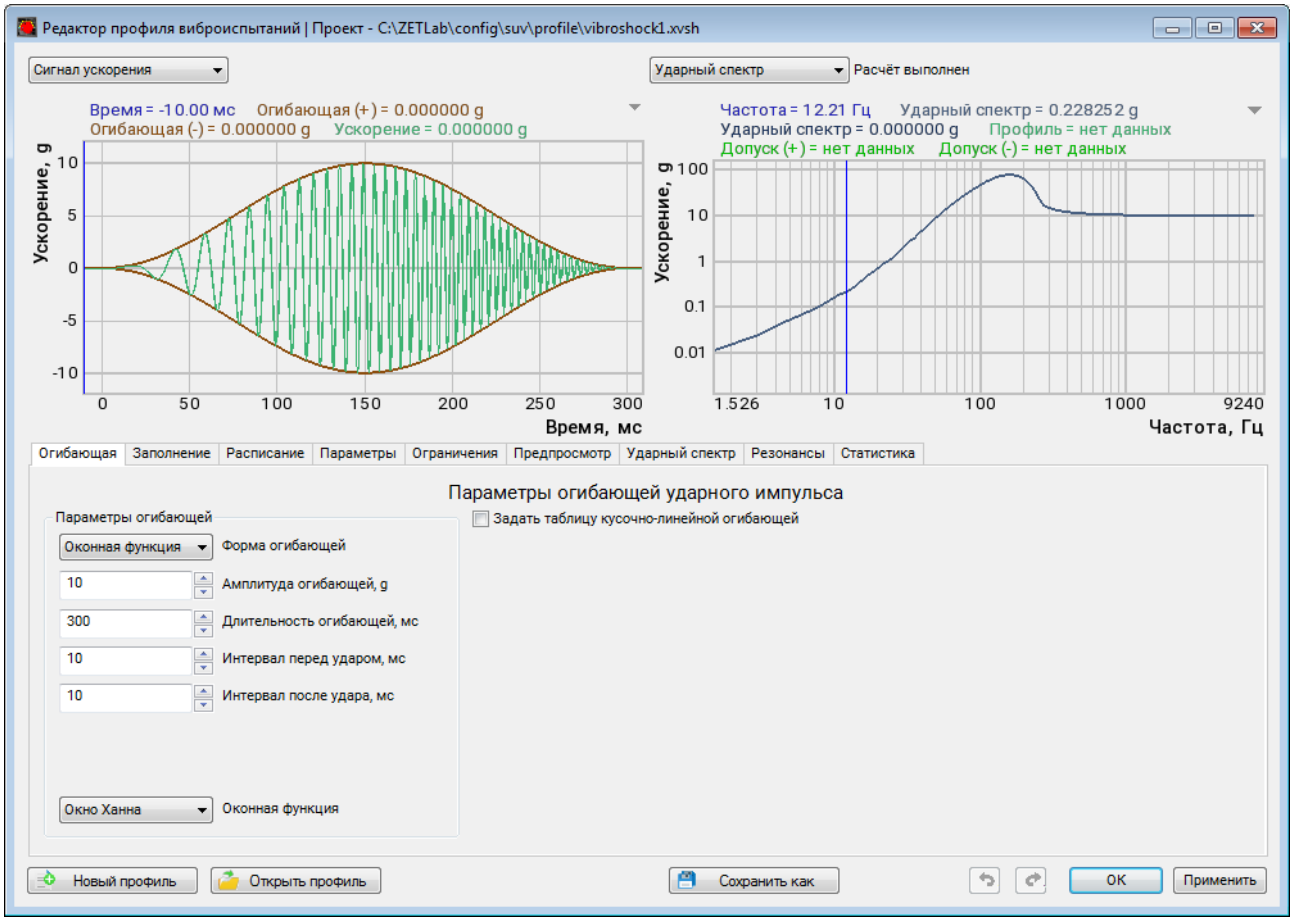


Рис. 12.2 Окно «Редактор профиля», вкладка «Огибающая»

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 «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 нажать кнопку «Добавить».

12.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль»

Для перехода во вкладку «Заполнение» (*Рис. 12.3*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

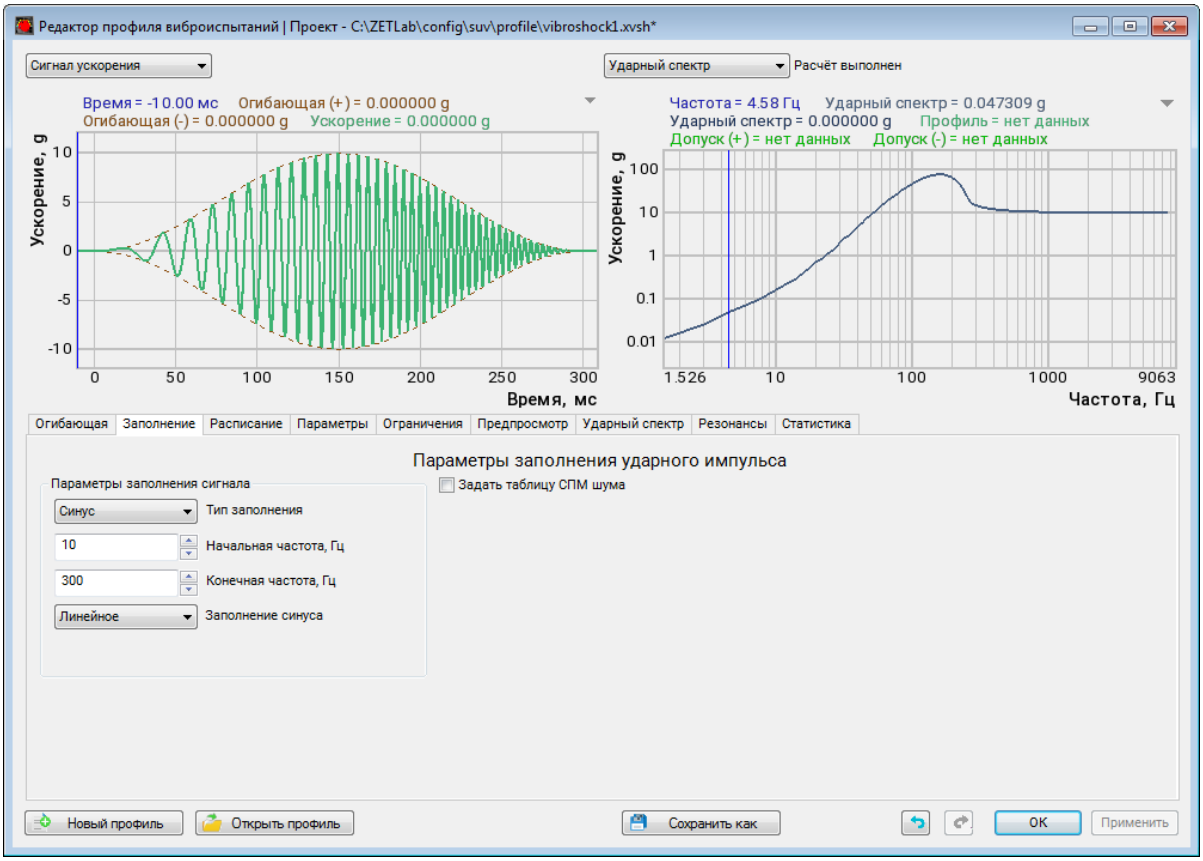


Рис. 12.3 Окно «Редактор профиля», вкладка «Заполнение»

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 нажать кнопку «Добавить».

12.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание»

Для перехода во вкладку «Расписание» (*Рис. 12.4*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

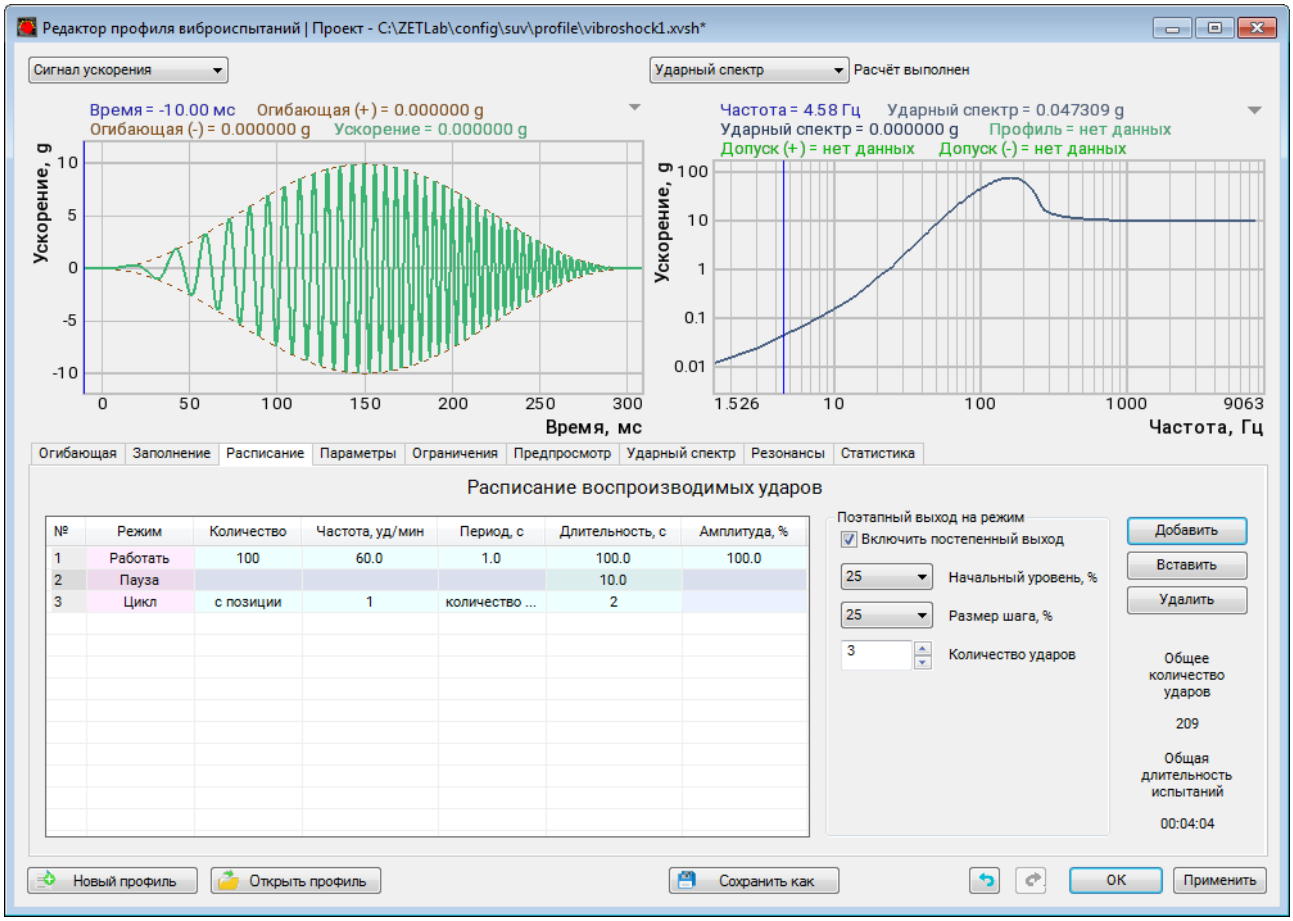


Рис. 12.4 Окно «Редактор профиля», вкладка «Расписание»

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.

12.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры»

Для перехода во вкладку «Параметры» (*Рис. 12.5*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

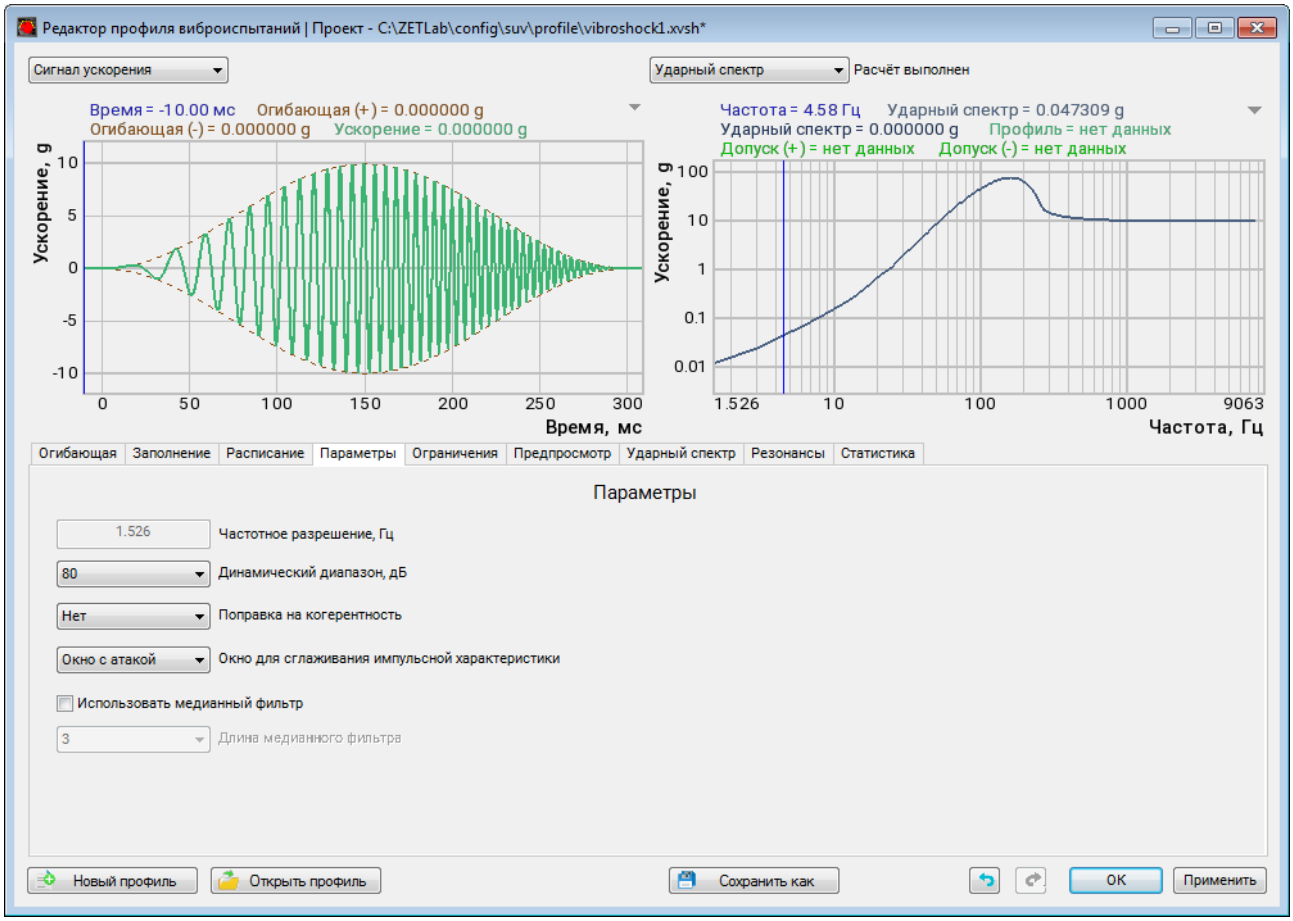


Рис. 12.5 Окно «Редактор профиля», вкладка «Параметры»

12.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения»

Для перехода во вкладку «Ограничения» (*Рис. 12.6*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

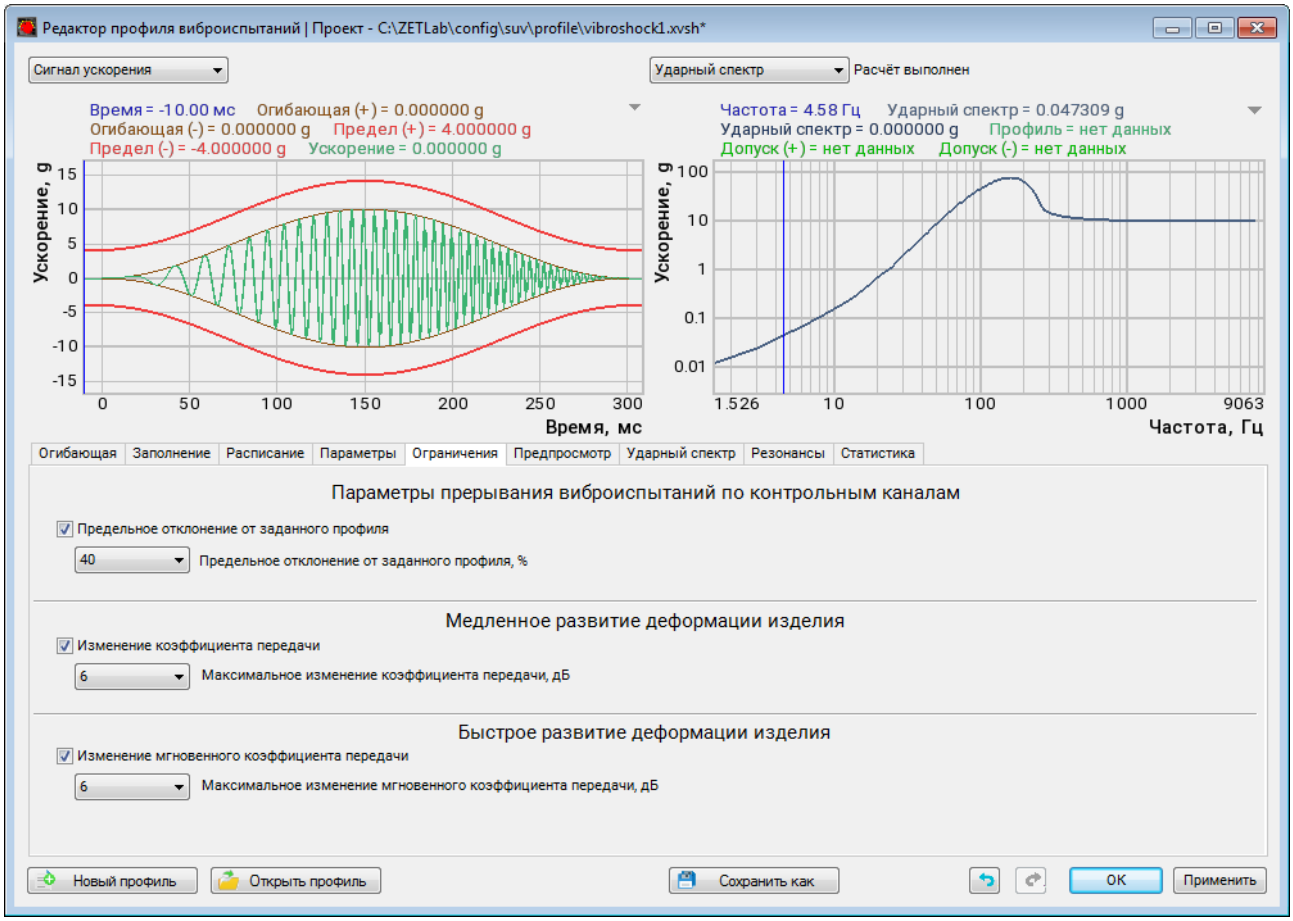


Рис. 12.6 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ограничения»

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».

12.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр»

Для перехода во вкладку «Предпросмотр» (*Рис. 12.7*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

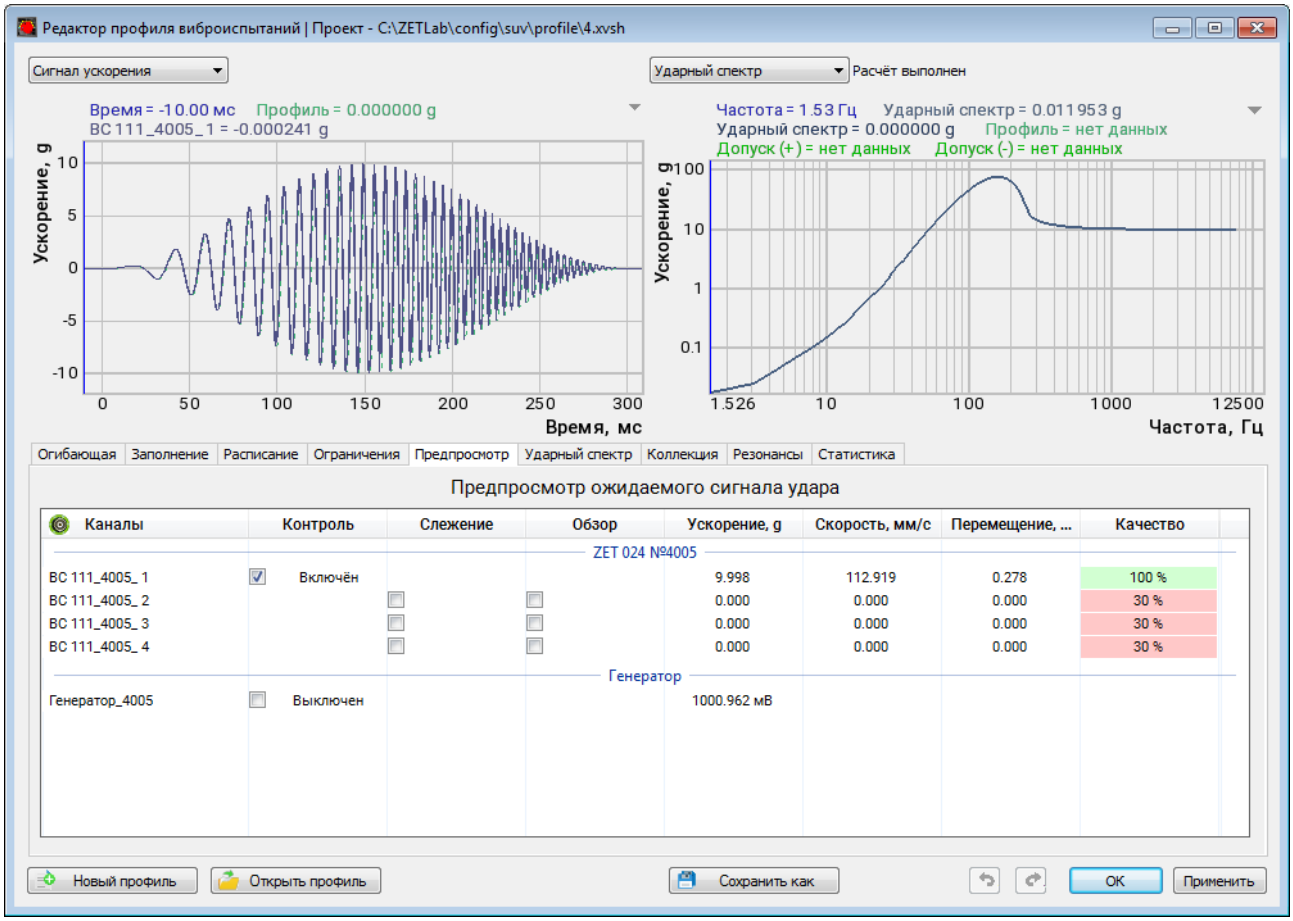


Рис. 12.7 Окно «Редактор профиля», вкладка «Предпросмотр»

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.*

12.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ударный спектр»

Для перехода во вкладку «Ударный спектр» (SRS) (*Рис. 12.8*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

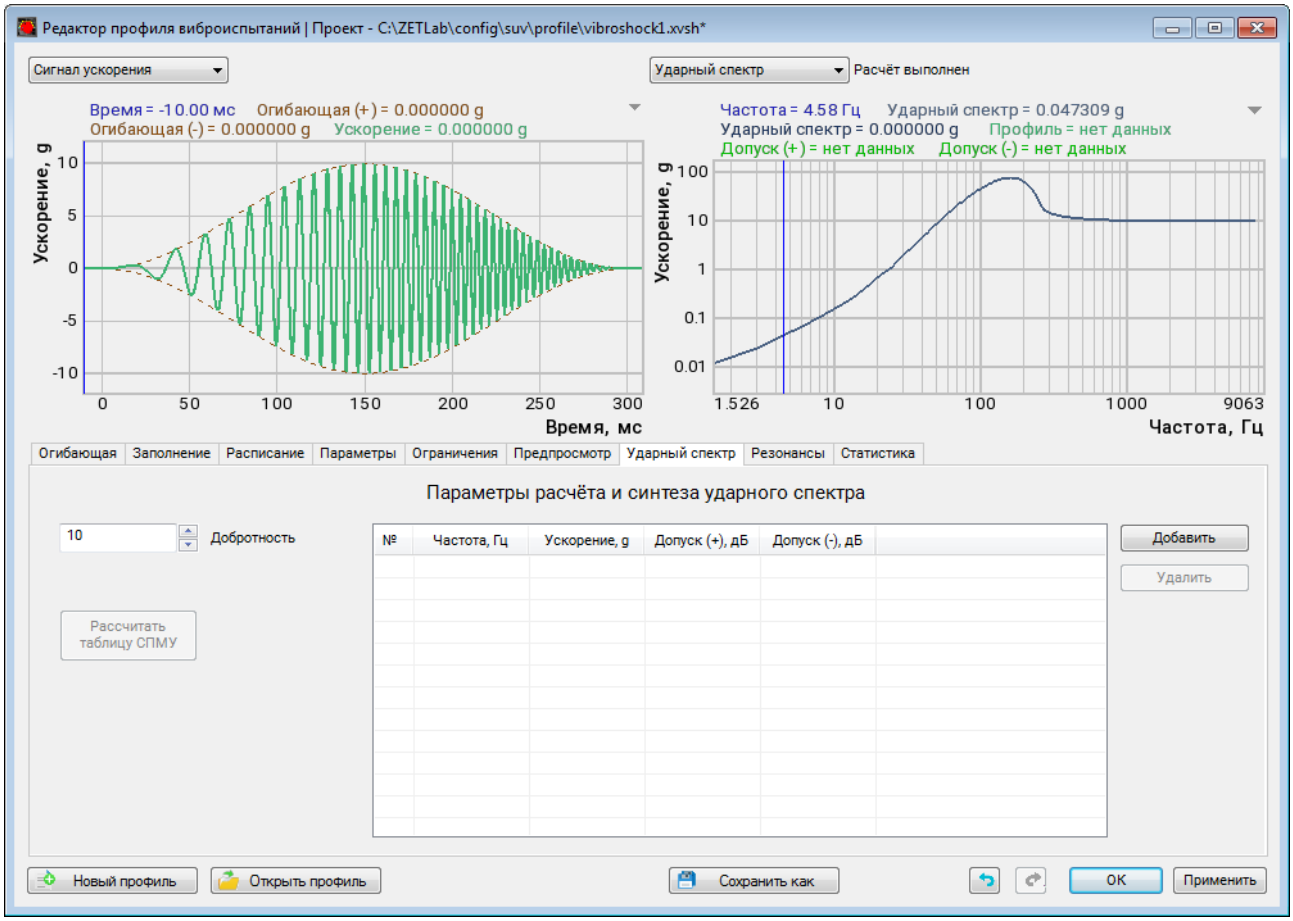


Рис. 12.8 Окно «Редактор профиля», вкладка «Ударный спектр»

На вкладке «Ударный спектр» устанавливаются параметры расчета ударного спектра.

12.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы»

Для перехода во вкладку «Резонансы» (*Рис. 12.9*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

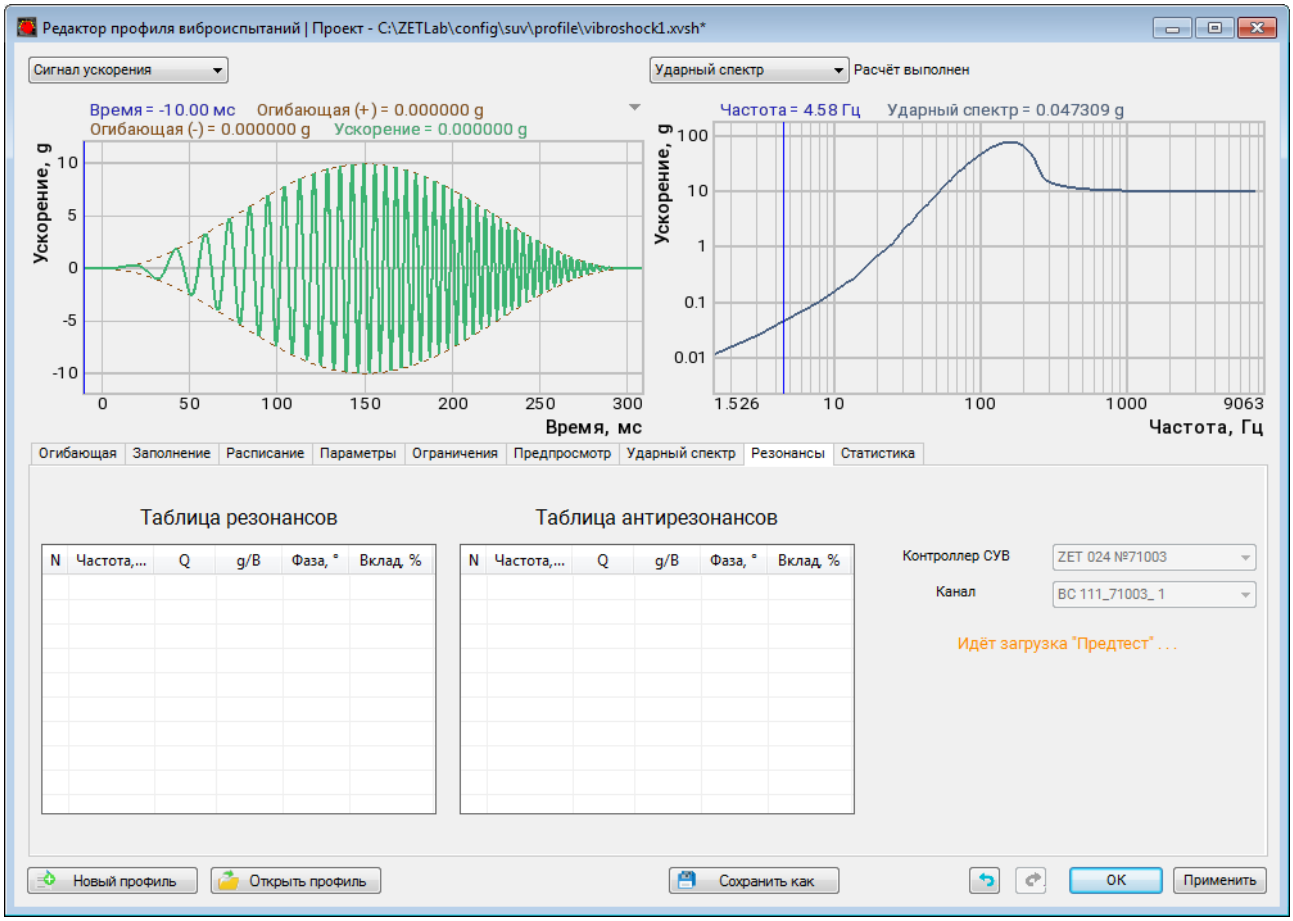


Рис. 12.9 Окно «Редактор профиля», вкладка «Резонансы»

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.*

12.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика»

Для перехода во вкладку «Статистика» (*Рис. 12.10*) активируйте соответствующее поле в окне «Редактор профиля виброиспытаний».

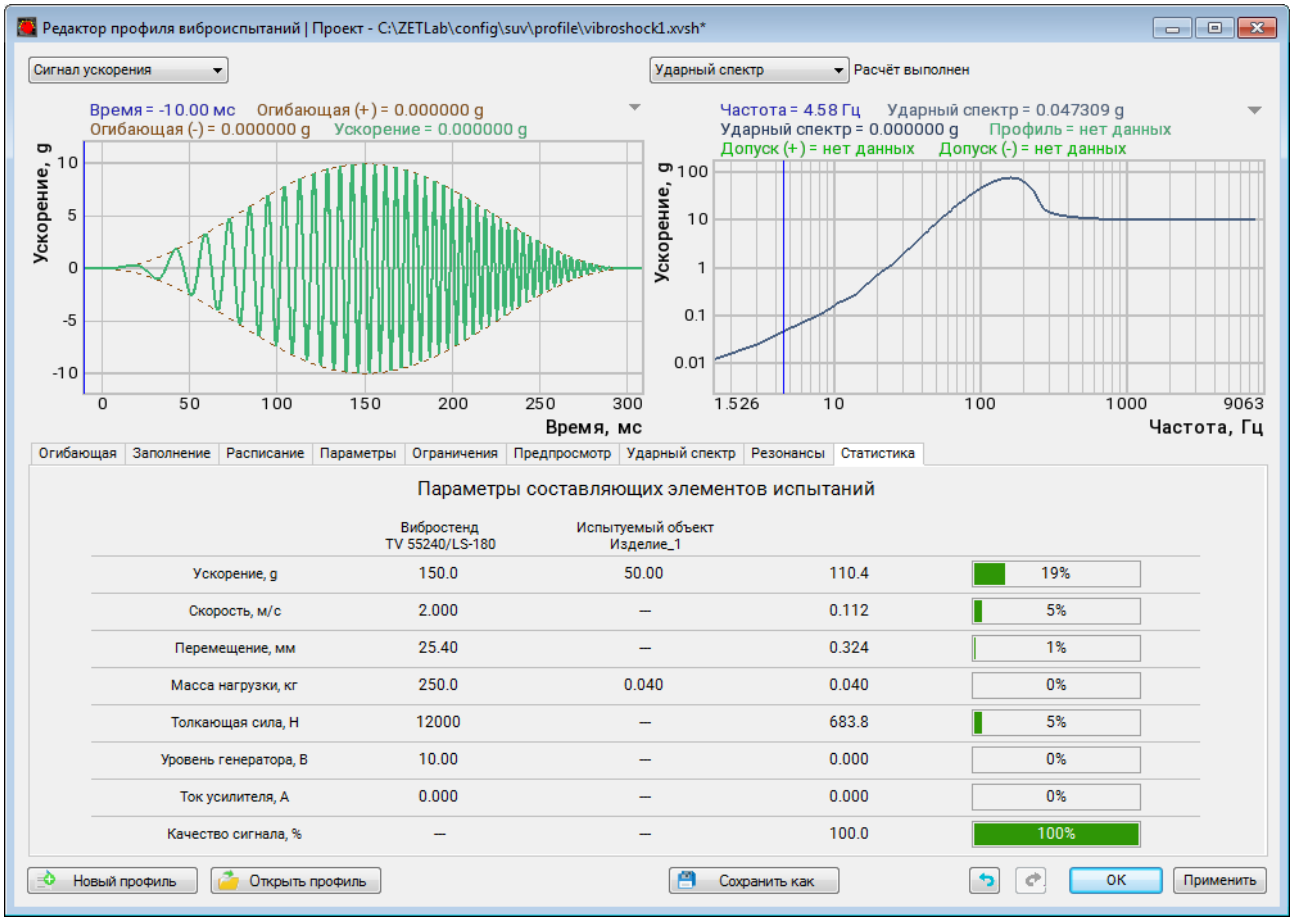


Рис. 12.10 Окно «Редактор профиля», вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании выставленных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний.

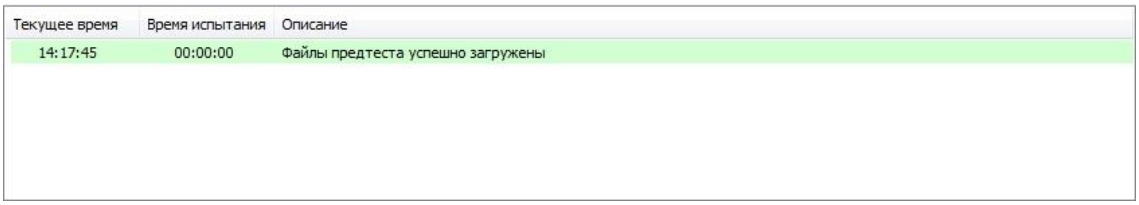
12.12 Проведение испытаний

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. 12.11*).



Текущее время	Время испытания	Описание
14:17:45	00:00:00	Файлы предтеста успешно загружены

Рис. 12.11 Журнал событий

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 12.12*).

Рис. 12.12 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. 12.13*).

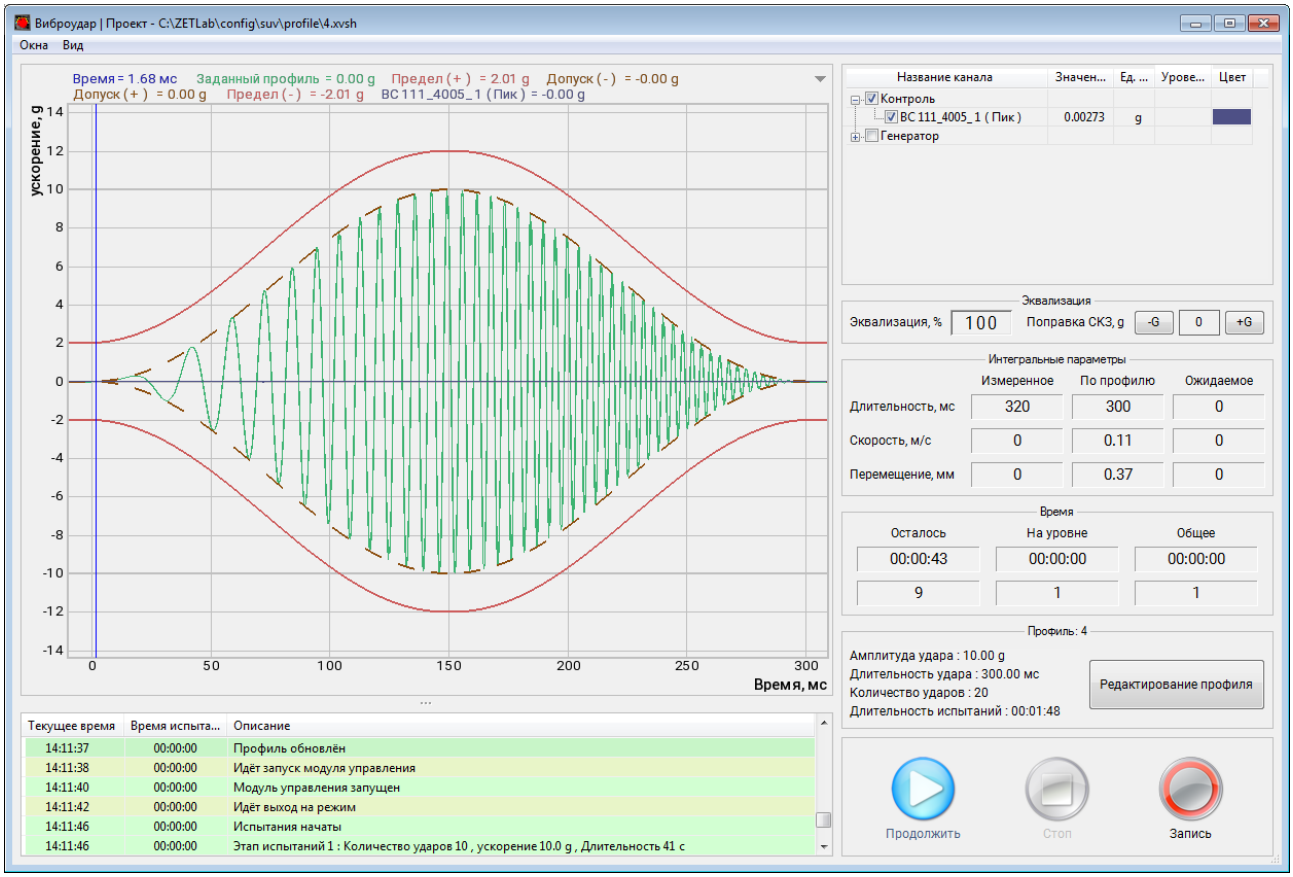


Рис. 12.13 Окно программы «Виброудар»

Для отображения измерительного канала на графике следует выбрать его из списка каналов, расположенного в правой части окна программы (*Рис. 12.14*). 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.

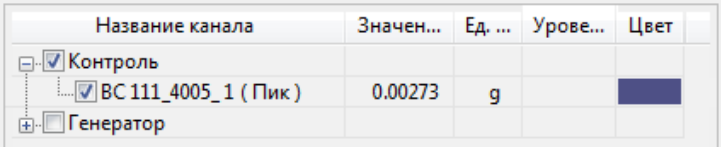


Рис. 12.14 Меня выбора каналов для отображения на графике

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. 12.15*).

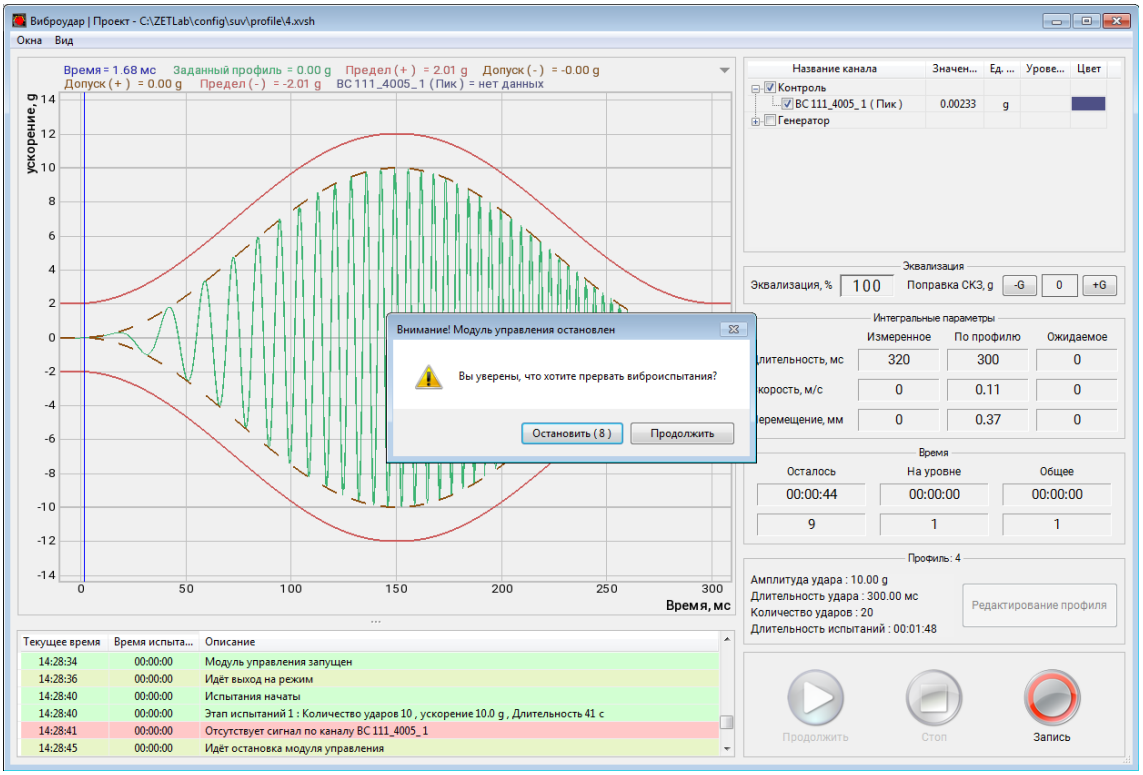


Рис. 12.15 Остановка виброиспытаний

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. 12.16*).

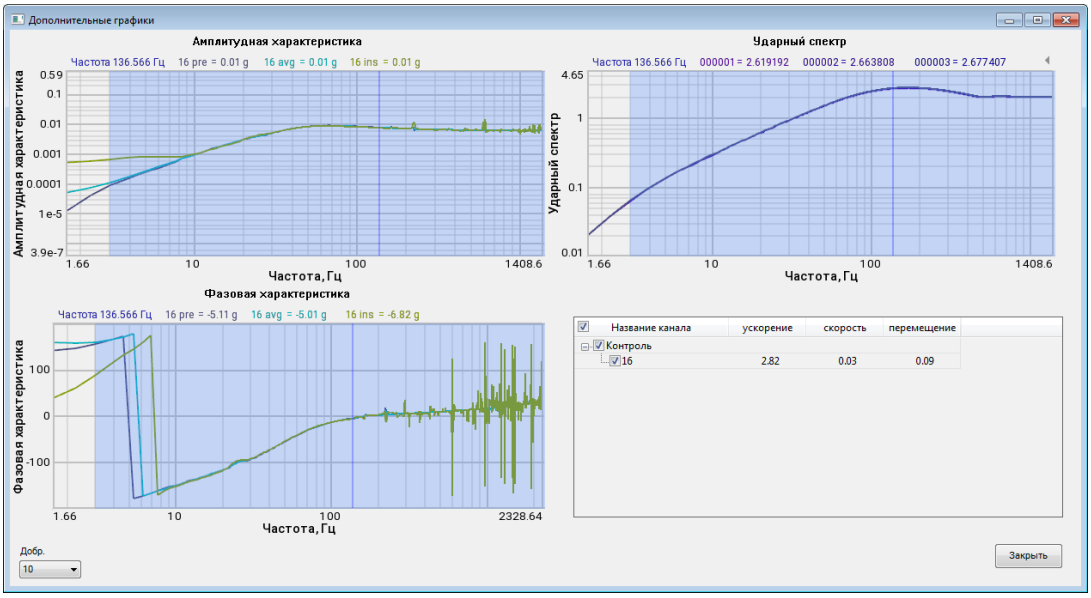


Рис. 12.16 Окно программы «Дополнительные графики»

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.

Для отображения информации о временной реализации параметров сигналов необходимо запустить программу «Самописец» из меню «Окна» программы «Виброудар». В открывшемся окне «Самописец» (*Рис. 12.17*) будет отображаться информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

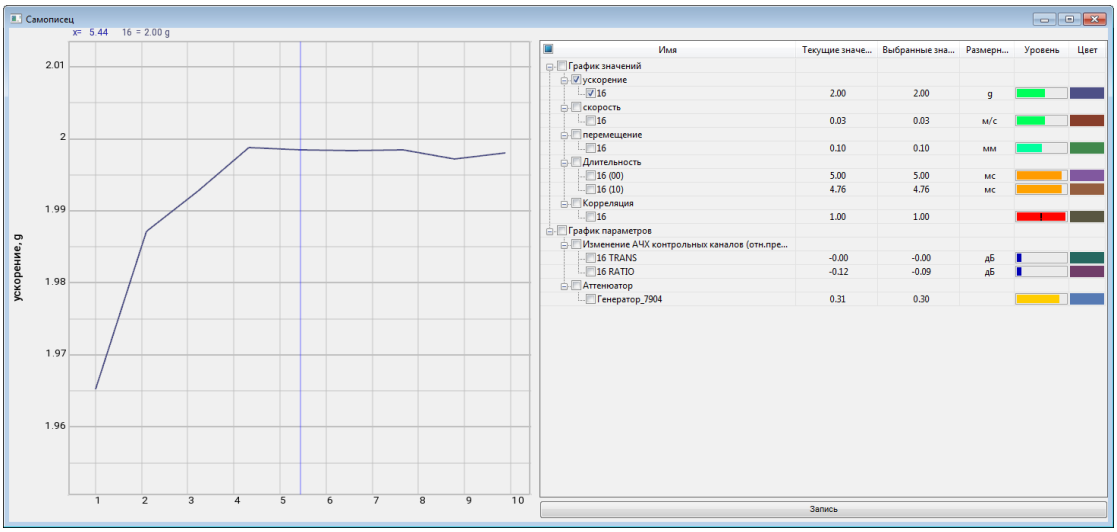


Рис. 12.17 Окно программы «Самописец»

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.ru** *заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний»*

Для сохранения отчета необходимо запустить программу «Отчёт» из меню «Окна» программы «Виброудар». В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчета и указать директорию его сохранения и активировать кнопку «Сохранить» (*Рис. 12.18*).

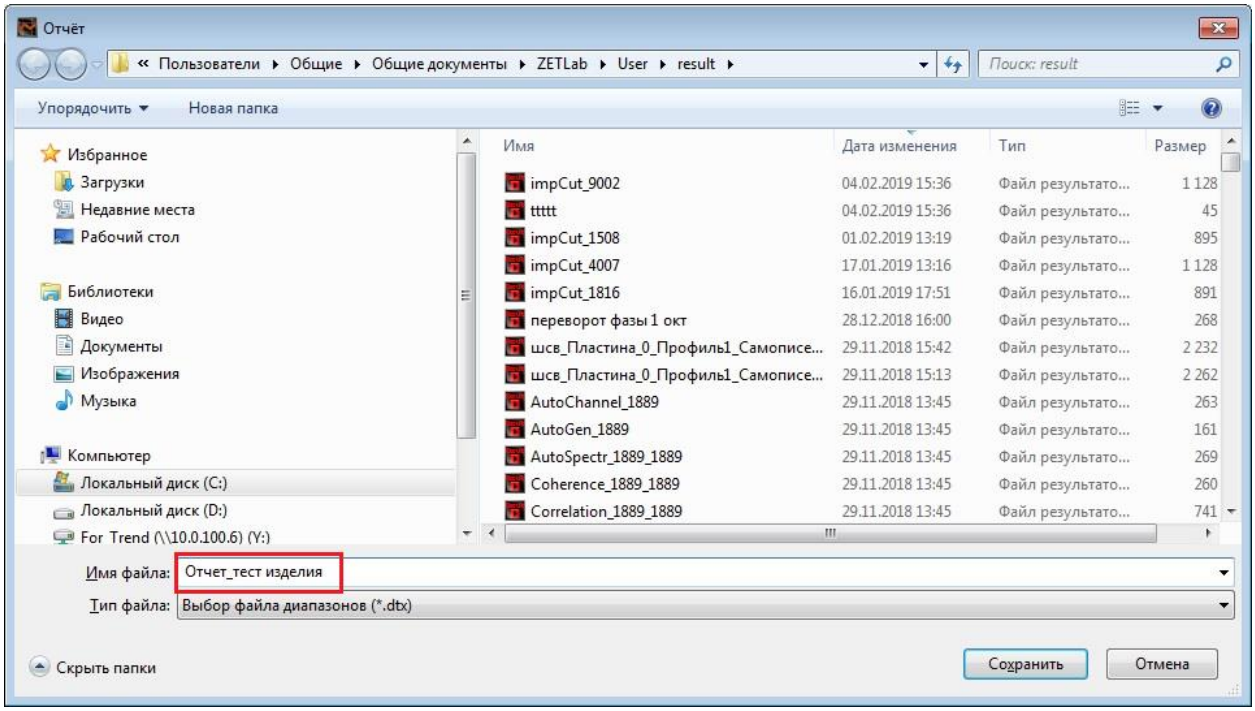


Рис. 12.18 Сохранение файла отчета по виброиспытаниям

Просмотр файла отчета осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо щелкнуть по файлу правой клавишей мыши и выбрать из контекстного меню «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 12.19*).

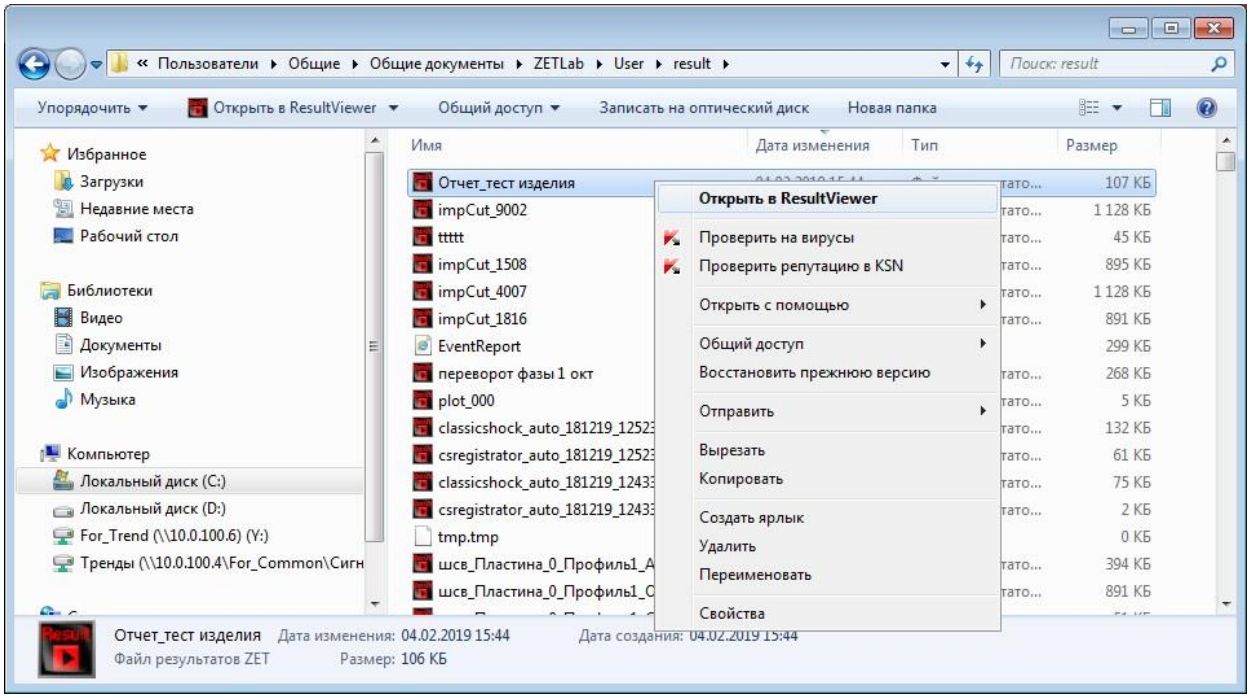


Рис. 12.19 Просмотр файла отчета по виброиспытаниям

13 Программа «Удержание резонанса» (SRTD)

13.1 Назначение программы

Программа «Удержание резонанса» предназначена для проведения высокоэффективных усталостных испытаний и глубокого анализа динамического поведения объекта на его резонансных частотах. Программа позволяет поддерживать испытание на определенной частоте, при которой объект проявляет максимальные колебания, что помогает инженерам выявить слабые места, оценить усталостную прочность и оптимизировать конструкцию.

Предварительно перед работой программы «Удержание резонанса» проводится предтест, где автоматически идентифицируется резонансные частоты объекта, анализируются пики в передаточных функциях и фазовые изменения.

В процессе длительного испытания на резонансе, особенно при наступлении усталости или изменении температуры, резонансная частота объекта может смещаться. Программа «Удержание резонанса» автоматически отслеживает эти изменения и соответствующим образом корректирует частоту возбуждения вибростенда, чтобы поддерживать испытание именно на текущей резонансной частоте. Это гарантирует, что объект постоянно подвергается максимальному воздействию на резонансе, что делает испытание более точным и эффективным для выявления усталостных повреждений.

Отслеживание может осуществляться по фазовому сдвигу (наиболее распространенный и точный метод, так как фаза на резонансе остается относительно постоянной, даже если амплитуда и частота изменяются из-за повреждений) или по пику амплитуды.

После идентификации и захвата резонансной частоты, система удерживает испытание на этой частоте в течение заданного времени или количества циклов. Это позволяет проводить испытания на усталость как на низкоцикловую, так и на высокоцикловую усталость. Испытания могут длиться часами, днями или даже неделями.

Система позволяет контролировать испытание по показаниям любого датчика — акселерометра, лазерного датчика, датчика перемещения, тензодатчика и т.д., что предоставляет большую гибкость в зависимости от типа объекта и цели испытания.

Пользователь может задавать уровень удержания (амплитуду) в ускорении, скорости, перемещении или единицах измерения механического напряжения.

Можно задавать условия остановки испытания: по истечении времени, по достижении определенного количества циклов, при выходе резонансной частоты за заданные пределы или при значительном изменении амплитуды.

Во время испытания записываются все критически важные данные (ускорение, скорость,

перемещение, передаточная функция, фаза, частота) в зависимости от времени.

Программное обеспечение ZETLAB позволяет генерировать подробные отчеты с графиками и таблицами, что удобно для анализа результатов и документирования испытаний.

Таким образом, программа «Удержание резонанса» является мощным инструментом для глубокого понимания динамического поведения объектов, повышения их надежности, безопасности и срока службы путем целенаправленного исследования и устранения проблем, связанных с резонансными явлениями.

13.2 Подготовка к проведению испытаний

Образец крепят на вибростенде в соответствии с требованиями ГОСТ 28231-89.

При подготовке к проведению испытаний на удержание резонанса 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 «Удержание резонанса», для этого на «Панели СУВ» активировать кнопку *«Удержание резонанса»*. На экране монитора отобразится окно программы «Удержание резонанса» (*Рис. 13.1*).

Внимание! *Кнопка «Удержание резонанса» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой актуального предтеста.*

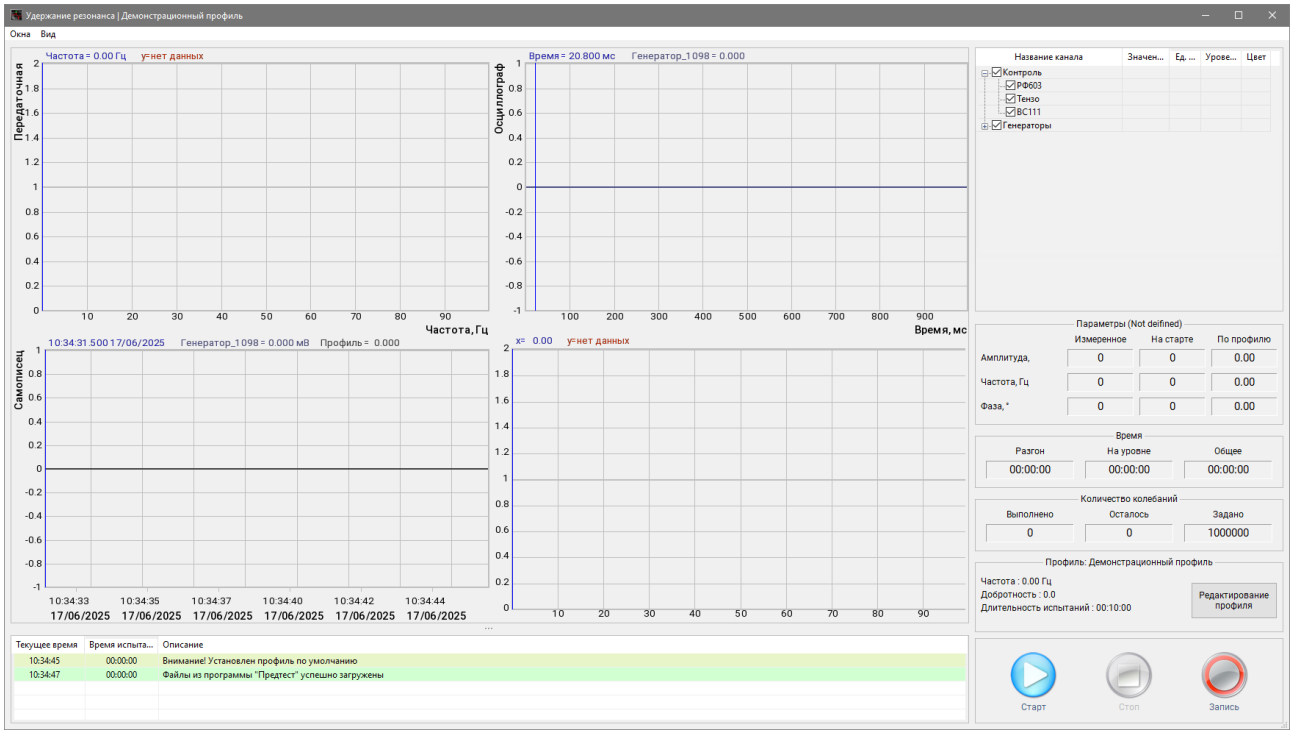


Рис. 13.1 Окно «Удержание резонанса»

Конфигурирование параметров профиля испытаний выполняется во вкладках окна программы «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса» описание которых приведено в разделах 13.3 -13.3.

Для перехода к окну программы «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса» в окне программы «Удержание резонанса» (*Рис. 13.1*) следует активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

13.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы»

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса» открывается на вкладке «Резонансы».

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов на амплитудной характеристике (*Рис. 13.2*).

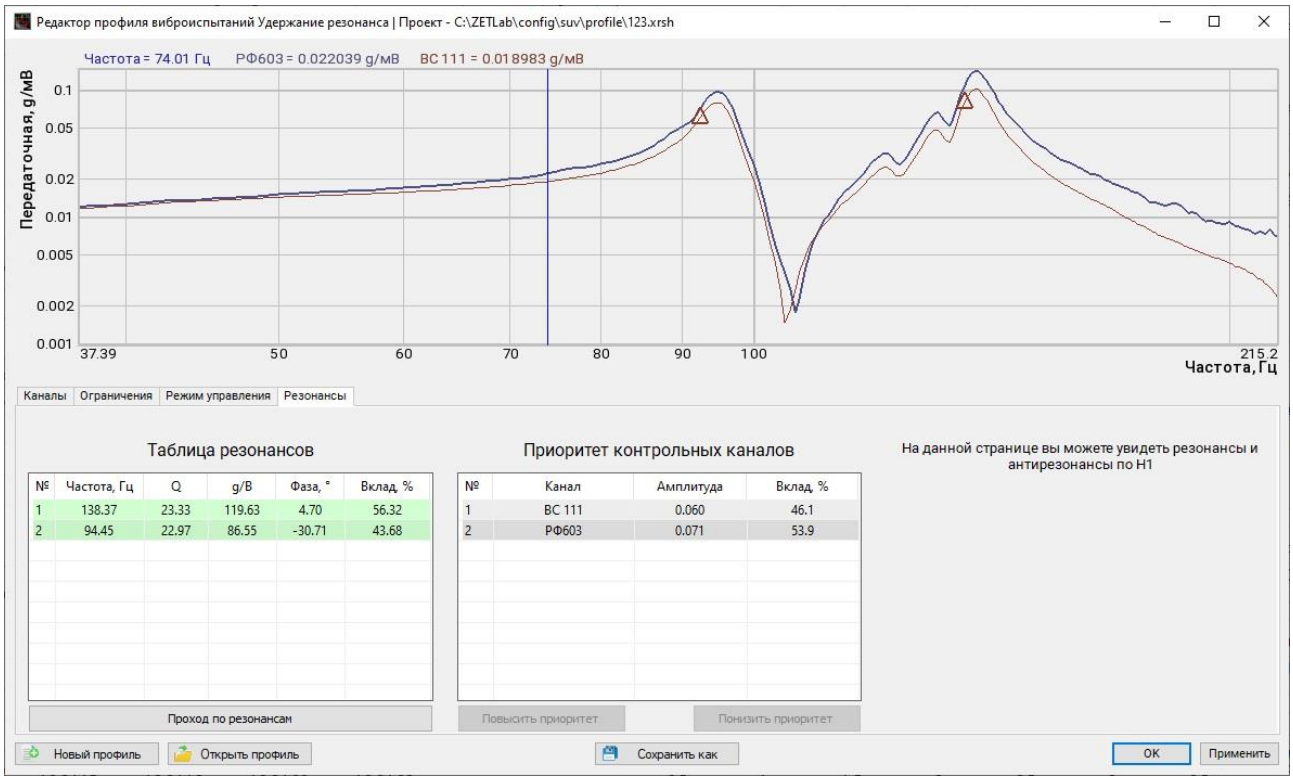


Рис. 13.2 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы»

В таблице резонансов отображаются значения параметров для всех резонансов, определенных программой по результатам предтеста (*Рис. 13.3*).

Таблица резонансов

№	Частота, Гц	Q	g/В	Фаза, °	Вклад, %
1	138.37	23.33	119.63	4.70	56.32
2	94.45	22.97	86.55	-30.71	43.68

Рис. 13.3 Таблица резонансов

При необходимости (для более подробного рассмотрения) масштабируйте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области (*Рис. 13.4*), при этом в таблице останется список только тех резонансов, которые попадают в визуализируемую область графика. Для автоматического приближения к интересуемой области нажмите двойным кликом «мыши» на резонанс в поле «Таблица резонансов».

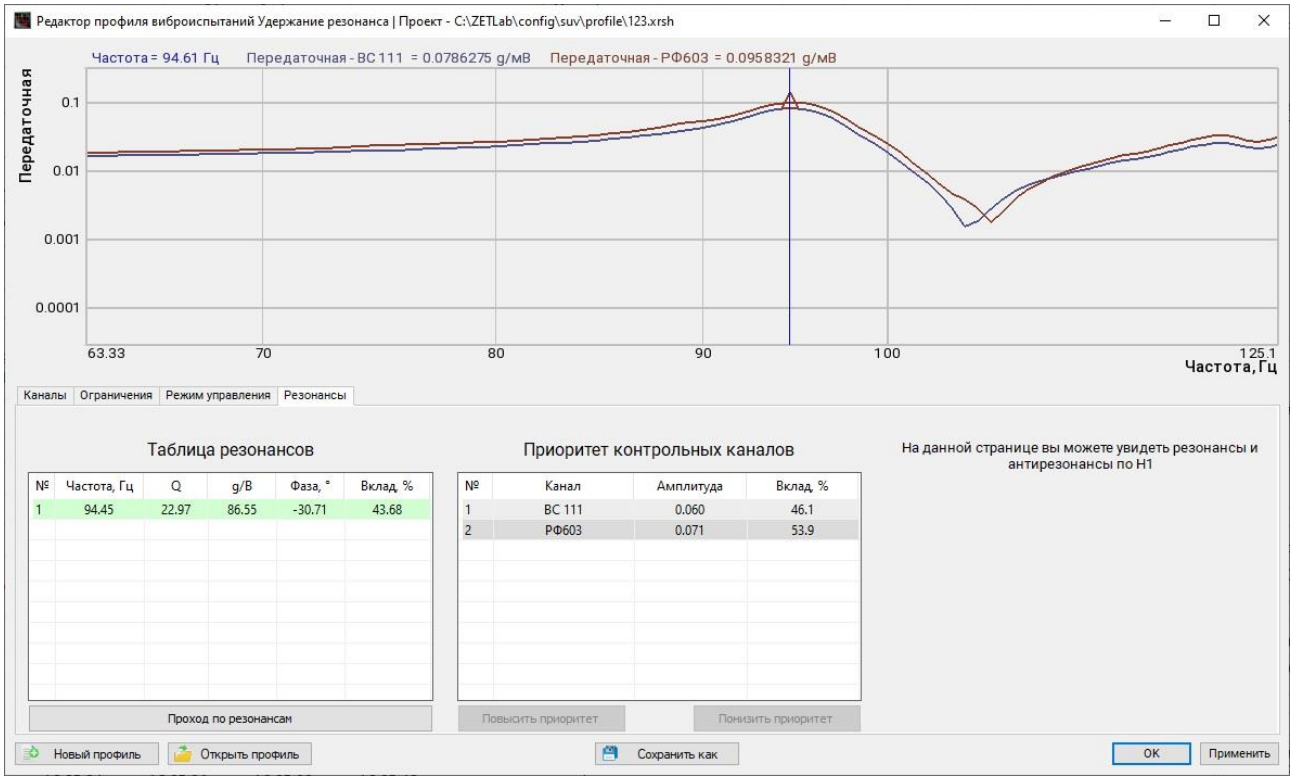


Рис. 13.4 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы», отмасштабировано

Кнопка «Проход по резонансам» позволяет построить профиль с удержанием частоты на резонансе, выбранной в таблице резонансов.

13.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Каналы»

После нажатия кнопки «Проход по резонансам» на вкладке «Резонансы» программа автоматически открывает вкладку «Каналы» (*Рис. 13.5*). На вкладке «Каналы» в таблице отображается список измерительных каналов, задействованных в удержании резонанса, а также следующие параметры измерительных каналов: единица измерения, коэффициент передачи, ускорение, скорость, перемещение, контроль, фаза, приоритет. Параметры, расположенные в ячейках серого цвета – информационные, значения в них не доступны для редактирования. Параметры, расположенные в ячейках зеленого и красного цвета, доступны для редактирования и определяют характер испытаний.

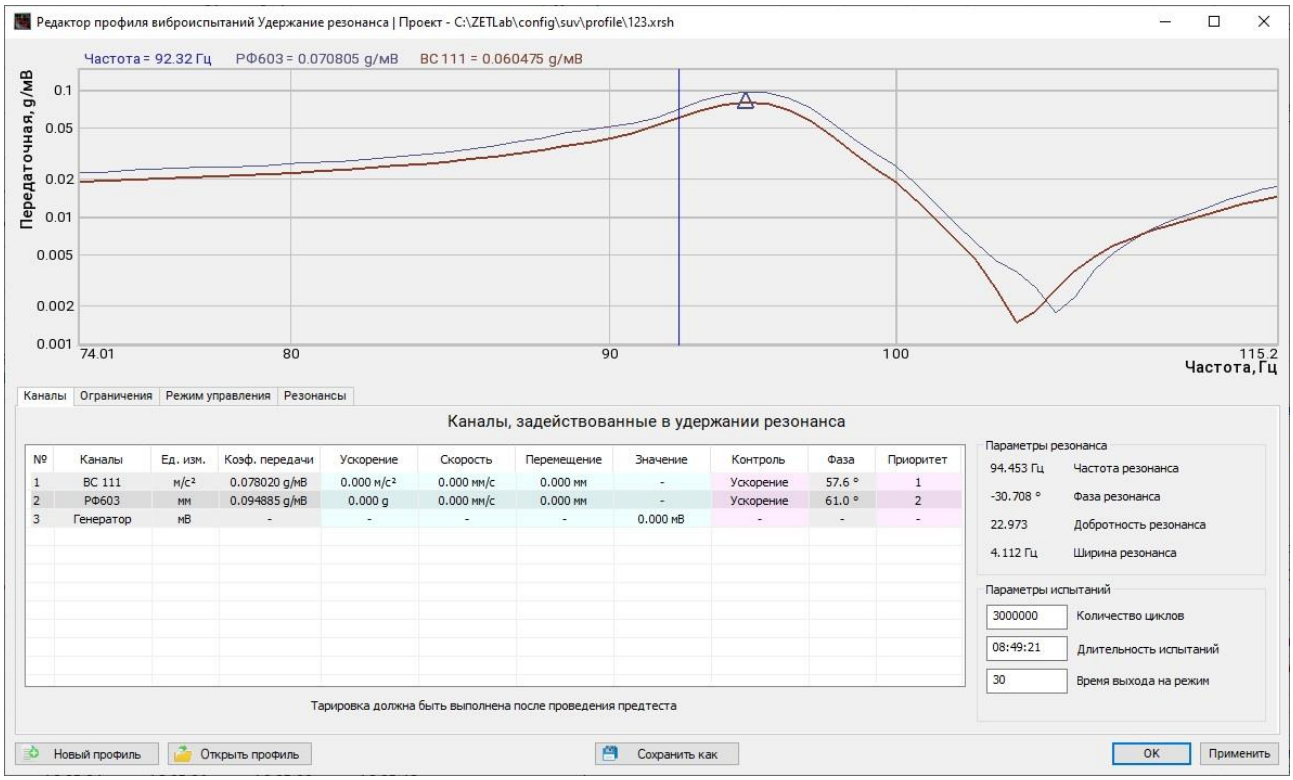


Рис. 13.5 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Каналы»

В полях «Ускорение», «Скорость», «Перемещение» и «Значение» устанавливаются амплитудные значения физических величин, необходимые для задания требуемых параметров профиля испытаний (*Рис. 13.6*). Ускорение, скорость, перемещение взаимно зависимые параметры и при установке значения для одного из параметров система автоматически произведет перерасчет значений для остальных параметров по всем измерительным каналам.

№	Каналы	Ед. изм.	Коэф. передачи	Ускорение	Скорость	Перемещение	Значение	Контроль	Фаза	Приоритет
1	ВС 111	м/с²	0.078020 g/мВ	28.960 м/с²	48.798 мм/с	0.082 мм	-	Ускорение	57.6 °	2
2	РФ603	мм	0.094885 g/мВ	3.591 g	59.347 мм/с	0.100 мм	-	Ускорение	61.0 °	1
3	Генератор	мВ	-	-	-	-	37.851 мВ	-	-	-

Рис. 13.6 Установка амплитудных значений физических величин

При указании манипулятором мышь на поле «Контроль» открывается контекстное меню, в котором устанавливается контрольная величина (ускорение, скорость, перемещение), по которой будет происходить контроль испытаний (*Рис. 13.7*).

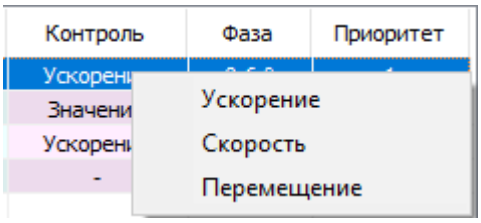


Рис. 13.7 Контекстное меню поля «Контроль»

В поле «Контроль» устанавливается приоритет измерительных каналов со статусом «Контроль» для обратной связи при проведении испытаний (*Рис. 13.8*). Первоначально во

время удержания резонанса контроль за испытаниями будет выполняться по обратной связи с измерительного канала, имеющего приоритет «1». В случае выходя из строя датчика, подключенного к измерительному каналу с приоритетом «1», без прерывания испытаний обратная связь перейдет к измерительному каналу с приоритетом «2» и т.д.

№	Каналы	Ед. изм.	Коэф. передачи	Ускорение	Скорость	Перемещение	Значение	Контроль	Фаза	Приоритет
1	ВС 111	м/с²	0.078020 g/мВ	28.960 м/с²	48.798 мм/с	0.082 мм	-	Ускорение	57.6 °	1
2	РФ603	мм	0.094885 g/мВ	3.591 g	59.347 мм/с	0.100 мм	-	Ускорение	61.0 °	2
3	Генератор	мВ	-	-	-	-	37.851 мВ	-	-	-

Рис. 13.8 Поле «Приоритет»

В поле «Параметры резонанса» отображаются значения следующих параметров выбранного резонанса: частота, фаза, добротность, ширина (*Рис. 13.9*). Значения параметров рассчитываются автоматически на основе результатов, полученных после прохождения предтеста.

Параметры резонанса

94.453 Гц	Частота резонанса
-30.708 °	Фаза резонанса
22.973	Добротность резонанса
4.112 Гц	Ширина резонанса

Рис. 13.9 Поле «Параметры резонанса»

В поле «Параметры испытаний» устанавливаются временные параметры испытания на удержание резонанса (*Рис. 13.10*).

В поле параметра «Количество циклов» устанавливается общее значение циклов вибрации на заданной частоте, которое необходимо выполнить при проведении испытания.

В поле параметра «Длительность испытаний» устанавливается общее время проведения испытания.

***Примечание**: Параметры «Количество циклов» и «Длительность испытаний» взаимно зависимые, при установке значения для одного из параметров система автоматически произведет перерасчет значения для второго параметра.*

Параметр «Время выхода на режим» определяет время, за которое будет увеличен сигнал от нулевого уровня до заданного уровня профиля.

Параметры испытаний

3000000	Количество циклов
08:49:21	Длительность испытаний
30	Время выхода на режим

Рис. 13.10 Поле «Параметры испытаний»

13.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения»

На вкладке «Ограничения» (*Рис. 13.11*) задаются допустимые пределы испытаний для измерительных каналов со статусом «Контроль». По активированным параметрам (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут остановлены, либо будет заменен контрольный канал на следующий в очереди по приоритету.

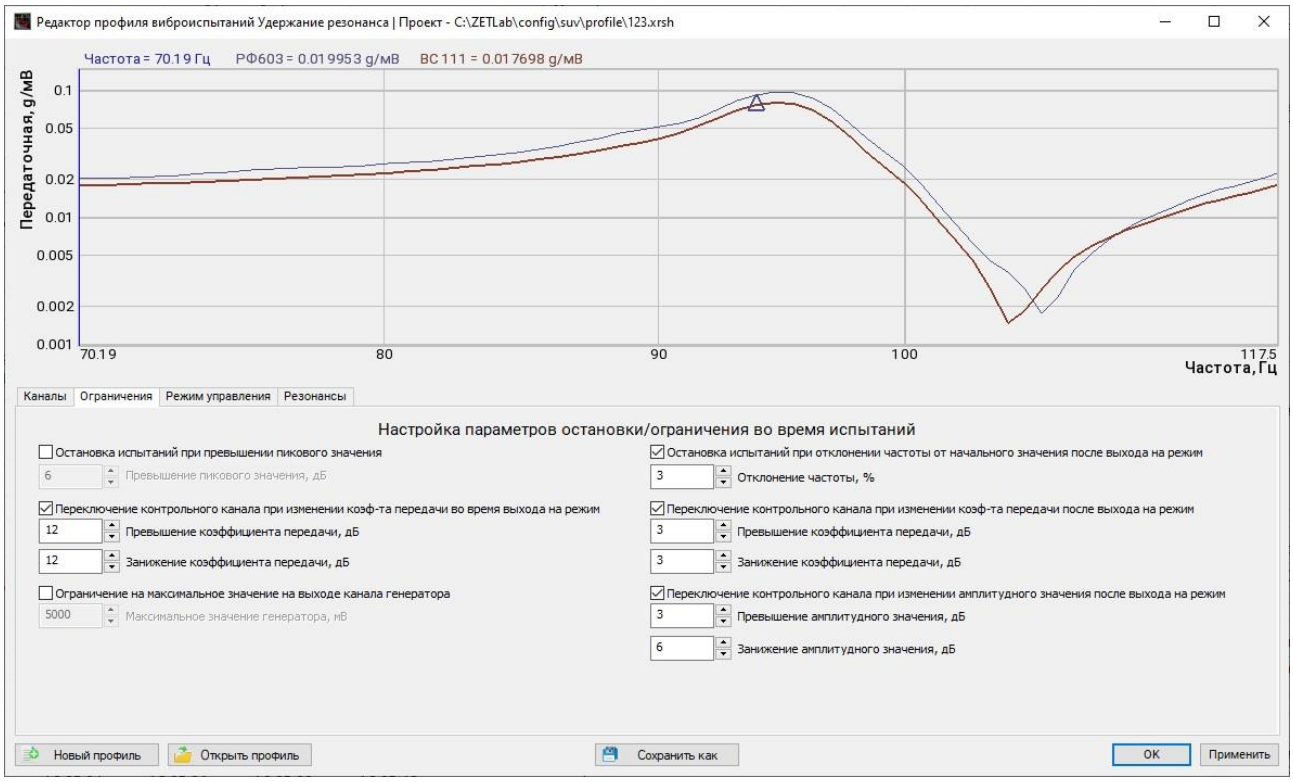


Рис. 13.11 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Ограничения»

Для включения контроля по параметру следует ☝ активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметр, а для отключения – деактивировать (убрать отметку в ячейке).

Программа «Удержание резонанса» позволяет контролировать превышения по следующим параметрам:

- «Остановка испытания при превышении пикового значения». Значение параметра устанавливается в диапазоне от 0,1 до 60 дБ;
- «Переключение контрольного канала при изменении коэффициента передачи во время выхода на режим». Значения параметра устанавливаются в диапазоне от 0,1 до 20 дБ;
- «Ограничение на максимальное значение на выходе канала генератора». Параметр позволяет выполнить ограничение уровня сигнала управление (канала генератора) на заданное значение. Значение параметра устанавливается в диапазоне от 1 до 10000 мВ;

• «Остановка испытания при отклонении частоты от начального значения после выхода на режим». Значение параметра устанавливается в диапазоне от 0,01 до 10 %;

• «Переключение контрольного канала при изменении коэффициента передачи после выхода на режим». Значения параметра устанавливаются в диапазоне от 0,1 до 20 дБ;

• Переключение контрольного канала при изменении амплитудного значения после выхода на режим». Значения параметра устанавливаются в диапазоне от 0,1 до 20 дБ.

13.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Режим управления»

На вкладке «Режим управления устанавливается метод поиска и удержания резонанса: фазовый или амплитудный (*Рис. 13.12*).

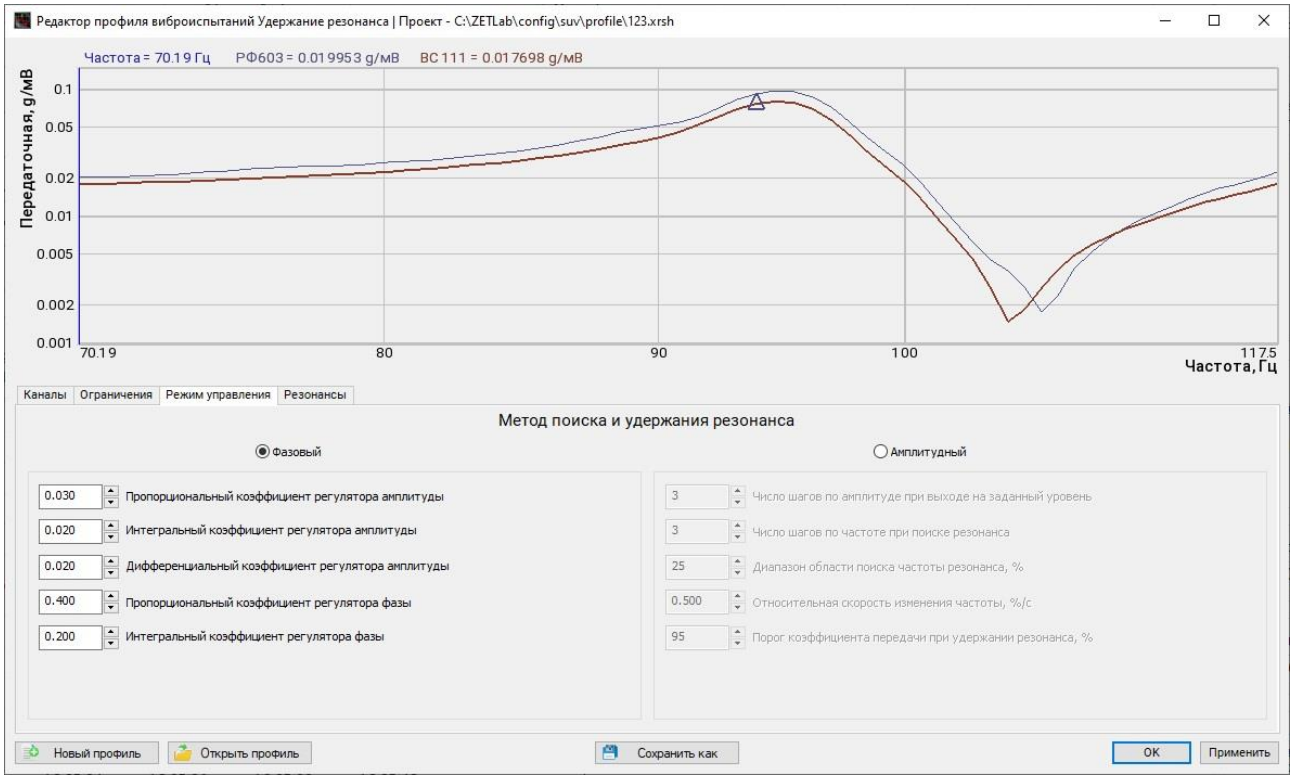


Рис. 13.12 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Режим управления»

Для включения метода поиска и удержания резонанса следует ☝ активировать (установить отметку в ячейке) соответствующий параметр.

13.7 Сохранение и загрузка профилей испытаний

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса», необходимо ☝ активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса» 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 «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса» ☝ активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 13.13*).

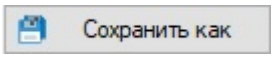


Рис. 13.13 Панель для сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 13.14*) 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 «Редактор профиля виброиспытаний - Удержание резонанса».*

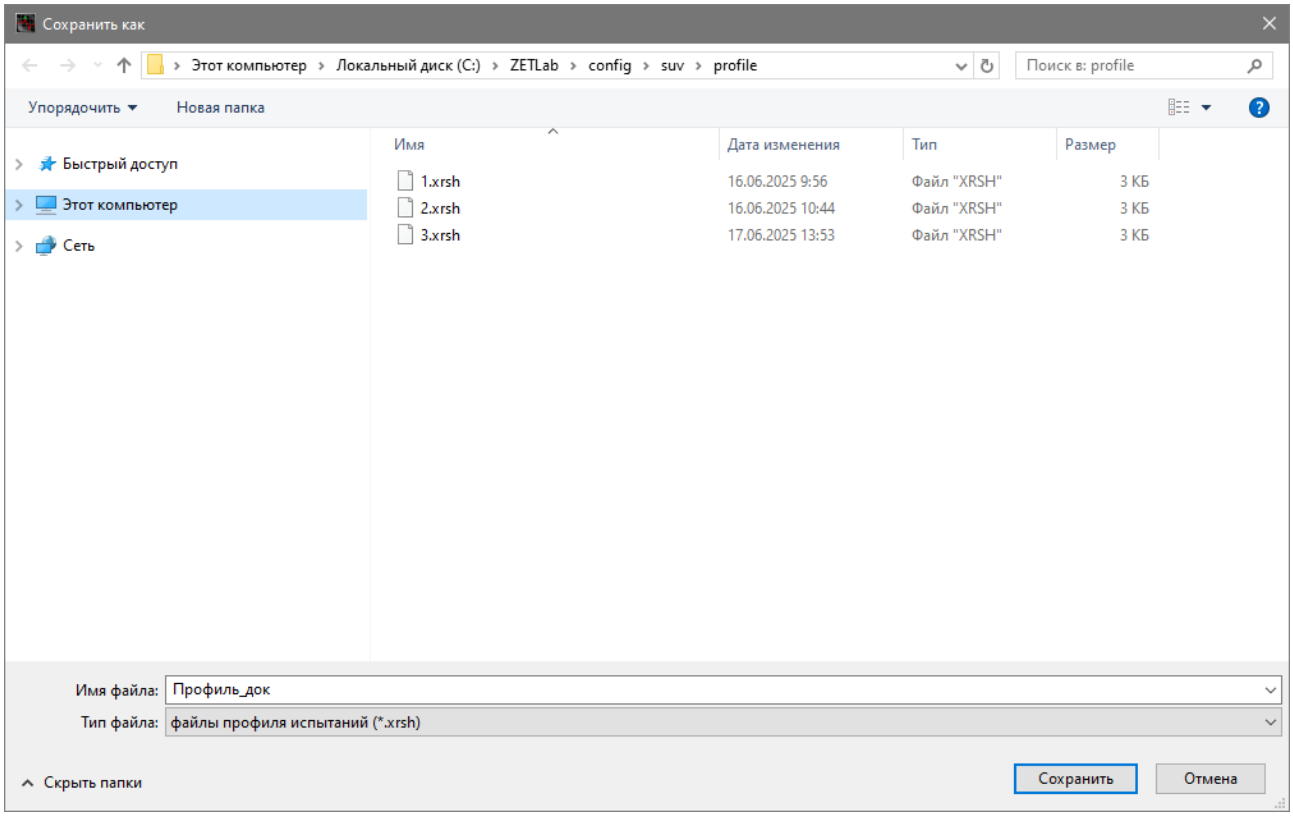


Рис. 13.14 Окно «Сохранить профиль»

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо ☝ активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 13.15*).

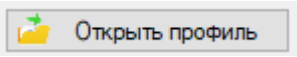


Рис. 13.15 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 13.16*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и ☝ активировать кнопку *«Открыть»*.

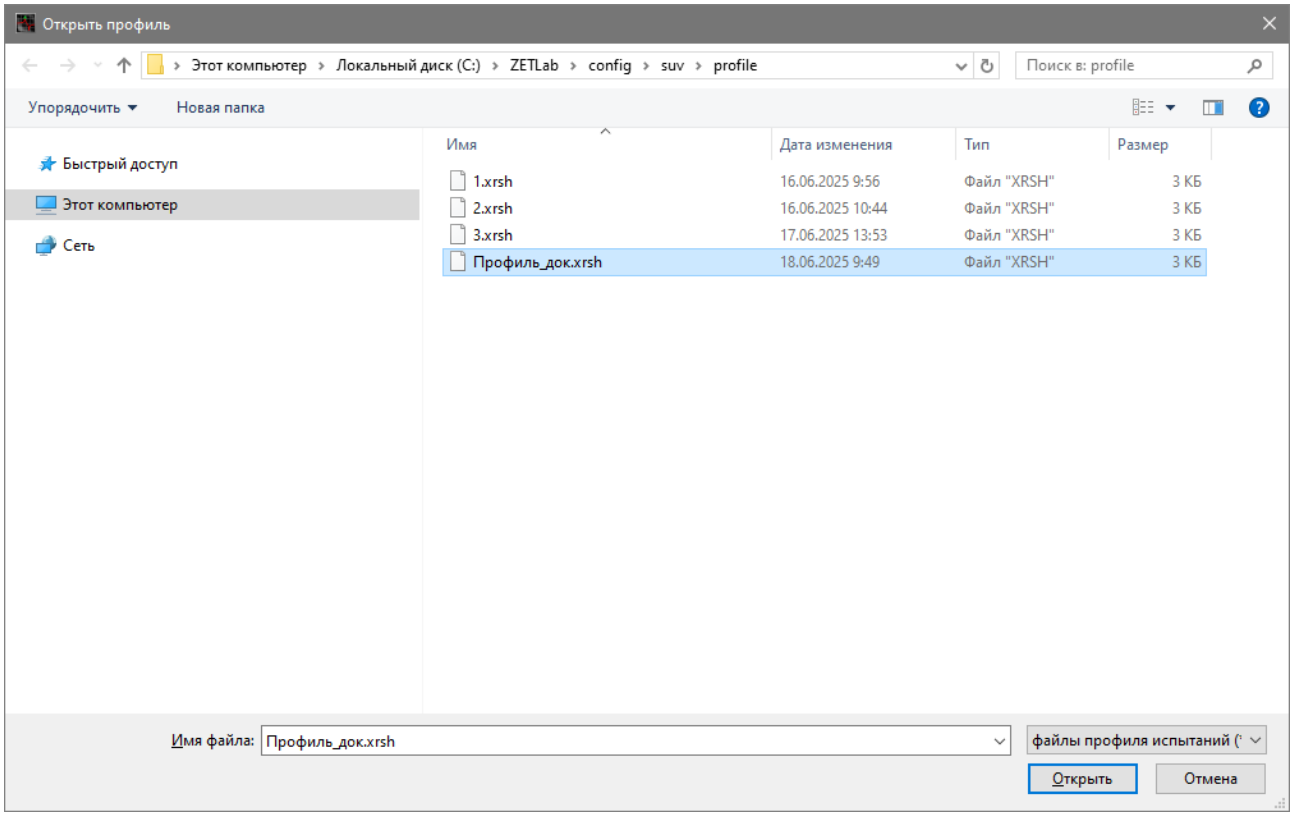


Рис. 13.16 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 13.17*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).

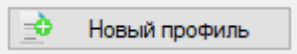


Рис. 13.17 Панель для создания нового профиля

13.8 Проведение испытаний

Проведение испытаний выполняется с помощью программы «Удержание резонанса» (*Рис. 13.18*).

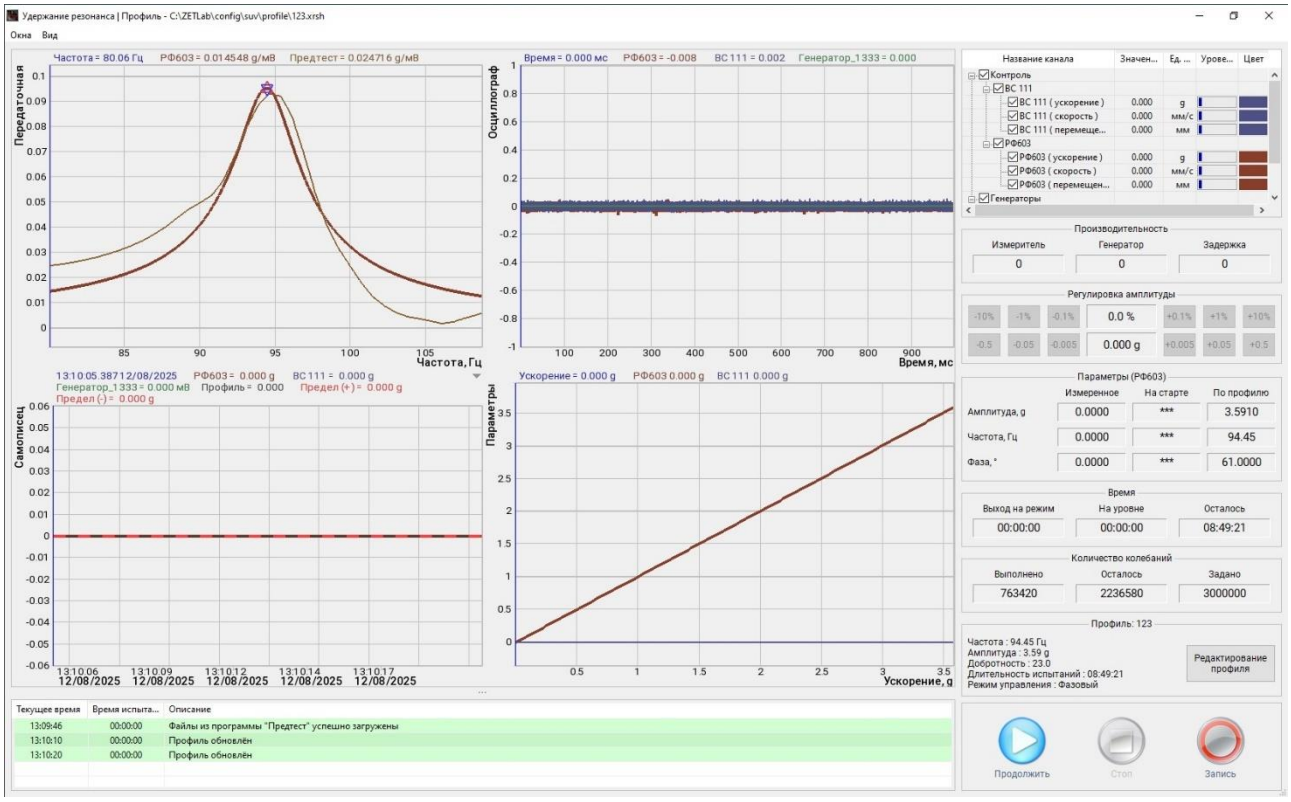


Рис. 13.18 Окно программы «Удержание резонанса»

Графическая область окна программы «Удержание резонанса» разделена на четыре окна, содержащих: график испытаний, осциллограмма с текущими сигналами измерительных каналов, график самописца с данными по измерительным каналам за период испытания и график тарировки.

С правой стороны от области графиков располагается область регистрируемых значений и управления.

Во время проведения испытаний (*Рис. 13.19*) в областях графиков и регистрируемых значений отображаются регистрируемые значения как по всем доступным измерительным каналам СУВ, так и по каналу управления.

Примечание: *отображаются лишь те графики, для которых установлен выбор в графе «Название канала» в области табличных значений.*

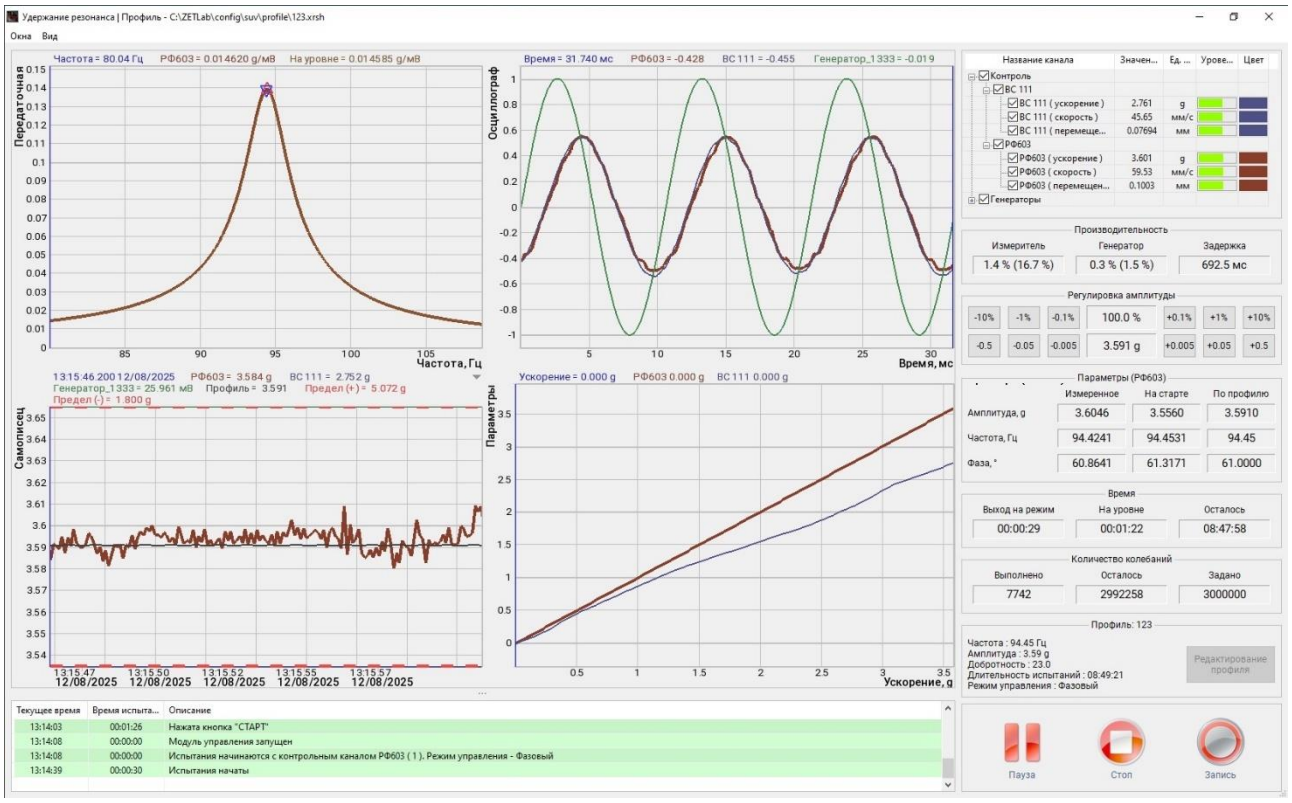


Рис. 13.19 Окно программы «Гармоническая вибрация» во время проведения испытаний

Раздел «Вид» (*Рис. 13.20*) позволяет визуализировать в области регистрируемых значений и управления поля, которые необходимы для проведения испытаний.

Примечание: *рекомендуется скрывать неиспользуемые поля с целью удаления из окна избыточной информации*

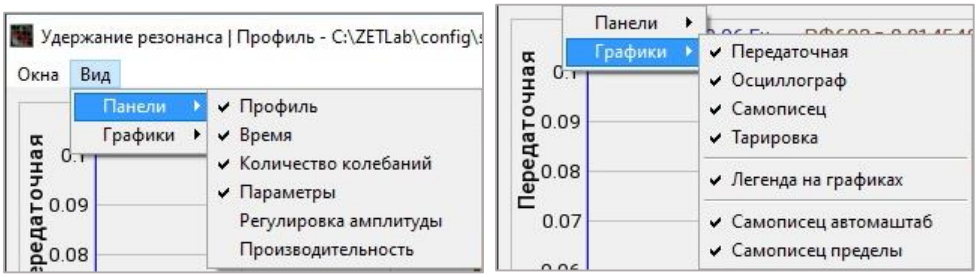


Рис. 13.20 Список раздела «Вид»

Поле «Профиль» (*Рис. 13.21*) 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.*

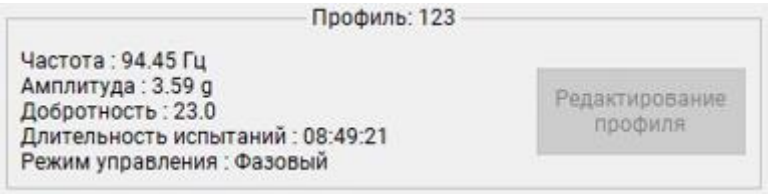


Рис. 13.21 Поле «Профиль»

Поле «Время» (*Рис. 13.22*) содержит счётчики времени. Счетчик «Разгон» отображает время выхода испытаний на режим, счётчик «На уровне» показывает прошедшее с начала испытаний время, счётчик «Общее» показывает общую продолжительность виброиспытаний.

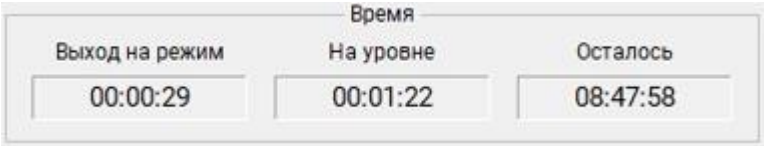


Рис. 13.22 Поле «Время»

Поле «Количество колебаний» (*Рис. 13.23*) используется для контроля за количеством выполненных колебаний в процессе проведения испытаний.

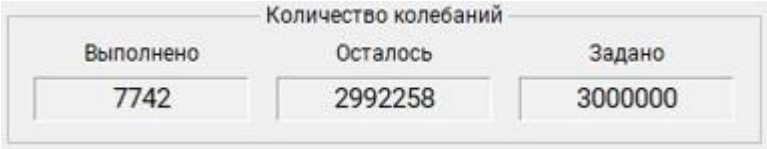


Рис. 13.23 Поле «Количество колебаний»

Поле «Параметры» (*Рис. 13.24*) содержит индикаторы текущего состояния параметров (амплитуда, частота и фаза) виброиспытаний по каналу со статусом «Контроль», по которому на данный момент происходит обратная связь, а также значения параметров заданные в профиле испытания.

Рис. 13.24 Поле «Параметры»

Поле «Регулировка амплитуды» (*Рис. 13.25*) используется для изменения (увеличения или уменьшения) амплитуды колебаний в процессе проведения испытаний. Доступна регулировка амплитуды колебаний в абсолютных величинах с шагом ±0,005 g, ±0,05 g, ±0,5 g, или в относительных величинах с шагом ±0,1 %, ±1 %, ±10 %.

Рис. 13.25 Поле «Регулировка амплитуды»

Поле «Производительность» (*Рис. 13.26*) используется для контроля за загрузкой измерительных и выходного каналов контроллера.

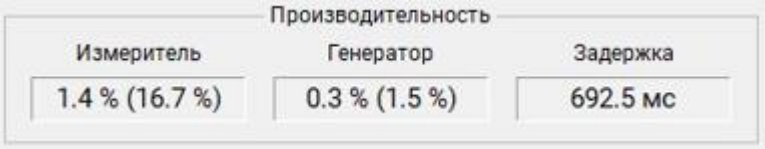


Рис. 13.26 Поле «Производительность»

В нижний части окна программы «Удержание резонанса» расположен журнал событий, куда сохраняется информация, связанная с работой программы (*Рис. 13.27*), например, информация о успешной загрузке файлов предтеста, начале и остановке испытаний и т.д.

Текущее время	Время испыта...	Описание
13:14:03	00:01:26	Нажата кнопка "СТАРТ"
13:14:08	00:00:00	Модуль управления запущен
13:14:08	00:00:00	Испытания начинаются с контрольным каналом РФ603 (1). Режим управления - Фазовый
13:14:39	00:00:30	Испытания начаты

Рис. 13.27 Журнал событий программы «Удержание резонанса»

Управление виброиспытаниями осуществляется из панели «Управление», расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 13.28*).

Рис. 13.28 Вид панели «Управление» до и в момент проведения испытаний

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 «Продолжить».

Нажатие кнопки «Запись» (*Рис. 13.29*) запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ.

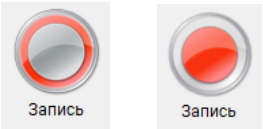


Рис. 13.29 Отключенный (слева) и включенный (справа) вид кнопки «Запись»

***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 (*Рис. 13.30*).

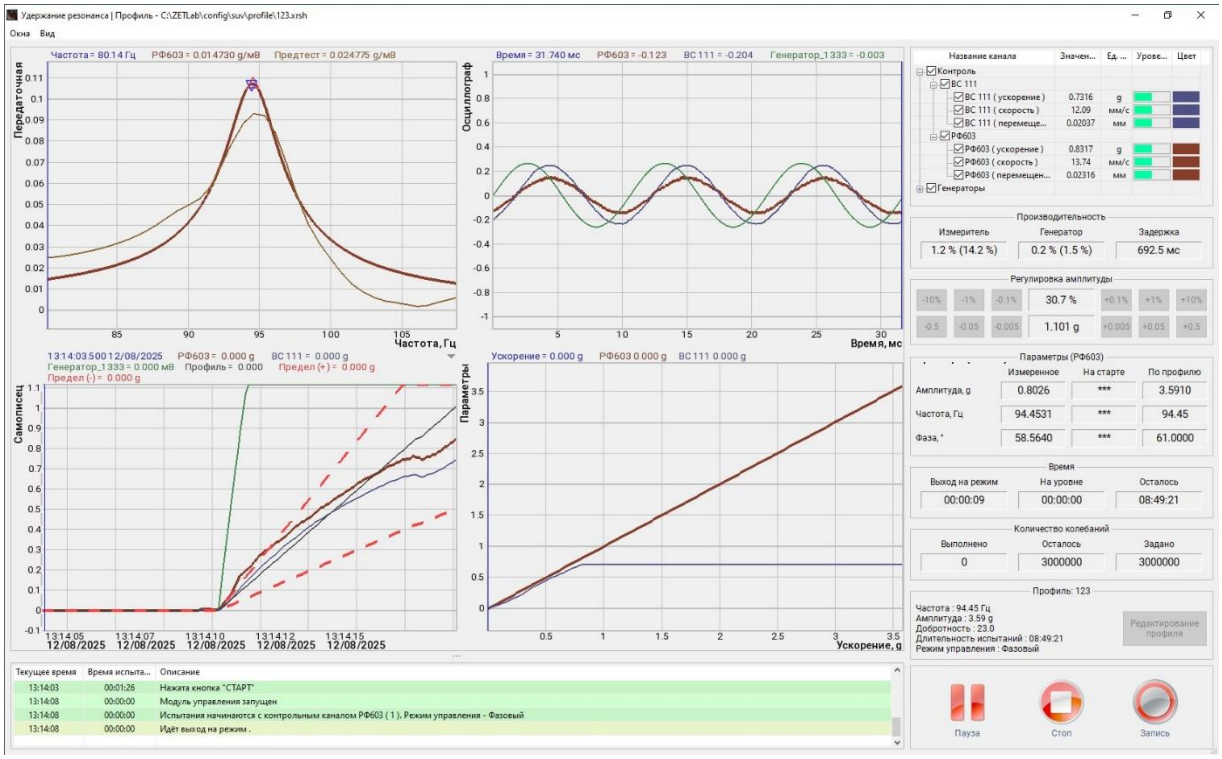


Рис. 13.30 Выход на режим

При достижении текущего уровня заданному в профиле, программа приступает к проведению виброиспытаний (*Рис. 13.31*).

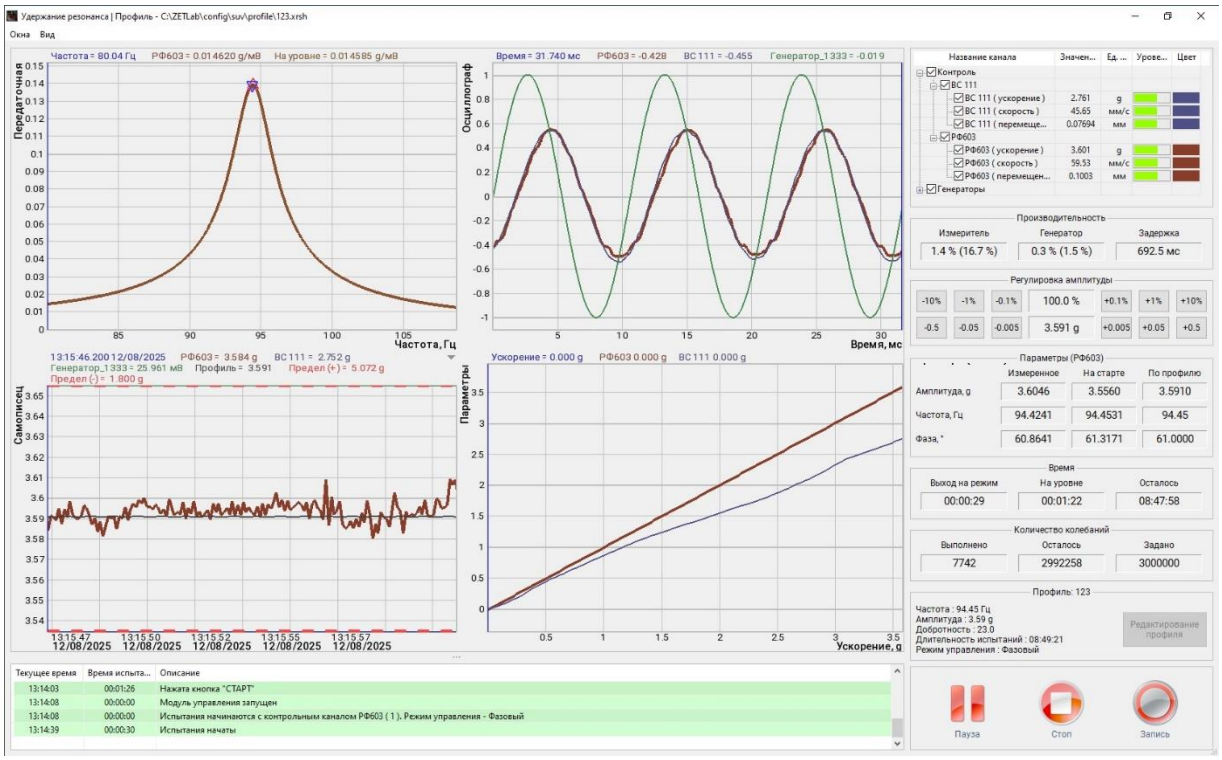


Рис. 13.31 Начало виброиспытаний

Для отображения измерительного канала в области графиков следует в правой части окна программы ☝ активировать соответствующей измерительному каналу чек-бокс (*Рис. 13.32*). 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. 13.32 Выбор канала для отображения на графике

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (превышение допустимого значения отклонения частоты от начального значения, превышение допустимого значения изменения коэффициента передачи и прочих) испытания будут остановлены, либо в случае активации соответствующих параметров испытания не будут прерваны, а будет выполнено переключение контрольного канала на следующий в очереди по приоритету. В журнале событий отобразится информация о причинах прерывания испытаний или замены контрольного канала.

Для возобновления виброиспытаний (после устранения причины остановки) необходимо нажать кнопку «Продолжить», при этом отобразится окно с предложением продолжить испытания с момента остановки (*Рис. 13.33*). При нажатии кнопки «Продолжить» испытания будут продолжены с того момента, на котором они были прерваны.

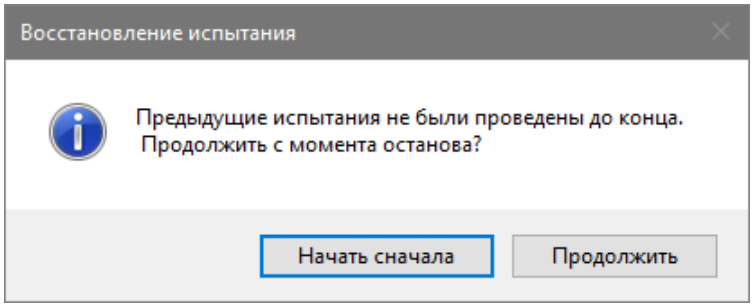


Рис. 13.33 Окно «Восстановление испытания»

Помимо контроля за проведением испытаний, выполняемым в окне «Удержание резонанса», 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. 13.34*) следует запустить необходимые программы.

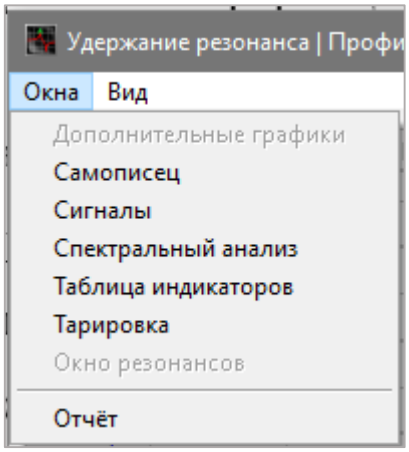


Рис. 13.34 Список программ раздела «Окна»

Окно программы «Самописец» (*Рис. 13.35*) отображает информацию о временной реализации параметров регистрируемых в ходе проведения испытаний.

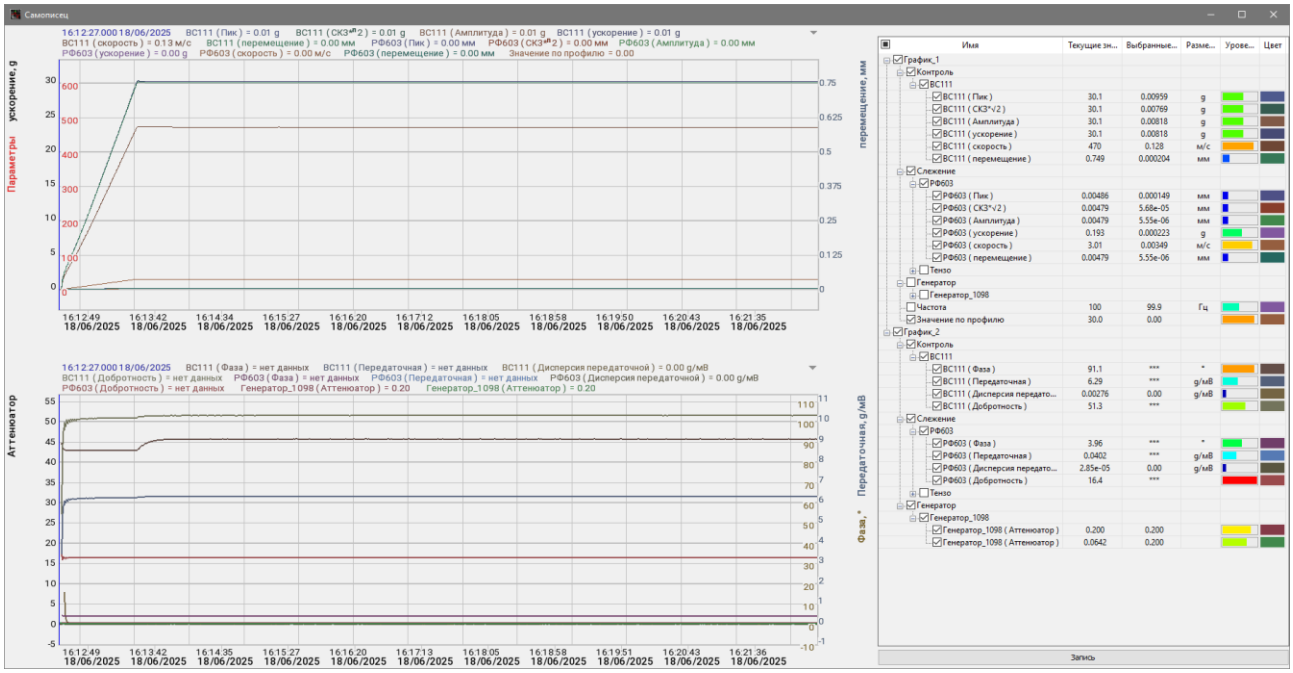


Рис. 13.35 Окно программы «Самописец»

В области числовых значений окна программы «Самописец» (*Рис. 13.36*) приведено дерево списка идентификаторов измерительных каналов и параметров, для которых можно визуализировать графики.

Имя	Текущие зн...	Выбранные...	Разме...	Урове...	Цвет
График_1					
Контроль					
ВС111					
ВС111 (Пик)	30.1	0.00959	g		
ВС111 (СКЗ*√2)	30.1	0.00769	g		
ВС111 (Амплитуда)	30.1	0.00818	g		
ВС111 (ускорение)	30.1	0.00818	g		
ВС111 (скорость)	470	0.128	м/с		
ВС111 (перемещение)	0.749	0.000204	мм		
Слежение					
РФ603					
РФ603 (Пик)	0.00486	0.000149	мм		
РФ603 (СКЗ*√2)	0.00479	5.68e-05	мм		
РФ603 (Амплитуда)	0.00479	5.55e-06	мм		
РФ603 (ускорение)	0.193	0.000223	g		
РФ603 (скорость)	3.01	0.00349	м/с		
РФ603 (перемещение)	0.00479	5.55e-06	мм		
Тензо					
Генератор					
Генератор_1098					
Частота	100	99.9	Гц		
Значение по профилю	30.0	0.00			
График_2					
Контроль					
ВС111					
ВС111 (Фаза)	91.1	***	°		
ВС111 (Передаточная)	6.29	***	g/мВ		
ВС111 (Дисперсия передато...	0.00195	0.00	g/мВ		
ВС111 (Добротность)	51.3	***			
Слежение					
РФ603					
РФ603 (Фаза)	3.96	***	°		
РФ603 (Передаточная)	0.0402	***	g/мВ		
РФ603 (Дисперсия передато...	2.41e-05	0.00	g/мВ		
РФ603 (Добротность)	16.4	***			
Тензо					
Генератор					
Генератор_1098					
Генератор_1098 (Аттенюатор)	0.200	0.200			
Генератор_1098 (Аттенюатор)	0.0642	0.200			

Рис. 13.36 Область числовых значений окна «Самописец»

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. 13.37*) обеспечивает удобную визуализацию числовых значений, выбранных по желанию оператора, которые подлежат контролю в ходе проведения виброиспытаний.

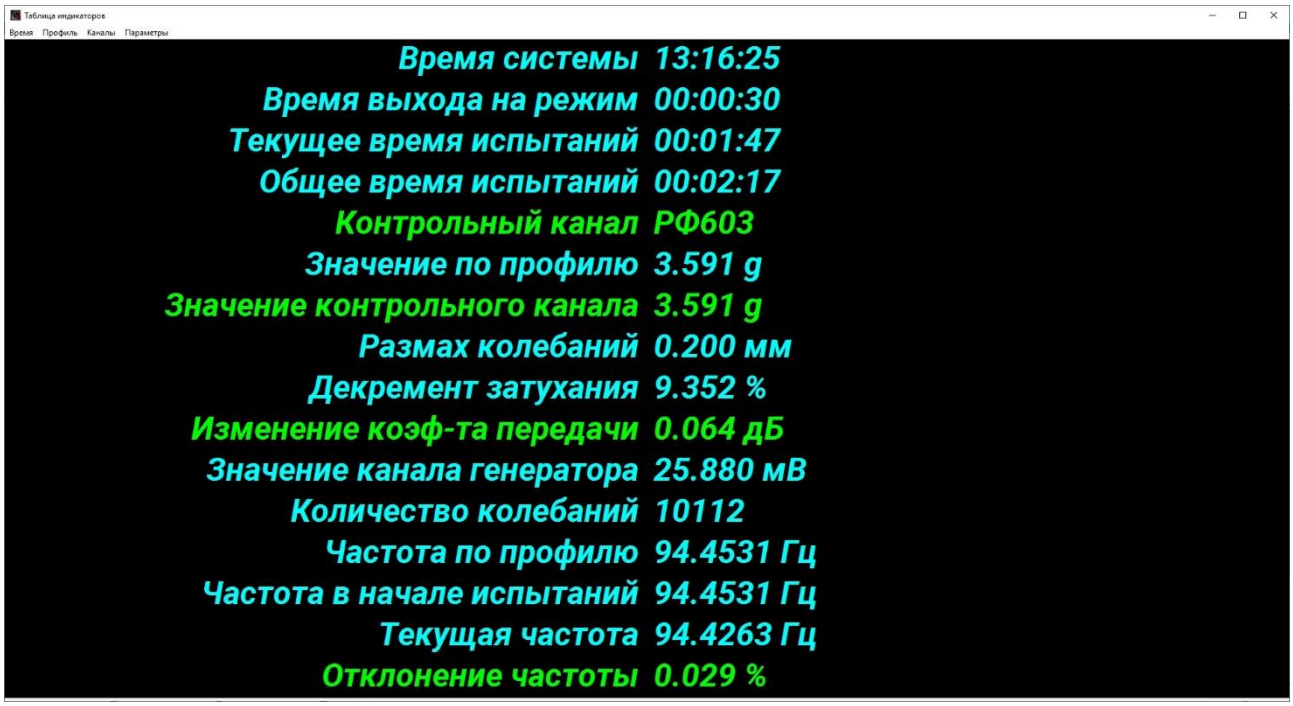


Рис. 13.37 Окно программы «Таблица индикаторов»

В окне «Таблица индикаторов» зеленым шрифтом выделяются параметры, по которым происходит остановка испытаний или замена контрольного канала. Визуализация необходимых параметров выполняется через списки разделов «Время» «Профиль», «Каналы» и «Параметры» окна «Таблица индикаторов» (*Рис. 13.38*).

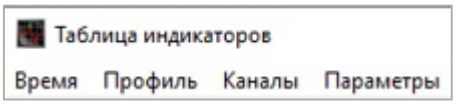


Рис. 13.38 Разделы окна «Таблица индикаторов»

На *Рис. 13.39* приведен пример со списком доступных для визуализации значений окна «Таблица индикаторов».

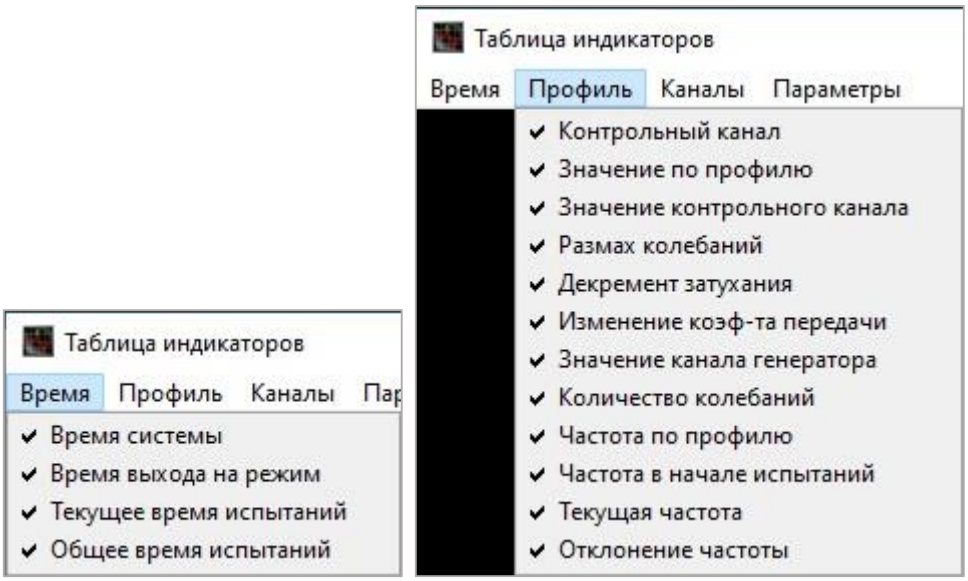


Рис. 13.39 Пример разделов «Время» и «Профиль»

В разделе «Каналы» окна «Таблица индикаторов» можно добавить для отображения в таблице текущие измеренные значения по измерительным каналам контроллера (*Рис. 13.40*). В разделе «Параметры» изменяется размер шрифта параметров (индикаторов), отображаемых в таблице.

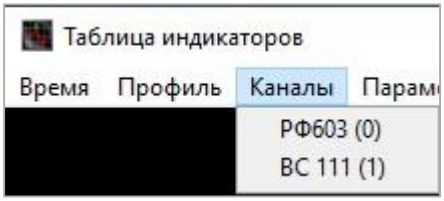


Рис. 13.40 Пример раздела «Каналы»

Программа «Сигналы» выполняет запуск окна программы «Многоканальный осциллограф», которая позволяет наблюдать в реальном времени за сигналами, регистрируемыми с измерительных каналов контроллера.

***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.ru** *заархивированную папку с файлами за текущий день испытаний. Для перехода к папкам с необходимой нам информацией активируйте на панели СУВ текстовую ссылку «Результаты испытаний».*

Программа «Спектральный анализ» выполняет запуск окна программы «Узкополосный спектр», которая позволяет наблюдать за спектральной составляющей сигналов регистрируемых с измерительных каналов СУВ.

Окно «Тарировка» (*Рис. 13.41*) предназначено 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.

Тарировка выполняется для получения зависимости между амплитудой измеренных значений контрольным датчиком и амплитудой измеренных значений остальных датчиков системы.

Полученная зависимость позволяет программе при испытании выполнять более точное поддержание необходимого воздействия следующими по приоритету датчиками, в случае выхода из строя контрольного датчика.

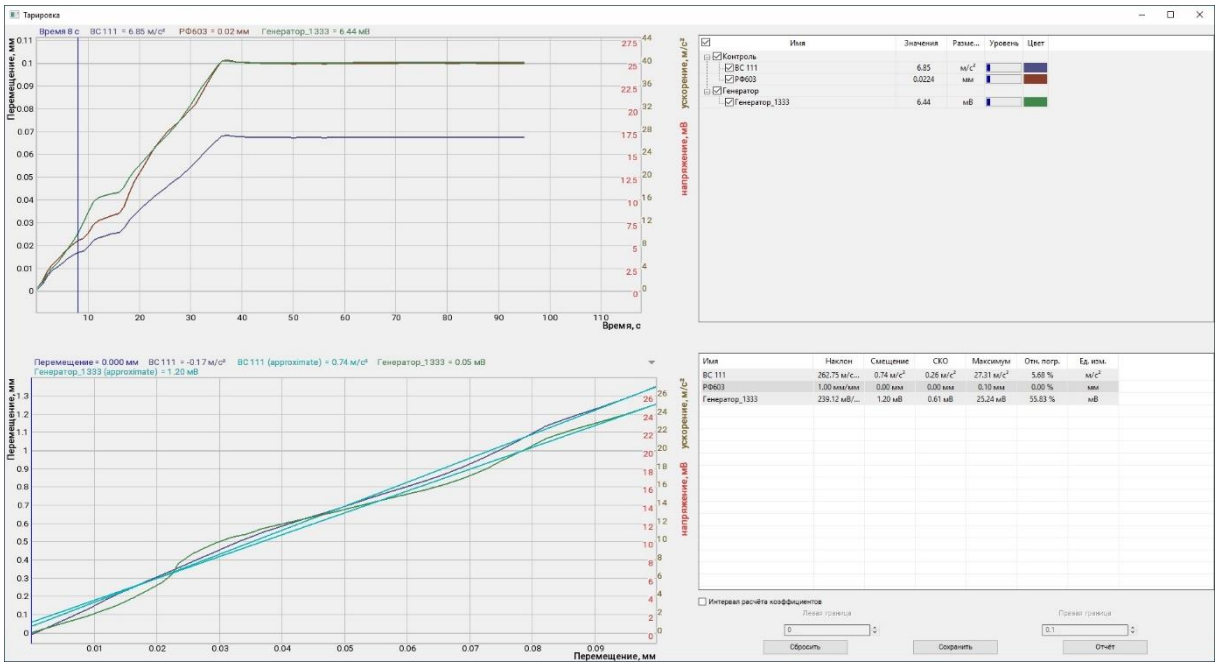


Рис. 13.41 Окно программы «Тарировка»

Данные для тарировки фиксируются во время проведения испытаний. В момент проведения испытаний регистрируется амплитуда отклика по измерительным каналам с приоритетом 2, 3 и т.д. относительно регистрируемой амплитуды на измерительном канале с приоритетом 1.

Для выполнения тарировки следует в окне «Тарировка» активировать параметр «Интервал расчета коэффициентов», после чего в полях «Левая граница» и «Правая граница» указать диапазон для расчёта коэффициентов. Для сохранения тарировки нажать кнопку «Сохранить» (*Рис. 13.42*).

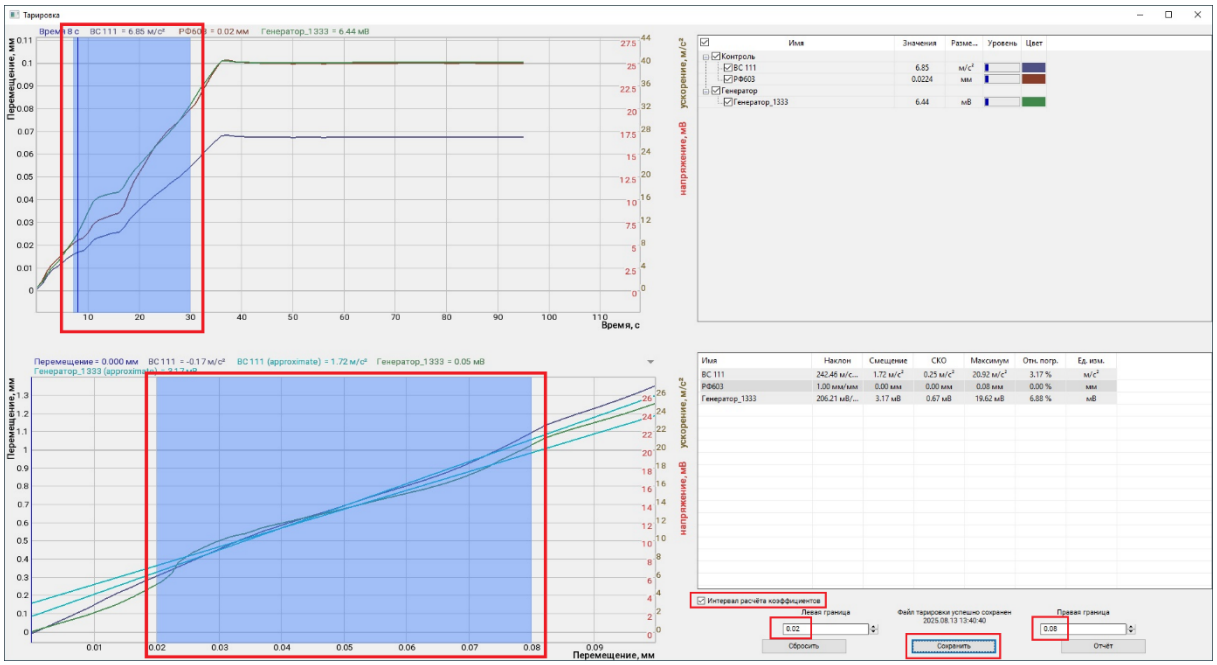


Рис. 13.42 Окно программы «Тарировка»

Для проведения испытаний на основе коэффициентов тарировки необходимо перед стартом испытаний в редакторе профиля испытаний на вкладке «Каналы» перевести переключатель выбора режима работы в положение «Коэффициент тарировки из испытаний» (*Рис. 13.43*), после чего нажать кнопку «Применить» для сохранения изменений.

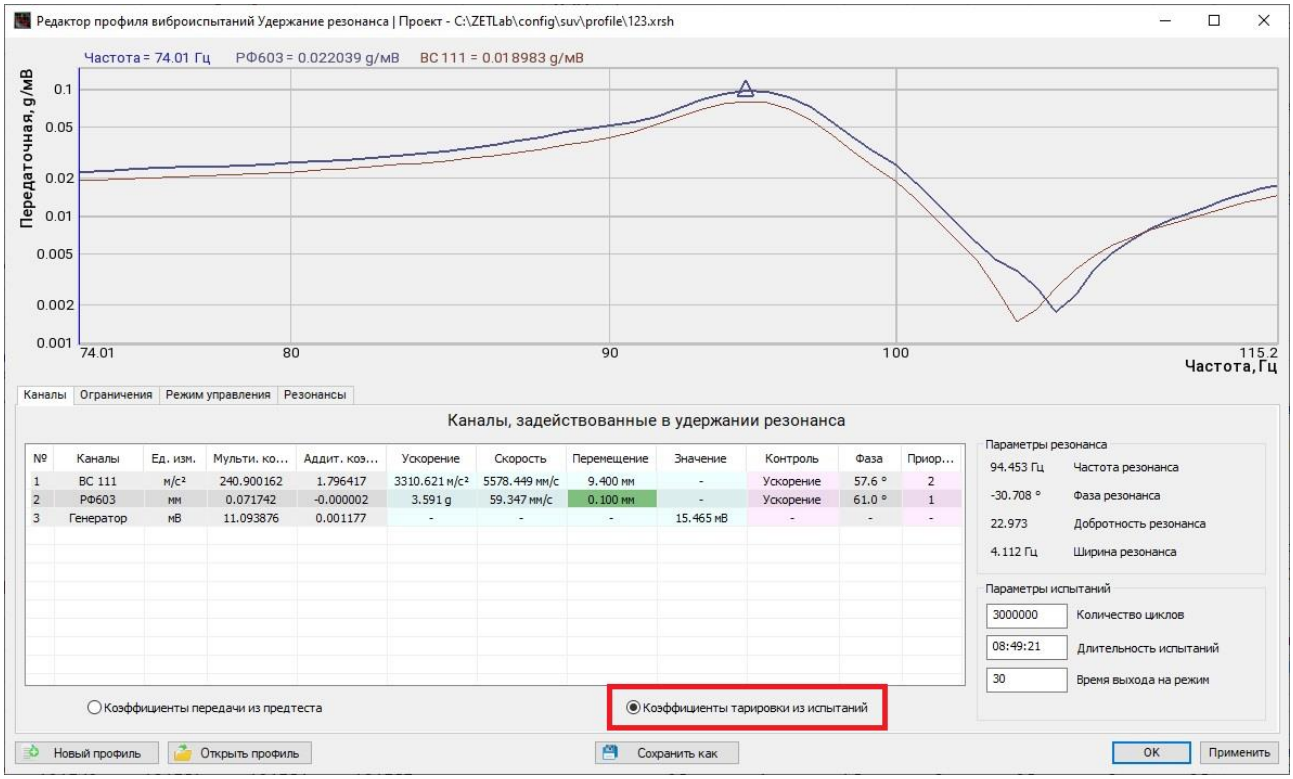


Рис. 13.43 Выбор режима работы «Коэффициент тарировки из испытаний»

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 «Отчет» 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 отчета следует из панели СУВ нажать кнопку «Результаты испытаний». В открывшемся окне выбрать соответствующий тип испытания и перейти в папку «Результат испытания». Просмотр файлов отчета осуществляется при помощи программы «Просмотр результатов». Для этого необходимо вызвать список и выбрать из него «Открыть в ResultViewer» (*Рис. 13.44*).

ZETLAB

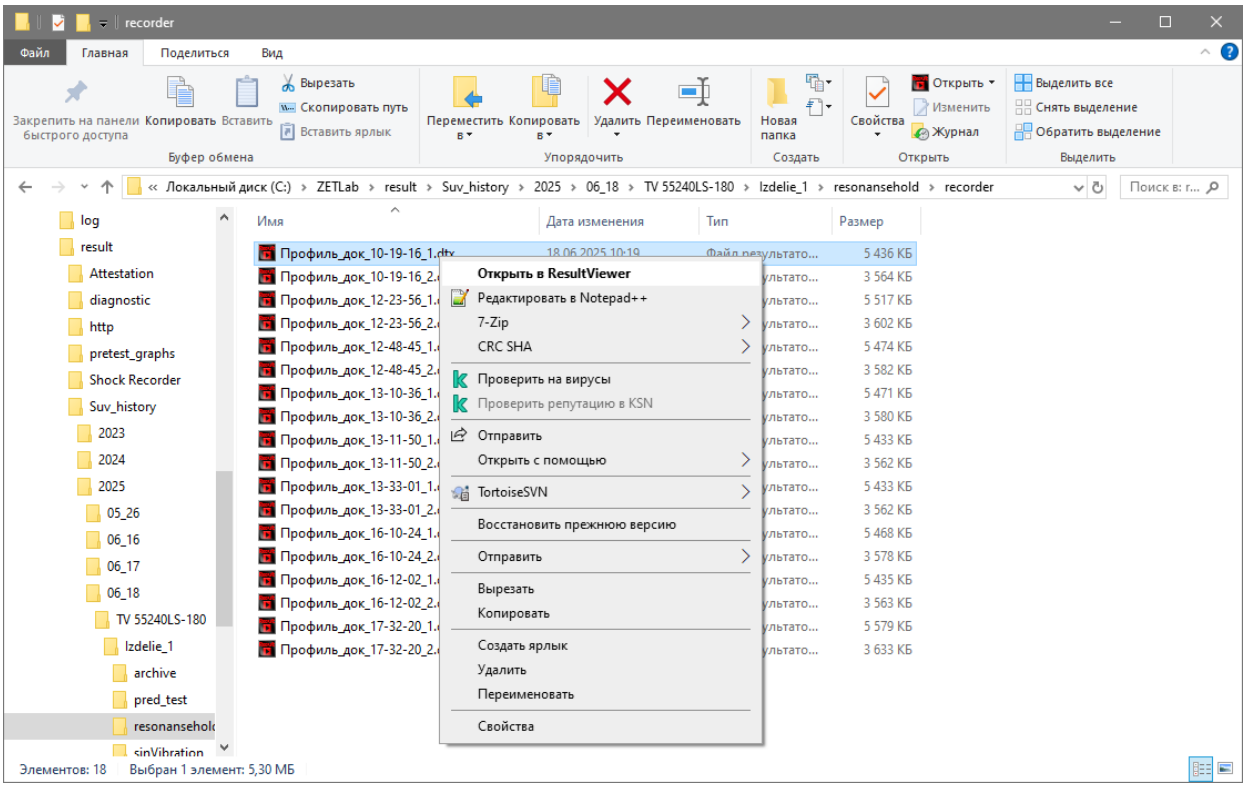


Рис. 13.44 Папка с отчетами

В программе «Просмотр результатов» на вкладке «График» отобразится графическая часть отчета по выполненному испытанию (*Рис. 13.45*).

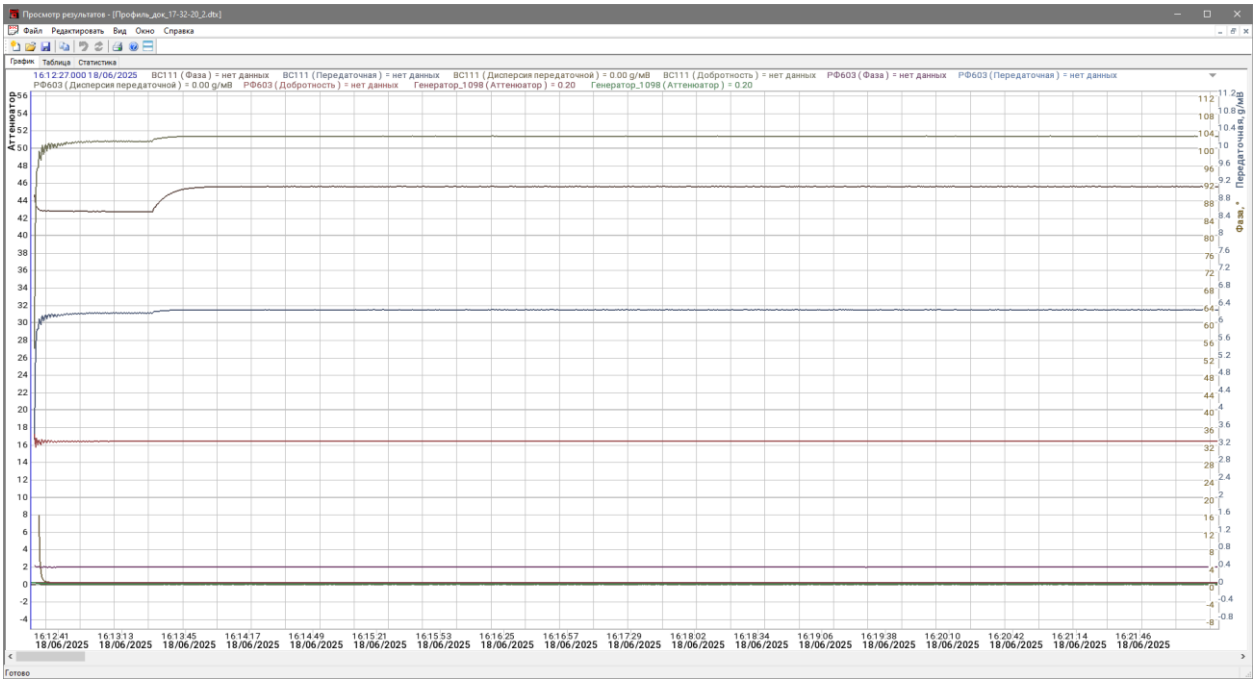
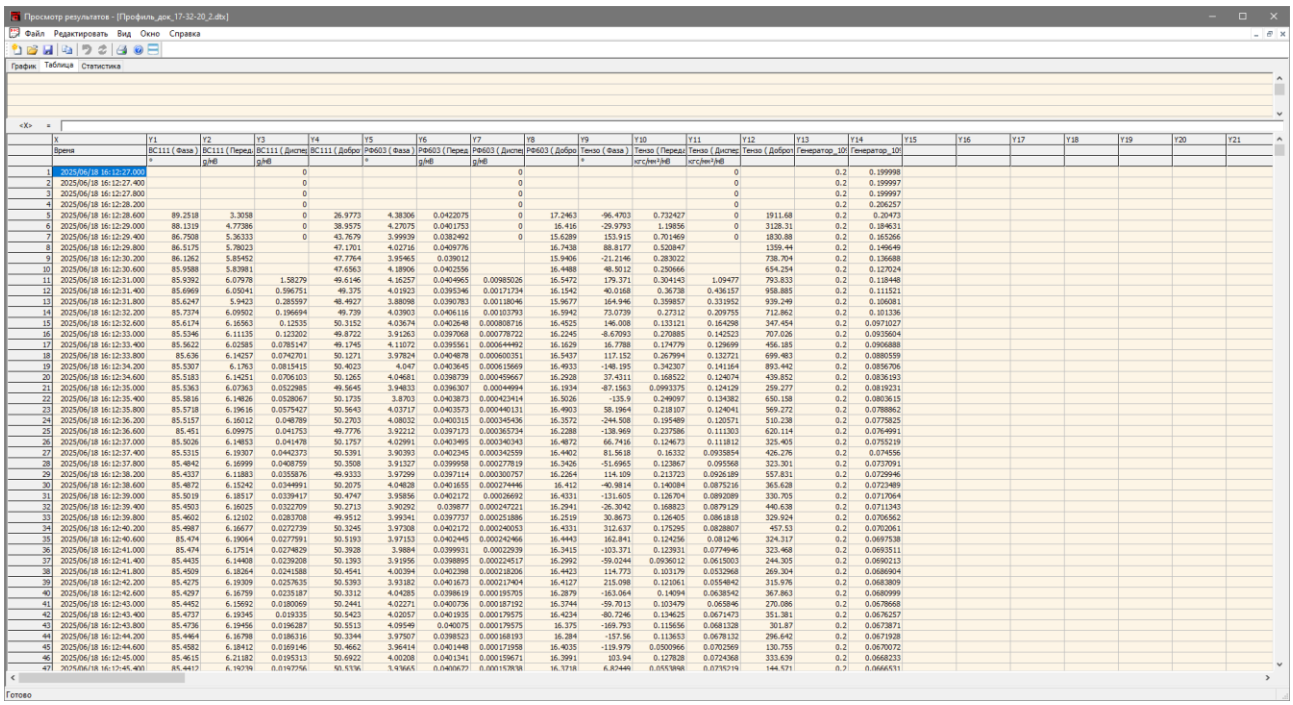


Рис. 13.45 Пример отчета виброиспытаний

Для просмотра значений графика в табличном виде следует перейти на вкладку «Таблица» (*Рис. 13.46*).



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20	Y21
	Время	ВС111 (Фаза)	ВС111 (Перед	ВС111 (Диспе	ВС111 (Добро	РФ603 (Фаза)	РФ603 (Перед	РФ603 (Диспе	РФ603 (Добро	Тензо (Фаза)	Тензо (Перед	Тензо (Диспе	Тензо (Добро	Генератор_10	Генератор_10							
	*		g/мВ	g/мВ		*	g/мВ	g/мВ		*	кгс/мм²/мВ	кгс/мм²/мВ										
1	2025/06/18 16:12:27.000			0				0				0		0.2	0.199998							
2	2025/06/18 16:12:27.400			0				0				0		0.2	0.199997							
3	2025/06/18 16:12:27.800			0				0				0		0.2	0.199997							
4	2025/06/18 16:12:28.200			0				0				0		0.2	0.206257							
5	2025/06/18 16:12:28.600	89.2518	3.3058	0	26.9773	4.38306	0.0422075	0	17.2463	-96.4703	0.732427	0	1911.68	0.2	0.20473							
6	2025/06/18 16:12:29.000	88.1319	4.77386	0	38.9575	4.27075	0.0401753	0	16.416	-29.9793	1.19856	0	3128.31	0.2	0.184631							
7	2025/06/18 16:12:29.400	86.7508	5.36333	0	43.7679	3.99939	0.0382492	0	15.6289	153.915	0.701469	0	1830.88	0.2	0.165266							
8	2025/06/18 16:12:29.800	86.5175	5.78023		47.1701	4.02716	0.0409776		16.7438	88.8177	0.520847		1359.44	0.2	0.149649							
9	2025/06/18 16:12:30.200	86.1262	5.85452		47.7764	3.95465	0.039012		15.9406	-21.2146	0.283022		738.704	0.2	0.136688							
10	2025/06/18 16:12:30.600	85.9588	5.83981		47.6563	4.18906	0.0402556		16.4488	48.5012	0.250666		654.254	0.2	0.127024							
11	2025/06/18 16:12:31.000	85.9392	6.07978	1.58279	49.6146	4.16257	0.0404965	0.00985026	16.5472	179.371	0.304143	1.09477	793.833	0.2	0.118448							
12	2025/06/18 16:12:31.400	85.6969	6.05041	0.596751	49.375	4.01923	0.0395346	0.00171734	16.1542	40.0168	0.36738	0.436157	958.885	0.2	0.111521							
13	2025/06/18 16:12:31.800	85.6247	5.9423	0.285597	48.4927	3.88098	0.0390783	0.00118046	15.9677	164.946	0.359857	0.331952	939.249	0.2	0.106081							
14	2025/06/18 16:12:32.200	85.7374	6.09502	0.196694	49.739	4.03903	0.0406116	0.00103793	16.5942	73.0739	0.27312	0.209755	712.862	0.2	0.101336							
15	2025/06/18 16:12:32.600	85.6174	6.16563	0.12535	50.3152	4.03674	0.0402648	0.00080876	16.4525	146.008	0.133121	0.164298	347.454	0.2	0.0971027							
16	2025/06/18 16:12:33.000	85.5346	6.11135	0.123202	49.8722	3.91263	0.0397068	0.000778722	16.2245	-8.67093	0.270885	0.142523	707.026	0.2	0.0935604							
17	2025/06/18 16:12:33.400	85.5622	6.02585	0.0785147	49.1745	4.11072	0.0395561	0.000644492	16.1629	16.7788	0.174779	0.129699	456.185	0.2	0.0906888							
18	2025/06/18 16:12:33.800	85.636	6.14257	0.0742701	50.1271	3.97824	0.0404878	0.000600351	16.5437	117.152	0.267994	0.132721	699.483	0.2	0.0880559							
19	2025/06/18 16:12:34.200	85.5307	6.1763	0.0815415	50.4023	4.047	0.0403645	0.000615669	16.4933	-148.195	0.342307	0.141164	893.442	0.2	0.0856706							
20	2025/06/18 16:12:34.600	85.5183	6.14251	0.0706103	50.1265	4.04681	0.0398739	0.000459667	16.2928	37.4311	0.168522	0.124074	439.852	0.2	0.0836193							
21	2025/06/18 16:12:35.000	85.5363	6.07363	0.0522985	49.5645	3.94833	0.0396307	0.00044994	16.1934	-87.1563	0.0993375	0.124129	259.277	0.2	0.0819231							
22	2025/06/18 16:12:35.400	85.5816	6.14826	0.0528067	50.1735	3.8703	0.0403873	0.000423414	16.5026	-135.9	0.249097	0.134382	650.158	0.2	0.0803615							
23	2025/06/18 16:12:35.800	85.5718	6.19616	0.0575427	50.5643	4.03717	0.0403573	0.000440131	16.4903	58.1964	0.218107	0.124041	569.272	0.2	0.0788862							
24	2025/06/18 16:12:36.200	85.5157	6.16012	0.048789	50.2703	4.08032	0.0400315	0.000345436	16.3572	-244.508	0.195489	0.120571	510.238	0.2	0.0775825							
25	2025/06/18 16:12:36.600	85.451	6.09975	0.041753	49.7776	3.92212	0.0397173	0.000365734	16.2288	-138.969	0.237586	0.111303	620.114	0.2	0.0764991							
26	2025/06/18 16:12:37.000	85.5026	6.14853	0.041478	50.1757	4.02991	0.0403495	0.000340343	16.4872	66.7416	0.124673	0.111812	325.405	0.2	0.0755219							
27	2025/06/18 16:12:37.400	85.5315	6.19307	0.0442373	50.5391	3.90393	0.0402345	0.000342559	16.4402	81.5618	0.16332	0.0935854	426.276	0.2	0.074556							
28	2025/06/18 16:12:37.800	85.4842	6.16999	0.0408759	50.3508	3.91327	0.0399958	0.000277819	16.3426	-51.6965	0.123867	0.095568	323.301	0.2	0.0737091							
29	2025/06/18 16:12:38.200	85.4337	6.11883	0.0355876	49.9333	3.97299	0.0397114	0.000300757	16.2264	114.109	0.213723	0.0926189	557.831	0.2	0.0729946							
30	2025/06/18 16:12:38.600	85.4872	6.15242	0.0344991	50.2075	4.04828	0.0401655	0.000274446	16.412	-40.9814	0.140084	0.0875216	365.628	0.2	0.0723489							
31	2025/06/18 16:12:39.000	85.5019	6.18517	0.0339417	50.4747	3.95856	0.0402172	0.00026692	16.4331	-131.605	0.126704	0.0892089	330.705	0.2	0.0717064							
32	2025/06/18 16:12:39.400	85.4503	6.16025	0.0322709	50.2713	3.90292	0.039877	0.000247221	16.2941	-26.3042	0.168823	0.0879129	440.638	0.2	0.0711343							
33	2025/06/18 16:12:39.800	85.4602	6.12102	0.0283708	49.9512	3.99341	0.0397737	0.000251886	16.2519	30.8673	0.126405	0.0861818	329.924	0.2	0.0706562							
34	2025/06/18 16:12:40.200	85.4987	6.16677	0.0272739	50.3245	3.97308	0.0402172	0.000240053	16.4331	312.637	0.175295	0.0828807	457.53	0.2	0.0702061							
35	2025/06/18 16:12:40.600	85.474	6.19064	0.0277591	50.5193	3.97153	0.0402445	0.000242466	16.4443	162.841	0.124256	0.081246	324.317	0.2	0.0697538							
36	2025/06/18 16:12:41.000	85.474	6.17514	0.0274829	50.3928	3.9884	0.0399931	0.00022939	16.3415	-103.371	0.123931	0.0774946	323.468	0.2	0.0693511							
37	2025/06/18 16:12:41.400	85.4435	6.14408	0.0229208	50.1393	3.91956	0.0398895	0.000224517	16.2992	-59.0244	0.0936012	0.0615003	244.305	0.2	0.0690213							
38	2025/06/18 16:12:41.800	85.4509	6.18264	0.0241588	50.4541	4.00394	0.0402398	0.000218206	16.4423	114.773	0.103179	0.0532968	269.304	0.2	0.0686904							
39	2025/06/18 16:12:42.200	85.4275	6.19309	0.0257635	50.5393	3.93182	0.0401673	0.000217404	16.4127	215.098	0.121061	0.0554842	315.976	0.2	0.0683809							
40	2025/06/18 16:12:42.600	85.4297	6.16759	0.0235187	50.3312	4.04285	0.0398619	0.000195705	16.2879	-163.064	0.14094	0.0638542	367.863	0.2	0.0680999							
41	2025/06/18 16:12:43.000	85.4452	6.15692	0.0180069	50.2441	4.02271	0.0400736	0.000187192	16.2744	-59.7013	0.103479	0.065846	270.086	0.2	0.0678668							
42	2025/06/18 16:12:43.400	85.4737	6.19345	0.019335	50.5423	4.02057	0.0401935	0.000179575	16.4234	-80.7246	0.134625	0.0671473	351.381	0.2	0.0676257							
43	2025/06/18 16:12:43.800	85.4736	6.19456	0.0196287	50.5513	4.09549	0.040075	0.000179575	16.375	-169.793	0.115656	0.0681328	301.87	0.2	0.0673871							
44	2025/06/18 16:12:44.200	85.4464	6.16798	0.0186316	50.3344	3.97507	0.0398523	0.000168193	16.284	-157.56	0.113653	0.0678132	296.642	0.2	0.0671928							
45	2025/06/18 16:12:44.600	85.4582	6.18412	0.0169146	50.4662	3.96414	0.0401448	0.000171958	16.4035	-119.979	0.0500966	0.0702569	130.755	0.2	0.0670072							
46	2025/06/18 16:12:45.000	85.4615	6.21182	0.0195313	50.6922	4.00208	0.0401341	0.000159671	16.3991	103.94	0.127828	0.0724368	333.639	0.2	0.0668233							
47	2025/06/18 16:12:45.400	85.4417	6.19239	0.0197256	50.5336	3.93665	0.0400677	0.000157838	16.3218	6.82446	0.0553898	0.0735219	144.571	0.2	0.0666531							

Рис. 13.46 Пример отчета виброиспытаний

14 Программа «Регистратор ударов»

14.1 Назначение программы

Программа «Регистратор 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.

14.2 Состав необходимого оборудования

Для проведения испытаний потребуется:

- Ударный стенд;
- Контроллер серии ZET02x, либо ZET03x;
- Акселерометр модели BC111 (либо аналог);
- Компьютер.

14.3 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.

14.4 Окно программы «Регистратор ударов»

Для запуска программы на панели ZETLAB в меню «Анализ сигналов» необходимо ☝ активировать «Регистратор ударов» (Рис. 14.1).

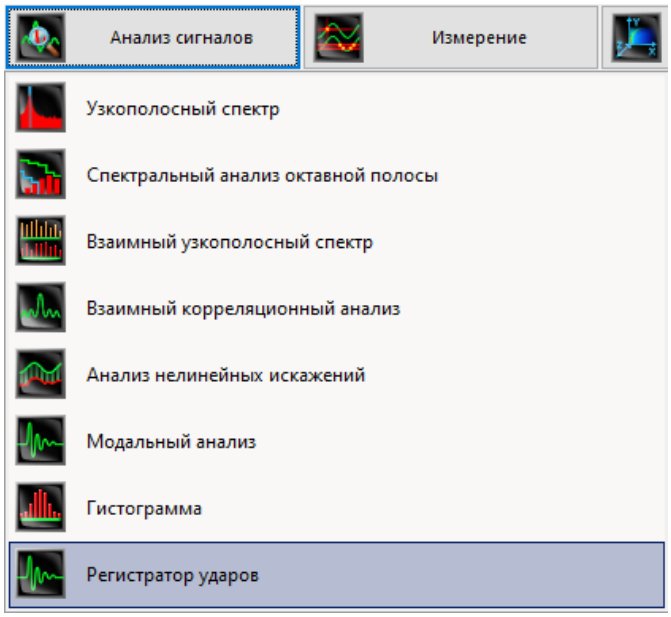


Рис. 14.1 Меню «Анализ сигналов»

На экране монитора отобразится окно программы «Регистратор ударов» (Рис.14.2) которое включает в себя пять областей: график «Опорный», график «Измерительный», таблица зарегистрированных значений, панель управления и журнал событий.

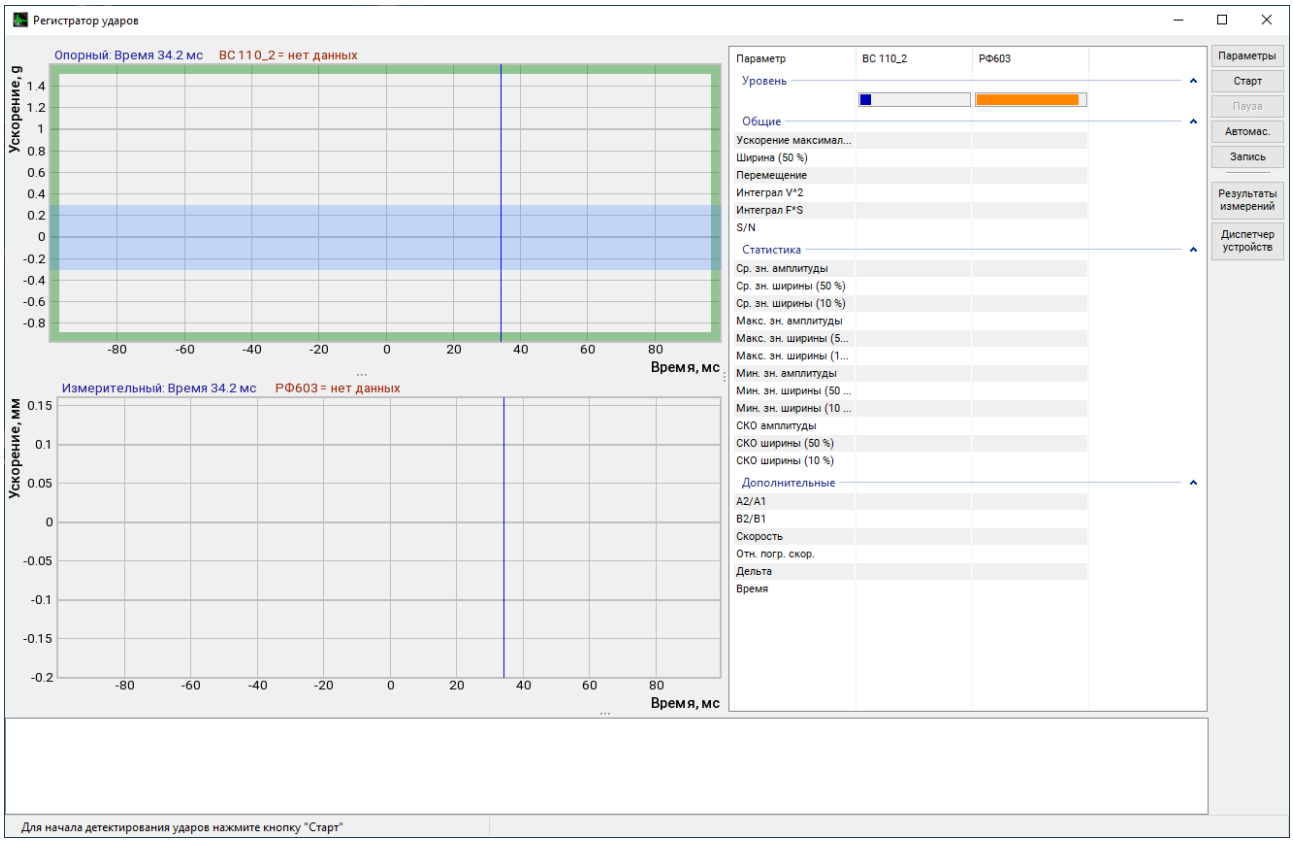


Рис.14.2 Программы «Регистратор ударов»

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:

- «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 «Регистратор ударов») выводятся в виде списка зарегистрированные удары по мере регистрации.

14.5 Настройка параметров

Настройка режима работы программы выполняется в окне программы «Настройка параметров» (*Рис.14.3*), для перехода к которому в окне программы «Регистратор ударов» (*Рис.14.2*) следует ☝ активировать кнопку «Параметры».

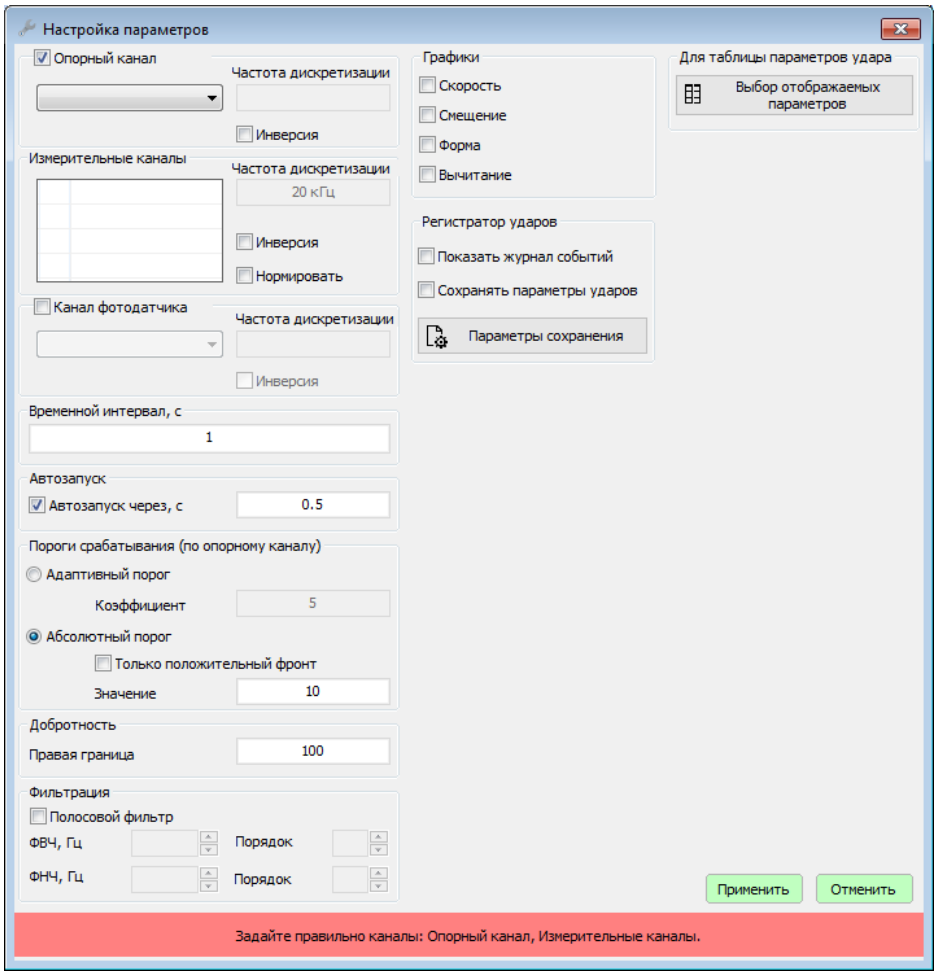


Рис.14.3 Окно «Настройка параметров»

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 «Регистратор ударов» опорный канал будет отображаться в поле графика опорного канала.

Активация окна «Измерительные каналы» откроет окно «Выбор каналов» (*Рис.14.4*) в котором можно добавить или исключить (при необходимости) из работы программы те или иные измерительные каналы. В окне программы «Регистратор ударов» измерительные каналы будут отображаться в поле графиков измерительных каналов.

В случае, когда чек бокс для параметра «Инверсия» активирован то в соответствующем этому чек боксу 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.

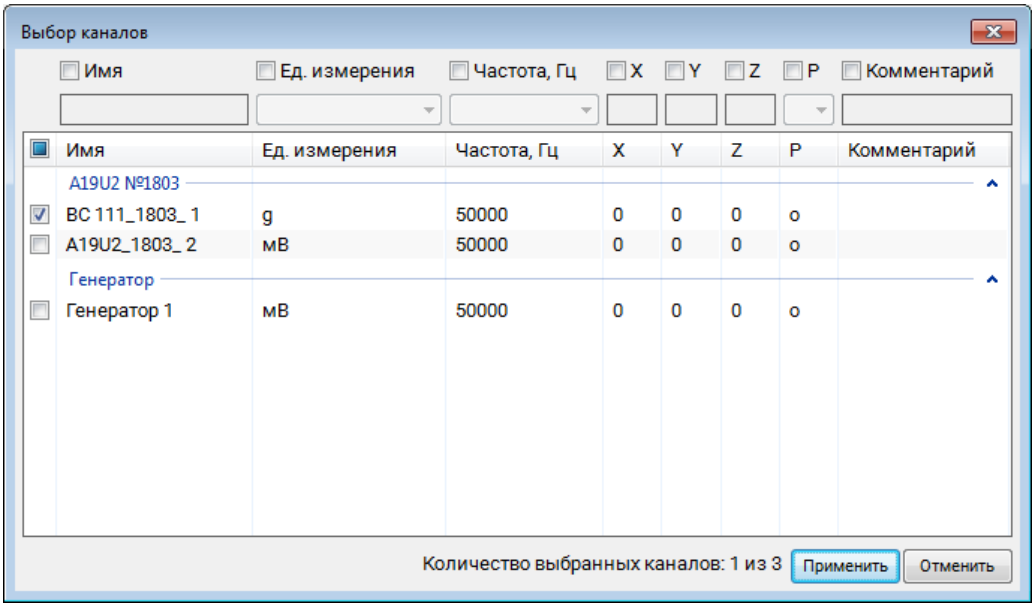


Рис.14.4 Окно «Выбор каналов»

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 «Регистратор 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».

Активация в области «Графики» (*Рис.14.3*) параметров «Скорость», «Смещение», «Форма» и «Вычитание» обеспечивает визуализацию соответствующих графиков в окне программы «Регистрация ударов».

Параметр «Показать журнал событий» в области «Регистратор ударов» служит для открытия внизу окна программы «Регистратор ударов» дополнительного поля (*Рис.14.5*) в который выводится в порядке очередности информация по каждому из зафиксированных ударов.

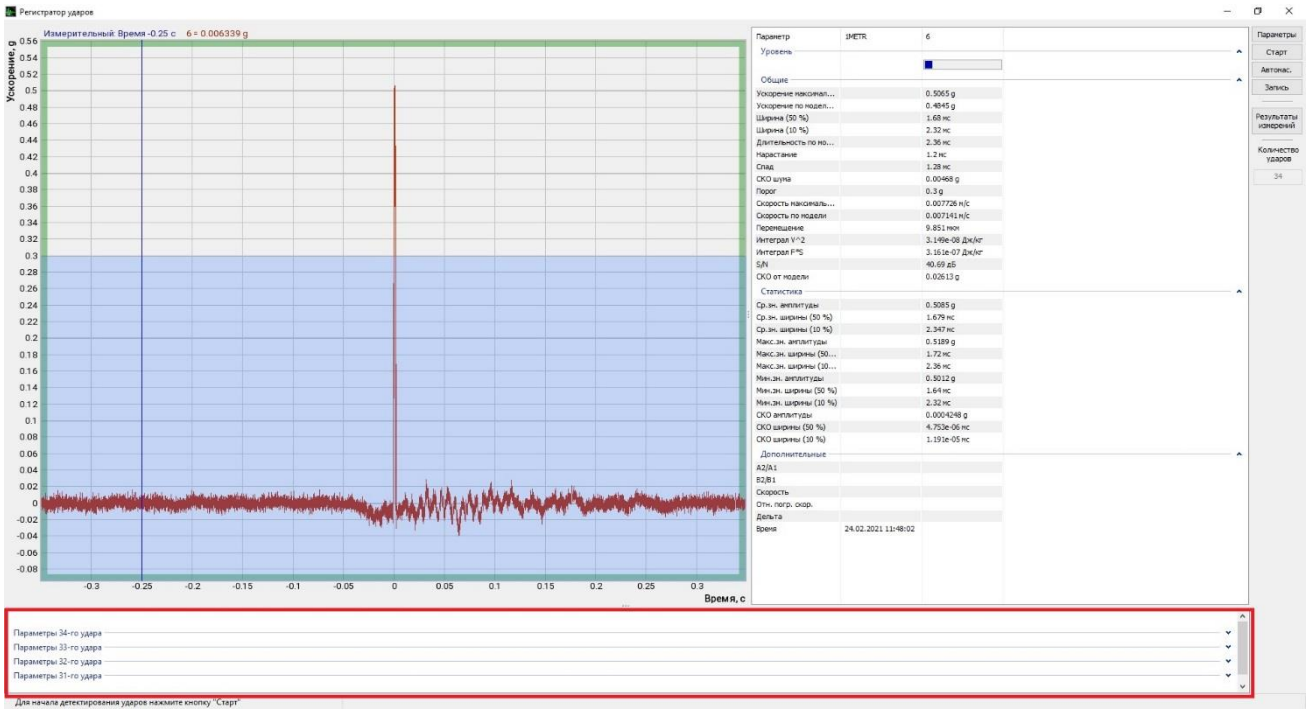


Рис.14.5 Поле «Журнал событий» в окне «Регистратор ударов»

Параметр «Сохранить параметры ударов» в области «Регистратор ударов» служит для активации сохранения информации по регистрируемым ударам в директорию, указанную в окне «Параметры сохранения» (*Рис.14.6*).

Для вызова окна программы «Параметры сохранения» необходимо в окне «Настройка параметров» (*Рис.14.3*) ☝ активировать кнопку «Параметры сохранения».

Окно «Параметры сохранения» 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.

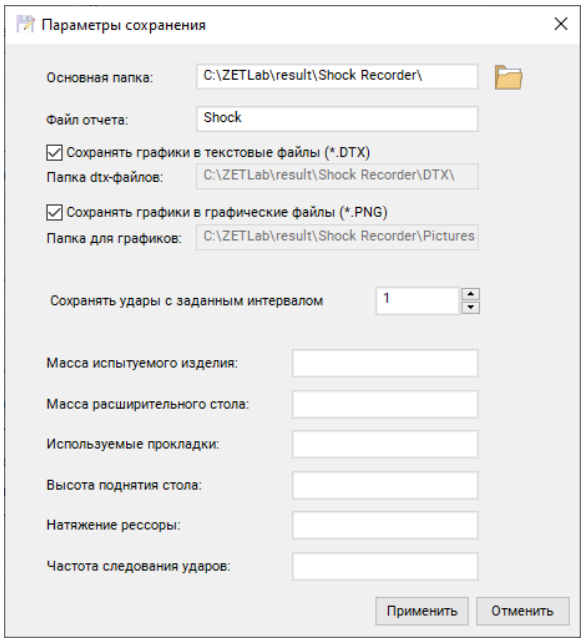


Рис.14.6 Окно «Параметры сохранения»

Параметр «Сохранять удары с заданным интервалом» в окне «Параметры сохранения» определяет шаг при сохранении ударов: «1» - сохраняется каждый удар, «2» - каждый второй удар, «3» - каждый третий удар итд.

В окне «Параметры сохранения» предусмотрены поля для внесения тестовой информации в которых приводится информация о массе испытываемого изделия, о массе расширительного стола, типа прокладки итп. Информация указанная в этих полях затем автоматически заносится в файл протокола испытаний.

Активация кнопки «Выбор отображаемых параметров» в окне «Настройка параметров» (*Рис.14.3*) вызывает соответствующее окно (*Рис.14.7*) в котором можно определить те параметры, которые необходимо отображать в окне «Регистратор ударов».

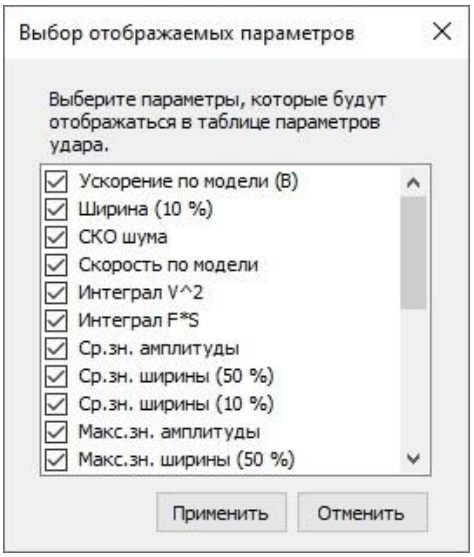


Рис.14.7 Окно «Выбор отображаемых параметров»

14.6 Порядок работы

Убедиться в том, что измерительное оборудование (анализатор, контроллер СУВ итп) подключено, а также настроены и активированы измерительные каналы необходимые для регистрации ударов.

Руководствуясь разделом 14.5 выполнить настройку параметров программы «Регистратор ударов».

В окне программы «Регистратор ударов» ☝ активировать кнопку «Старт» 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 «Регистратор ударов» включает два графика (*Рис.14.8*), 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 «Регистратор ударов» на одном графике (*Рис.14.9*).

При необходимости сохранить в отчет результаты зафиксированные на экране следует ☝ активировать кнопку «Запись».

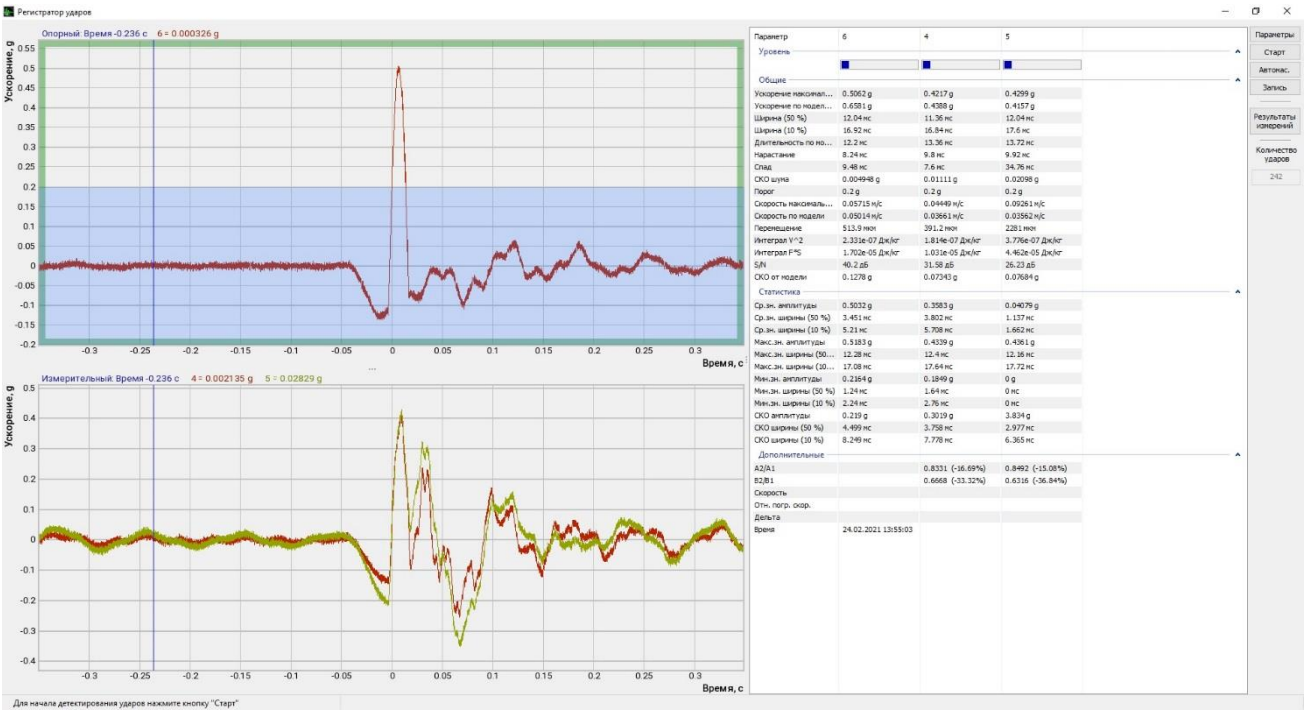


Рис.14.8 Окно «Регистратор ударов» при регистрации с опорным каналом

ZETLAB

Рис.14.9 Окно «Регистратор ударов» при регистрации без опорного канала

15 Сохранение отчетов

15.1 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 настойки 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.

15.2 Автоматизированное сохранение отчетов

Результаты по проведенным испытаниям могут быть сохранены по команде оператора в файл отчета 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 отчета 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 отчета для испытаний на гармоническую вибрацию выполненный в форме протокола приведен в главе 15.3.

Шаблон отчета 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. 15.1*).

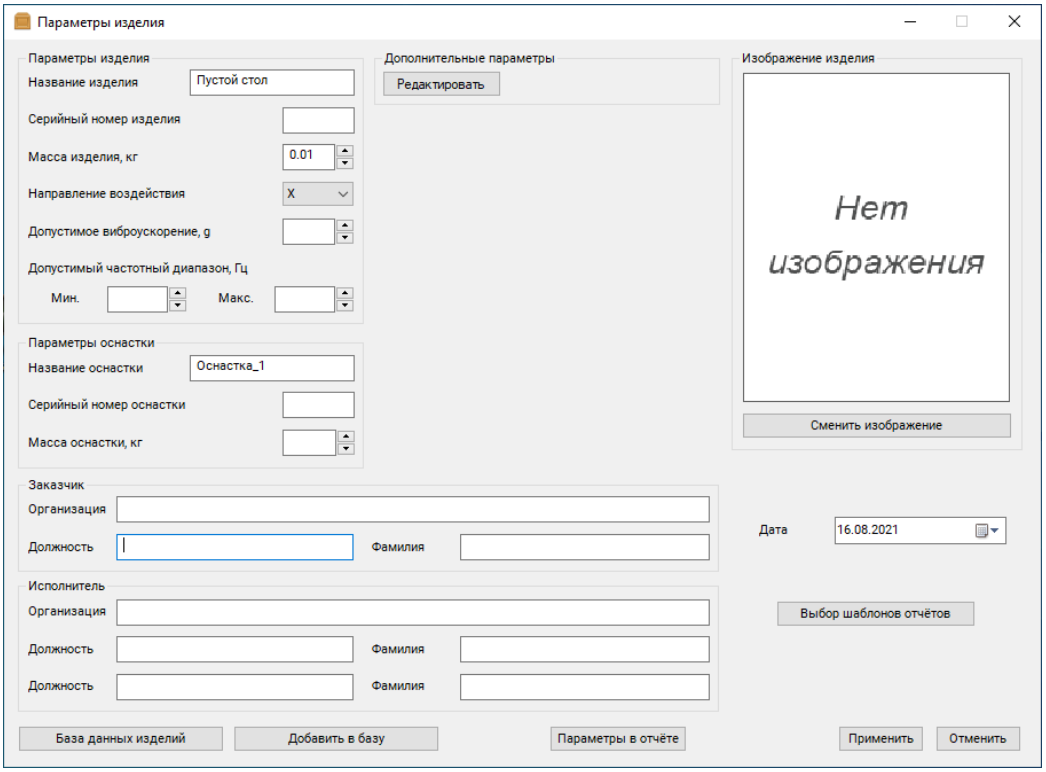


Рис. 15.1 Окно программы «Параметры изделия»

При необходимости пользователь может создавать шаблоны файлов отчета 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. 15.1) позволяет визуализировать наименования меток (Рис. 15.2).

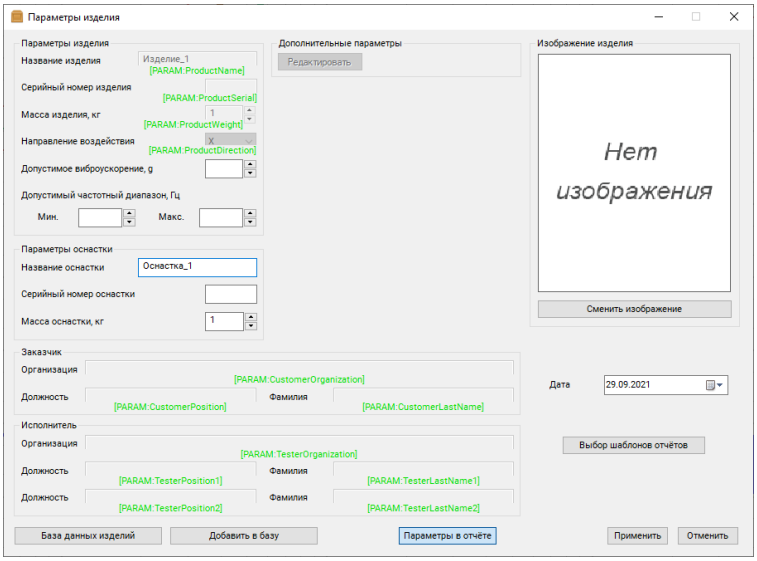


Рис. 15.2 Окно программы «Параметры изделия» с визуализацией меток

Примечание: *если ссылка на подготовленный файл шаблона не выполнена, то при автоматизированном сохранении отчета будет применен шаблон по умолчанию*

После подготовки требуемых шаблонов файлов отчета программному обеспечению СУВ необходимо определить на них ссылку. Для этого в окне программы «Параметры изделия» (*Рис. 15.1*) необходимо ☝ активировать кнопку «Выбор шаблонов отчета» и в окне программы (*Рис. 15.3*) в полях (по соответствующим видам испытаний) указать места расположения подготовленных шаблонов файлов отчета.

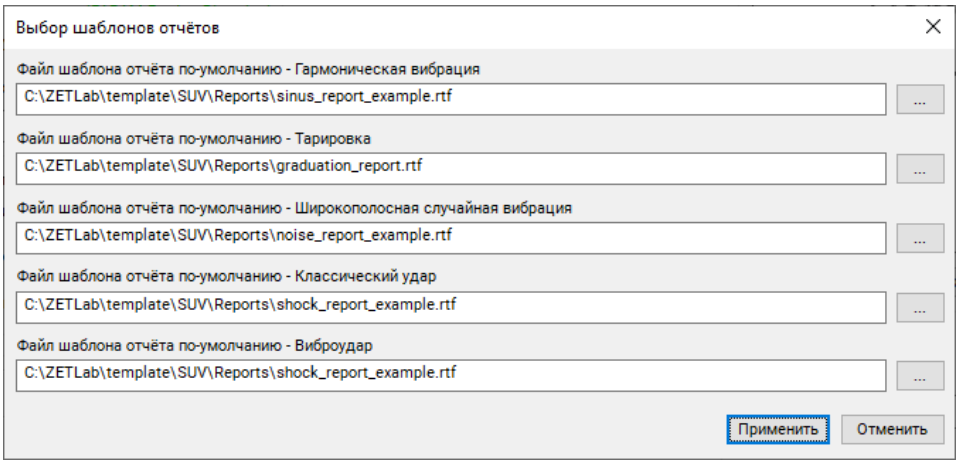


Рис. 15.3 Окно «Выбор шаблонов отчетов»

Для сохранения отчета результатов испытаний (после их проведения) необходимо в соответствующем виду испытаний окне программы в разделе «Окна» ☝ активировать поле «Отчет» (*Рис. 15.4*).

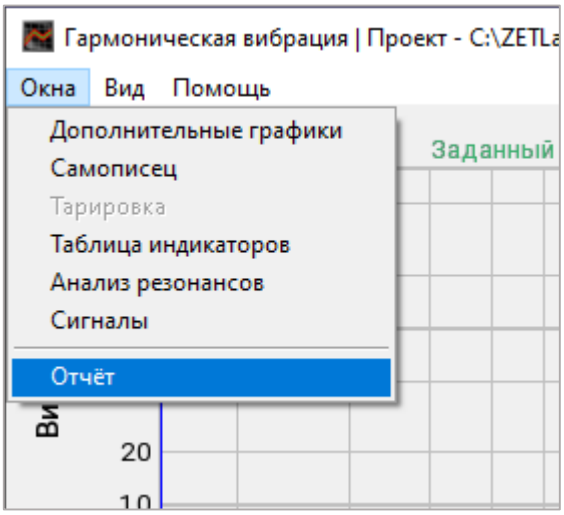


Рис. 15.4 Список раздела «Окна» окна «Гармоническая вибрация»

В окне «Сохранить файл отчета» (*Рис. 15.5*) выбрать директорию и указать имя для файла сохраняемого отчета, после чего ☝ активировать «Сохранить».

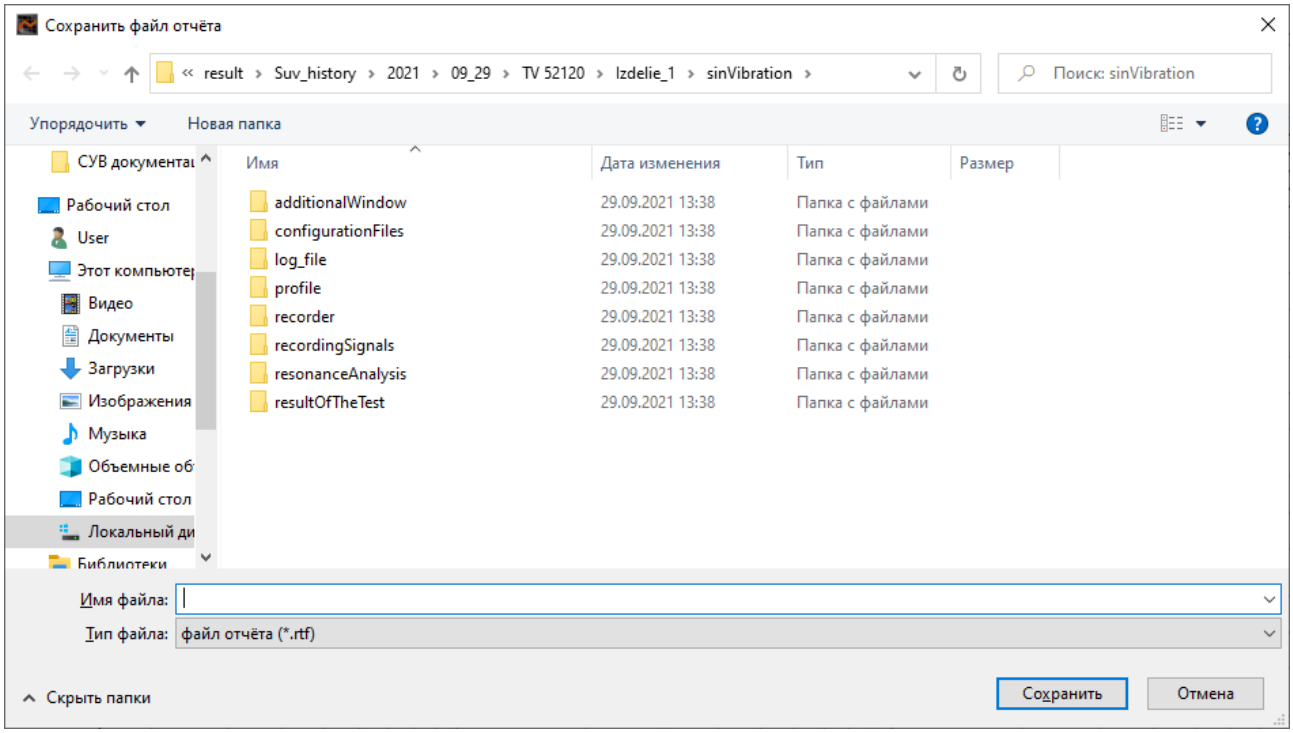


Рис. 15.5 Просмотр файла отчета по виброиспытаниям

15.3 Пример файла отчета для программы «Гармоническая вибрация»

В данном разделе приведен файл отчета (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] _____

15.4 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. 15.6*) следует активировать «Результаты испытаний» при этом будет открыто окно с директориями (*Рис. 15.7*) в которых расположены результаты последних испытаний.

Зарегистрированной информацией в ручном режиме (путем копирования) можно сформировать либо дополнить протокол или отчет о выполненных испытаниях.

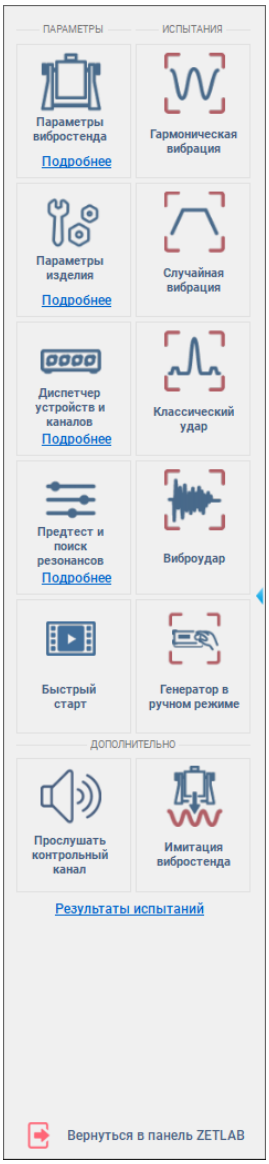


Рис. 15.6 Панель СУВ

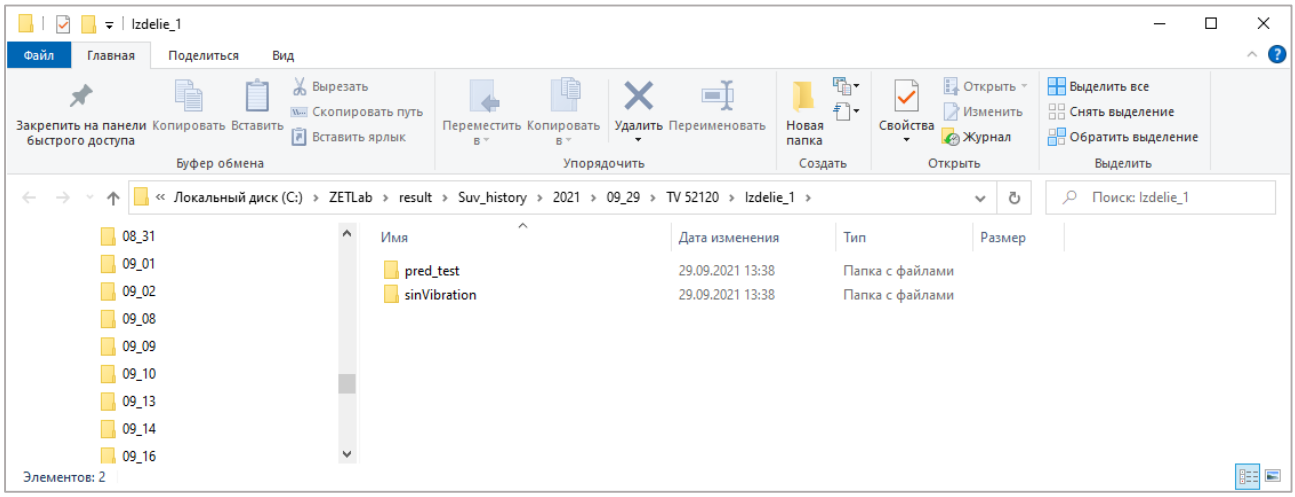


Рис. 15.7 Окно с директориями

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.* ***15.1*** приведены наименования файлов (и состав регистрируемой в них информации) создаваемых программой «Предтест», а в таблице *Табл.* ***15.2*** – программами проведения испытаний («Гармоническая вибрация», «Широкополосная случайная вибрация», «Классический удар» и «Виброудар»).

Табл. 15.1 Состав информации регистрируемой при работе программы «Предтест» (директория «pred_test»)

Наименование файла	**Формат файла**	**Состав регистрируемой информации**
AutoChannel_yyyy_xxxx[1]	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»

[1] Для случаев, когда в составе СУВ задействовано только одного устройства xxxx=yyyy

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. 15.2 Состав регистрируемой в файлах информации в зависимости от программ испытаний

Наименование файла	**Формат файла**	**Программа испытанй**	**Состав регистрируемой информации**
Поддиректория «additionalWindow»			
Нелинейные искажения_чч-мм-сс[2]	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-регулятотра
Поддиректория «log_file»			
SinVibration	log	Синус	Журнал сообщений сформированных при проведении испытаний
widebandnoise	log	ШСВ	
ClassicShock	log	Удар	
vibroshock	log	Виброудар	

[2] «чч» «мм» и «сс» - время регистрации: часы минуты и секунды соответственно

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[3]			
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

[3] *«ГГММДД_ЧЧММСС» –дата и время создания директории:год месяц день_часы минуты секунды*

16 Постобработка результатов испытаний

При необходимости провести анализ и обработку временных реализаций зарегистрированных сигналов в режиме реального времени следует открыть программу «Воспроизведение сигналов» (*Рис. 16.1*) из меню «Регистрация» панели ZETLAB.

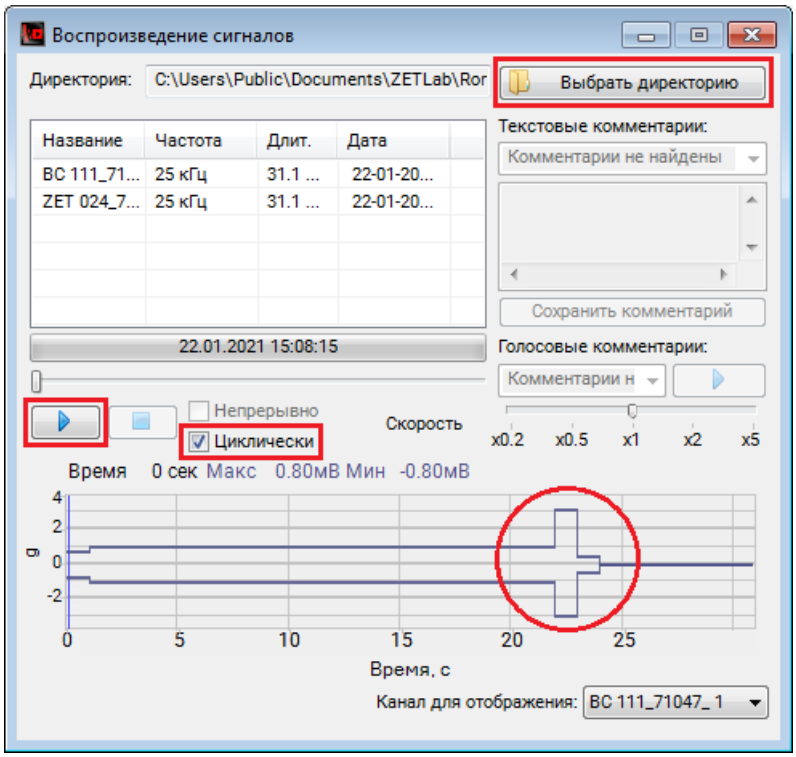


Рис. 16.1 Программа «Воспроизведение сигналов»

В окне программы «Воспроизведение сигналов»:

1. Нажать кнопку «Выбрать директорию» и в открывшемся окне установить директорию расположения папки с зарегистрированными сигналами. Для определения директории расположения папки с зарегистрированными сигналами следует на Панели СУВ ☝ активировать меню «Результаты испытаний», из открывшейся директории перейти к папке с интересуемыми сигналами в соответствии с примером приведенном на *Рис. 16.2*.

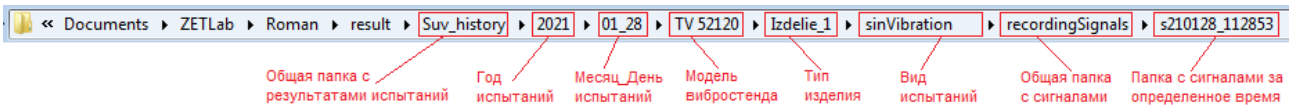


Рис. 16.2 Пример директории расположения папки с зарегистрированными сигналами

2. При необходимости воспроизведения записи сигнала с определенного момента времени на графике предварительного просмотра установить курсор на соответствующей временной отметке;

3. Для автоповтора воспроизведения записанного сигнала установить отметку в поле «Циклически»;

4. Для начала воспроизведения нажать кнопку «▶».

После запуска воспроизведения записанные сигналы становятся доступными для программ из состава ПО ZETLAB, используемые для обработки сигналов. Наиболее востребованными программами являются:

✓ «Многоканальный осциллограф» (панель ZETLAB, раздел «Отображение») – предназначена для оценки формы сигнала и измерения мгновенных значений *Рис. 16.3*;

✓ «Узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов») –предназначена для узкополосной спектральной обработки сигналов, а также просмотра различных спектральных характеристик сигналов;

✓ «Взаимный узкополосный спектр» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов») – предназначена для определения взаимосвязи параметров сигналов от двух первичных преобразователей, установленных в разных частях исследуемого объекта и может использоваться при локализации источника повышенного шума, измерение и отображение разности фаз и коэффициента когерентности сигналов, измерение и построение переходной и импульсной характеристик сигналов, анализа резонансов;

✓ «Фильтрация сигналов» (панель ZETLAB, раздел «Анализ сигналов») – используется для фильтрации сигналов, поступающих на входные каналы контроллера СУВ для последующей обработки программами ZETLab;

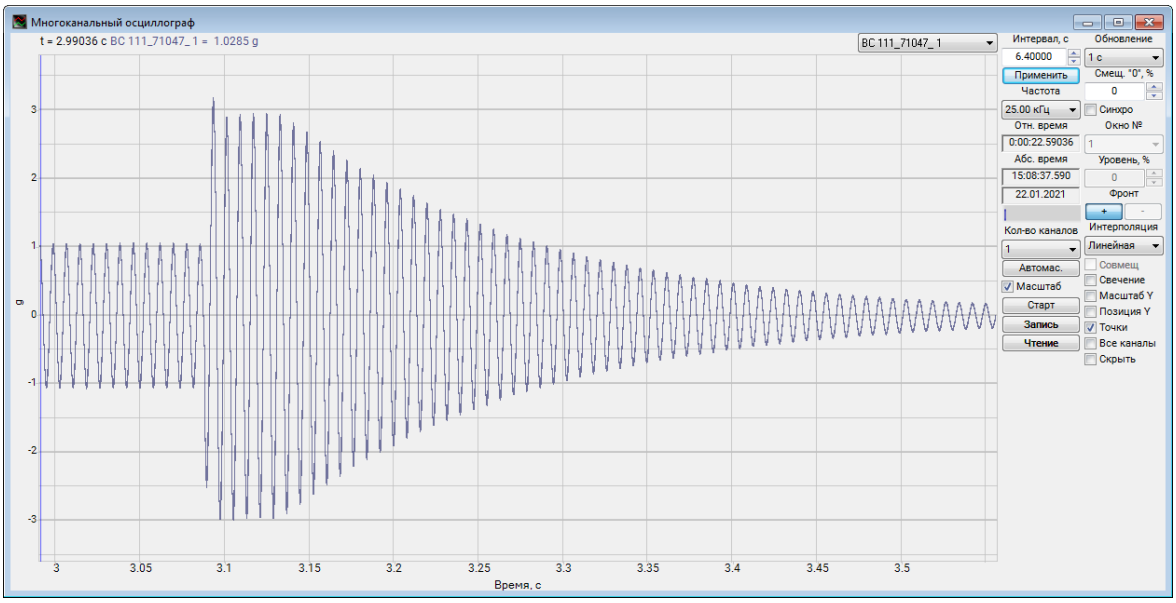


Рис. 16.3 Программа «Многоканальный осциллограф»

Примечание: *для доступа к справочной информации (находясь в окне той из программ, по которой требуется получить справочную информацию) следует активировать на клавиатуре клавишу <F1>.*

17 Аттестация виброустановок

17.1 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.*

17.2 Состав программно-аппаратных средств

Для работы потребуется:

- компьютер;
- анализатор спектра ZET 038;
- первичные преобразователи: один трехкомпонентный и два однокомпонентных акселерометра (либо пять однокомпонентных акселерометров, три из которых установлены на ортогональные грани магнитного кубика AM51);
- программное обеспечение ZETLAB в комплекте с программой «Аттестация вибростендов».

17.3 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 17.6.7). 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 «Р» (ориентация измерительного канала) для всех измерительных каналов, задействованных в аттестации в соответствии с ориентацией установленных первичных преобразователей.

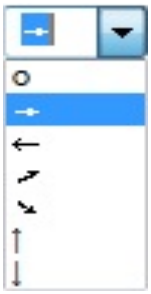


Рис. 17.1 Параметр «Р» ориентация измерительного канала

Символ «↑» – для измерительных каналов первичных преобразователей, установленных по направлению вибрации; символы «→» и «↗» – для измерительных каналов первичных преобразователей, расположенных ортогонально.

17.4 Правила работы с программой «Аттестация вибростенда»

17.4.1 Открытие и закрытие окна программы

Для запуска окна программы (*Рис. 17.2*) 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.

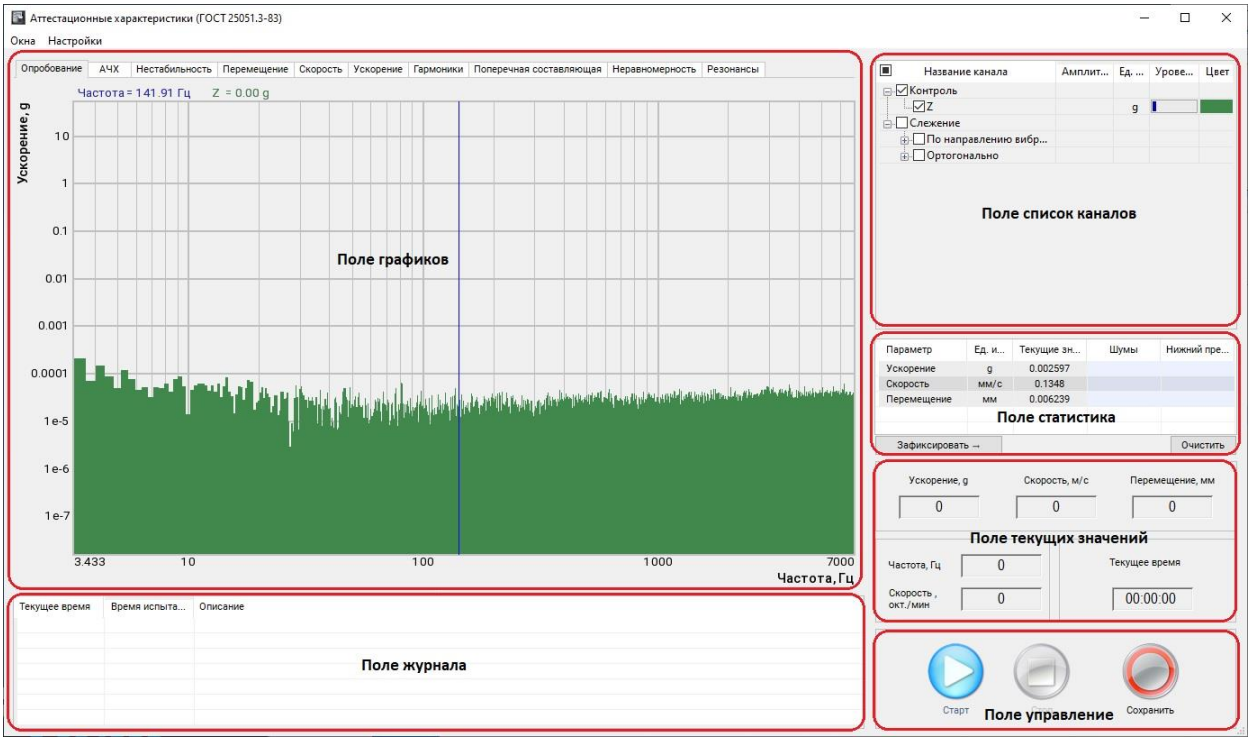


Рис. 17.2 Окно «Аттестационные характеристики»

17.4.2 Настройки параметров программы

Необходимые для работы программы параметры определяются в окне «Настройки» (*Рис. 17.3*).

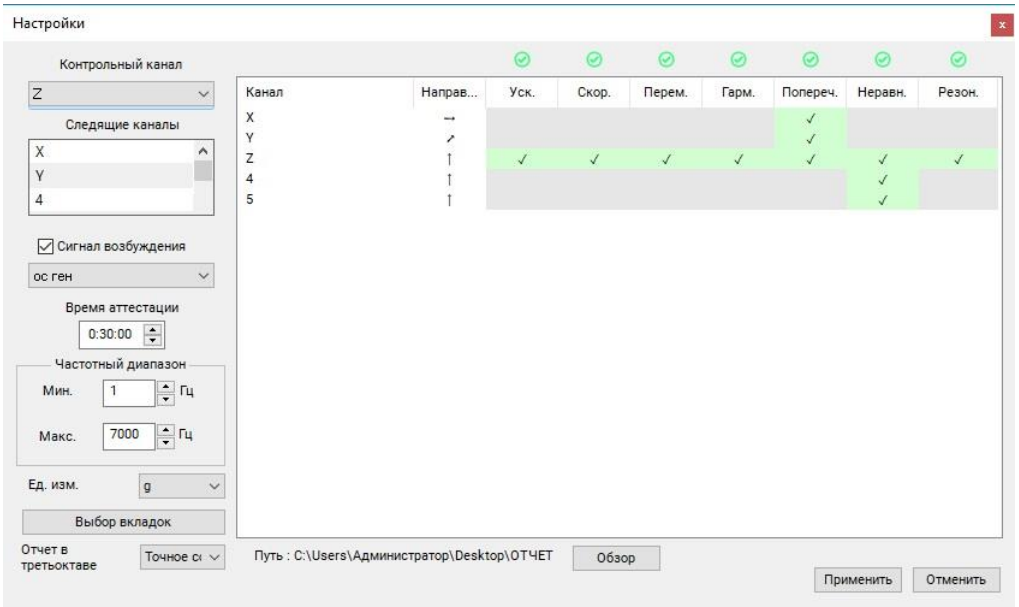


Рис. 17.3 Окно «Настройки»

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.

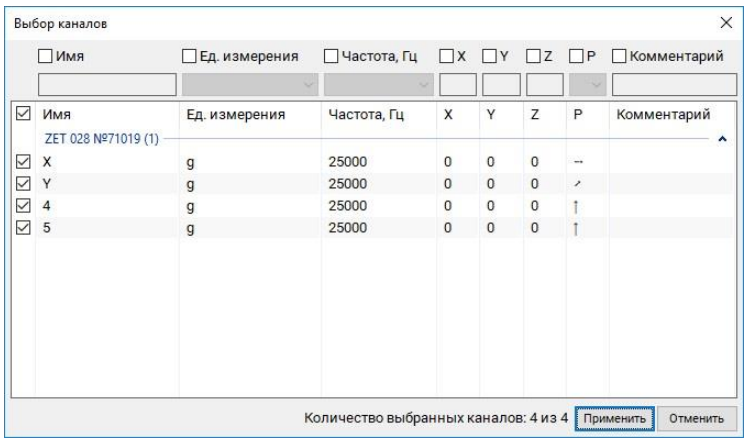


Рис. 17.4 Окно «Выбор каналов»

Активация параметра «Сигнал возбуждения» позволяет выбрать измерительный канал, задействованный в качестве опорного при определении резонансов (см. пункт 17.6.10).

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 17.6.5).

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. 17.5*), где следует выбрать вкладки, которые необходимо отображать в поле графиков в окне «Аттестационные характеристики».

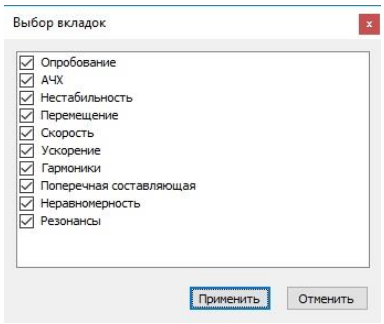


Рис. 17.5 Окно «Выбор вкладок»

Для выбора директории сохранения файлов отчета 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.

17.4.3 Окно программы

Окно программы «Аттестационные характеристики» (*Рис. 17.2*) имеет несколько вкладок определяющих различные виды измерений при проведении аттестации. Соответствие вкладок пунктам аттестации приведено в *Табл.* ***17.1***.

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»).

17.4.4 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 осе0й: ↕, ⇣⇡, ↑, ↓, ⤢.

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 ⤢.

17.5 Операции аттестации

Операции аттестации виброустановок согласно ГОСТ 25051.3-83, а также используемые при ее проведении вкладки программы «Аттестация вибростенда» приведены в *Табл.* ***17.1***.

Табл. 17.1 Операции аттестации виброустановок (ГОСТ 25051.3-83)

№ пункта стандарта ГОСТ 25051.3-83	Наименование операции	Используемая вкладка программы «Аттестация вибростенда»	Номер пункта документа
4.2	Внешний осмотр	—	17.6.2
4.3	Проверка требований безопасности	—	17.6.3
4.4	Опробование	«Опробование»	17.6.4
4.5	Определение нестабильности виброускорения и частоты	«Нестабильность»	17.6.5
4.6	Определение диапазонов ускорения, виброперемещения (далее – перемещения) и частоты	«Опробование»; «Ускорение»; «Скорость»[4]; «Перемещение»	17.6.6
4.7	Определение коэффициента гармоник ускорения и (или) перемещения	«Гармоники»	17.6.7
4.8	Определение коэффициента поперечных составляющих	«Поперечная составляющая»	17.6.8
4.9	Определение коэффициента неравномерности распределения	«Неравномерность»	17.6.9
4.10	Определение резонансной частоты подвески и первой резонансной частоты подвижной системы	«Резонансы»	17.6.10
4.11	Определение индукции магнитного поля рассеяния над столом вибростенда	—	17.6.11
4.12	Определение вибрационного шума на столе вибростенда	«Опробование»	17.6.12
4.13	Определение изменения температуры стола вибростенда	—	17.6.13
4.14	Определение пределов погрешности поддержания ускорения и (или) перемещения в контрольной точке	«Ускорение»; «Скорость»[1]; «Перемещение»	17.6.14
4.15	Определение пределов погрешности воспроизведения ускорения и перемещения в контрольной точке	—	17.6.15
4.16	Проверка функционирования установки в условиях нагрузки, приложенной по линии, перпендикулярной к рабочей оси вибростенда	«Гармоники»	17.6.16
4.17	Проверка функционирования установки в условиях её нагружения допустимым моментом от эксцентриситета нагрузки.	«Гармоники»	17.6.17
4.18	Определение предела погрешности воспроизведения частоты	«Нестабильность»	17.6.18

[4] В случаях аттестации по профилям, имеющим ограничение по виброскорости.

17.6 Аттестация виброустановки

17.6.1 Общие положения

При проведении операций задействуются различные значения массы нагрузки на столе виброустановки, а также различные источники сигнала (*Табл. 17.2*).

Табл. 17.2 Таблица нагрузок и измерительных каналов при испытаниях

Номер пункта документа	Масса нагрузки на столе вибростенда	Источник сигнала для измерений
17.6.4	0	канал контрольного акселерометра
17.6.5	$m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
17.6.6	0; $0.25m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
17.6.7	0	канал контрольного акселерометра
17.6.8	0; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра; два канала от акселерометров, направленных ортогонально к контрольному
17.6.9	0	канал контрольного акселерометра; три канала от акселерометров, направленных одинаково с контрольным
17.6.10	0; $0.25m_{ном}$	канал контрольного акселерометра; канал возбуждения штатной системы управления виброустановкой[5]
17.6.11	0	канал контрольного акселерометра
17.6.12	0; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
17.6.13	0	канал контрольного акселерометра
17.6.14	$0.25m_{ном}$; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
17.6.15	$0.25m_{ном}$; $m_{ном}$	канал контрольного акселерометра
17.6.16	0	канал контрольного акселерометра

[5] Под штатной системой управления виброустановкой подразумевается та система управления, с которой аттестуемый вибростенд будет эксплуатироваться.

17.6.2 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.

17.6.3 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».

17.6.4 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. 17.6) 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*

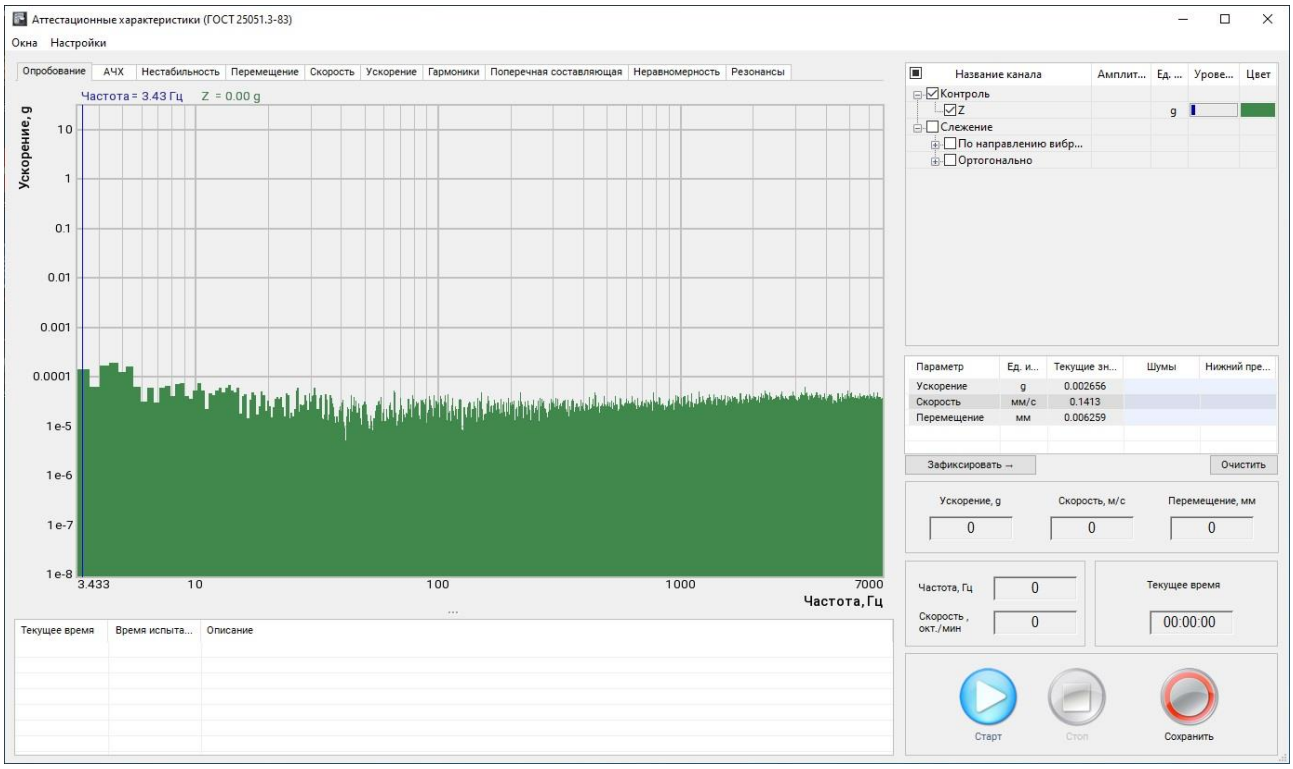


Рис. 17.6 Вкладка «Опробование». График спектра при отсутствии сетевой помехи

В случае присутствия значительного уровня сетевой помехи (Рис. 17.7) необходимо проверить заземление анализатора спектра и аттестуемой аппаратуры и принять необходимые меры для снижения сетевой помехи.

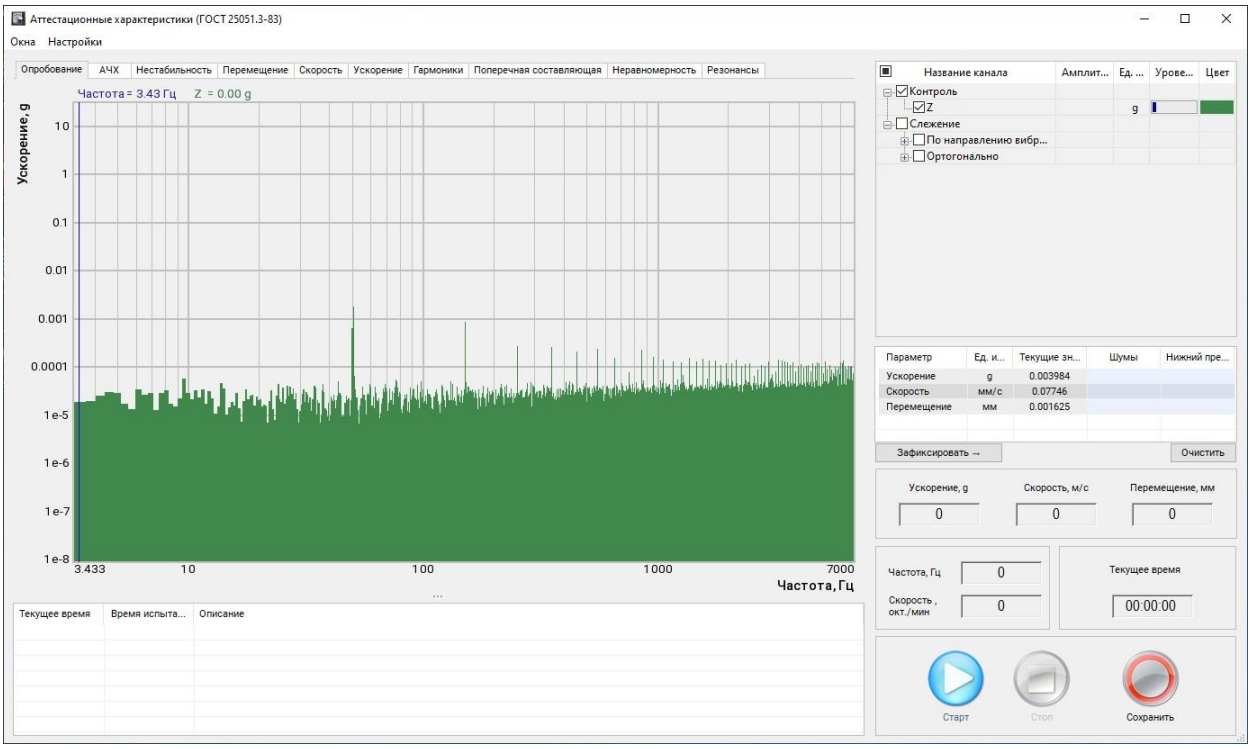


Рис. 17.7 Вкладка «Опробование». График спектра при наличии сетевой помехи

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. 17.8) появилась дискретная составляющая на заданной частоте и с заданной амплитудой тестового сигнала.

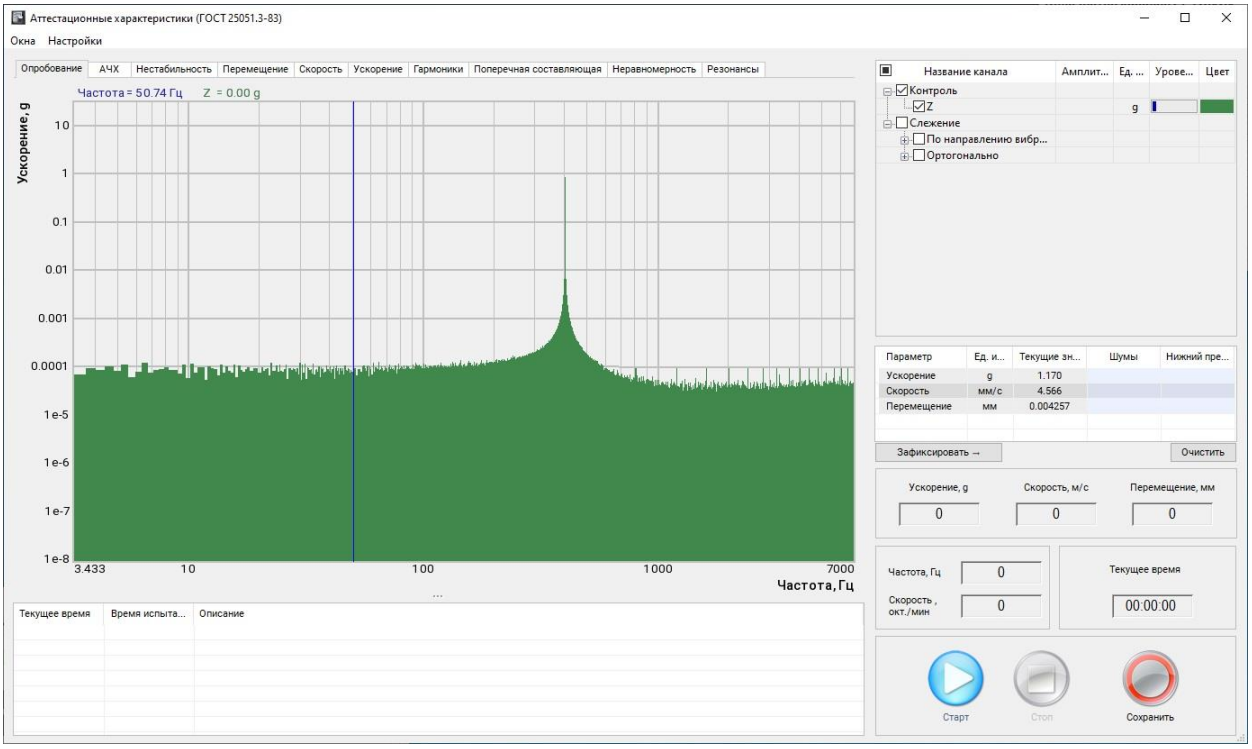


Рис. 17.8 Вкладка «Опробование». График спектра при наличии тестового сигнала

17.6.5 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. 17.9) 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. 17.3).*

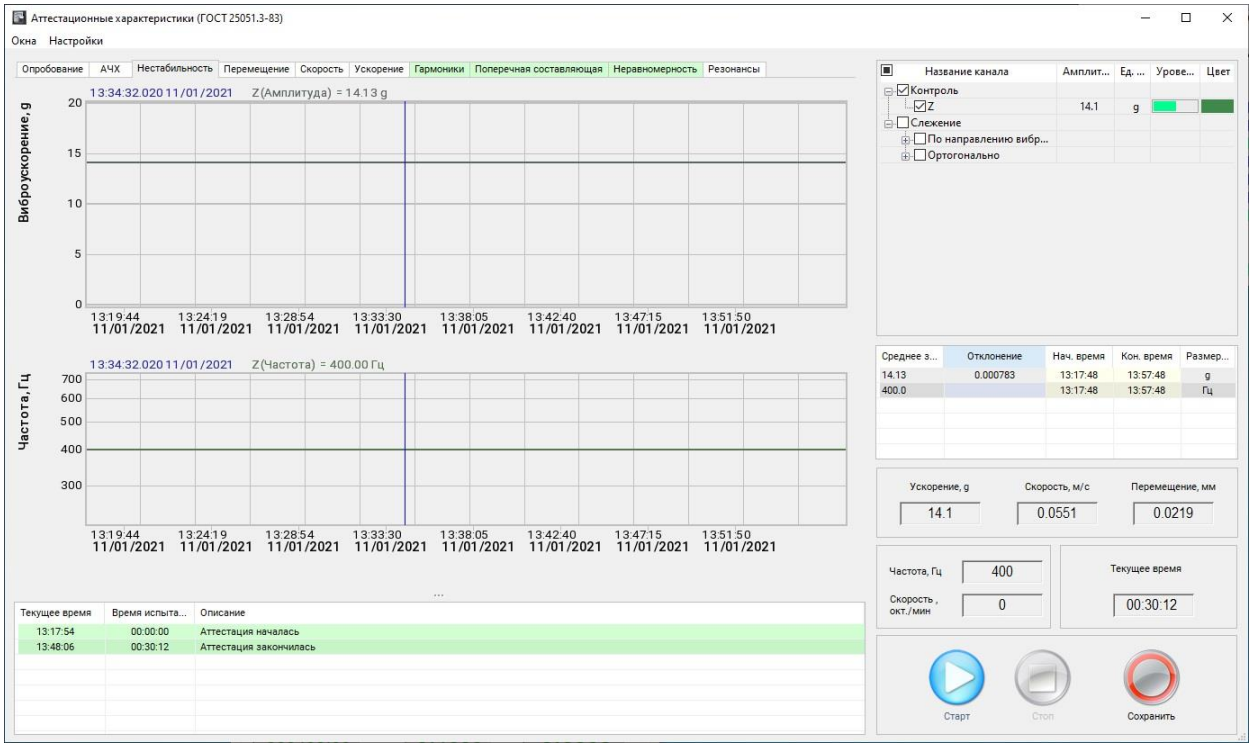


Рис. 17.9 Вкладка «Нестабильность»

17.6.6 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 17.6.12.

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. 17.10) «Скорость» (Рис. 17.11) и «Ускорение» (Рис. 17.12) 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».*

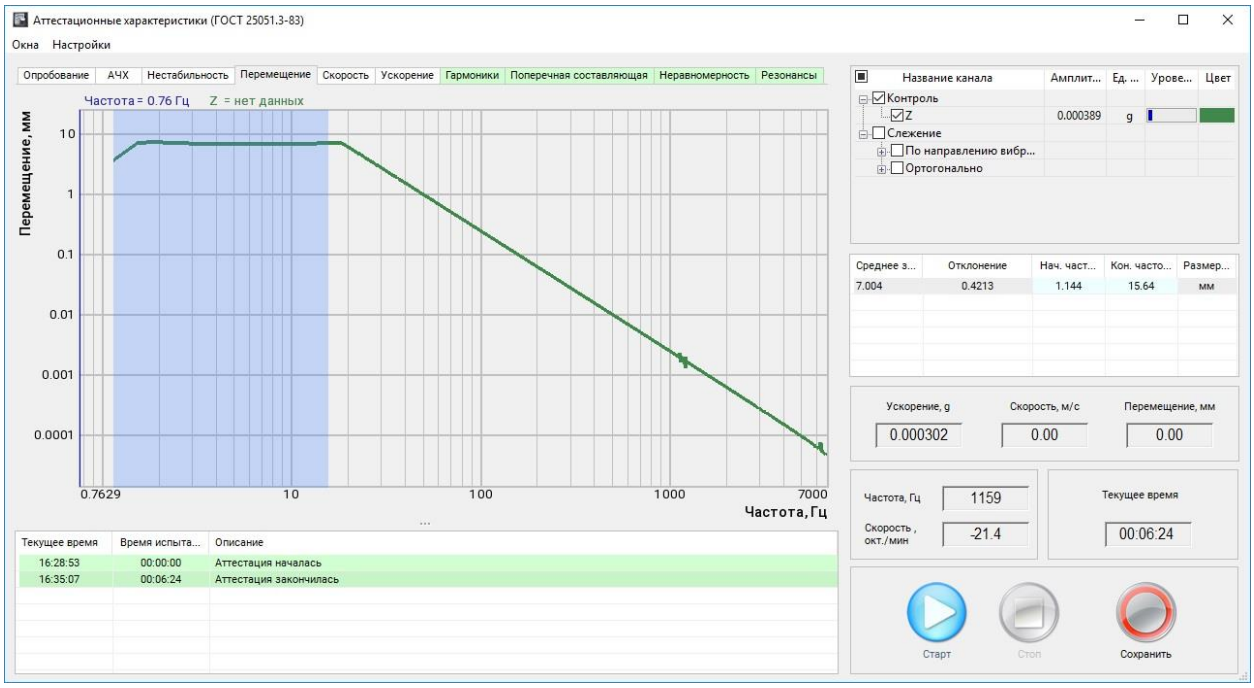


Рис. 17.10 Вкладка «Перемещение»

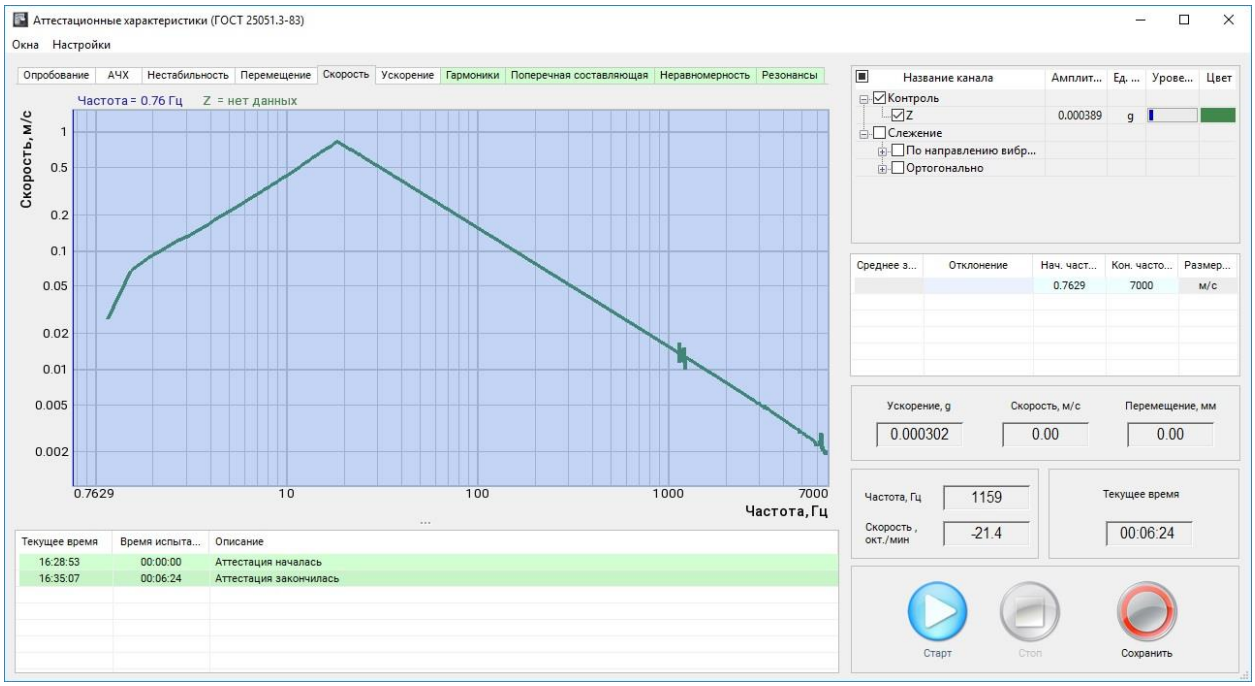


Рис. 17.11 Вкладка «Скорость»

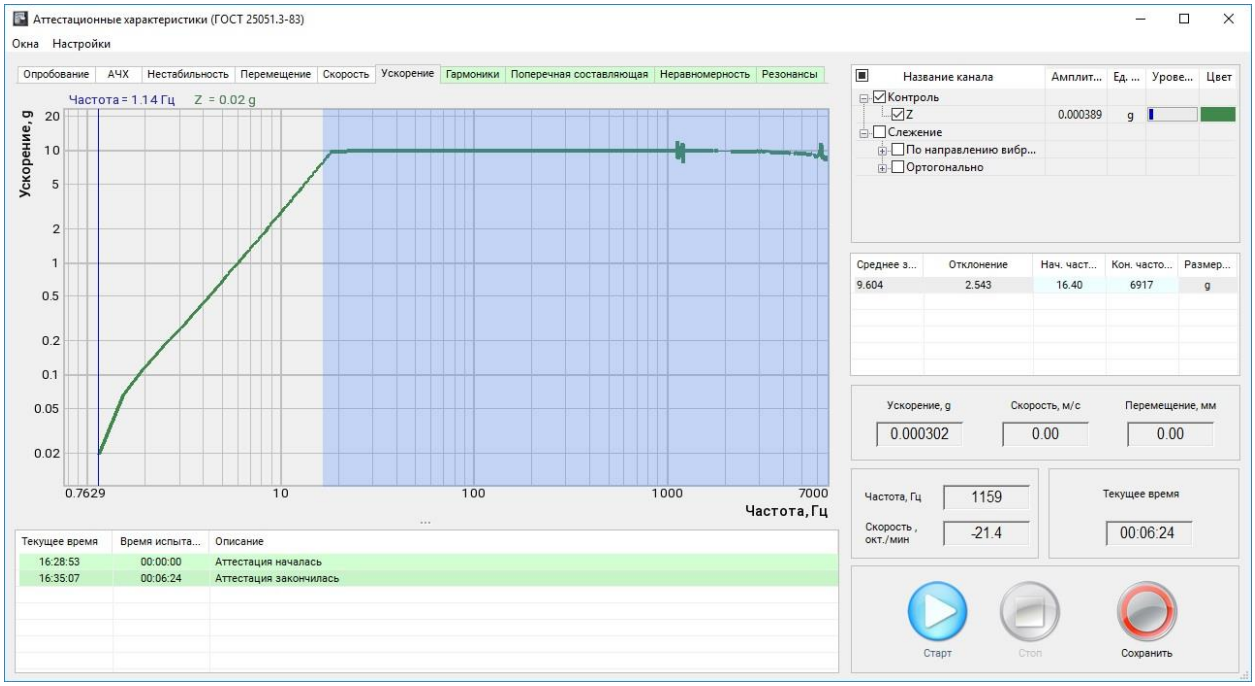


Рис. 17.12 Вкладка «Ускорение»

17.6.7 Определение коэффициента гармоник ускорения и/или перемещения

Определение коэффициента гармоник допустимо проводить совместно с пунктом 17.6.6 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. 17.13) 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.*

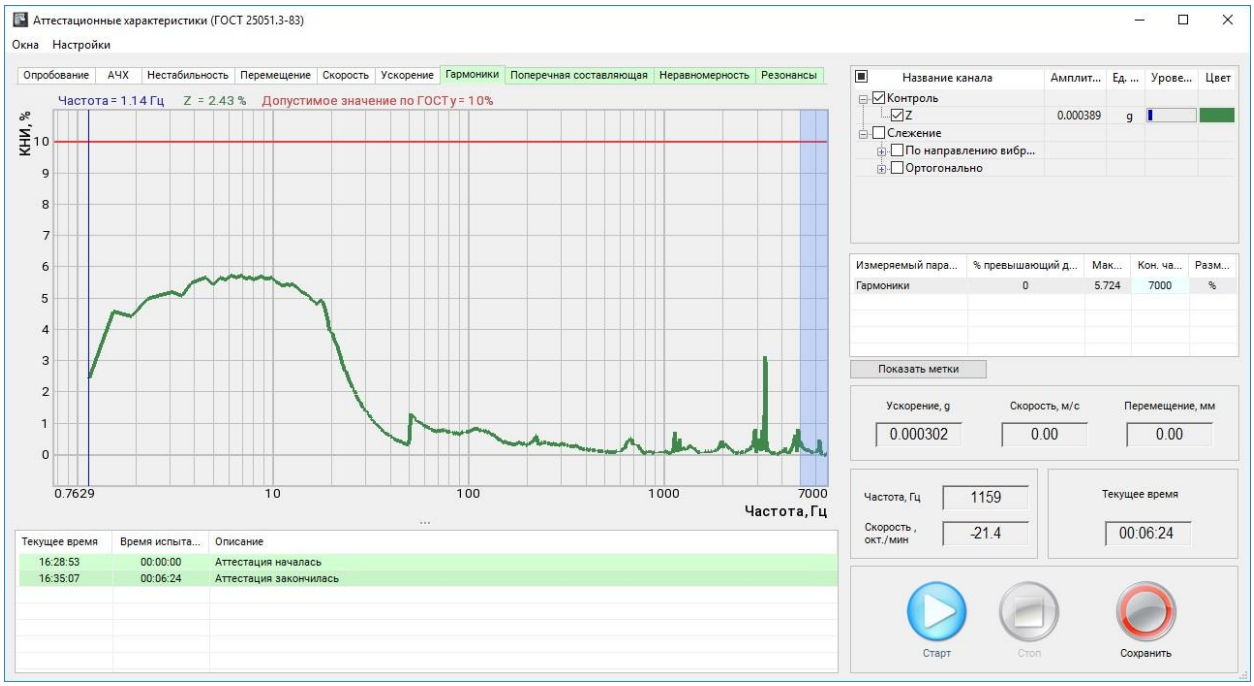


Рис. 17.13 Вкладка «Гармоники»

17.6.8 Определение коэффициентов поперечных составляющих

Определение коэффициента поперечных составляющих допустимо проводить совместно с пунктом 17.6.6 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. 17.14) 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.*

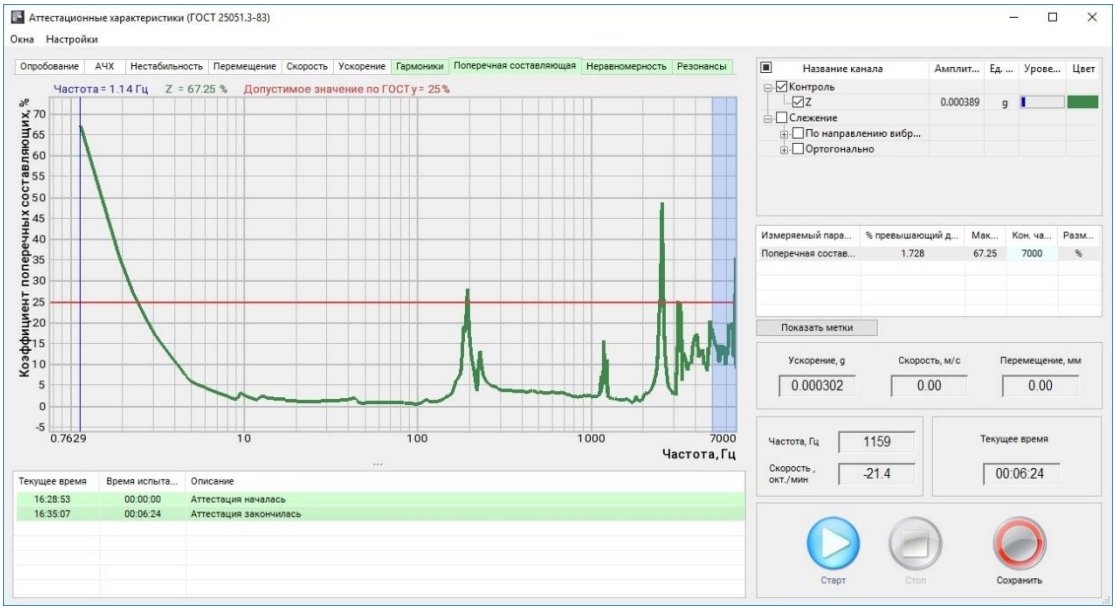


Рис. 17.14 Вкладка «Поперечная составляющая»

17.6.9 Определение коэффициента неравномерности распределения

Определение коэффициента неравномерности распределения допустимо проводить совместно с пунктом 17.6.6 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. 17.15) 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.*

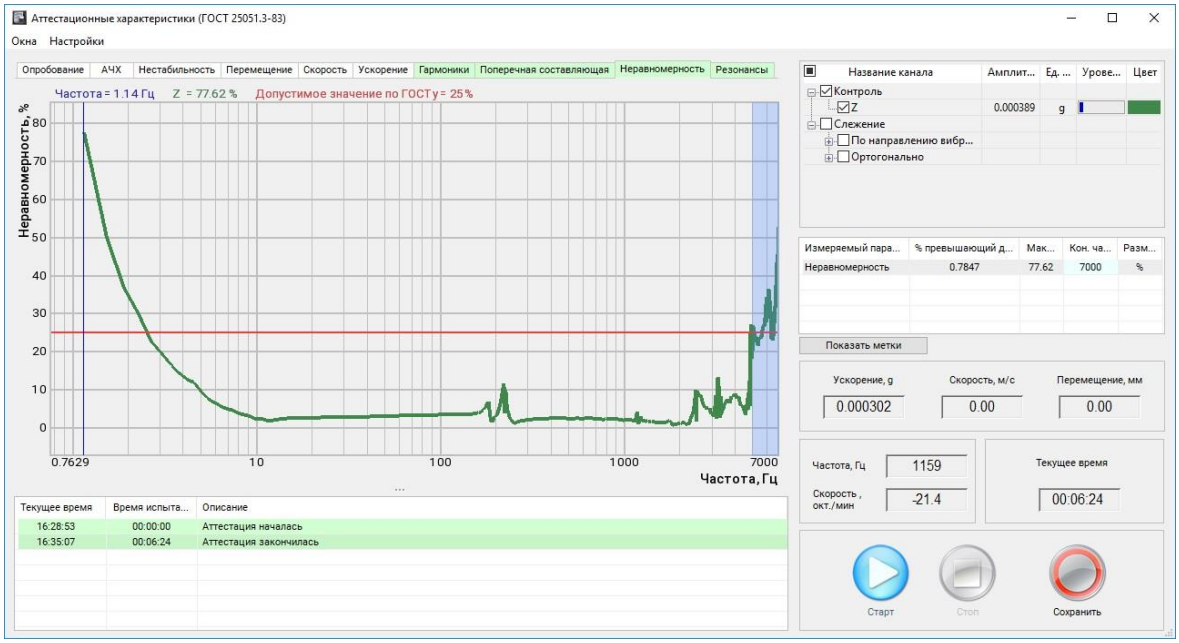


Рис. 17.15 Вкладка «Неравномерность»

17.6.10 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. 17.3) ☝ 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. 17.16).

Примечание: *При необходимости в области «Статистика» значения резонансных частот можно скорректировать вручную.*

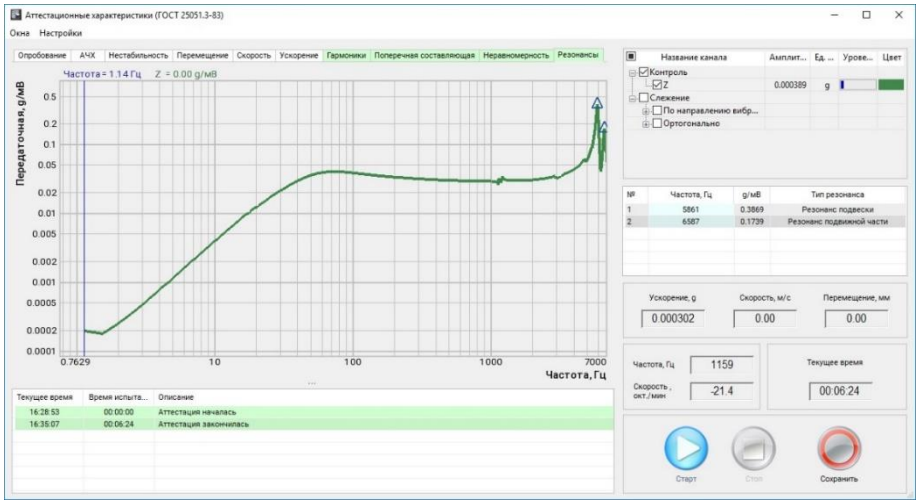


Рис. 17.16 Программа «Аттестация вибростенда» - вкладка «Резонансы»

17.6.11 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.

17.6.12 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. 17.7).

После чего ☝ активировать кнопку «Зафиксировать», при этом будут рассчитаны значения для нижних пределов виброускорения, виброскорости и виброперемещения (Рис. 17.17).

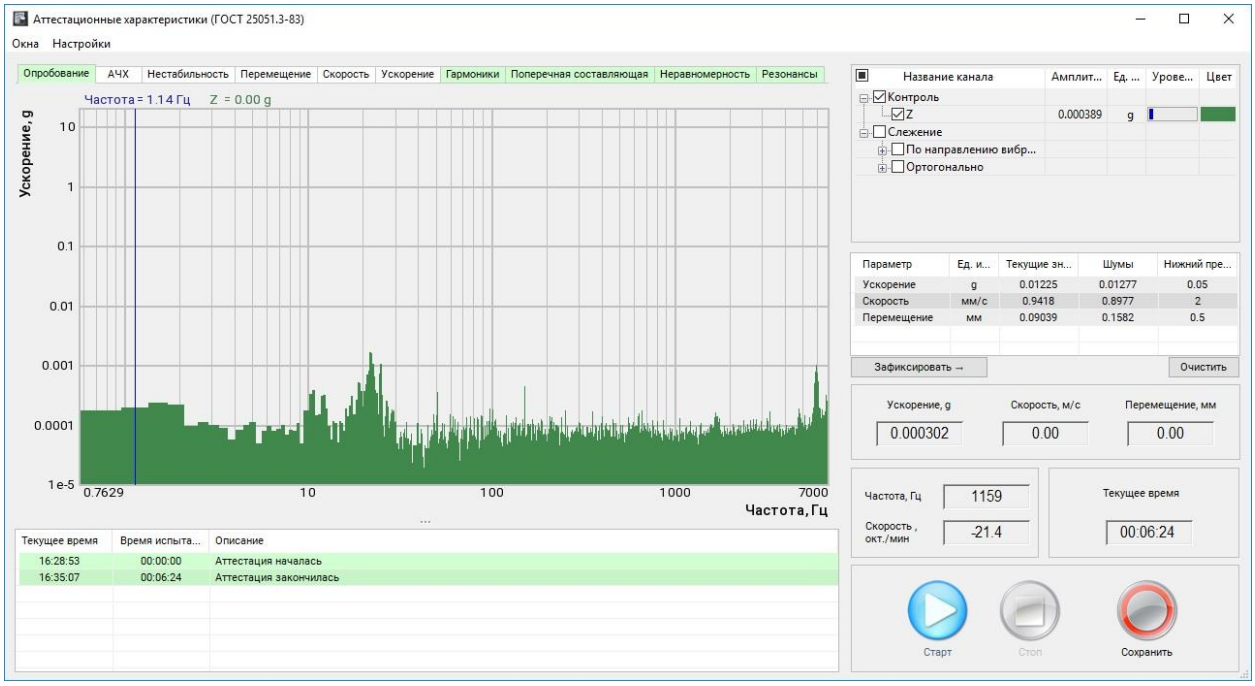


Рис. 17.17 Программа «Аттестация вибростенда» - вкладка «Опробование»

17.6.13 Определение изменения температуры стола вибростенда

Определение изменения температуры стола вибростенда проводят при номинальной массе нагрузки вибростенда и с установленным в центре стола контрольным акселерометром.

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. 17.6.5, полученные с помощью средств измерения температуры поверхности.

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.

17.6.14 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. 17.18) «Скорость» и «Перемещение» будут отображены (в числовом и графическом виде) зарегистрированные результаты аттестации.

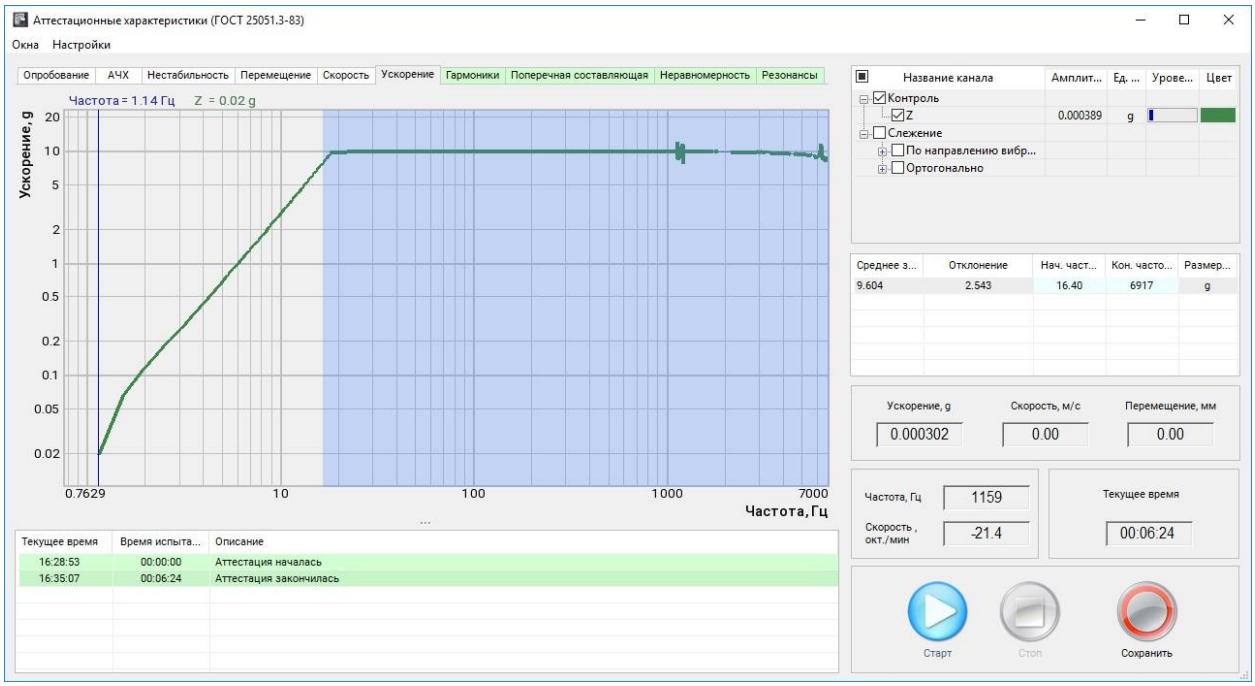


Рис. 17.18 Вкладка «Ускорение»

17.6.15 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:

$$\delta = \pm 0{,}95\sqrt{\delta_0^2 + \delta_{АЧХ}^2 + \delta_Г^2 + \delta_П^2 + \delta_t^2}$$

где:

δ_0 – предел основной относительной погрешности вибротракта;

$\delta_{АЧХ}$ – предел неравномерности АЧХ вибротракта;

$\delta_Г$ – 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:

$$\delta_П = K_{ПК} \cdot K_{ОП}$$

$K_{ПК}$ - 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.

17.6.16 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. 17.6.7 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.

17.6.17 Проверка функционирования установки в условиях ее 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. 17.6.7 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.

17.6.18 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. 17.6.5. При выполнении измерений задавать при помощи штатной системы управления аттестуемой виброустановки синусоидальный сигнал в соответствии с требованиями ГОСТ 25051.3-83 пункт 4.18.

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. 18.1*).

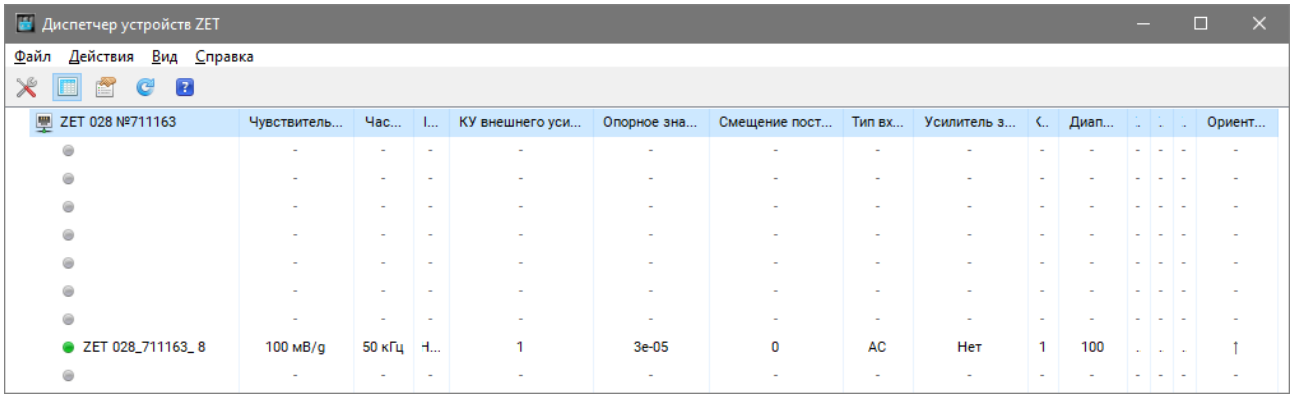


Рис. 18.1 Программа «Диспетчер устройств»

В окне программы «Диспетчер устройств» активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Частота дискретизации» (*Рис. 18.2*).

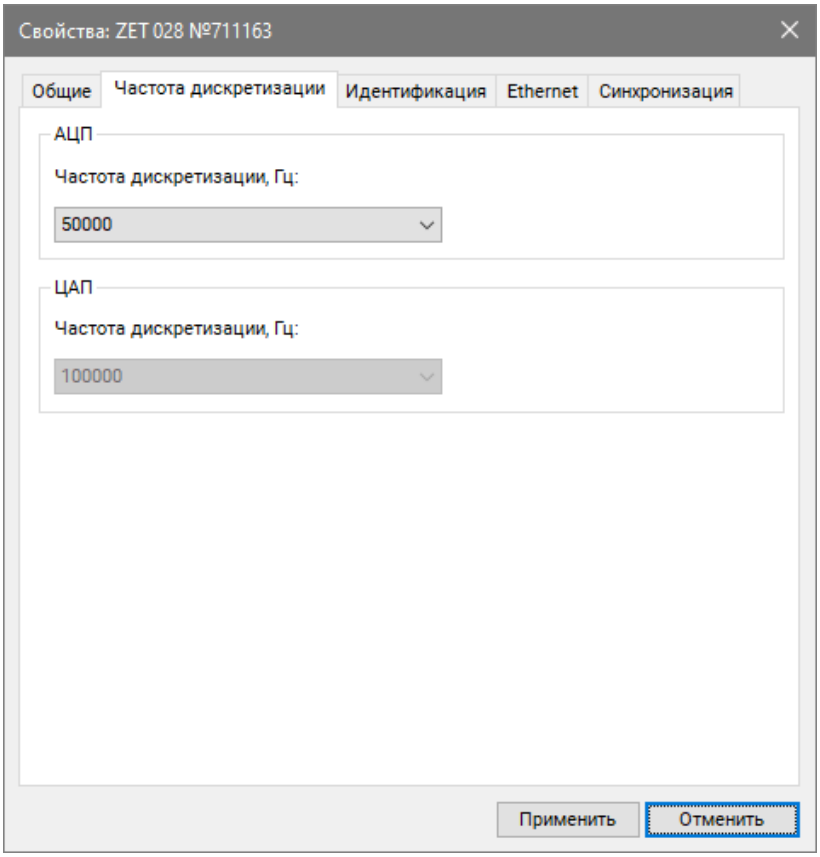


Рис. 18.2 Вкладка «Частота дискретизации» окна Свойства

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. 18.3*) установить параметры измерительного канала:

- Параметр «Чувствительность» – 100 мВ/g;
- Параметр «Направление» – ↑;
- Параметр «КУ» – 1;
- Параметр «АС» – включено.

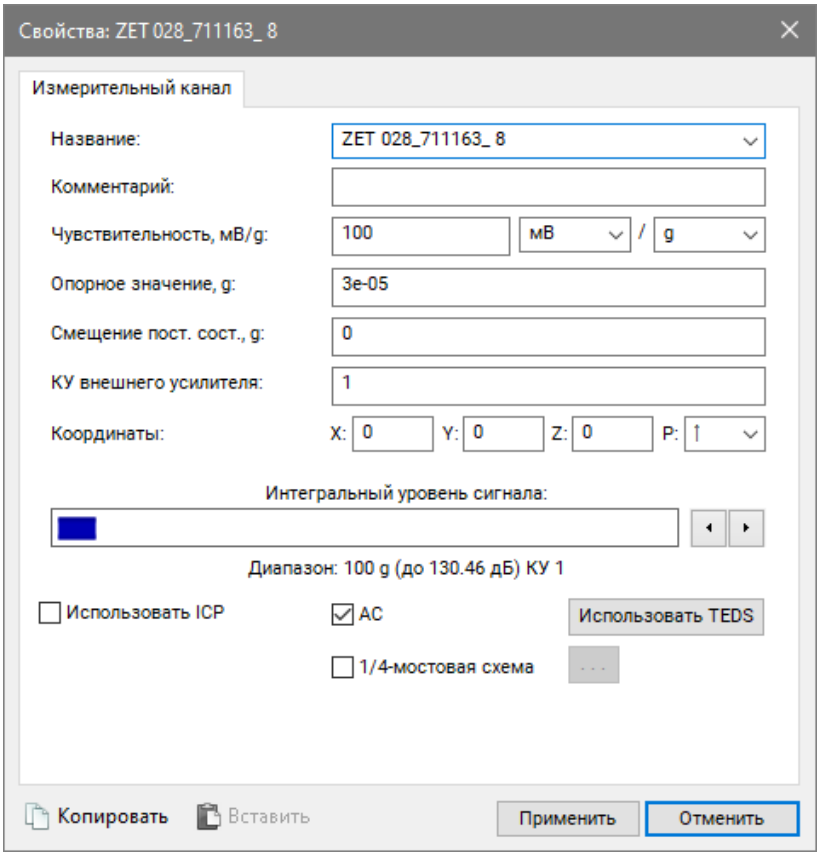


Рис. 18.3 Вкладка «Измерительный канал» окна Свойства

На панели СУВ ✋ активировать кнопку *«Параметры вибростенда»*. В открывшемся окне программы «Параметры вибростенда» добавить в базу данных пользователя новый вибростенд[6], установив технические характеристики в соответствии с *Рис. 18.4*. Для сохранения внесенных изменений ✋ активировать кнопку «Применить».

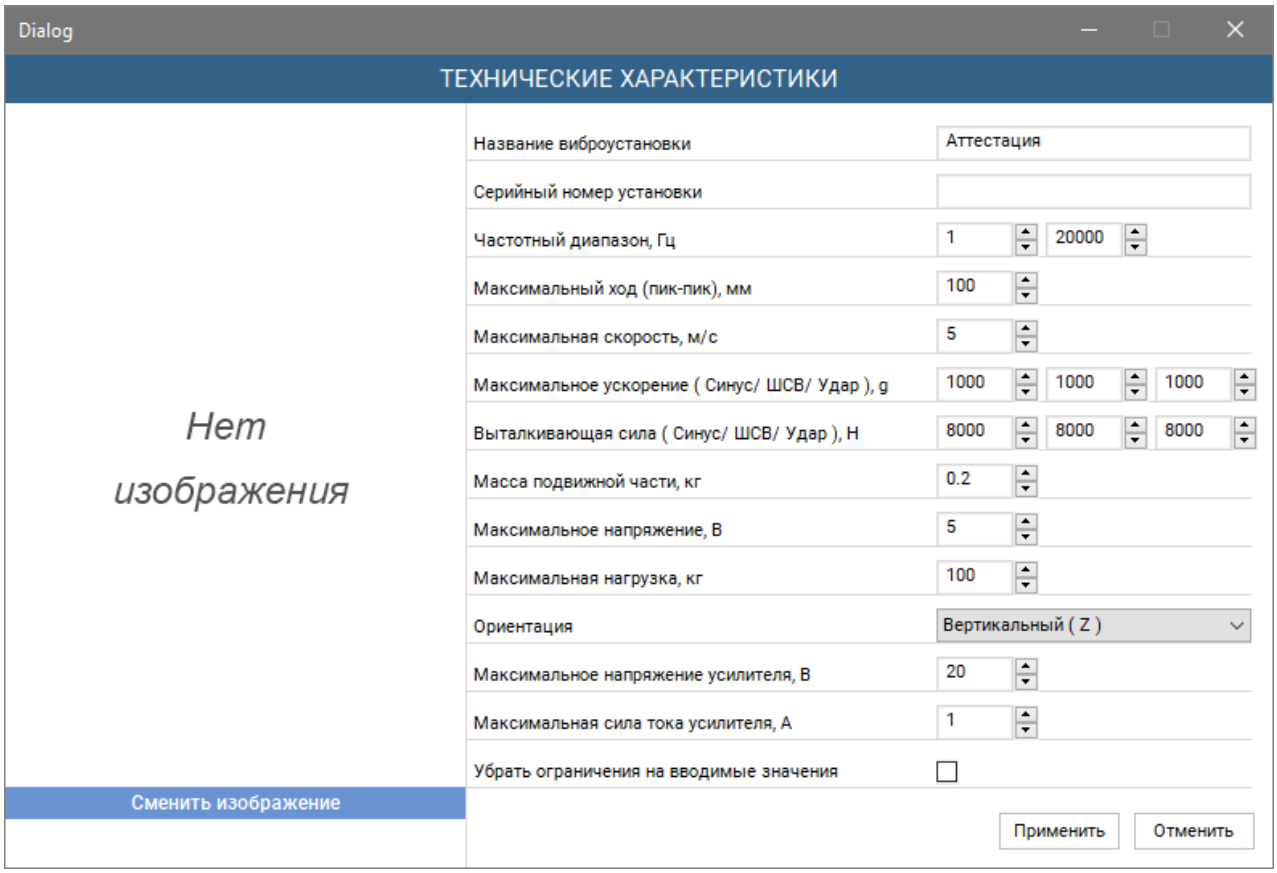


Рис. 18.4 Программа «Параметры вибростенда»

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. 18.5*. Для сохранения нажать кнопку «Применить».

[6] Правила добавления нового вибростенда в базу данных пользователя приведены в разделе **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

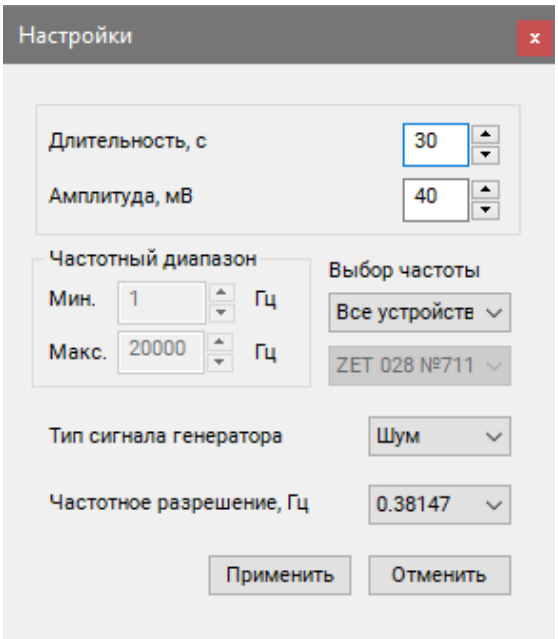


Рис. 18.5 Окно «Настройки» программы «Предтест и поиск резонансов»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» провести предтест[7]. По окончанию предтеста установить статус «Контроль» измерительному каналу контроллера, вход которого соединен с выходом генератора (*Рис. 18.6*). Для сохранения внесенных изменений ☝ активировать кнопку «Применить».

[7] Правила работы с программой «Предтест и поиск резонансов» приведены в разделе **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

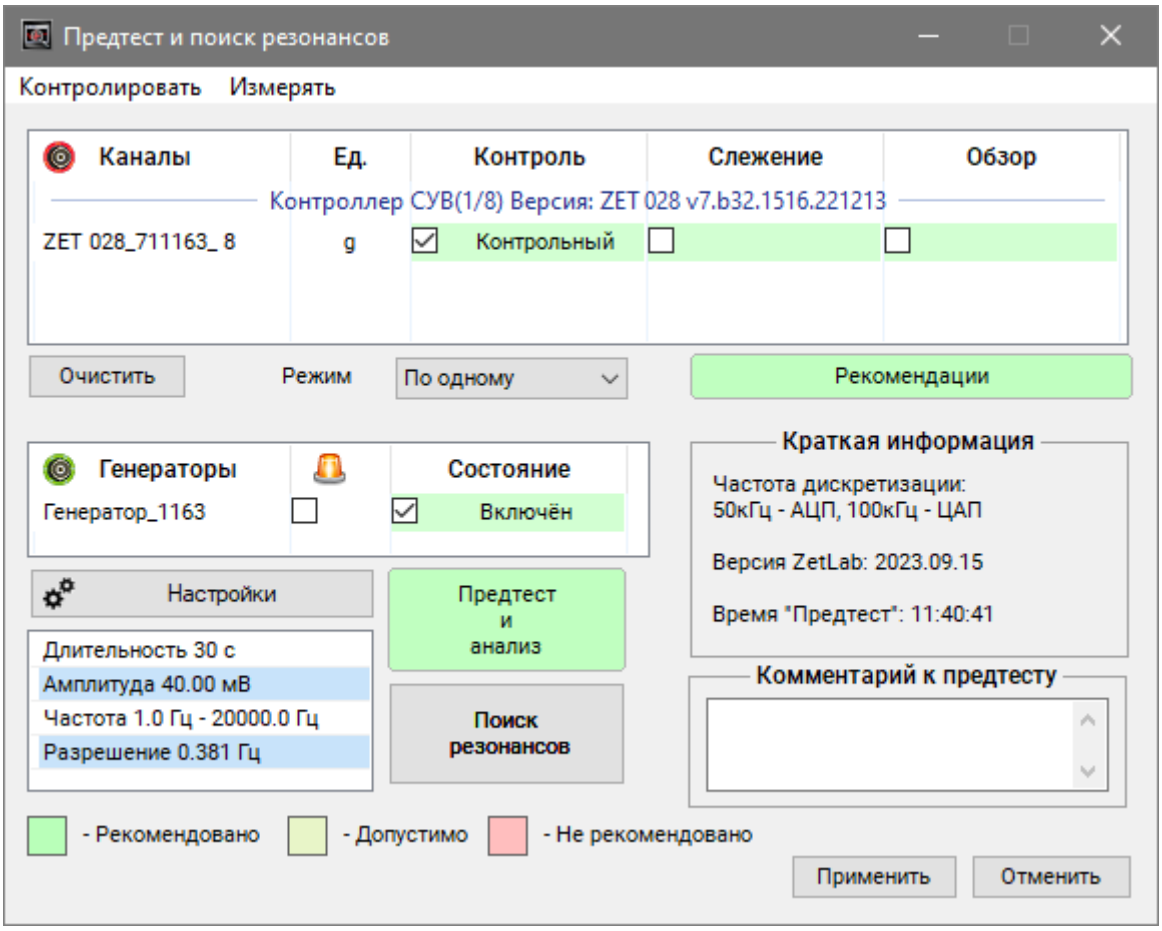


Рис. 18.6 Программа «Предтест и поиск резонансов»

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. 18.7*) установить параметры профиля испытаний[8]:

- 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».

[8] Правила работы с программой «Гармоническая вибрация» приведены в разделе **Ошибка! Источник ссылки не найден.**.

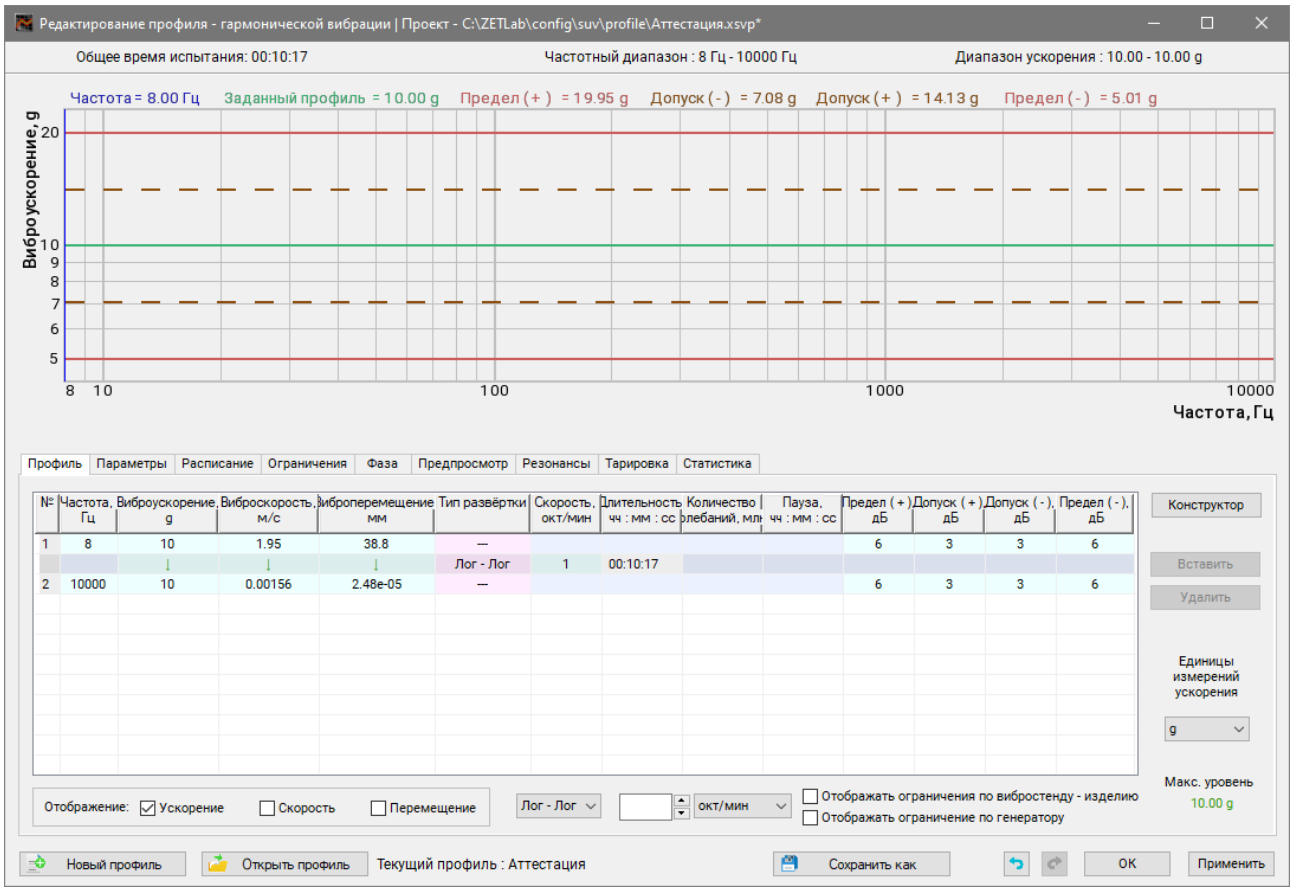


Рис. 18.7 Окно «Редактирование профиля» программы «Гармоническая вибрация»

Из вкладки «Метрология» панели ZETLab запустить программу «Аттестация вибростенда». В открывшемся окне программы «Аттестационные характеристики» нажать кнопку «Настройки». В окне «Настройки» (*Рис. 18.8*) 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».

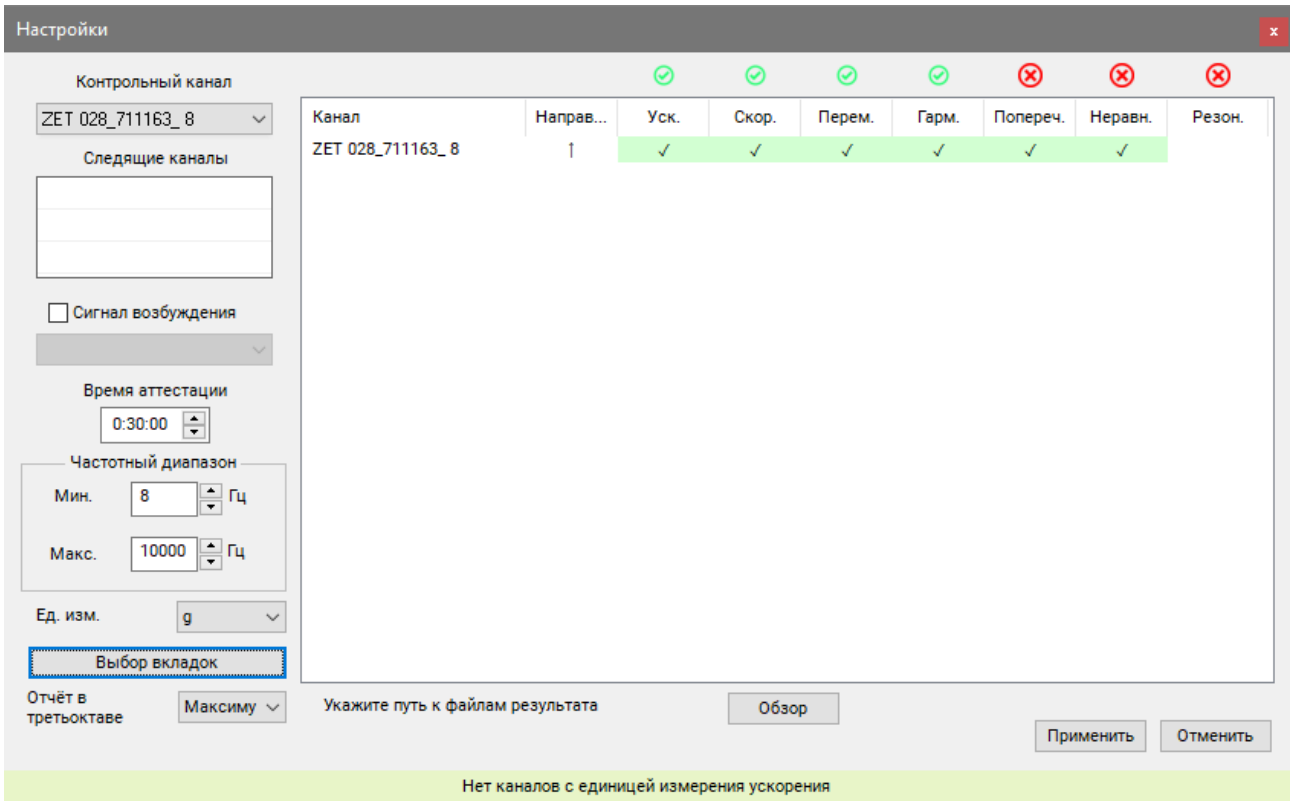


Рис. 18.8 Окно «Настройки» программы «Аттестационные характеристики»

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. 18.9*), «Гармоники» (*Рис. 18.10*) 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 %.

ZETLAB

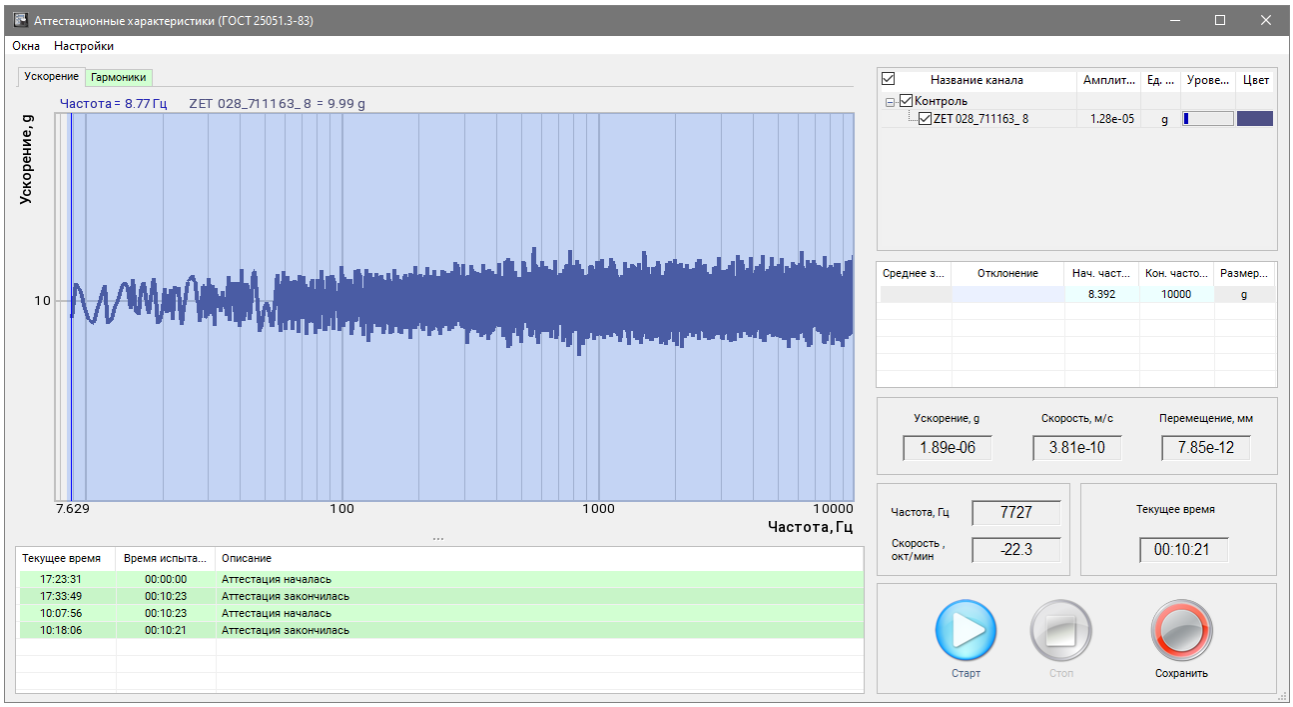


Рис. 18.9 Вкладка «Ускорение» программы «Аттестационные характеристики»

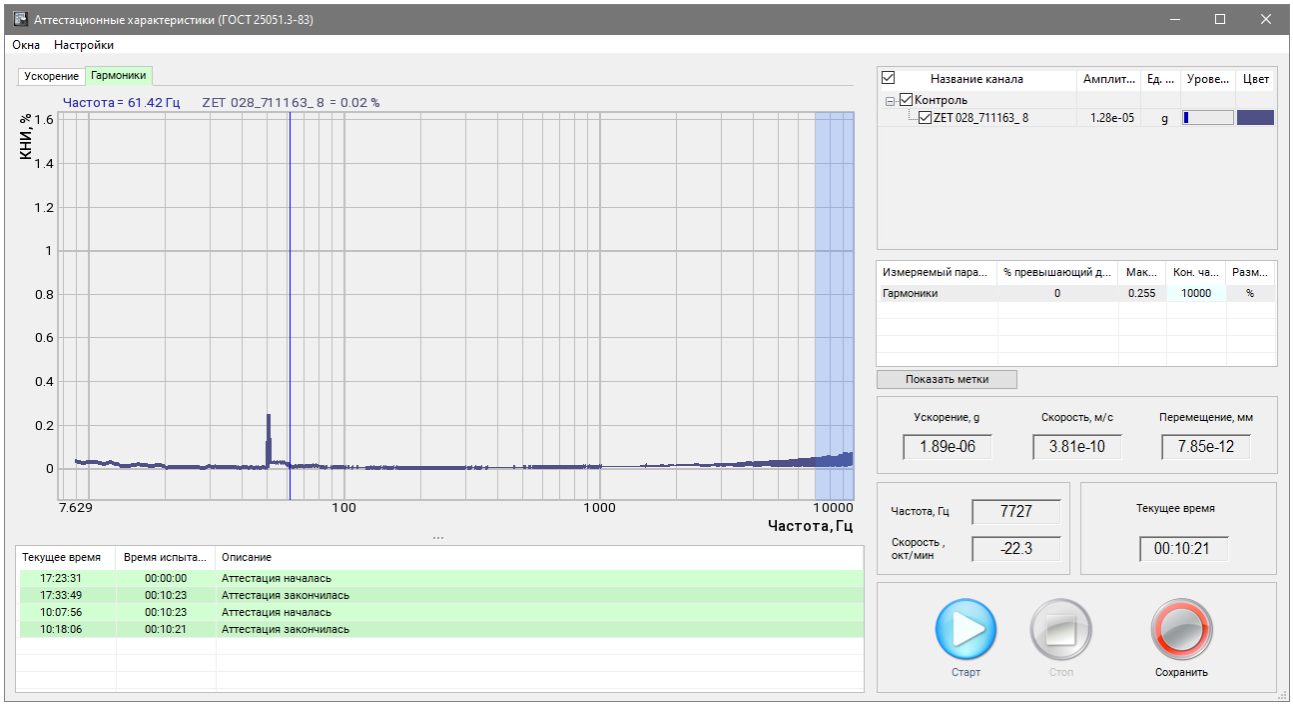


Рис. 18.10 Вкладка «Гармоники» программы «Аттестационные характеристики»

19 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.

19.1 Снятие распределения напряжений в лопатке газотурбинных двигателей

19.1.1 Необходимые программно-аппаратные средства

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. 19.1*).

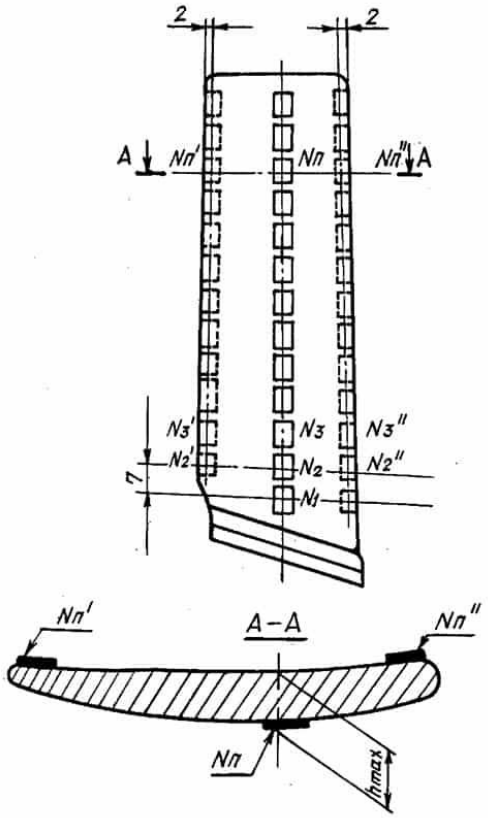


Рис. 19.1 Расположение тензорезисторов на лопатке

19.1.2 Интерфейс программы «Испытание лопаток ГТД»

Программа «РНЛ ГТД(ZET058)» (выполненная в среде SCADA-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. 19.2*).

Рис. 19.2 Иконка программы «РНЛ ГТД(ZET058).exe»

Откроется окно программы «РНЛ ГТД(ZET058)» (*Рис. 19.3*).

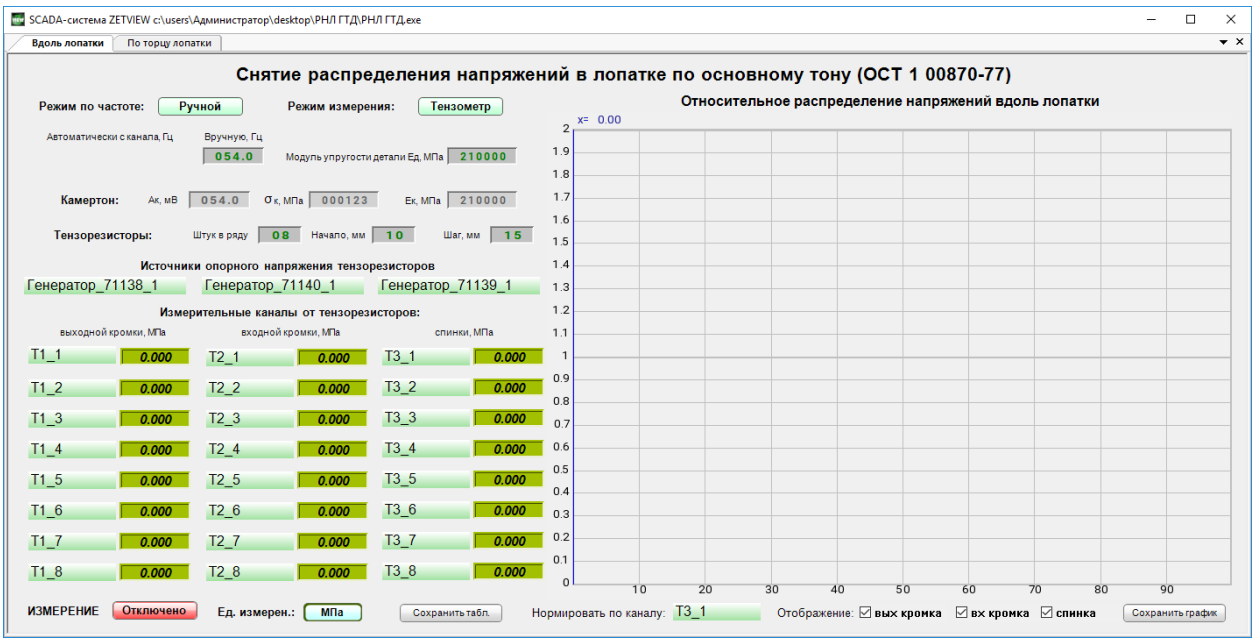


Рис. 19.3 Окно программы «РНЛ ГТД(ZET058)»

Окно программы содержит две вкладки: «Вдоль лопатки» и «По торцу лопатки». Вкладка «Вдоль лопатки» предназначена для снятия распределения напряжений вдоль лопатки по трем зонам: выходная кромка, входная кромка и спинка, а вкладка «По торцу лопатки» - для снятия распределения напряжений по двум областям на торце лопатки: седло и корыто.

Элементы управления и отображения интерфейс для каждой из вкладок программы приведены ниже по тексту.

Режим по частоте: «Ручной» либо «Автомат». Данный режим указывает на источник, по которому будет определяться значение частоты, на которой программа (при помощи узкополосного спектрального анализа) 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. 19.4*).

Рис. 19.4 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:

$$\text{б}_{\text{д}}=\Delta*\text{Е}_{\text{д}}*\text{К}$$

где **Δ** (м/м) – значение регистрируемой деформации на измерительном канале тензостанции приведенное к единице измерения «м/м»;

Ед (МПа)– модуль упругости исследуемой детали (лопатки ГТД),

К – коэффициент, определяющий единицы измерения: «1» для МПа, «0.10197» - для кгс/мм^2,

В режиме «Камертон» программа пересчитывает регистрируемые значения с учетом значений параметров, указанных в поле «Камертон» (*Рис. 19.5*) по формуле:

бд=(бк*Ад*Ед)/(Ак*Ек)

где **бк** – значение механического напряжения на ножке камертона из паспорта на камертон,

Ад=Δ*Uоп/S (мВ) – значение амплитуды колебаний на измерительном канале тензостанции,

Δ (м/м) – значение регистрируемой деформации на измерительном канале тензостанции приведенное к единице измерения «м/м»,

S – тензочувствительность схемы измерения (S=2 для 1/4 мостовой схема),

Uоп (мВ) - величина опорного напряжения генератора (Uоп=1000 мВ).

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. 19.5 Параметры поля «Камертон»

Поле «Тензорезисторы» (*Рис. 19.6*) определяет для программы следующие параметры: «Штук в ряду», «Начало» и «Шаг».

Рис. 19.6 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. 19.7*) 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. 19.7 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».

19.1.3 Порядок проведения измерений

Подготовить необходимый комплект оборудования (*Рис. 19.8*) для проведения измерений (раздел 19.1.1). 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. 19.8 Комплект оборудования для снятия распределения напряжений лопатки

Выполнить конфигурирование тензостанций.

Запустить 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: «Т1_3» - первая тензостанция третий тензорезистор, «Т3_5» - третья тензостанция пятый тензорезистор.*

Установить режим по частоте в режим «Автомат» и выбрать измерительный канал, по которому будет производиться мониторинг частоты возбуждения.

Включить генератор (*Рис. 19.9*) в режиме синусоидальной вибрации с необходимым уровнем амплитуды на требуемой частоте (в соответствии с требованиями по проведению испытаний) подав сигнал возбуждения на вибростенд.

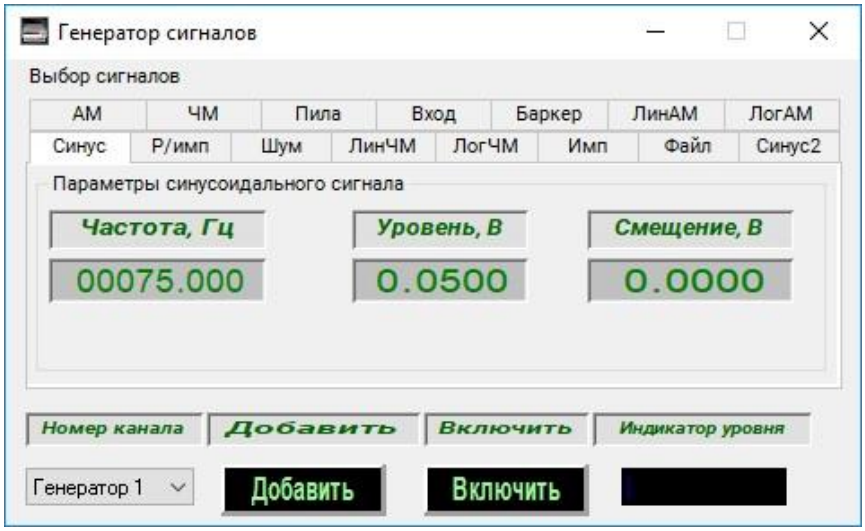


Рис. 19.9 Окно программы «Генератор сигналов»

Примечание: *в качестве генератора, задающего синусоидальную вибрацию, может использоваться внешний генератор сигналов*

Перевести программу в режим «Измерение» переведя соответствующую кнопку управления в состояние «Включено».

Убедится в том, что на индикаторе в поле «Автоматически с канала» значение частоты возбуждения (подаваемой с внешнего генератора) регистрируется устойчиво, в противном случае перейти на режим «Ручной» или выбрать измерительный канал, по которому регистрация частоты возбуждения происходит устойчиво.

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/мм2, а в поле «Относительное распределение напряжений …» графики распределения механических напряжений нормированные к значению одного из выбранных измерительных каналов (*Рис. 19.10*, *Рис. 19.11*).

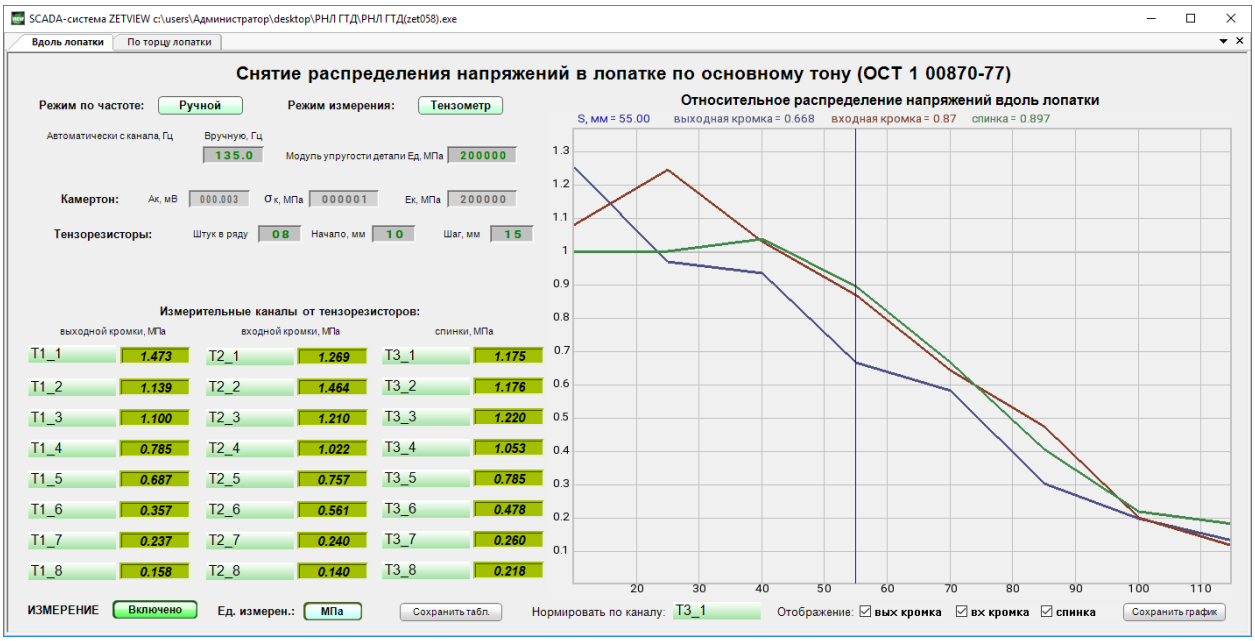


Рис. 19.10 Вкладка «Вдоль лопатки» окна программы «РНЛ ГТД(ZET058)» при проведении измерений

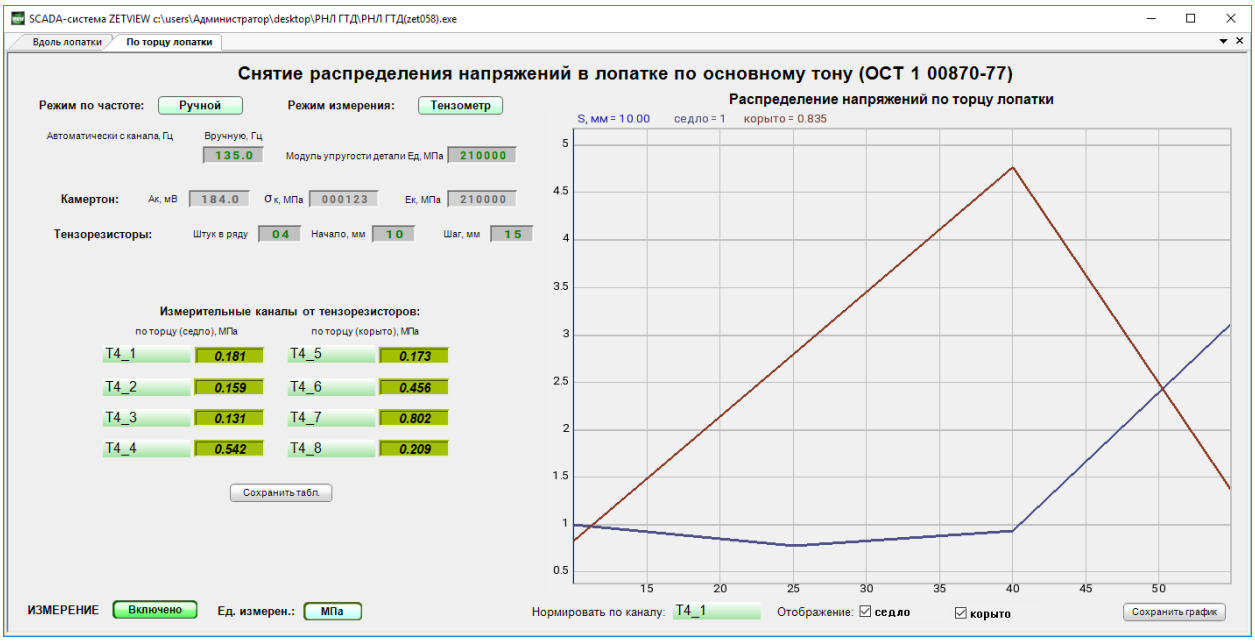


Рис. 19.11 Вкладка «По торцу лопатки» окна программы «РНЛ ГТД(ZET058)» при проведении измерений

В любой момент при проведении измерений можно сохранить в числовом и графическом виде зарегистрированные значения из полей «Измерительные каналы от тензорезисторов» и «Распределение напряжения в лопатке» 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. 19.12*) отображается информация в графическом виде, а во вкладке таблица (*Рис. 19.13*) – в числовом.

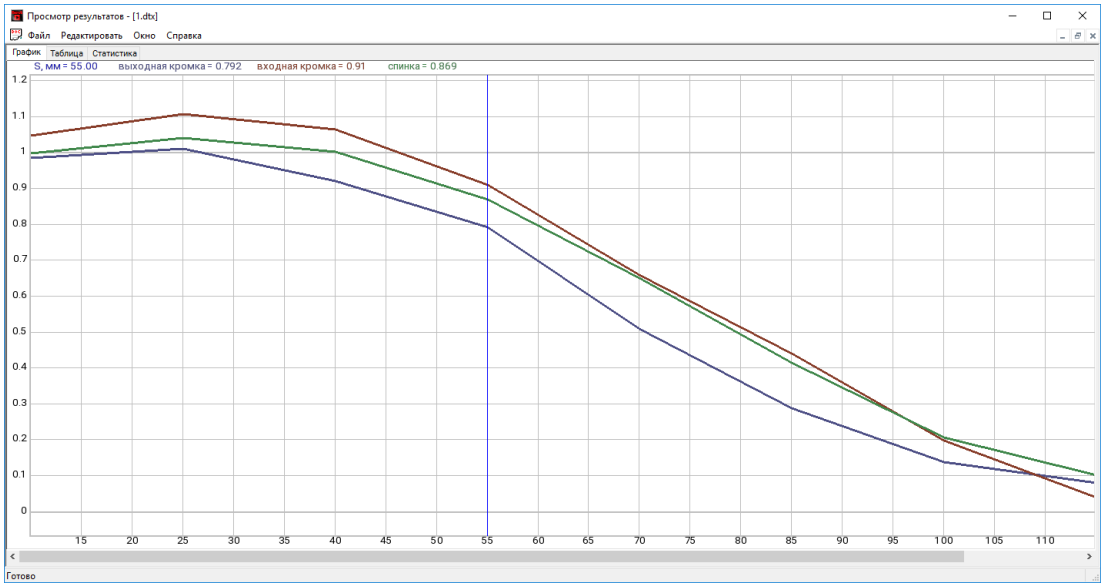
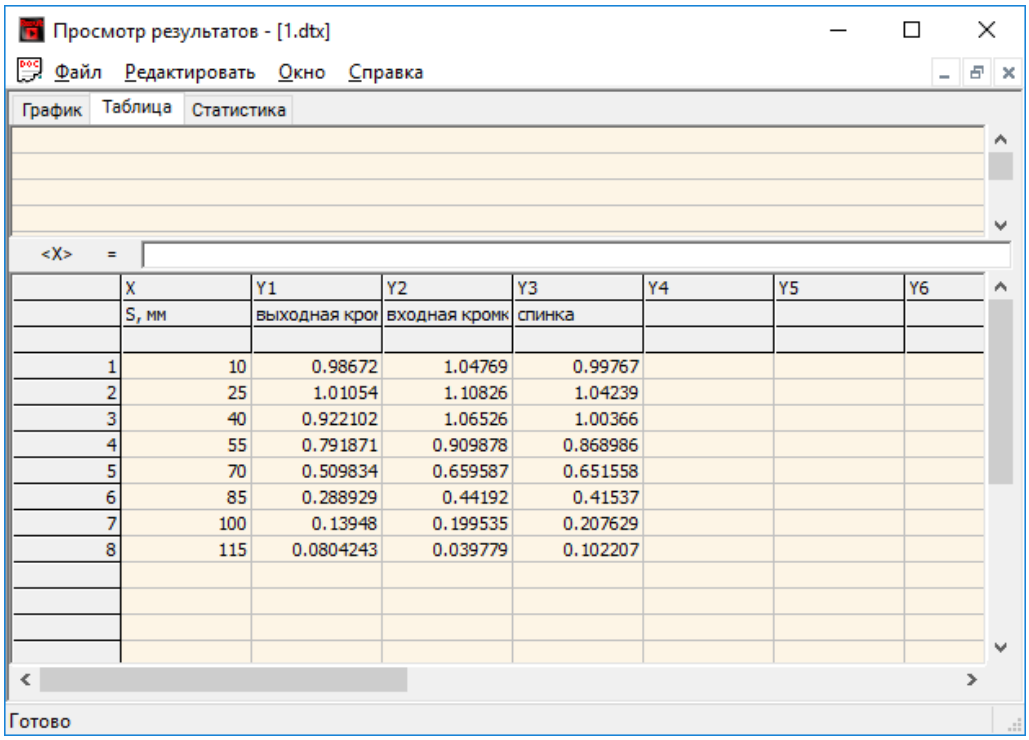


Рис. 19.12 Окно программы «Просмотр результатов», вкладка «График»



	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. 19.13 Окно программы «Просмотр результатов», вкладка «Таблица»

19.2 Динамическая тарировка

19.2.1 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*

19.2.2 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

19.2.3 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».*

19.2.4 Определение резонансной частоты

Определение резонансной частоты выполняется во вкладке «Резонансы» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 19.14*).

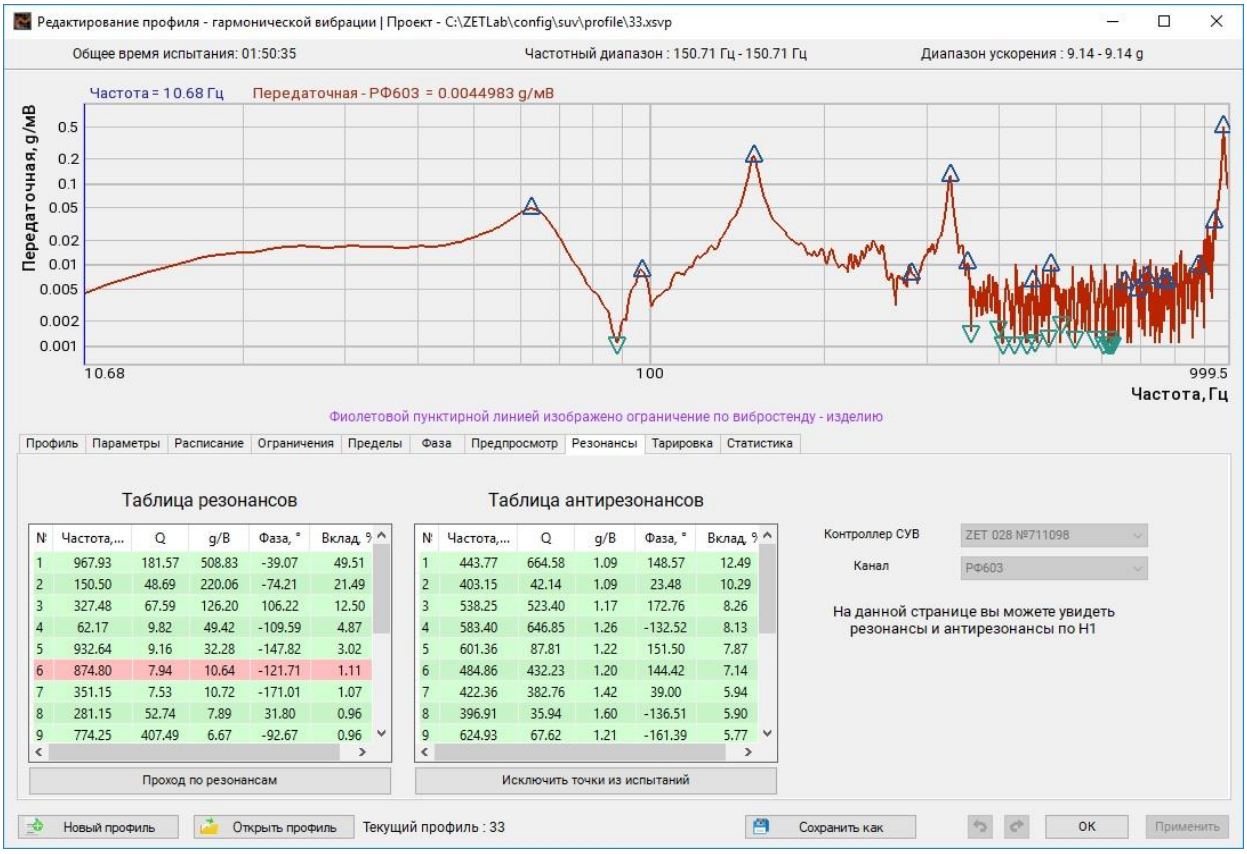


Рис. 19.14 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы»

На графике следует выбрать тот резонанс, на котором будут проводиться испытания и масштабировать окно так, чтобы в окне остался только данный резонанс (*Рис. 19.15*), после чего ☝ активировать кнопку «Проход по резонансам».

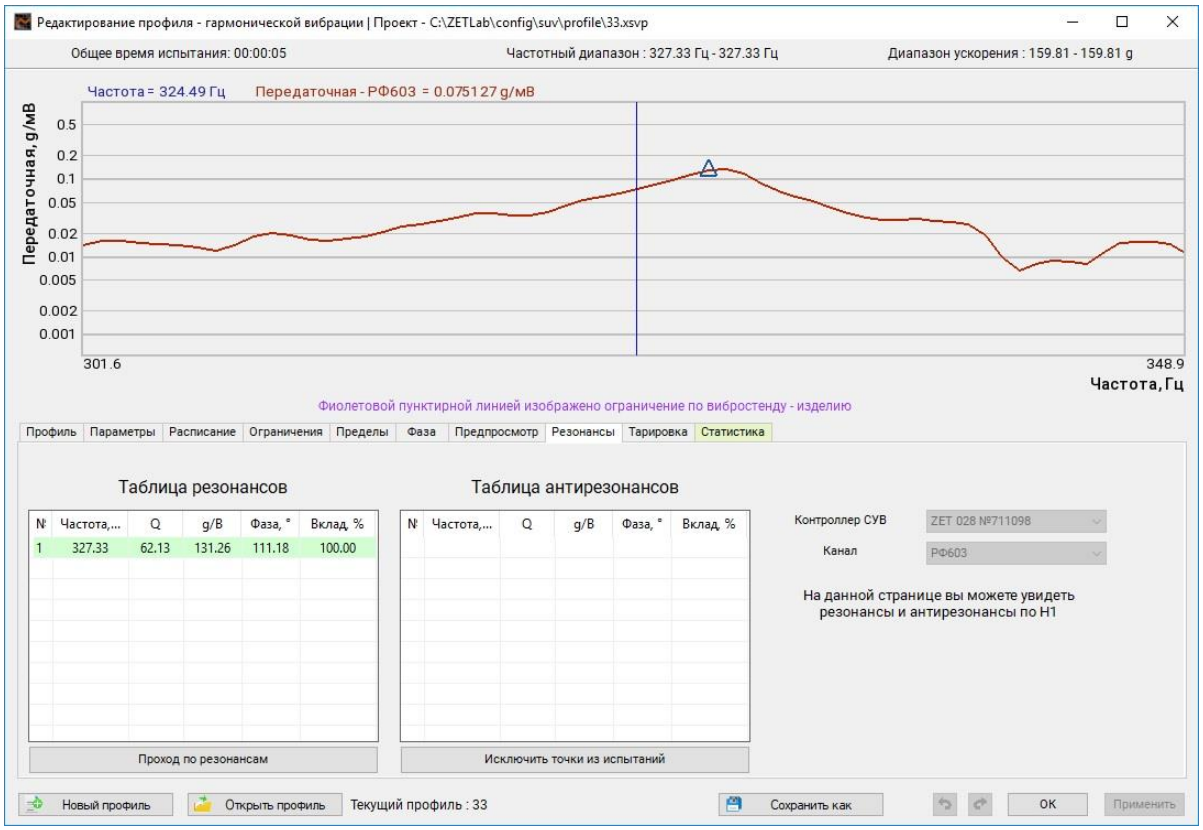


Рис. 19.15 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы», отмасштабировано

Далее следует дать согласие на предупреждение программы (*Рис. 19.16*) о создании профиля, при этом программа откроет созданный профиль с удержанием резонанса по фазе.

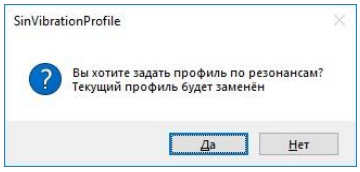


Рис. 19.16 Окно предупреждения

19.2.5 Построение профиля тарировки

Для построения профиля, используемого для тарировки, во вкладке «Профиль» (*Рис. 19.17*) 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.*

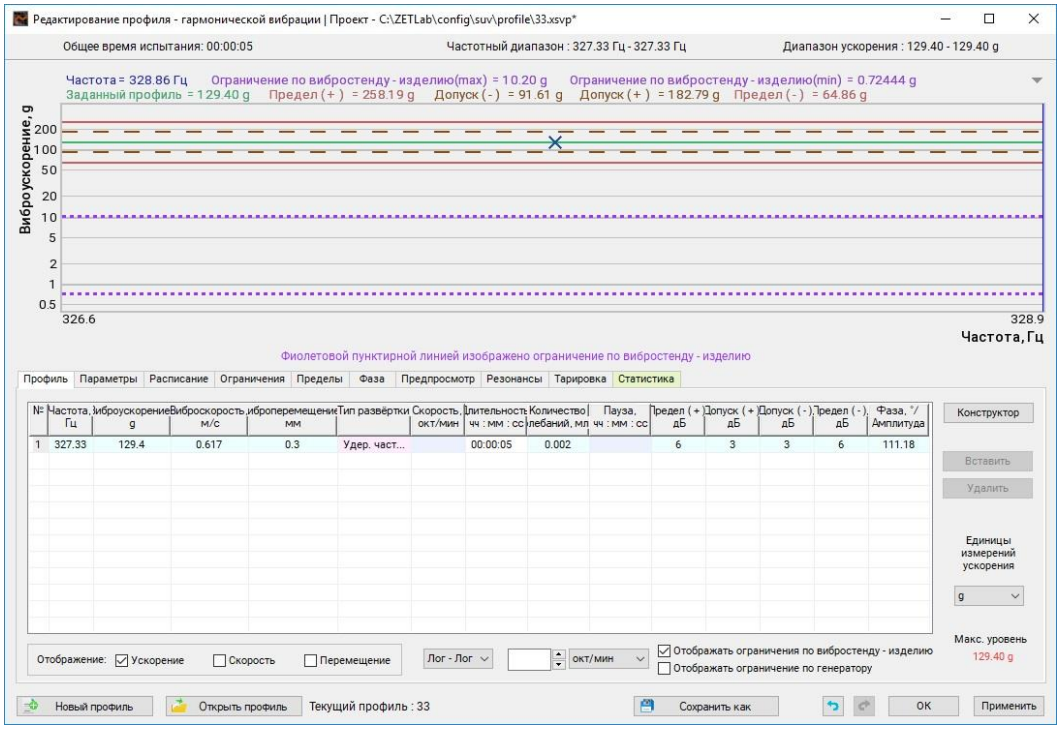


Рис. 19.17 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Во вкладке «Параметры» (*Рис. 19.18*) следует установить: тип выхода на режим - «лин.», время выхода на режим – 60 с, после чего ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

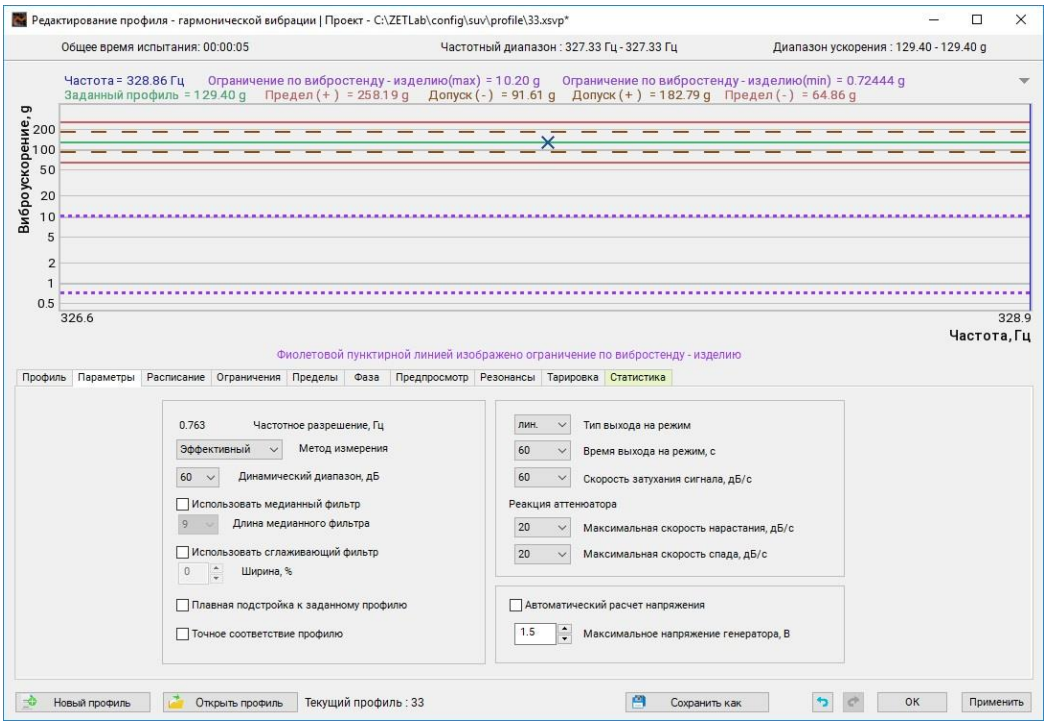


Рис. 19.18 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Параметры»

19.2.6 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. 19.19*) следует выбрать «Тарировка» при этом будет открыто соответствующее окно (*Рис. 19.20*).

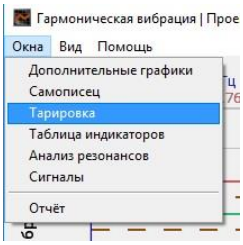


Рис. 19.19 Окно «Гармоническая вибрация», раздел «Окна»

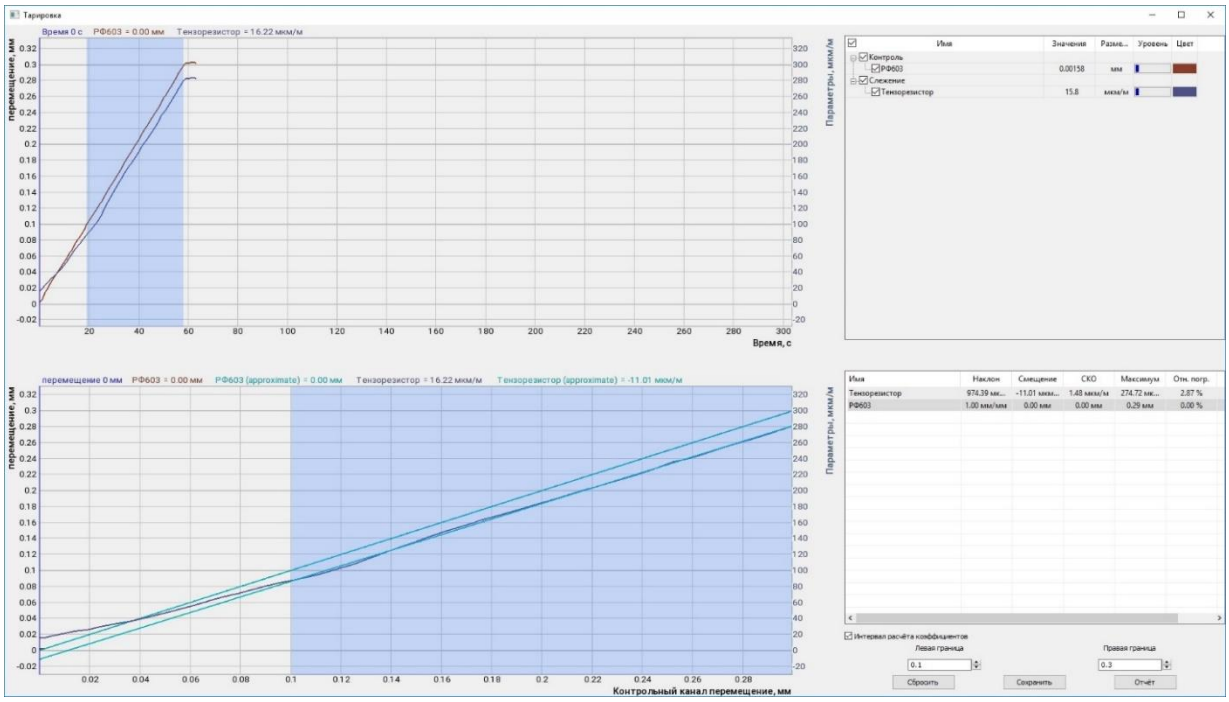


Рис. 19.20 Окно «Тарировка»

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. 19.21*).

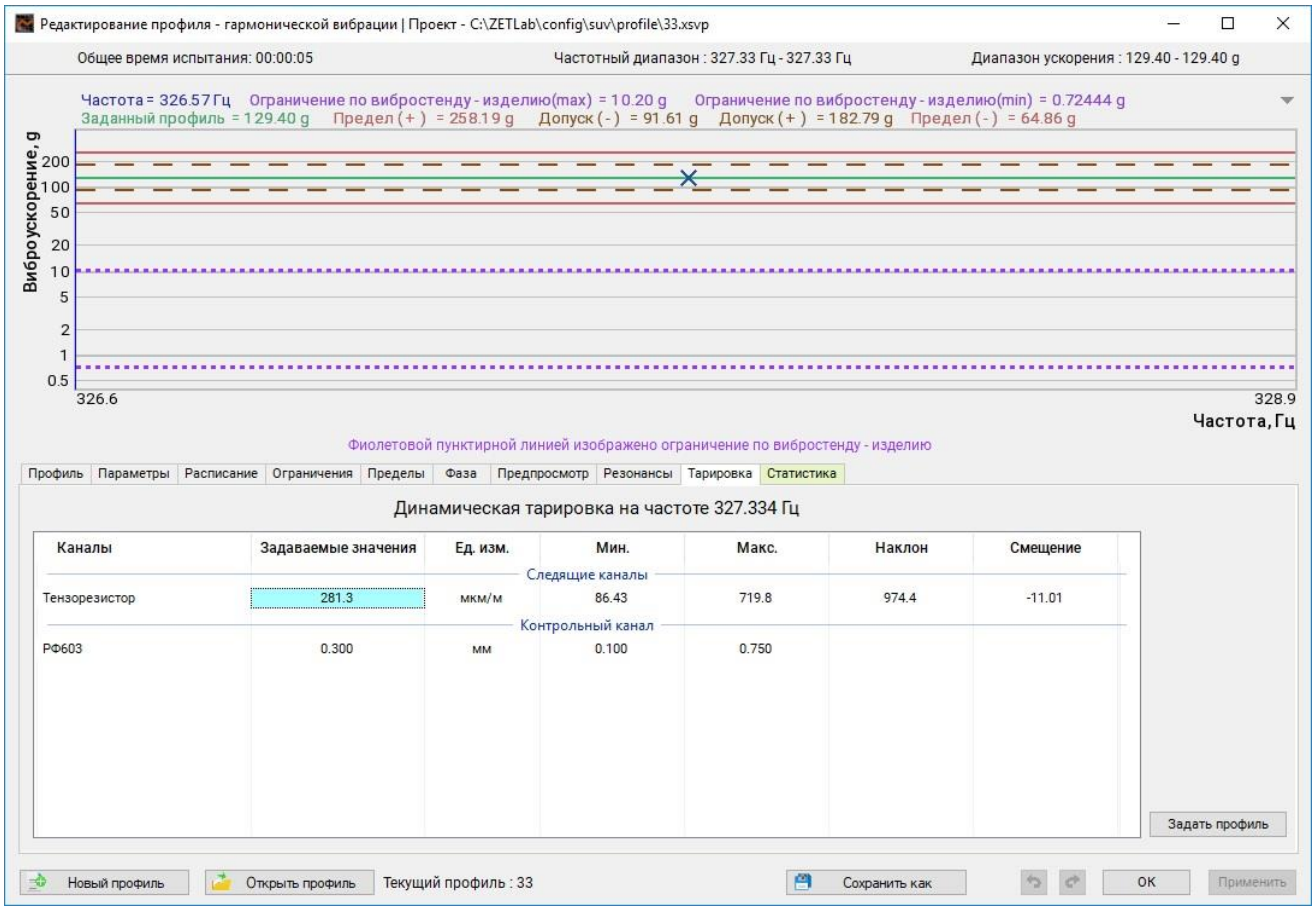


Рис. 19.21 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»

19.3 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. 19.22*), следует задать необходимое значение (в примере 350 мкм/м), при этом программа автоматически ставит этому значению соответствующее значение торцевого перемещения лопатки.

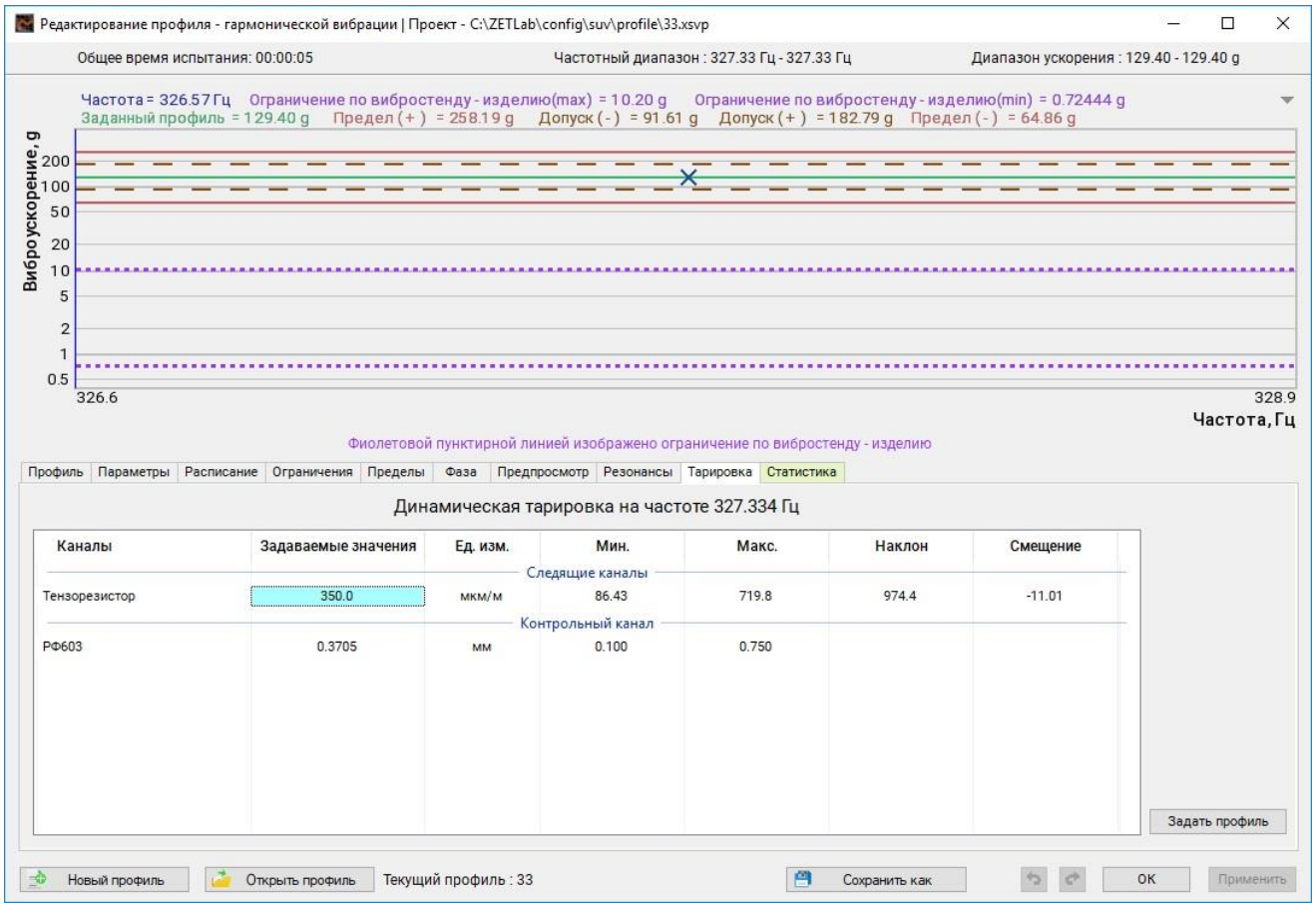


Рис. 19.22 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»

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 тензорезистора.

20 Механические испытания проводов и тросов воздушных линий электропередач

Механические испытаний проводов и тросов проводятся с целью определения устойчивости к вибрации.

При испытаниях натянутый трос подвергается вибрации так что на одной из выбранных частот резонанса на тросе поддерживается стоячая волна заданной амплитуды.

В данном разделе приведен порядок проведения испытаний с использованием СУВ и программного обеспечения ZETLAB.

20.1 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.

20.2 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).

На панели СУВ в разделе «Сервисные» ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и затем в окне «Диспетчер устройств» (*Рис. 20.1*) ☝ активировать идентификатор измерительного канала для вызова окна «Свойства».

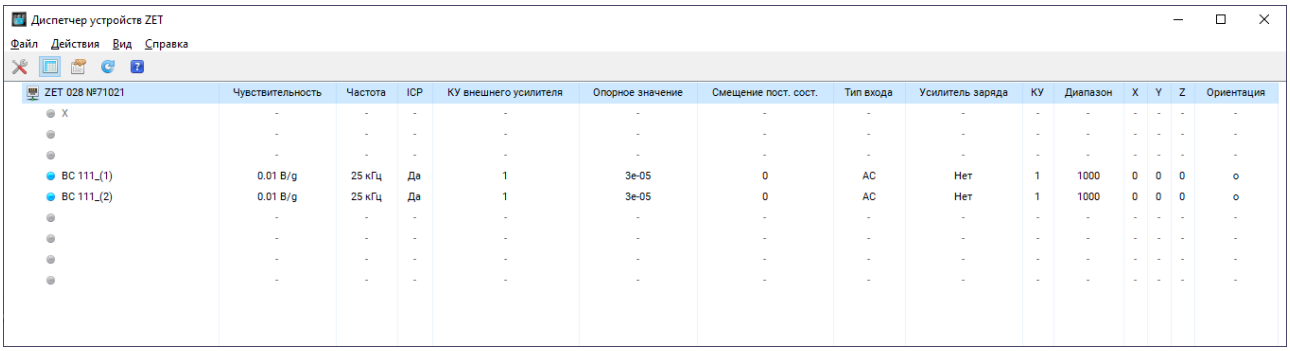


Рис. 20.1 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне Свойства (*Рис. 20.2*) для каналов, к которым подключены акселерометры, установить (если не выполнялось ранее) чувствительность подключенных акселерометров. Значение чувствительности следует брать из соответствующих акселерометрам свидетельств о поверки.

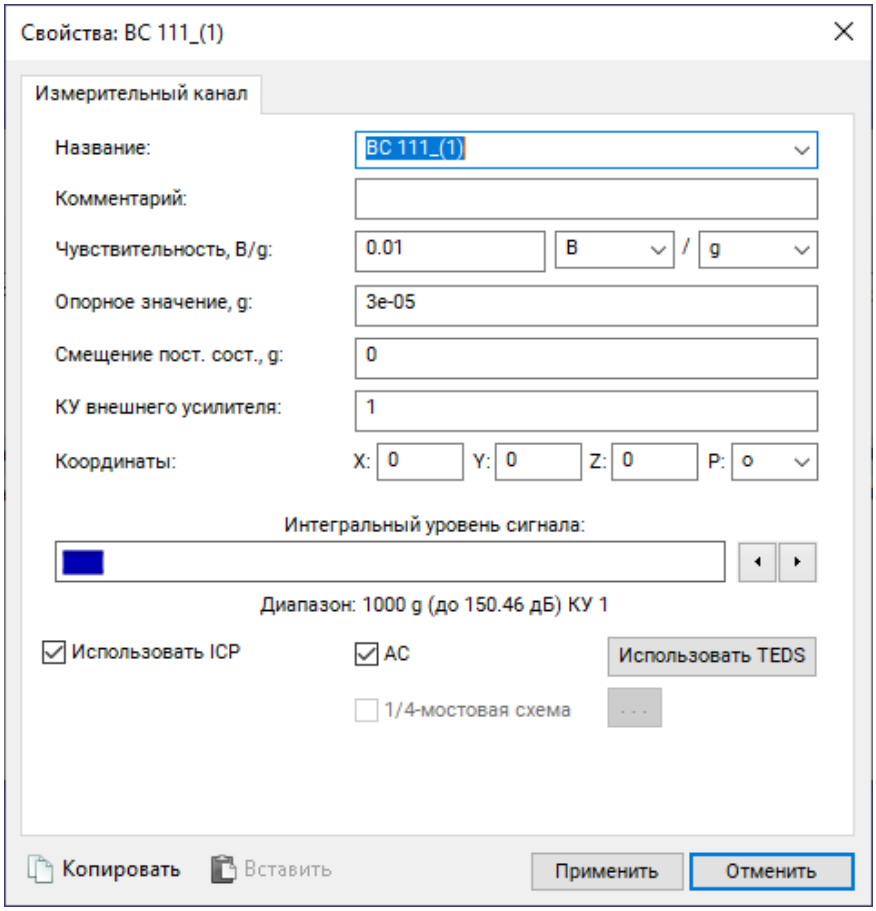


Рис. 20.2 Окно «Свойства»

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. 20.3*) ☝ активировать кнопку «Настройка».

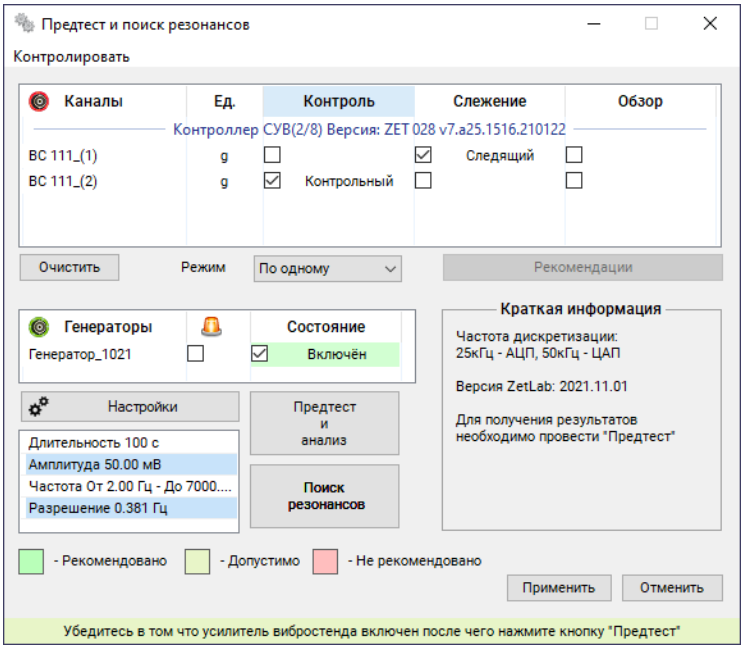


Рис. 20.3 Окно «Предтест и поиск резонансов»

В окне «Настройки» установить параметры в соответствии с примером, приведенным на рисунке (*Рис. 20.4*) 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*

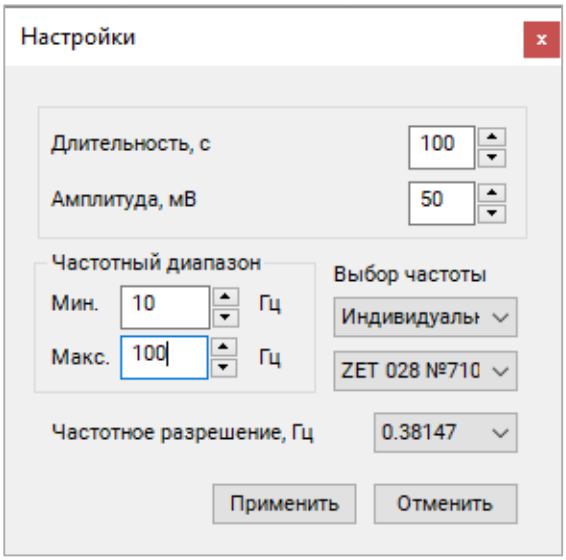


Рис. 20.4 Окно «Настройки»

Выполнить предтест для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 20.3*) ☝ активировать кнопку «Предтест».

По завершению предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 20.5*) будут отображены три графика: «Амплитудно-частотная характеристика». «Корреляционный анализ между генератором и датчиками», «Анализ нелинейных искажений с учетом шума».

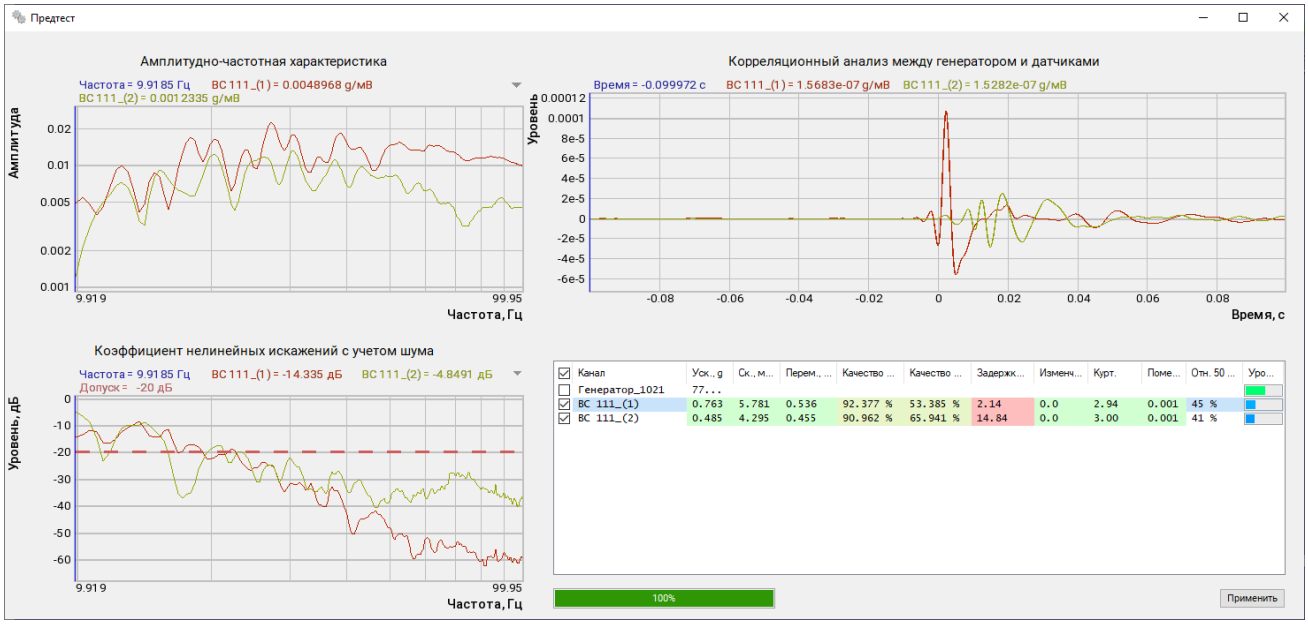


Рис. 20.5 Окно «Предтест»

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. 20.5*) ☝ активировать кнопку «Применить», для сохранения результатов предтеста.

По результатам проведенного предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 20.6*) 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.

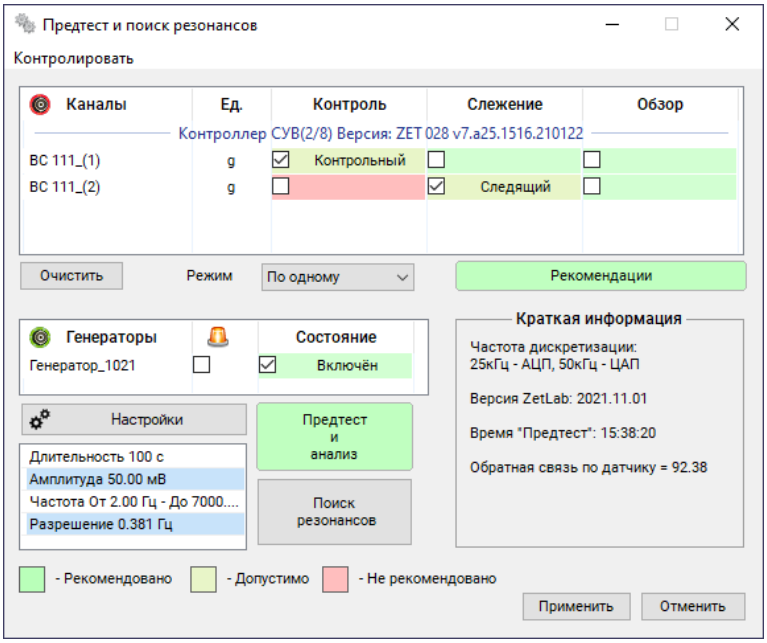


Рис. 20.6 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Перейти к выполнению динамической тарировки, приведенной в разделе 20.3.

20.3 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 точке1).

Для динамической тарировки необходимо выполнить следующие действия.

В СУВ панели ☝ активировать программу испытаний «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 20.7*) ☝ активировать кнопку «Редактирование профиля».

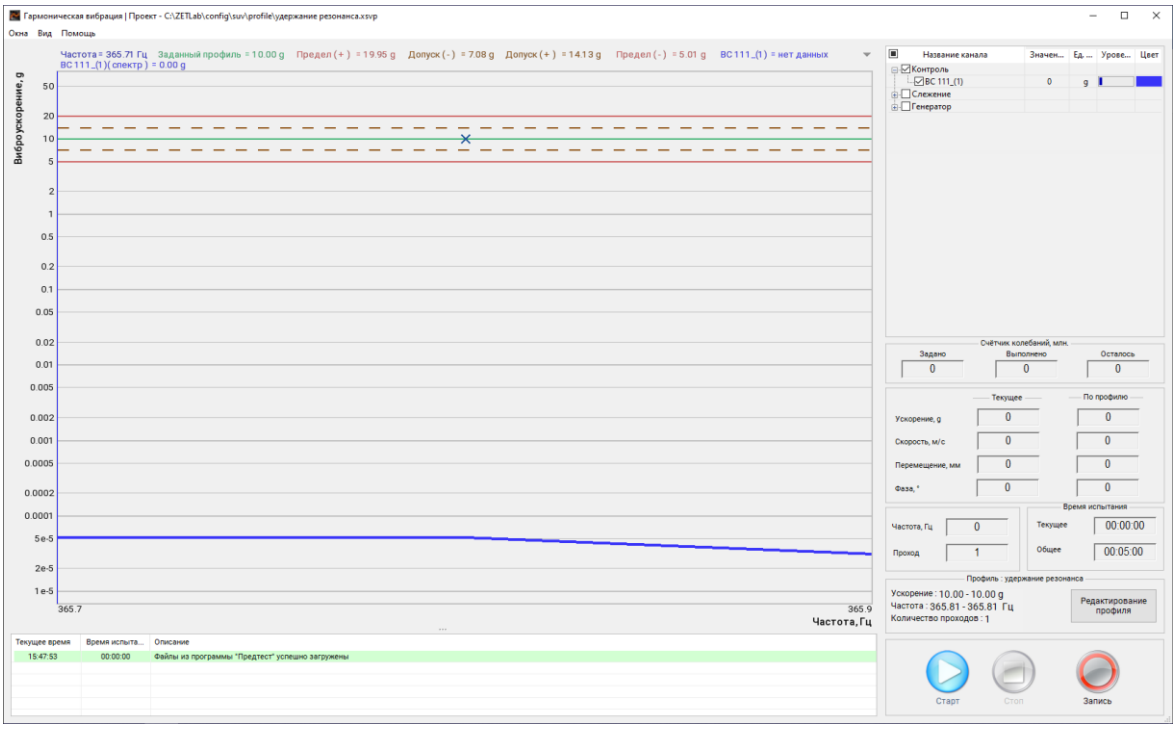


Рис. 20.7 Окно «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Резонансы» (*Рис. 20.8*) выбрать частоту резонанса и масштабировать в частотной области график таким образом чтобы в окне остался фрагмент графике только с выбранным резонансом (*Рис. 20.9*), а в «Таблице резонансов» осталась лишь соответствующая выбранному резонансу запись.

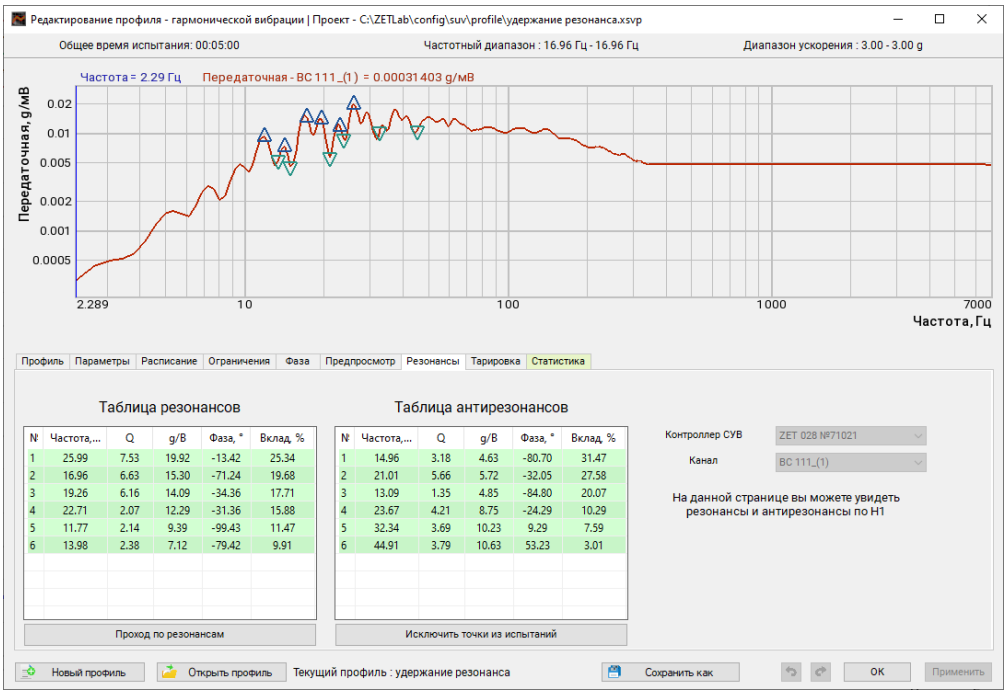


Рис. 20.8 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

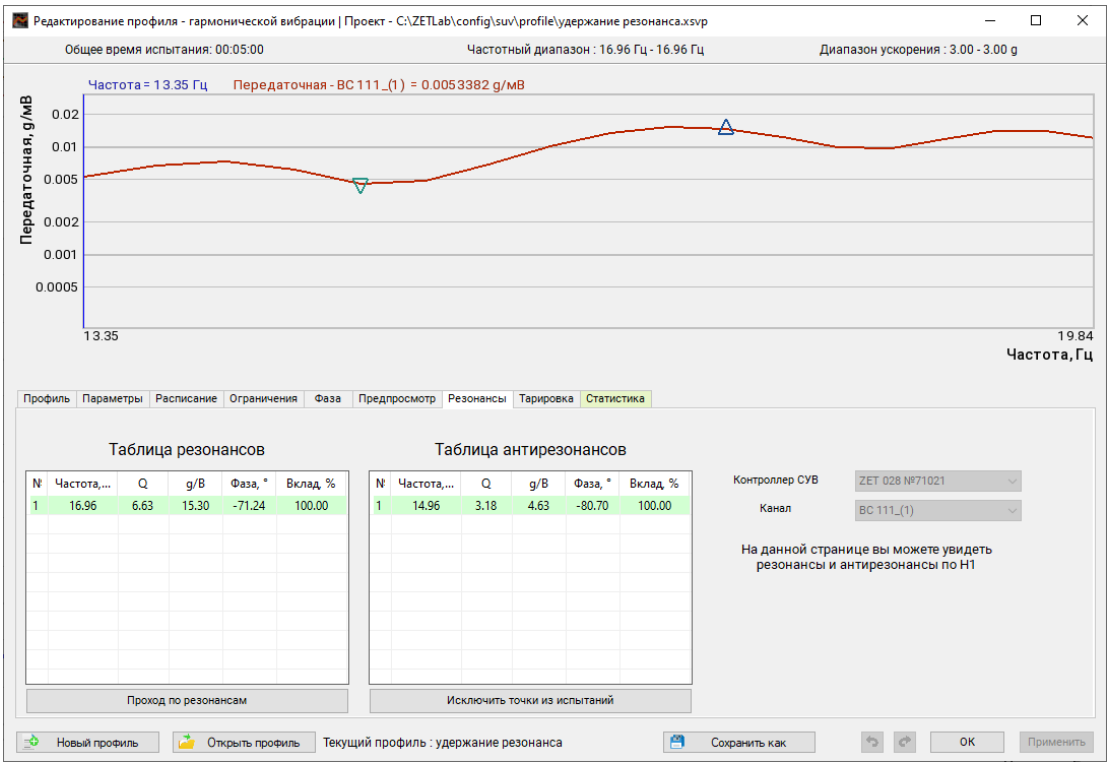


Рис. 20.9 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы» с масштабом на резонанс

После чего ☝ активировать кнопку «Проход по резонансам» и в окне «SinVibrationProfile» подтвердить создание профиля активировав кнопку «Да» (*Рис. 20.10*).

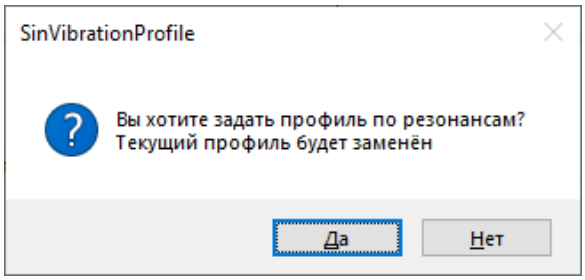


Рис. 20.10 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 20.11*) 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).*

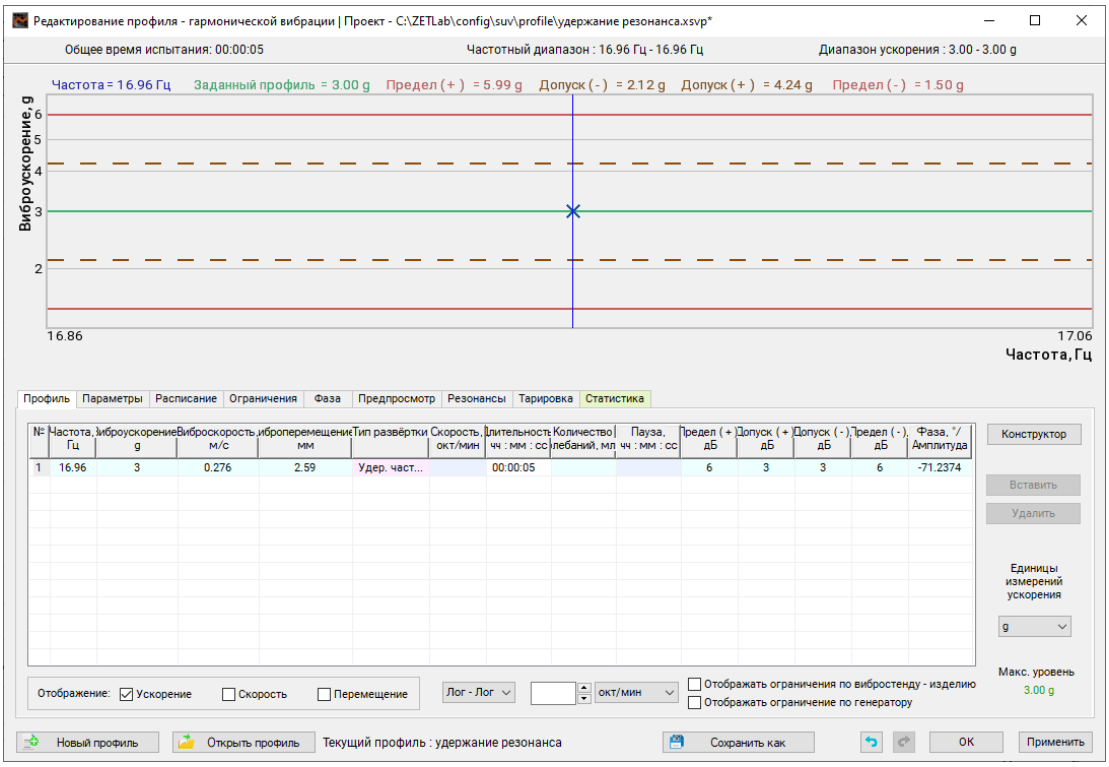


Рис. 20.11 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

В окне «Редактирование профиля» во вкладке «Параметры» установить значения параметров в соответствии с приведенными на рисунке (*Рис. 20.12*), после чего ☝ активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля.

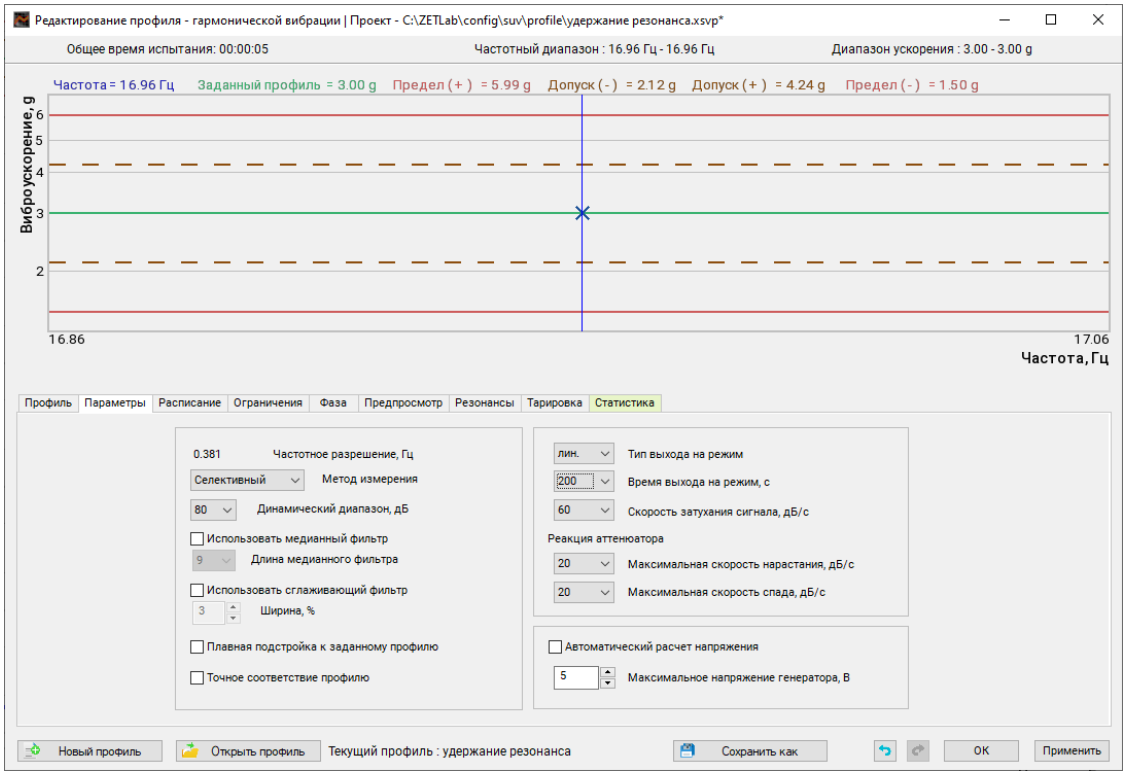


Рис. 20.12 Окно «Редактирование профиля-гармонической вибрации» вкладка «Параметры»

Запустить сконфигурированный профиль на выполнение для этого в окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 20.13*) ☝ активировать кнопку «Старт».

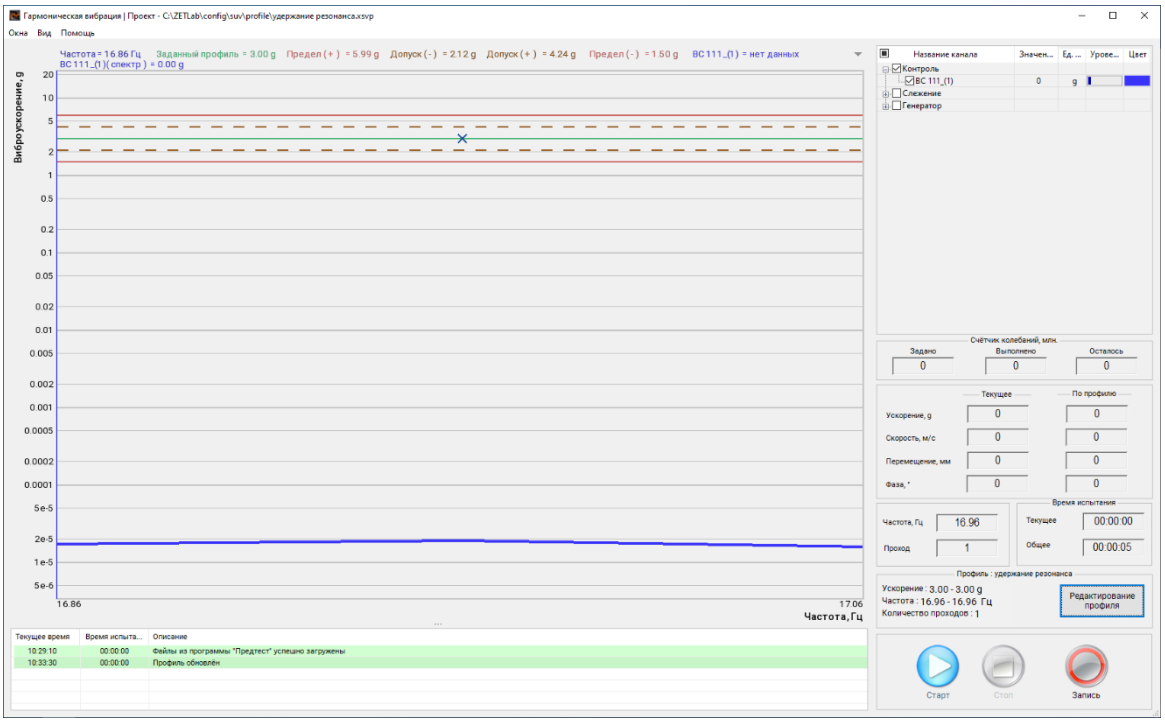


Рис. 20.13 Окно «Гармоническая вибрация»

После завершения выполнения профиля из списка меню «Окна» (*Рис. 20.14*) ☝ активировать программу «Тарировка».

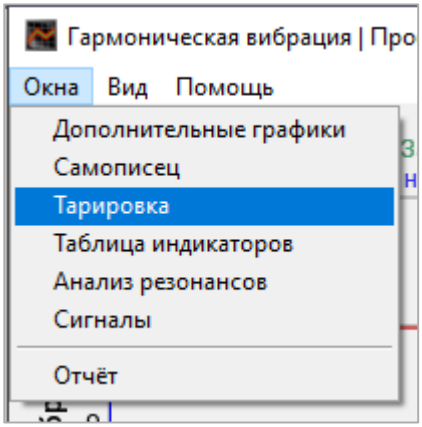


Рис. 20.14 Список меню «Окна»

В окне программы «Тарировка» (*Рис. 20.15*) исключить из тарировки зону малых амплитуд для этого ☝ активировать чек бокс «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 20.4).

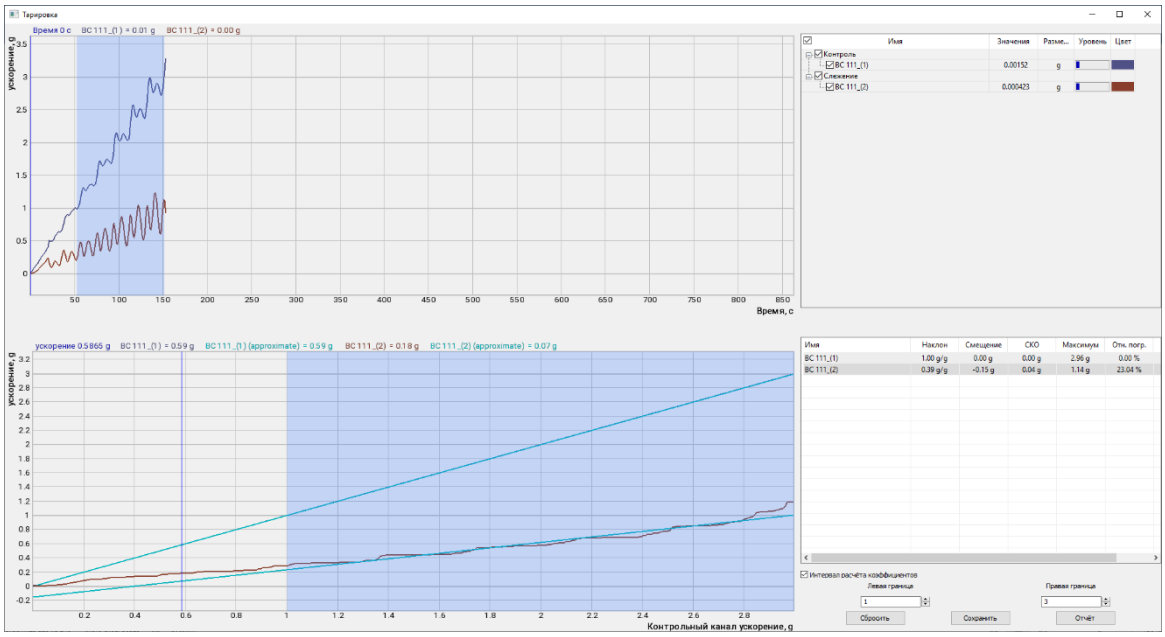


Рис. 20.15 Окно программы «Тарировка»

20.4 Проведение испытаний

В окне программы «Гармоническая вибрация» ☝ активировать кнопку «Редактирование профиля».

В окне «Редактирование профиля - гармонической вибрации» во вкладке «Тарировка» (*Рис. 20.17*) установить значение амплитуды ускорения, которое необходимо поддерживать в процессе испытаний для датчика, установленного в контрольной точке 2.

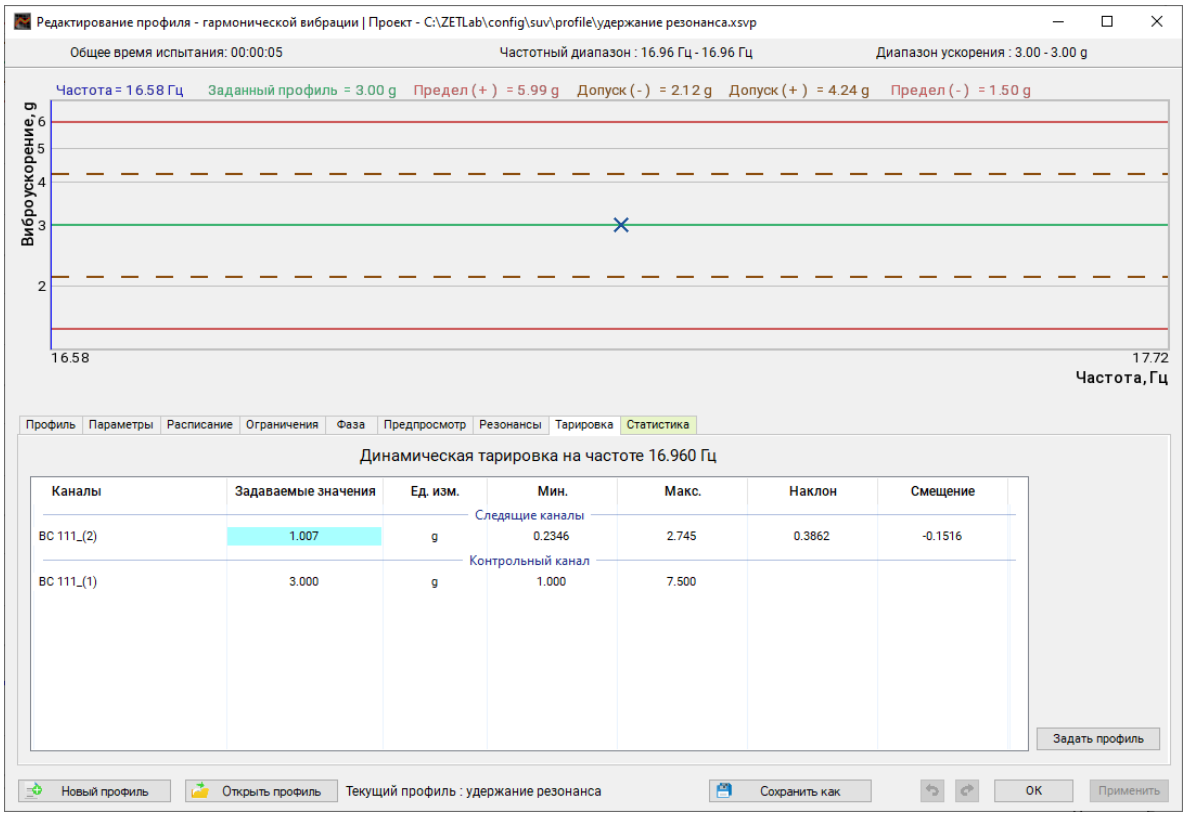


Рис. 20.16 Окно «Редактирование профиля - гармоническая вибрация» вкладка «Тарировка»

Для этого в поле, отмеченном «голубым» цветом, внести требуемое значение например «2g» (*Рис. 20.17*), при этом автоматически будет пересчитано соответствующее значение ускорения для акселерометра установленного в точке 1 (в данном примере составит «5.571g»).

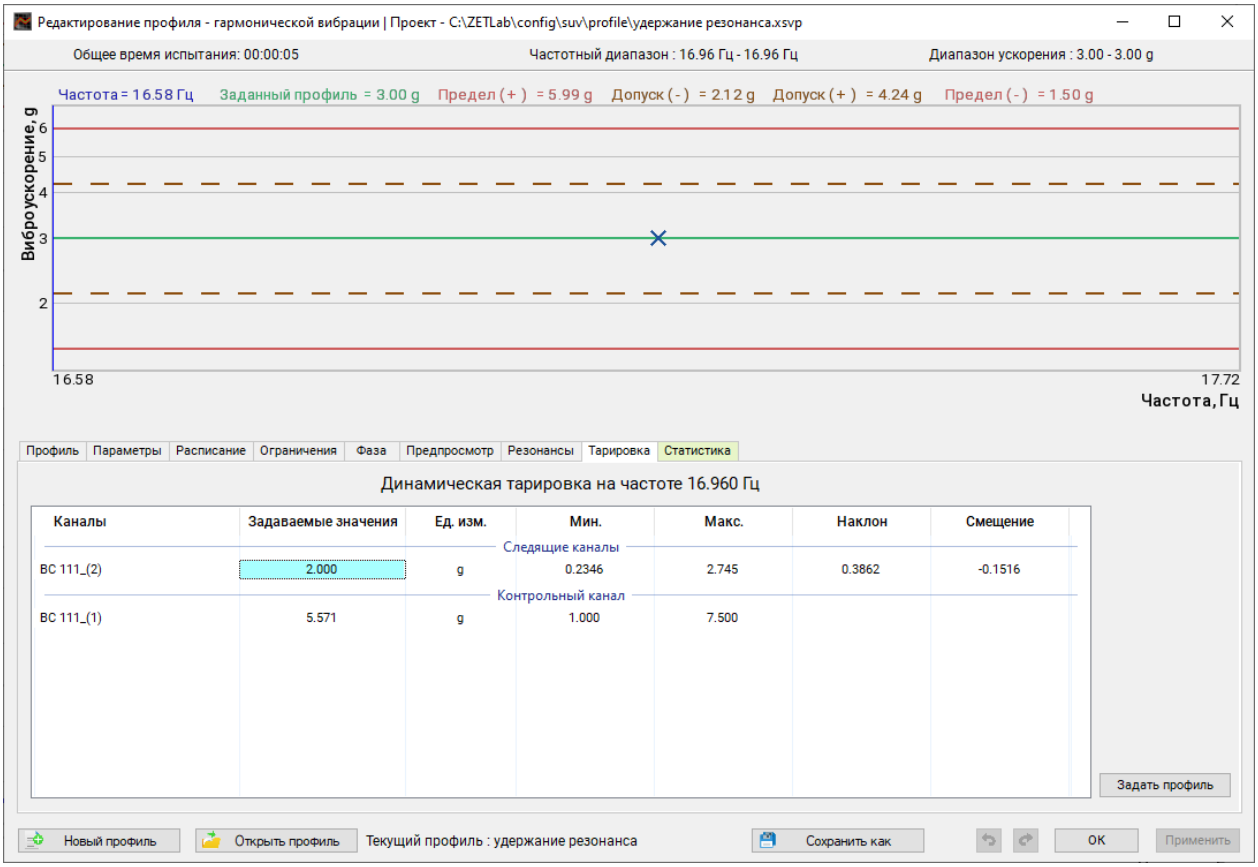


Рис. 20.17 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Тарировка»

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. 20.18*).

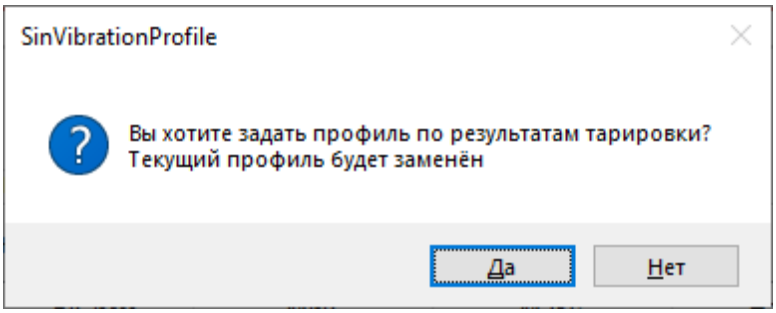


Рис. 20.18 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 20.19*) в графе «Длительность» следует установить требуемое время проведения испытаний (в примере - 10 часов).

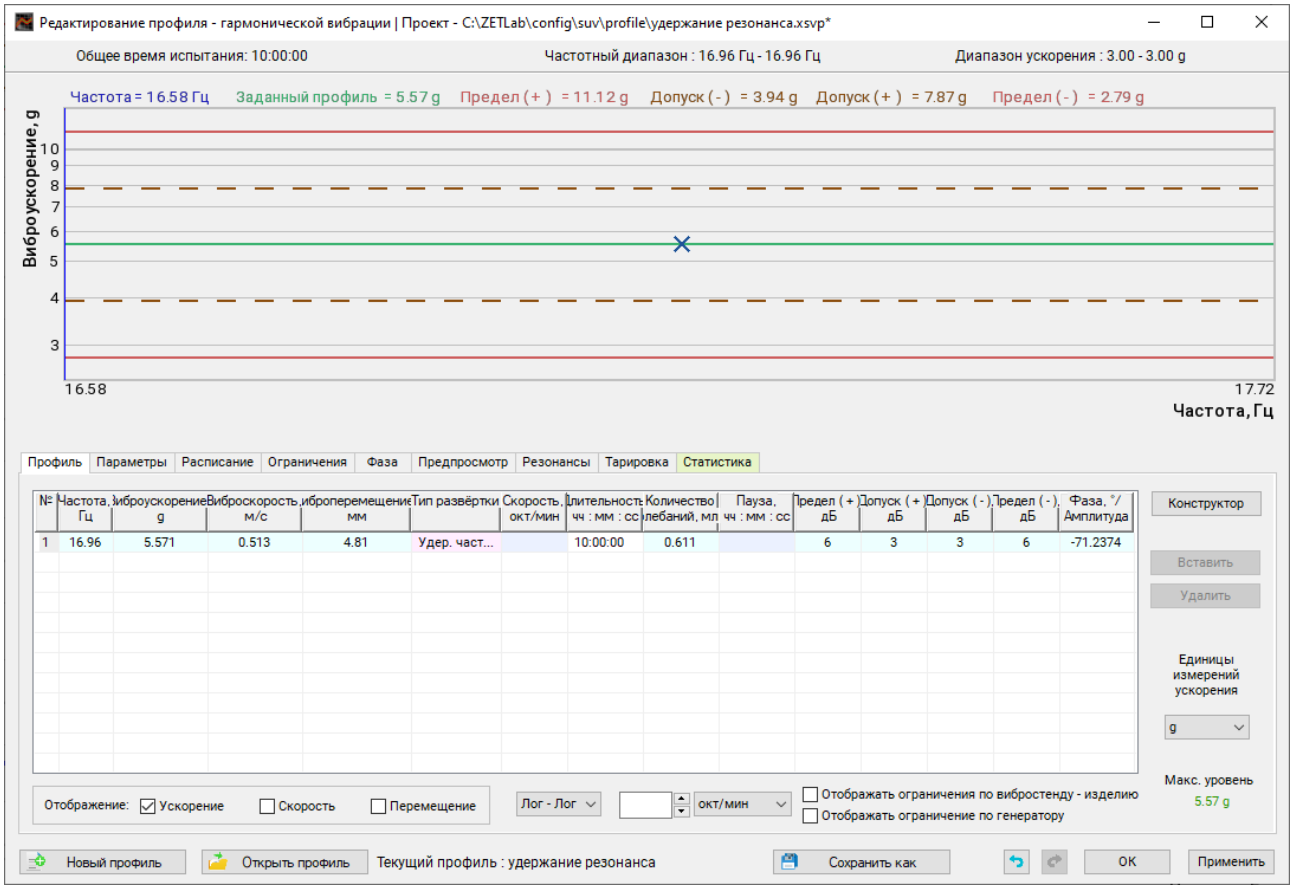


Рис. 20.19 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

Убедиться в том, что во вкладке «Параметры» значения параметров соответствуют значениям, приведенным на рисунке (*Рис. 20.12*), после чего ☝ активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля испытаний.

Запустить испытания активировав кнопку «Старт» в окне «Гармоническая вибрация» (*Рис. 20.13*).

21 Элементы управления и индикации

21.1 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*>.

21.2 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».

21.3 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 <↓>.

21.4 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. 21.1).

На вкладке «Параметры отображения» (Рис. 21.1) 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.

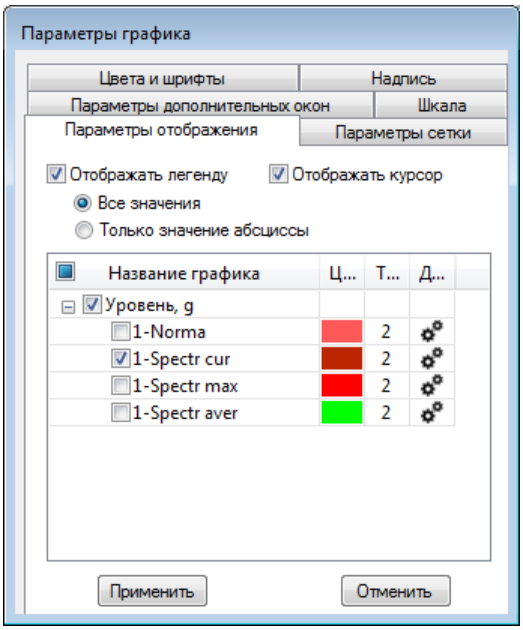


Рис. 21.1 Вкладка настройки параметров отображения графика

На вкладке «Параметры сетки» (Рис. 21.2) 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.

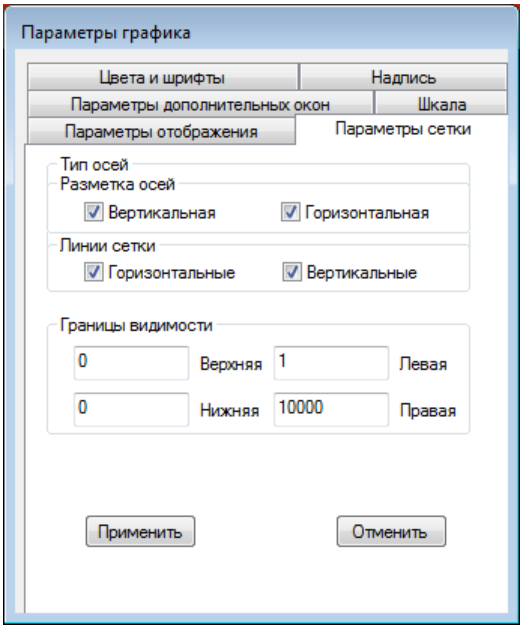


Рис. 21.2 Вкладка настройки параметров сетки графика

На вкладке «Цвета и шрифты» (Рис. 21.3) 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.

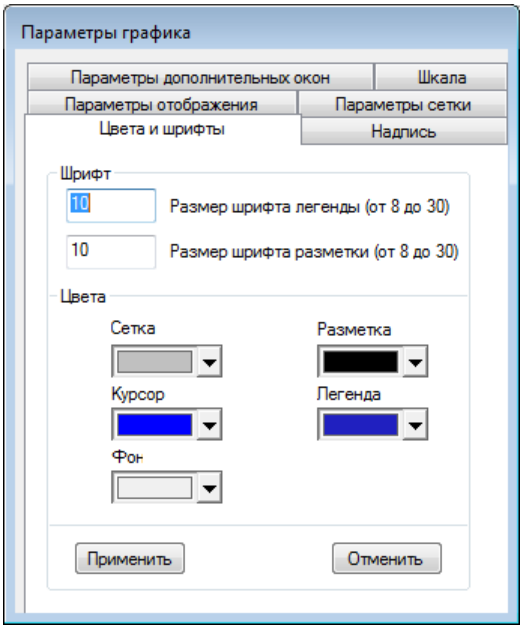


Рис. 21.3 Вкладка настройки цвета и шрифта графиков

Используя вкладку «Надпись» (Рис. 21.4) 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.

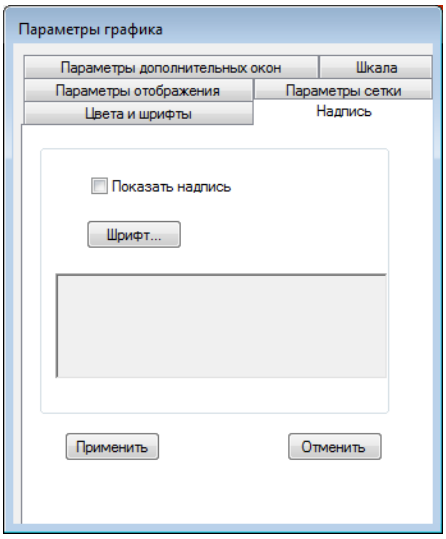


Рис. 21.4 Вкладка настройки надписи графиков

На вкладке «Шкала» (Рис. 21.5) можно выбрать тип представления горизонтальной и вертикальной шкал. Для сохранения настроек активируйте кнопки «Применить».

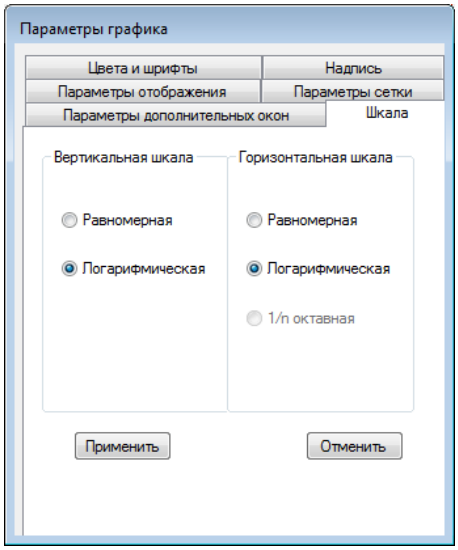


Рис. 21.5 Вкладка настройки шкалы графика

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*

21.5 Использование индикаторов уровня сигнала

Большинство окон программ *ZETLAB* использующих для обработки регистрируемые сигналы (по выбранному измерительному каналу) снабжено индикатором уровня сигнала (Рис. 21.6), который в графическом виде показывает интегральный уровень сигнала, регистрируемый в текущий момент.

Рис. 21.6 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.

21.6 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. 21.7).

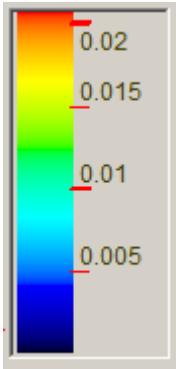


Рис. 21.7 Индикатор регулировки цветовой гаммы

Для перехода к необходимому диапазону палитры и контрастности регистрируемых в поле графика значений необходимо переместить указатель манипулятора «мышь» в правую область индикатора (Рис. 21.7), 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.

0Выбрав соответствующий действию по масштабированию вид указателя манипулятора «мыши» следует произвести необходимое масштабирование путем нажатия левой клавиши либо прокруткой ролика «мыши».

22 Состав программ ZETLAB VIBRO

	Название программы	Состав комплектов программного обеспечение ZETLAB							
		DEMO	ANALIZ	VIBRO	NOIZE	TENZO	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		✓				✓		✓
Измерение	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	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	ANALIZ	VIBRO	NOIZE	TENZO	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	✓
	Подключиться к передатчику сигналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Подключение устройств по Ethernet (новый интерфейс)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*
	Подключение устройств по Ethernet (по IP адресам)		✓	✓	✓	✓	✓	✓	*
Сервисные	Диспетчер устройств	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Время ZETServer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Контроль синхронизации	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Прослушивание каналов	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Журнал ошибок ZETLab	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Журнал событий	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

23 Термины и определения

Основные термины и определения приведены в таблице (Таблица 23.1).

Таблица 23.1

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
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 значению) по нескольким датчикам со статусом "Контроль" антирезонансы на которых не совпадают по частоте.
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.

	<u>Примечание:</u> 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.
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.
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.
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
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	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)
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.
Статическая точность	Отношение истинной спектральной плотности ускорения к наблюдаемой
Точка измерения отклика	Точки установки датчиков (измерительным каналам которых назначен статус "Обзор") на объекте испытаний, сиг-

	налы 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.

Частота	Число колебаний или циклов в единицу времени. Единица измерения Гц.
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 макси-

	мального 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.

24 Распространенные ошибки при работе с СУВ ZETLAB

24.1 Влияние горизонта установки станины вибростенда на величину поперечной вибрации

На *Рис. 24.1* представлен график нелинейных искажений, снятый при небольшом отклонении станины вибростенда от горизонта (отклонение станины в пределах 2 градусов), а на *Рис. 24.2* - 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.

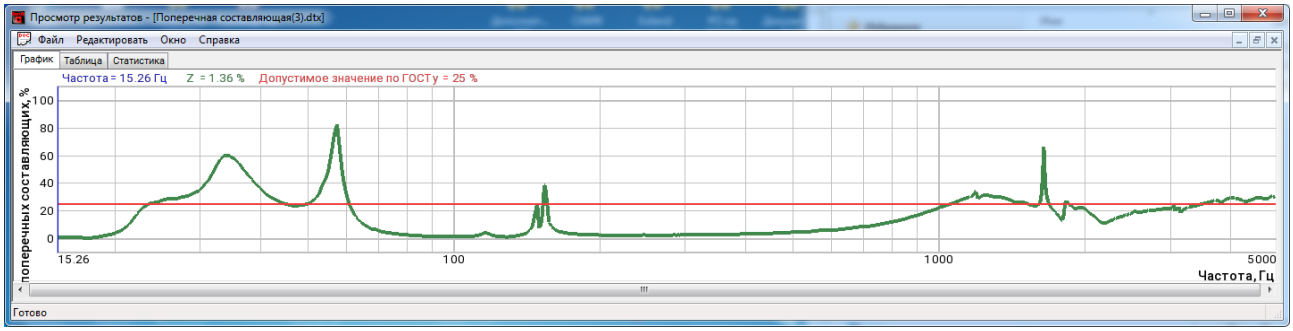


Рис. 24.1 Станина отклонена от горизонтали

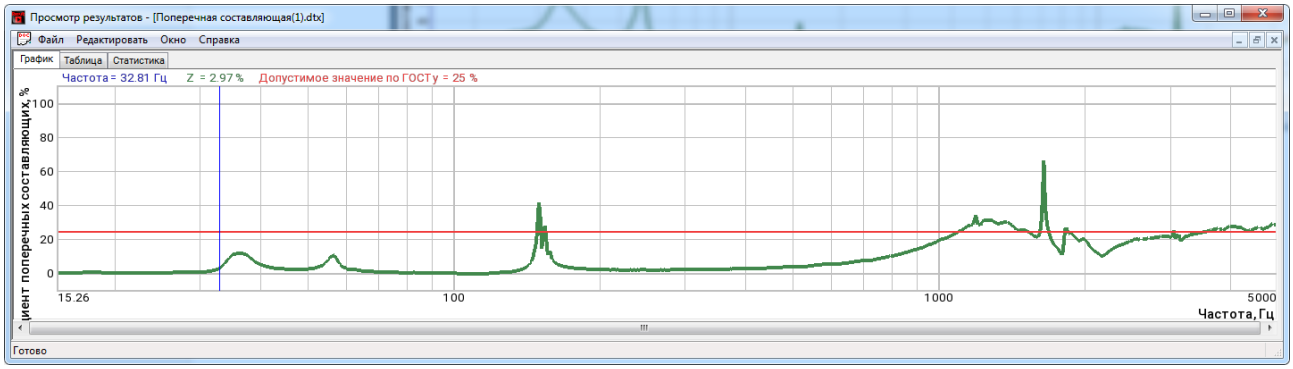


Рис. 24.2 Станина выставлена горизонтально

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.

24.2 Плохой контакт в кабеле сигнала управления

На *Рис. 24.3* 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).

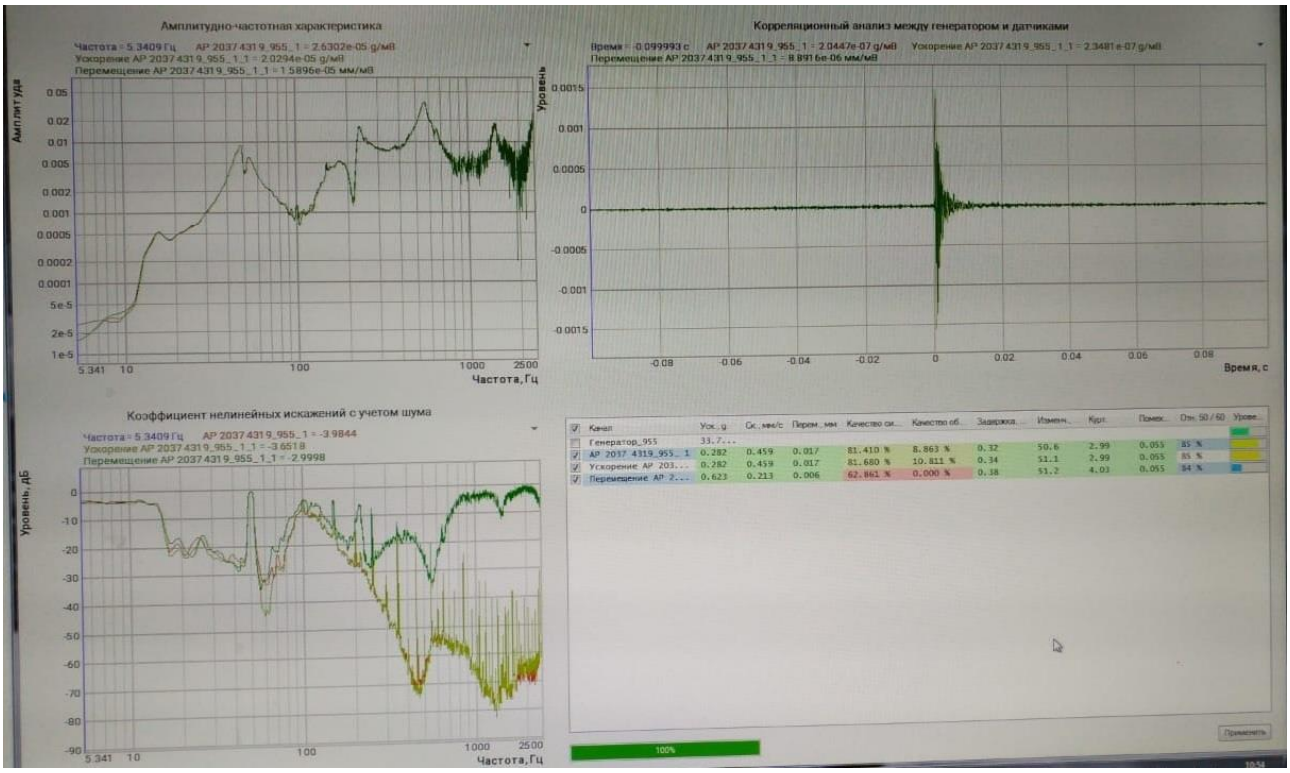


Рис. 24.3 Отрицательный результат предтеста

В таком случае перед началом испытаний необходимо разобраться с причиной возникновения отрицательного результата предтеста. Для этого в окне программы «Предтест» следует нажать 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. 24.4* представлен пример положительного результата прохождения предтеста после устранения неисправности, связанной с плохим контактом в кабеле управления.

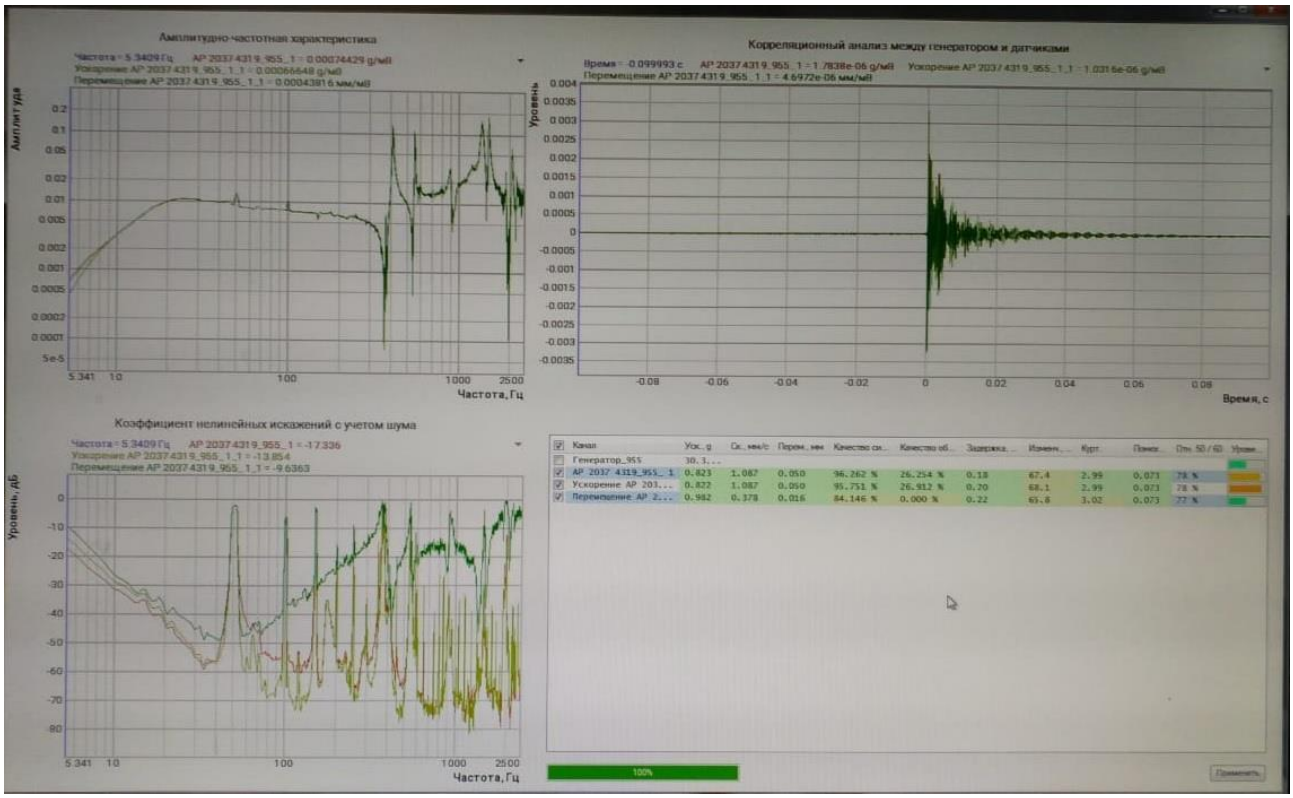


Рис. 24.4 Положительный результат предтеста

24.3 Низкое качество предтеста из-за плохого заземления

На *Рис. 24.5* 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%.

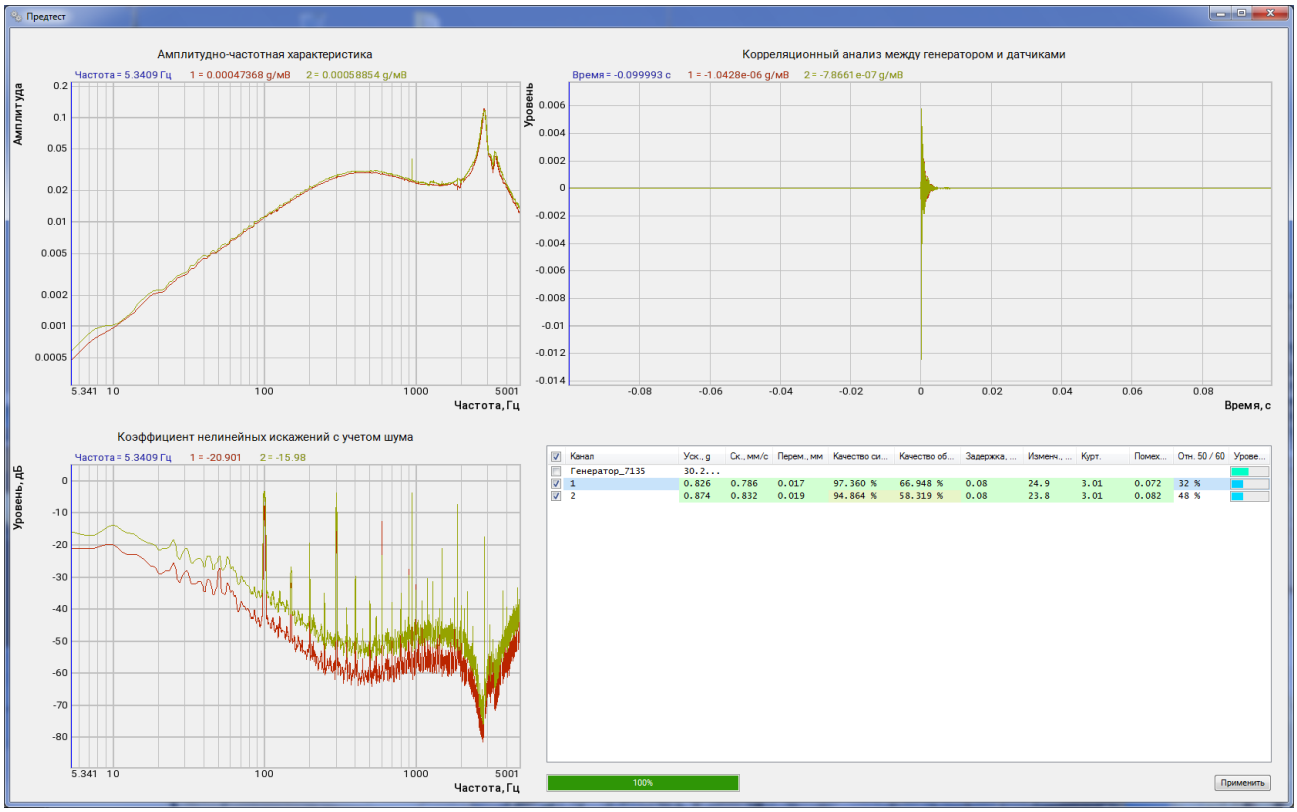


Рис. 24.5 Низкое качество результата предтеста

После выполнения заземления был пройден предтест повторно результаты которого приведены на *Рис. 24.6*. 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%).

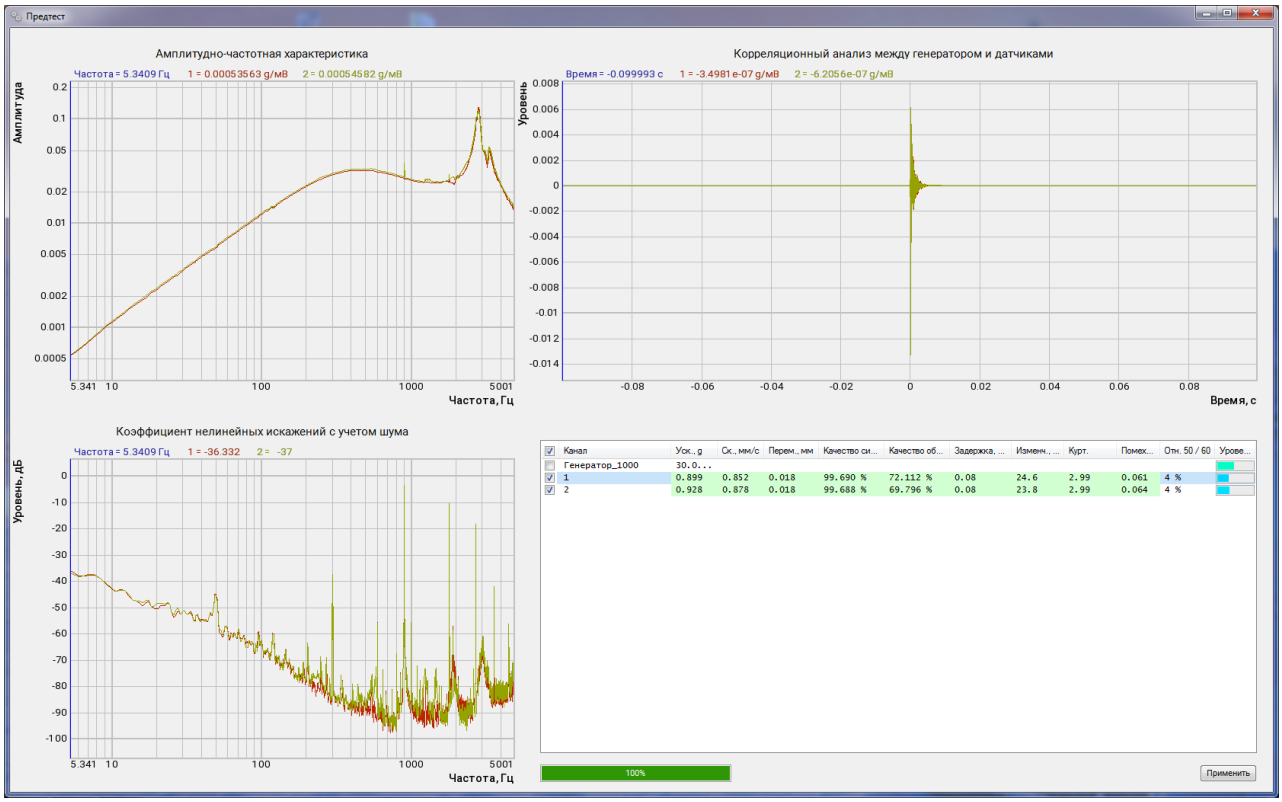


Рис. 24.6 Высокое качество результата предтеста

24.4 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. 24.7*).

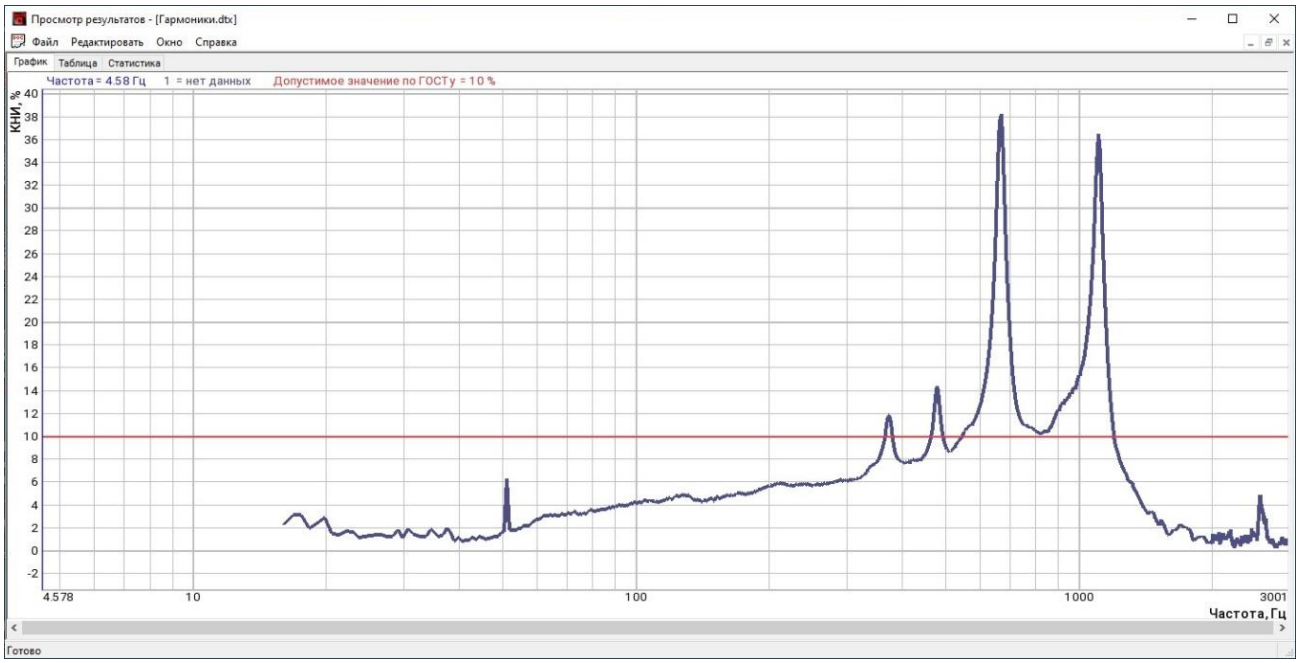


Рис. 24.7 Нелинейные искажения на вибростенде с резонансом подвески 3300 Гц

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. 24.7* 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. 24.8*) приведены нелинейные искажений в сформированном на выходе усилителя вибростенда сигнале, а на графике (*Рис. 24.9*) 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%.

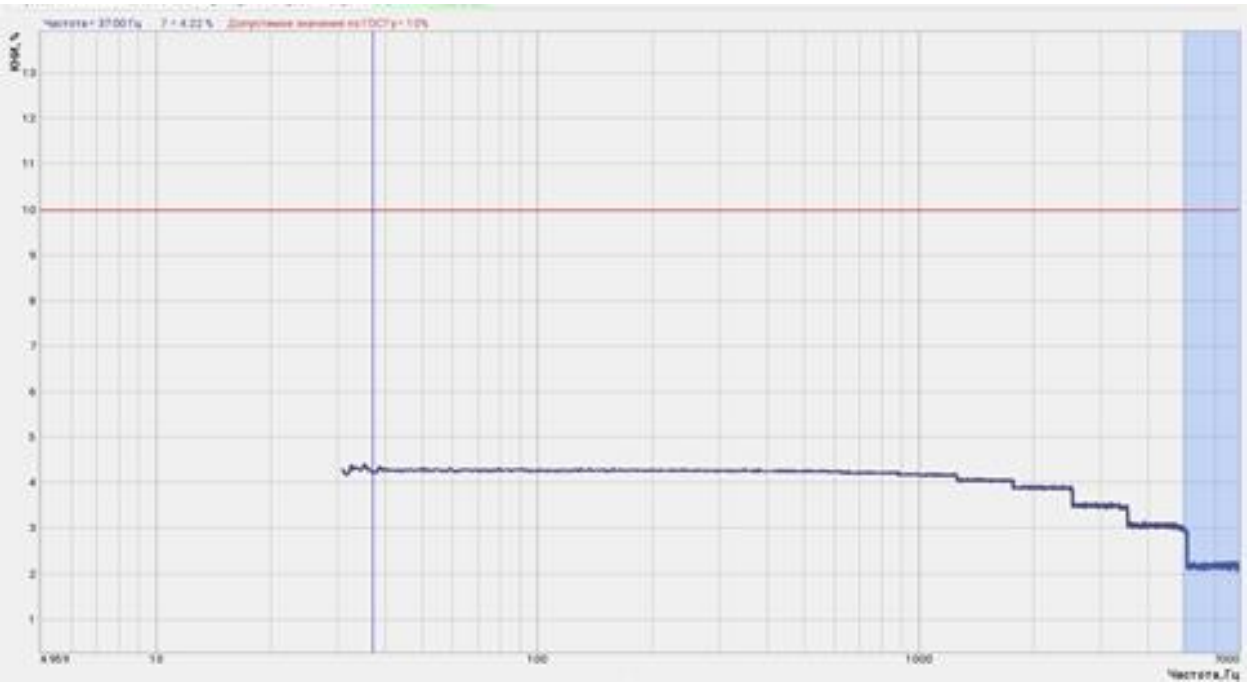


Рис. 24.8 Нелинейные искажения на выходе усилителя вибростенда

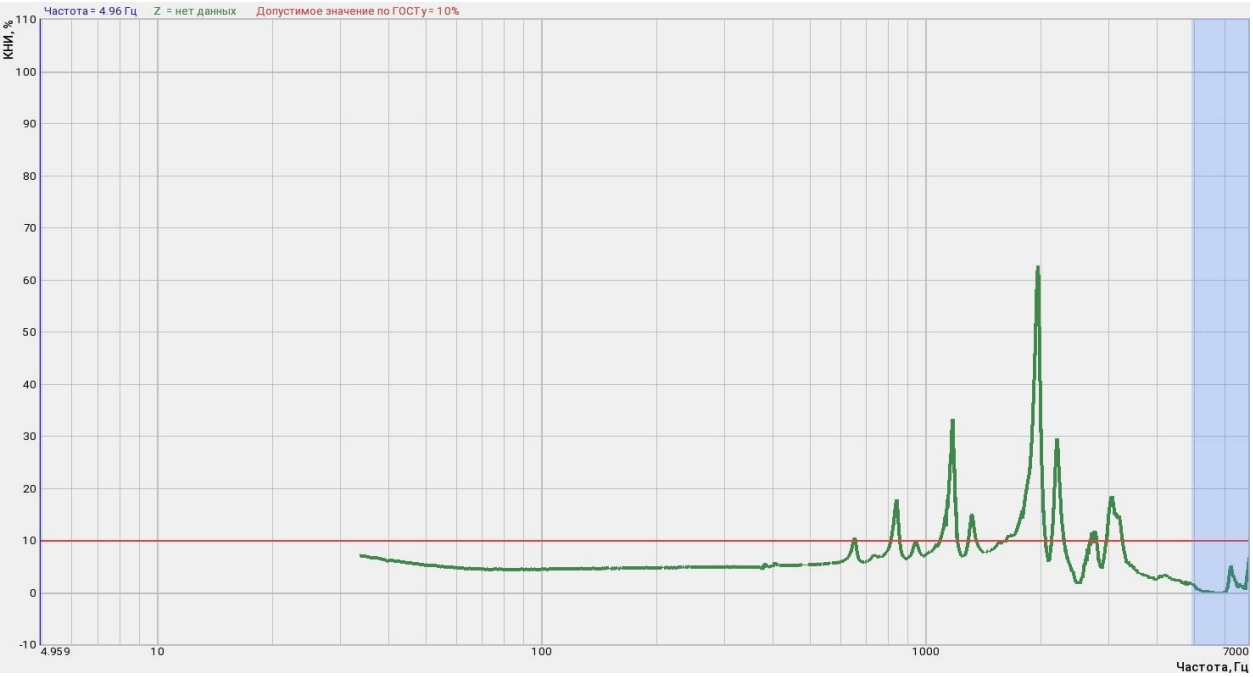


Рис. 24.9 Нелинейные искажения на вибростенде с резонансом подвески 6000 Гц