СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДАМИ ZET-02X

ЗТМС.441151.095 34

Руководство оператора

Часть 1

Спасибо за выбор оборудования компании ООО «ЭТМС»!

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

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

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

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

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

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

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

В руководстве оператора используются ссылки на следующие документы:

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

- ГОСТ РВ 2840-001-2008 «Надежность и безотказность авиационных двигателей. Лопатки газотурбинных двигателей. Методы испытаний на усталость».

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

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

Гарантийное соглашение

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

Компания ООО «ЭТМС» не гарантирует бесперебойную работу системы управления вибростендами и не несет ответственность за повреждения, возникшие в результате несоблюдения требований инструкций, представленных в данном руководстве оператора, в том числе по причине неправильной коммутации оборудования.

Введение

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

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

В состав **СУВ ZET 02X** входят:

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

Таблица А.1

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

Программное обеспечение **ZETLAB VIBRO** является специализированным комплектом программного обеспечения **ZETLAB**. Список программ, входящих в состав **ZETLAB VIBRO**, приведен в разделе 22.

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

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

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ **5**

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУВ ZET 02X **9**

1.1 Внешний вид контроллера СУВ 11

1.2 Условия эксплуатации контроллера СУВ 12

1.3 Сведения о программном обеспечении ZETLAB 12

1.4 Требования к компьютеру 13

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПО ZETLAB **14**

2.1 Установка программного обеспечения ZETLAB на компьютер 14

2.2 Запуск панели управления ZETLAB 14

2.3 Получение справочной информации 14

2.4 Настройка пользовательских директорий 15

2.5 Индикатор состояния подключенных устройств 16

2.6 Закрытие программ ZETLAB 18

2.7 Закрытие панели управления ZETLAB 18

3 ПОДКЛЮЧЕНИЕ КОНТРОЛЛЕРОВ СУВ К КОМПЬЮТЕРУ **19**

3.1 Подключение к компьютеру контроллеров серии ZET 02x, ZET 03x и ZET05x 19

3.1.1 Порядок подключения 19

3.1.2 Заводская настройка IP-адреса 19

3.1.3 Проверка IP-адреса контроллера 19

3.1.4 Настройка IP адреса контроллера 21

3.1.5 Настройка IP адреса компьютера 22

3.1.6 Активация подключения по Ethernet 24

3.2 Подключение контроллеров серии ZET 017 25

3.2.1 Порядок подключения 25

3.2.2 Заводские настройки контроллера СУВ 25

3.2.3 Проверка IP-адреса контроллера 26

3.2.4 Настройка IP адреса компьютера 27

3.2.5 Настройка IP адреса контроллера 29

3.2.6 Активация Ethernet канала контроллера СУВ 30

4 ПАНЕЛЬ СУВ **32**

5 ПРОГРАММА «ПАРАМЕТРЫ ВИБРОСТЕНДА» **34**

5.1 Назначение программы 34

5.2 Правила работы с программой 34
5.3 Примеры к разделу 5....38
5.3.1 Выбор вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении....38

6 ПРОГРАММА «ПАРАМЕТРЫ ИЗДЕЛИЯ»....40
6.1 Назначение программы 40
6.2 Правила работы с программой 40
6.3 Примеры к разделу 6....47
6.3.1 Пример подготовки файла конфигурации стержневой модели для последующей визуализации форм колебаний исследуемого изделия (модели)....47

7 ПРОГРАММА «ДИСПЕТЧЕР УСТРОЙСТВ ZET»....51
7.1 Назначение программы 51
7.2 Правила работы с программой 52
7.3 Установка частоты дискретизации....53
7.4 Настройка синхронизации по протоколу PTP....54
7.5 Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x....55
7.6 Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058 (тензостанции) 60
7.7 Примеры к разделу 7....69
7.7.1 Пример подключения акселерометра с ICP....69
7.7.2 Пример подключения акселерометра с зарядовым выходом 70
7.7.3 Пример подключения лазерного датчика модели RF603....72
7.7.4 Пример подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м) ..76
7.7.5 Пример подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа) 78
7.7.6 Пример подключения датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100....80
7.7.7 Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 и аттенюатора AC300 81

8 ПРОГРАММА «ПРЕДТЕСТ И ПОИСК РЕЗОНАНСОВ»....82
8.1 Назначение программы 82
8.2 Правила работы с программой 83
8.3 Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов. 94
8.4 Примеры к разделу 8....100
8.4.1 Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины 100
8.4.2 Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения 105

9 ПРОГРАММА «ГАРМОНИЧЕСКАЯ ВИБРАЦИЯ» (SINE) ... 117
9.1 Назначение программы ... 117
9.2 Подготовка к проведению испытаний ... 117
9.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль» ... 119
9.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры» ... 124
9.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание» ... 126
9.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения» ... 127
9.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Фаза» ... 128
9.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр» ... 129
9.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы» ... 131
9.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Тарировка» ... 133
9.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика» ... 139
9.12 Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 140
9.13 Проведение испытаний ... 142
9.14 Примеры к разделу 9 ... 155
9.14.1 Примеры степеней жесткости при испытаниях методом качания частоты .. 155
9.14.2 Пример проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе. ... 157
9.14.3 Пример настройки сигнала «Стробоскоп». ... 167
9.14.4 Пример настройки сигнала COLA. ... 169

10 ПРОГРАММА «ШИРОКОПОЛОСНАЯ СЛУЧАЙНАЯ ВИБРАЦИЯ» (RANDOM) 170
10.1 Назначение программы ... 170
10.2 Подготовка к проведению испытаний ... 170
10.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль» ... 171
10.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры» ... 173
10.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание» ... 175
10.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «ШСВ на ШСВ» ... 177
10.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Синус на ШСВ» ... 178
10.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения» ... 179
10.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы» ... 180
10.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр» ... 181
10.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика» ... 182
10.12 Сохранение и загрузка профилей испытаний ... 183
10.13 Проведение испытаний ... 185
10.14 Примеры к разделу 10 ... 192
10.14.1 Теория испытаний ... 192

1 Общие сведения о СУВ ZET 02X

Перед началом работы с СУВ ZET 02X необходимо:

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

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

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

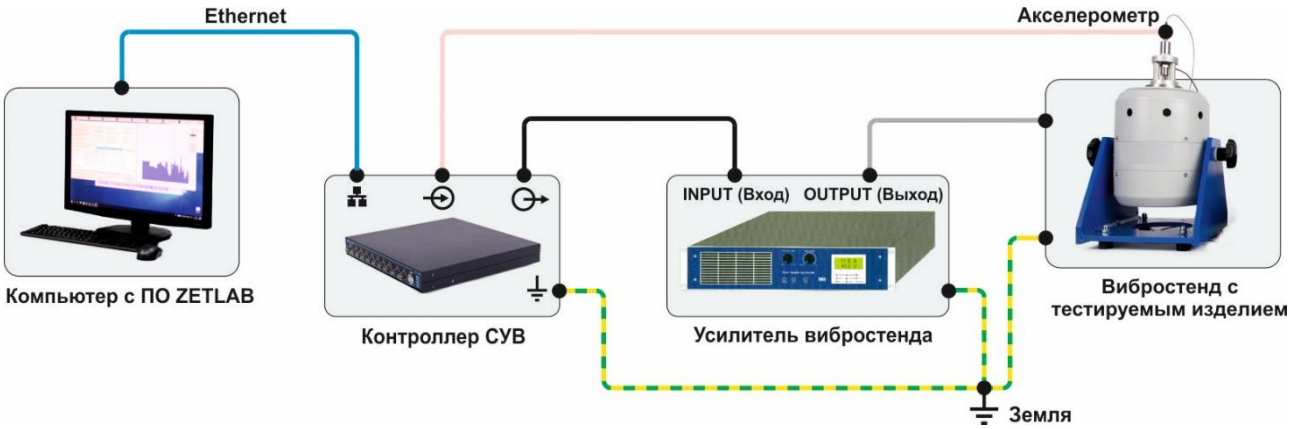


Рис. 1.1 Структурная схема СУВ ZET 02X

В связи с использованием в схеме усилителя мощности вибростенда необходимо заземлять все элементы в схеме. Вибростенд и усилитель мощности заземляются согласно соответствующим эксплуатационным документам. Клемма заземления контроллера СУВ расположена на задней панели. Все провода заземления необходимо соединить в одной физической

точке (в качестве общей точки можно использовать клемму заземления усилителя) и соединить общую точку с шиной заземления.

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

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

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

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

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

Примечание: *Примеры подключения для часто используемых в составе СУВ датчиков приведены в разделе 7.7.*

Внимание! *В составе СУВ могут быть задействованы контроллеры серии ZET 02x, ZET 03x, а также ZET 058 (тензостанция), однако следует учитывать то, что каналы генераторов для формирования сигналов возбуждения вибростендов могут быть использованы только у контроллеров серии ZET 02x.*

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

1.1 Внешний вид контроллера СУВ

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

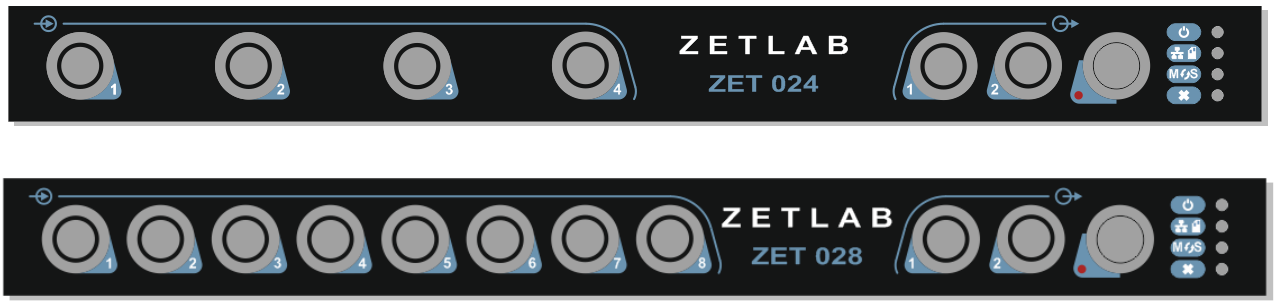


Рис. 1.2 Лицевые панели контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028

Табл. 1.1 Назначение элементов передней панели

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

[1] Два выхода генератора.

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

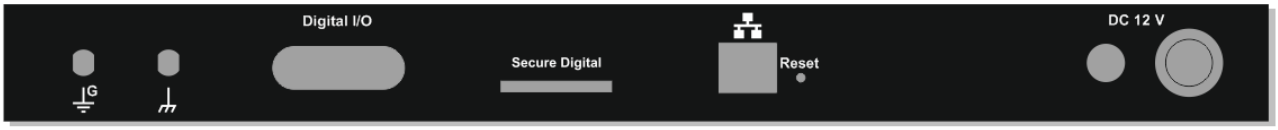


Рис. 1.3 Задняя панель контроллеров СУВ ZET 024 и ZET 028

Табл. 1.2 Назначение элементов задней панели

Маркировка	Назначение
Digital I/O	Цифровой вход/выход.
	Разъем для подключения контроллера к компьютеру по интерфейсу Ethernet 10/100.
Reset	Кнопка «Сброса» адреса порта Ethernet к заводским настройкам.
DC 12 V	Разъем для подключения блока питания 12 В. Кнопка «Включения/Отключения контроллера».
	Клемма заземления контролера.
	Клемма заземления генератора контролера.

1.2 Условия эксплуатации контроллера СУВ

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

Условия эксплуатации:

- температура окружающей среды от 5 до 40°С;
- относительная влажность воздуха до 90 % при 25 °С;
- атмосферное давление (630– 800) мм.рт.ст.;
- частота питающей сети (50 ± 0,5) Гц;
- напряжение питающей сети переменного тока (220 ± 22) В.

1.3 Сведения о программном обеспечении ZETLAB

Для работы СУВ необходима лицензия на программное обеспечение *ZETLAB VIBRO*. Лицензия, обеспечивающая работу с программным обеспечением *ZETLAB VIBRO*, находится в прошивке контроллера СУВ, поэтому достаточно произвести подключение контроллера к компьютеру, чтобы функционал программного обеспечения стал доступен в полном объеме.

Описание установки программного обеспечения *ZETLAB* и правила работы с панелью *ZETLAB* приведены в разделе 2 настоящего руководства.

1.4 Требования к компьютеру

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

- Двухъядерный процессор с тактовой частотой процессора – не менее 1,6 ГГц;
- Оперативная память – не менее 4 Гб;
- Свободное место на жестком диске – не менее 20 Гб;
- Видеокарта с 3D-графическим ускорителем, поддержкой OpenGL, DirectX, не менее 128 Мб памяти;
- Два монитора[3] с разрешением экрана не менее 1600×900;
- Сетевой интерфейс 10/100 Мбит/сек (порт RJ-45);
- Интерфейс USB 2.0 для установки программ;
- Наличие манипулятора «мышь» или иного указательного устройства (сенсорный экран, трекбол (track ball), тачпад (TouchPad), графический планшет);
- Наличие стандартной клавиатуры или иного устройства ввода (сенсорный экран, графический планшет).

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

- Microsoft® Windows® 7 32 разрядная с пакетом обновления SP1;
- Microsoft® Windows® 7 64 разрядная с пакетом обновления SP1;
- Microsoft® Windows® 8 32 разрядная;
- Microsoft® Windows® 8 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® 8.1 32 разрядная;
- Microsoft® Windows® 8.1 64 разрядная;
- Microsoft® Windows® 10 32 разрядная;
- Microsoft® Windows® 10 64 разрядная.

[2] Минимальные требования к конфигурации компьютера рекомендованы для работы с количеством задействованных каналов контроллера не более 2. Для работы с большим количеством задействованных каналов следует использовать более производительный компьютер.

[3] Допускается использование одного монитора, однако удобство мониторинга результатов регистрируемых при проведении испытаний будет ограничено

2 Общие сведения о ПО ZETLAB

2.1 Установка программного обеспечения ZETLAB на компьютер

Для установки программного обеспечения *ZETLAB* необходимо запустить файл-установщик ZETLAB.msi (поставляется на USB флеш-карте) и следуя инструкциям, установить ПО *ZETLAB* в директорию C:\ZETLab.

2.2 Запуск панели управления ZETLAB

Для запуска панели управления *ZETLAB* необходимо ☝ активировать «иконку» *ZETLAB* (Рис. 2.1), расположенную на рабочем столе ОС Windows.

Рис. 2.1 Внешний вид «иконки» ZETLab

В верхней части экрана откроется панель управления *ZETLAB* (Рис. 2.2).

Рис. 2.2 Панель управления ZETLAB

Панель управления *ZETLAB* позволяет оперативно выбирать необходимые программы, для чего нужно ☝ активировать название соответствующего меню панели управления *ZETLAB* и из развернувшегося списка выбрать требуемую программу.

В списке рядом с названиями программ находятся графические пиктограммы, позволяющие упростить поиск требуемой программы.

2.3 Получение справочной информации

В любой момент работы с программным обеспечением *ZETLAB* можно воспользоваться справочной информацией по работе с ним. Доступ к справочной информации организован по типу древовидной структуры (Рис. 2.3).

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

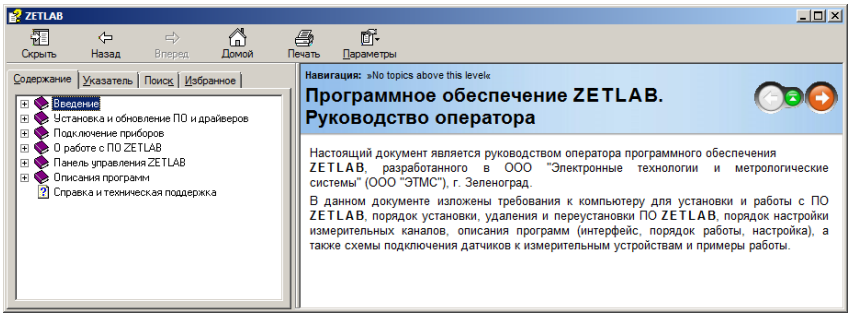


Рис. 2.3 Окно справочной информации

2.4 Настройка пользовательских директорий

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

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

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

Для настройки путей конфигурации, в «Панели управления *ZETLAB*» (Рис. 2.2) необходимо ☝ активировать иконку *ZETLAB* и в открывшемся окне «Главное меню панели управления» (Рис. 2.4) ☝ активировать панель «Пути конфигурации пользователя».

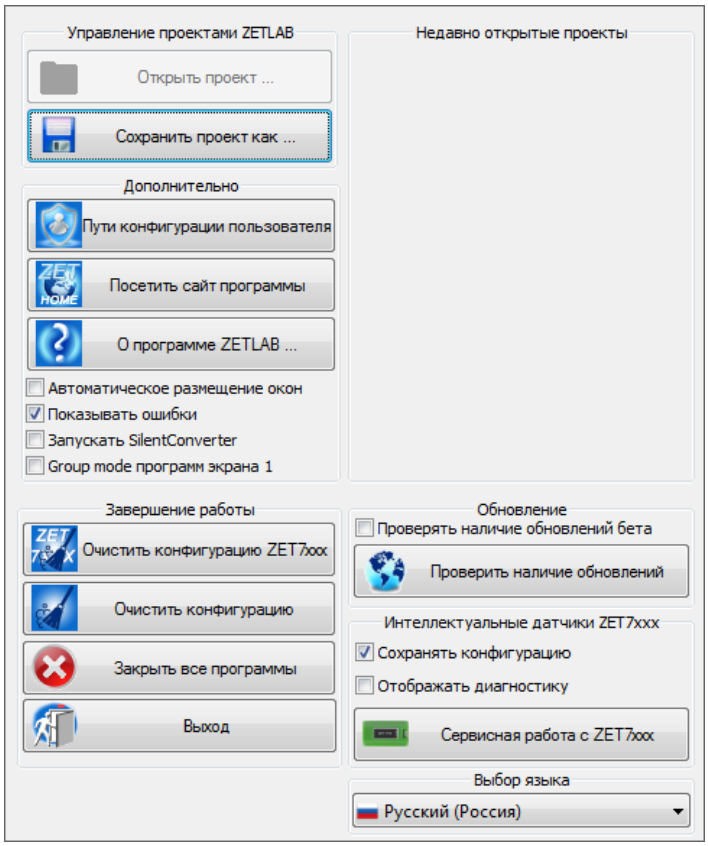


Рис. 2.4 Главное меню панели управления ZETLAB

В открывшемся окне «Настройка путей конфигурации» (Рис. 2.5) для каждой определяемой пользователем директории последовательно ☝ активировать панель «...», соответствующую виду сохраняемых данных (сигналы, сжатые сигналы, результаты обработки, файлы конфигурации) и в открывшемся окне «Выбор директории» назначить требуемый путь конфигурации, после чего ☝ активировать «Применить».

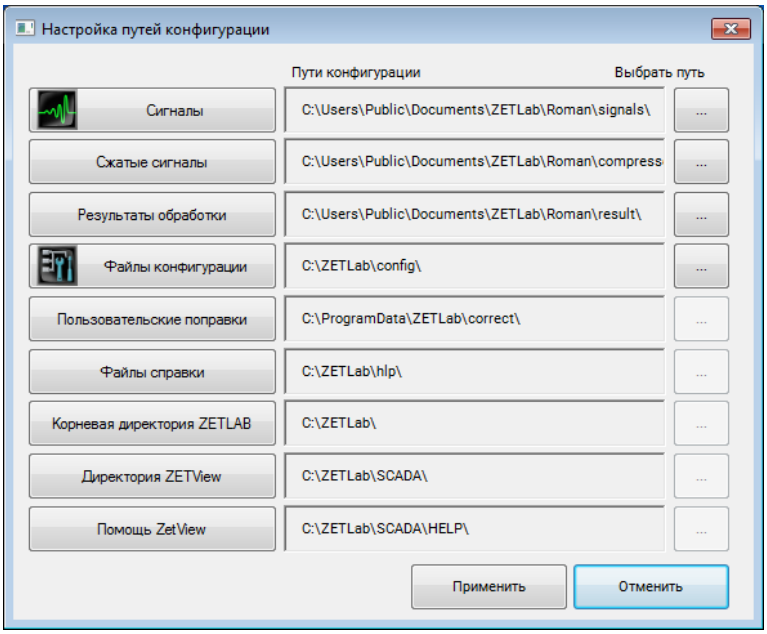


Рис. 2.5 Окно «Настройка путей конфигурации»

2.5 Индикатор состояния подключенных устройств

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

В зависимости от результатов непрерывной диагностики состояния подключенных аппаратных средств производства ООО «ЭТМС» индикатор может находиться в одном из трех состояний индикации:

- штатный режим;
- предупреждение;
- ошибка.

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

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

Для перехода к информации о причинах диагностируемых нарушений необходимо активировать панель с символом индикатора состояние подключенных устройств, при этом откроется соответствующее окно с описанием вида зарегистрированной ошибки (Рис. 2.6).

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

Для получения дополнительной информации вызовите список (Рис. 2.7) и активируйте строку «Помощь».

В открывшемся справочном окне (Рис. 2.8) воспользуйтесь информацией о необходимых мерах по устранению диагностируемой ошибки.

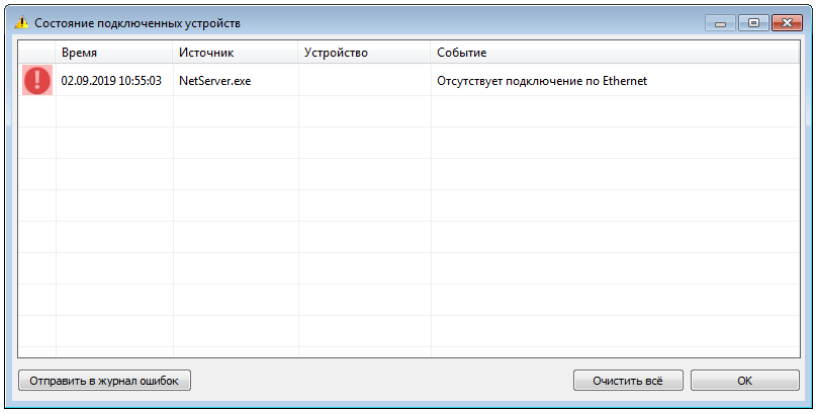


Рис. 2.6 Окно «Состояние подключенных устройств»

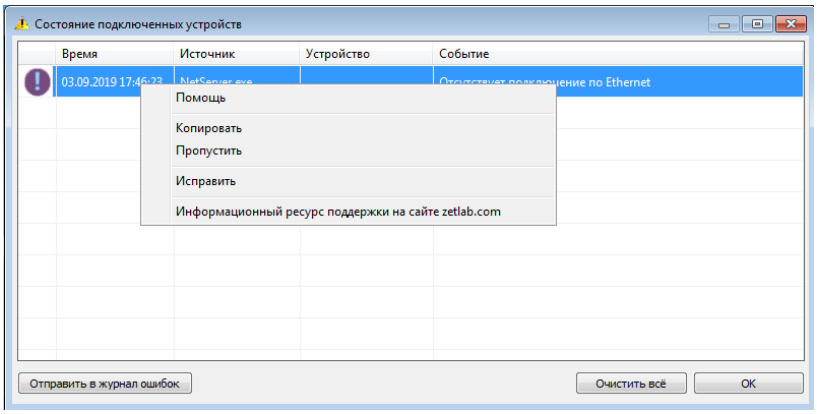


Рис. 2.7 Окно «Состояние подключенных устройств» с панелью меню

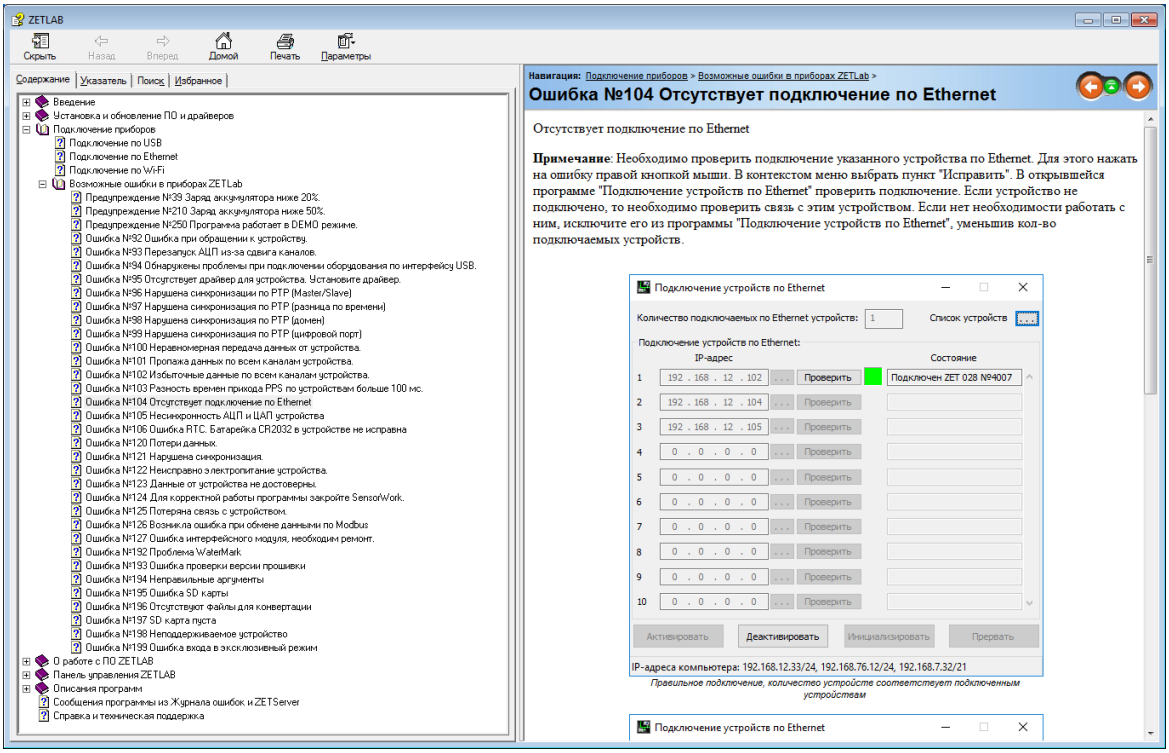


Рис. 2.8 Окно справочной информации

Если причина диагностированного нарушения была связана с периодом настройки или с этапом подключения аппаратуры и в настоящий момент уже устранена, то после активации кнопки «Очистить все» в окне «Состояние подключенных устройств» (Рис. 2.6) индикатор состояния подключенных устройств перейдет в состояние «*Штатный режим» (*отсутствие ошибок). Если причина возникновения ошибки не была устранена индикатор состояния подключенных устройств вновь начнет индицировать состояние *«Ошибка»*.

2.6 Закрытие программ ZETLAB

Для закрытия сразу всех программ, запущенных с помощью панели *ZETLAB* необходимо в окне «Главное меню панели управления» (Рис. 2.4) ☝ активировать кнопку *«Закрыть все программы»* при этом сама панель *ZETLAB* остается активной.

2.7 Закрытие панели управления ZETLAB

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

3 Подключение контроллеров СУВ к компьютеру

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

3.1.1 Порядок подключения

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

Примечание: *Проверка IP-адреса контроллера выполняется согласно разделу 3.1.3.*

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

Настройку IP-адреса Ethernet порта контроллера следует выполнять в соответствии с разделом 3.1.4.

Настройку IP-адреса Ethernet порта компьютера следует выполнять в соответствии с разделом 3.1.5.

После того, как IP-адреса Ethernet портов компьютера и контроллера расположены в единой подсети, необходимо, руководствуясь разделом 3.1.6, выполнить активацию Ethernet канала контроллера, после чего контроллер будет полностью готов к работе.

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

3.1.2 Заводская настройка IP-адреса

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

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

3.1.3 Проверка IP-адреса контроллера

Для проверки IP-адреса контроллера на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств по Ethernet» при этом откроется окно программы окно программы в виде «новый интерфейс» (*Рис. 3.1*).

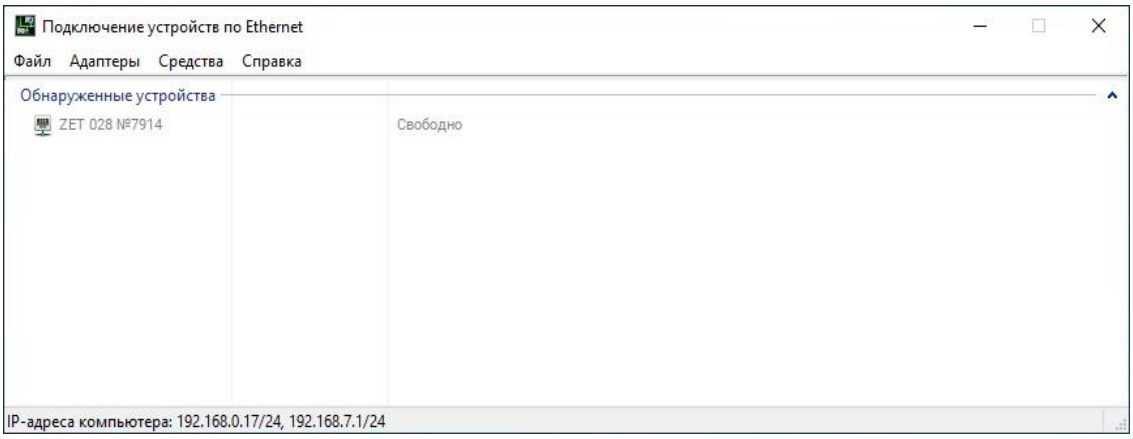


Рис. 3.1 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

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

Если в компьютере, к которому подключается контроллер, несколько сетевых адаптеров, то через меню «Адаптеры» можно выбрать конкретный сетевой адаптер, к которому подключен контроллер (*Рис. 3.2*).

Рис. 3.2 Выбор сетевого адаптера контроллера

Для просмотра IP-адреса контроллера следует навести указатель манипулятора «мышь» на наименование контроллера и считать значение IP-адреса (*Рис. 3.3*).

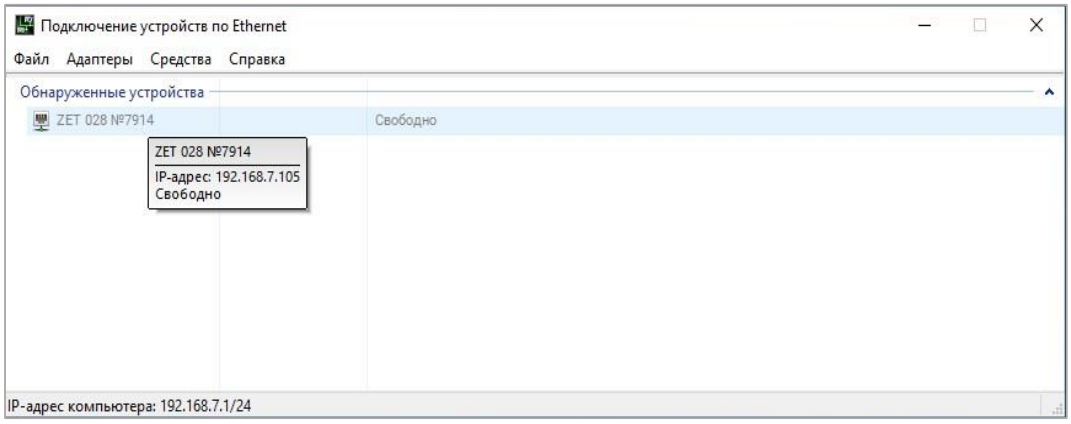


Рис. 3.3 Просмотр IP-адреса контроллера

3.1.4 Настройка IP адреса контроллера

Для смены IP-адреса контроллера следует вызвать список и выбрать функцию «Сменить IP-адрес» (*Рис. 3.4*).

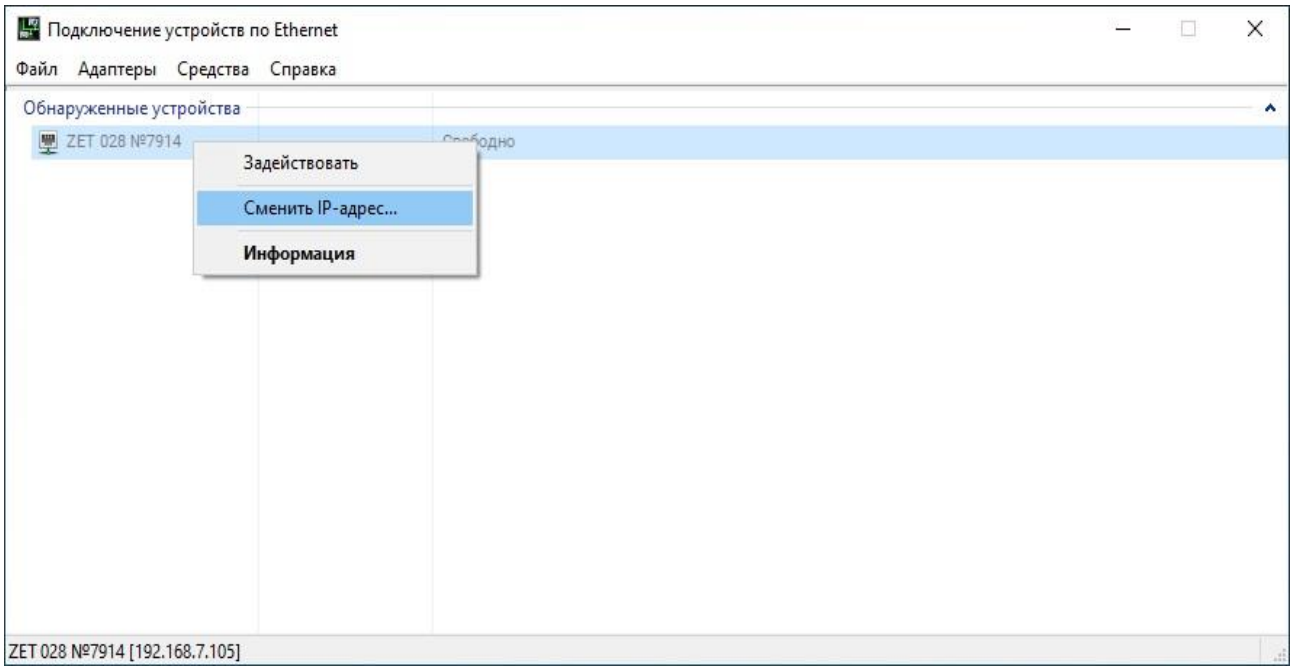


Рис. 3.4 Вызов функции смены IP-адреса контроллера

В открывшемся окне «Сменить IP-адрес» в строке «Новый IP-адрес» установить новый сетевой адрес и маску подсети контроллера, после чего нажать кнопку «Ок» (*Рис. 3.5*).

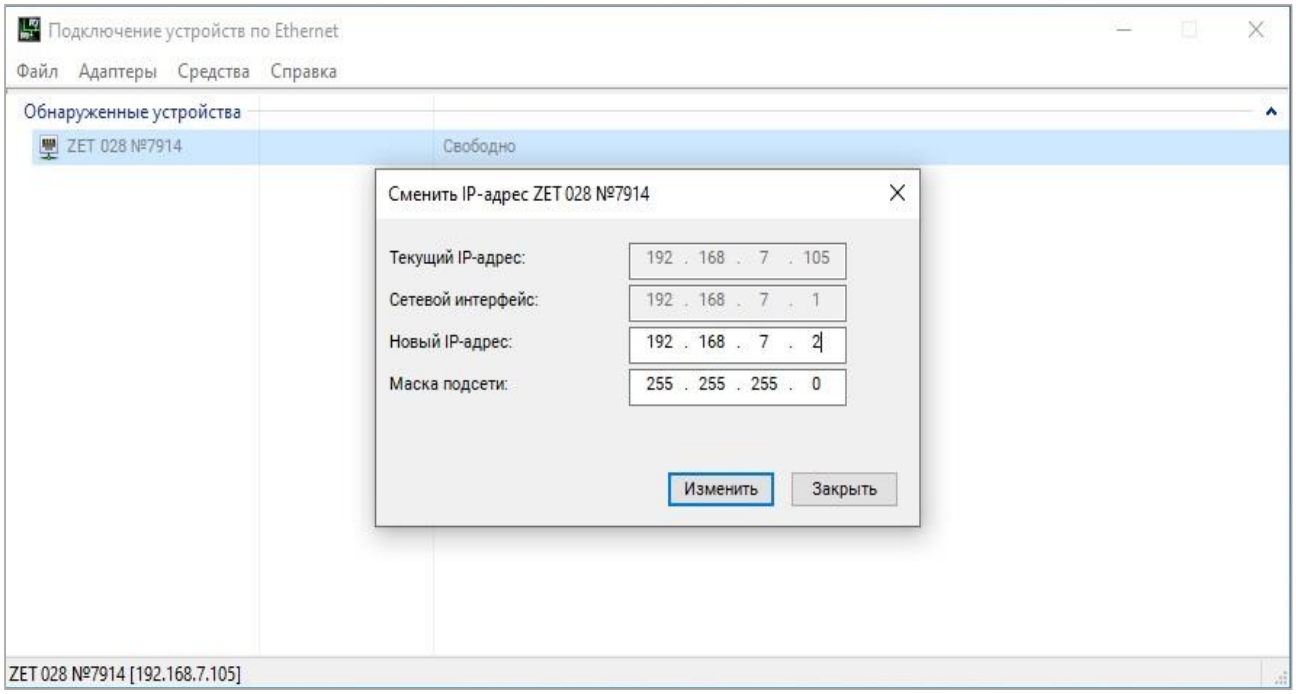


Рис. 3.5 Смена IP-адреса контроллера

3.1.5 Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* и в нем ☝ активировать программу, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (*Рис. 3.6*) выбранного порта.

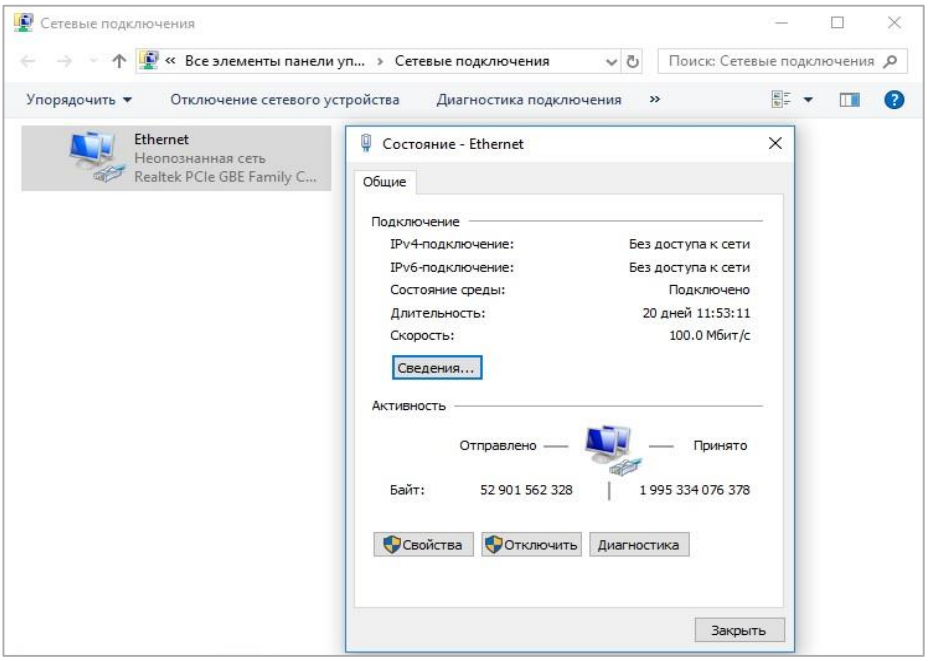


Рис. 3.6 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует ☝ активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (*Рис. 3.7*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) ☝ активировать панель «Свойства».

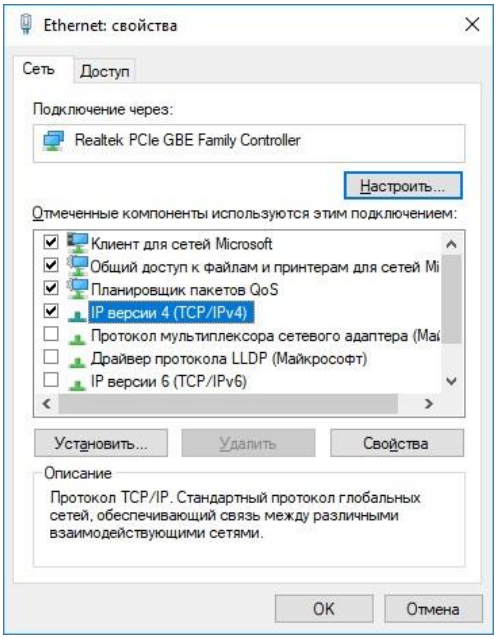


Рис. 3.7 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 3.8*).

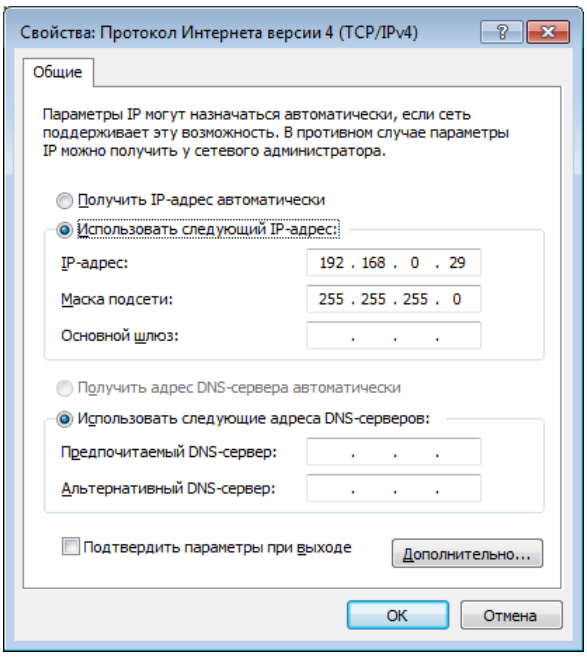


Рис. 3.8 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

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

3.1.6 Активация подключения по Ethernet

Для активации подключения по Ethernet каналу необходимо, чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера и компьютера относились к единой подсети. При необходимости перенастройте IP-адрес порта контроллера или компьютера, согласно разделам 3.1.4 или 3.1.5.

Для подключения контроллера к компьютеру следует в программе «Подключение устройств по Ethernet» установив указатель на идентификатор контроллера вызвать список и в нем выбрать функцию «Задействовать» (*Рис. 3.9*).

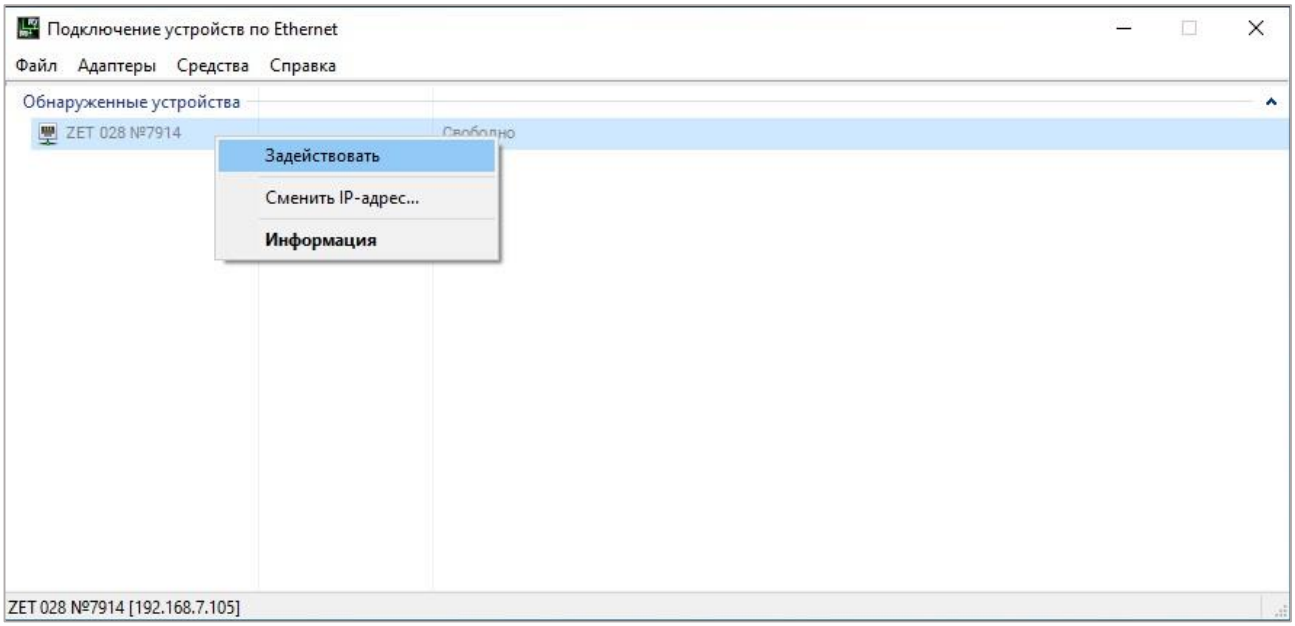


Рис. 3.9 Задействование контроллера

В окне «Подключение устройств по Ethernet» убедиться, что состояние задействованного контроллера изменилось на «Устройство подключено» (*Рис. 3.10*).

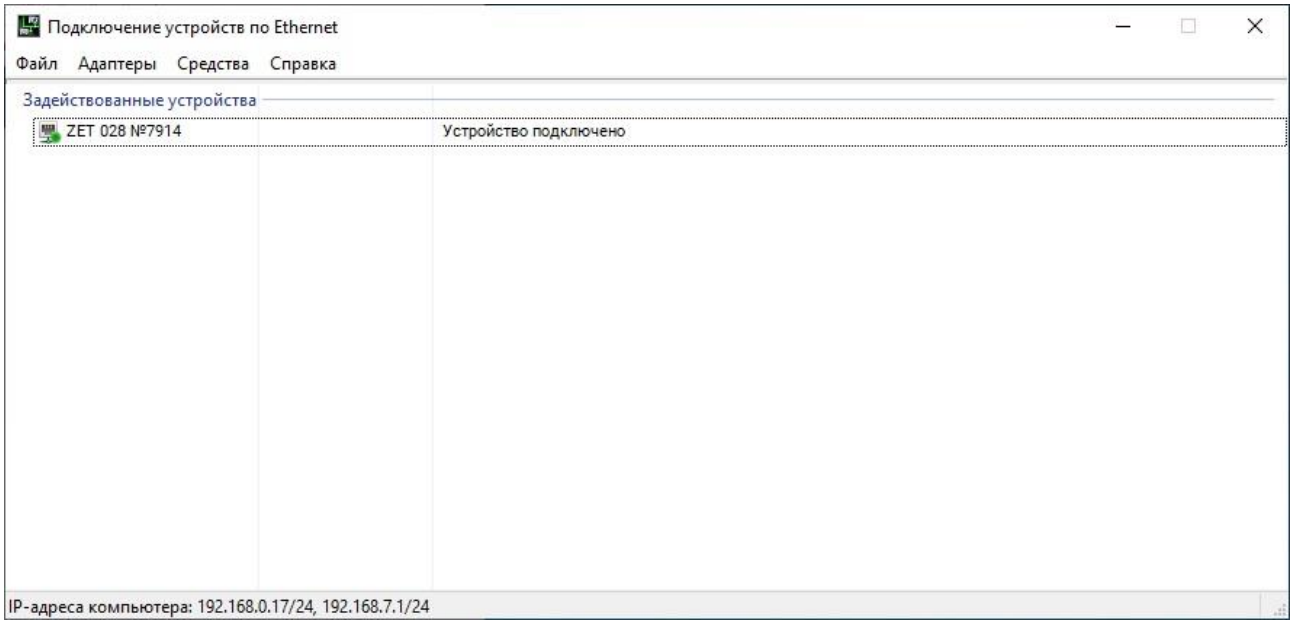


Рис. 3.10 Состояние «Устройство подключено»

3.2 Подключение контроллеров серии ZET 017

3.2.1 Порядок подключения

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

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

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

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта компьютера на подсеть порта контроллера СУВ руководствуйтесь разделом 3.2.4.

В случае если необходимо перенастроить IP-адрес Ethernet порта контроллера СУВ на подсеть порта компьютера сначала руководствуясь разделом 3.2.4 перенастройте изначальный IP-адрес компьютера в подсеть контроллера СУВ, после чего руководствуясь разделом 3.2.5 перенастройте IP-адрес контроллера СУВ в подсеть на которую изначально был настроен порт компьютера, после чего верните значение IP-адреса порта компьютера к изначальному.

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

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

3.2.2 Заводские настройки контроллера СУВ

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

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

3.2.3 Проверка IP-адреса контроллера

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

Для проверки IP-адреса контроллера СУВ на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств по Ethernet» при этом откроется окно программы *в виде* «подключение по IP-адресам» (*Рис. 3.11*).

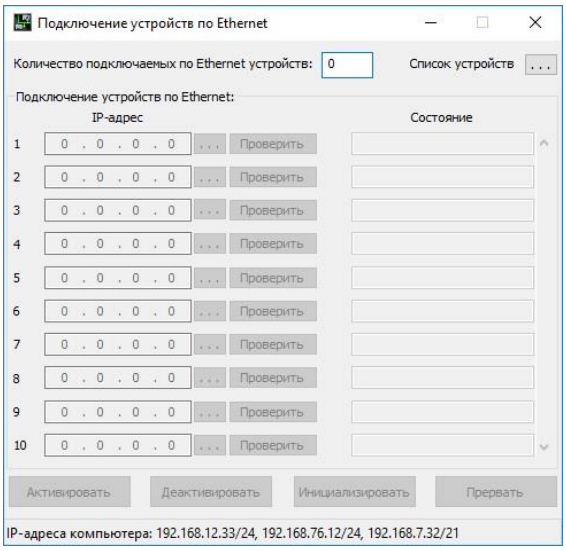


Рис. 3.11 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

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

Активируйте кнопку «...» (Список устройств) и в открывшемся окне «Список доступных устройств» (*Рис. 3.12*) считайте значение IP-адреса контроллера СУВ.

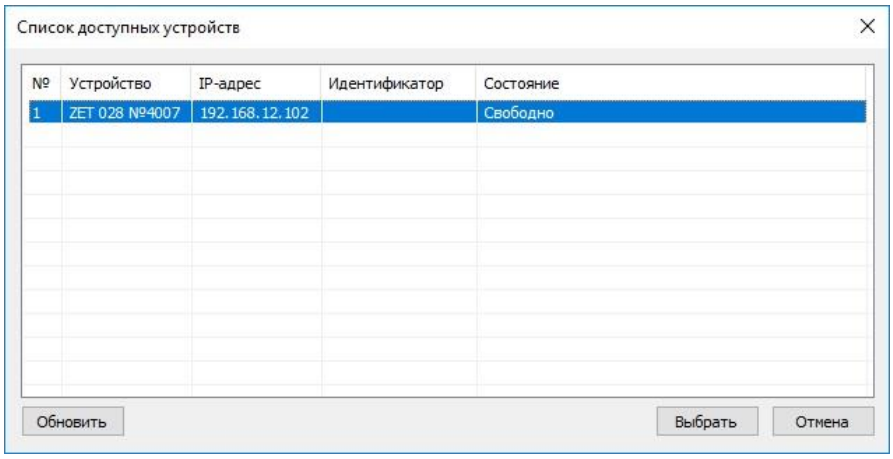


Рис. 3.12 Окно «Список доступных устройств»

3.2.4 Настройка IP адреса компьютера

Для настройки IP-адреса Ethernet порта компьютера следует открыть окно «Сетевые подключения» из состава программ операционной системы *Windows* (Рис. *3.13*) и ☝ активировать программу, соответствующую настраиваемому на компьютере сетевому порту Ethernet, при этом откроется окно «Состояние-Ethernet» (Рис. *3.13*) выбранного порта.

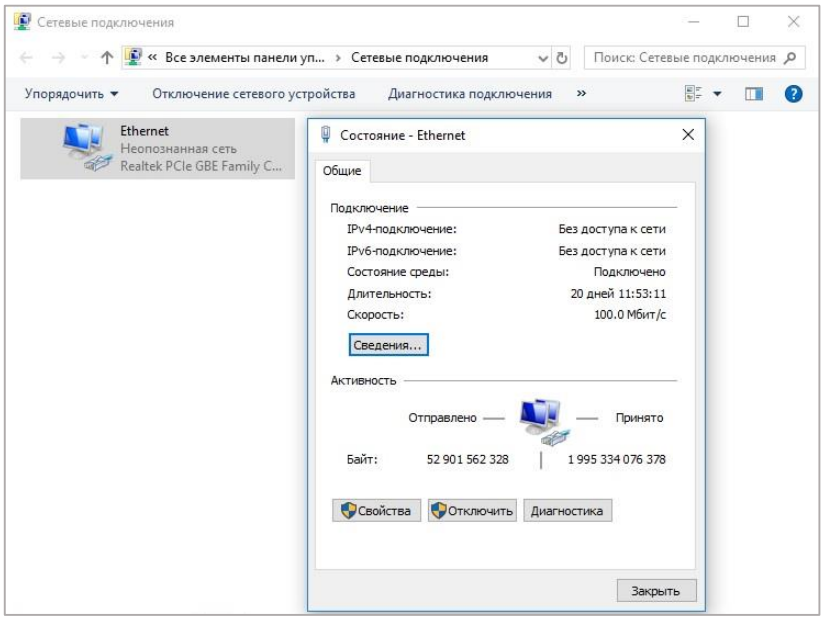


Рис. 3.13 Окно «Состояние Ethernet»

В окне «Состояние-Ethernet» следует ☝ активировать панель *«Свойства»* и в открывшемся окне «Ethernet свойства» (Рис. *3.14*) «выделив» строчку «IP версии 4(TCP/IPv4)» (как показано на рисунке) ☝ активировать панель «Свойства».

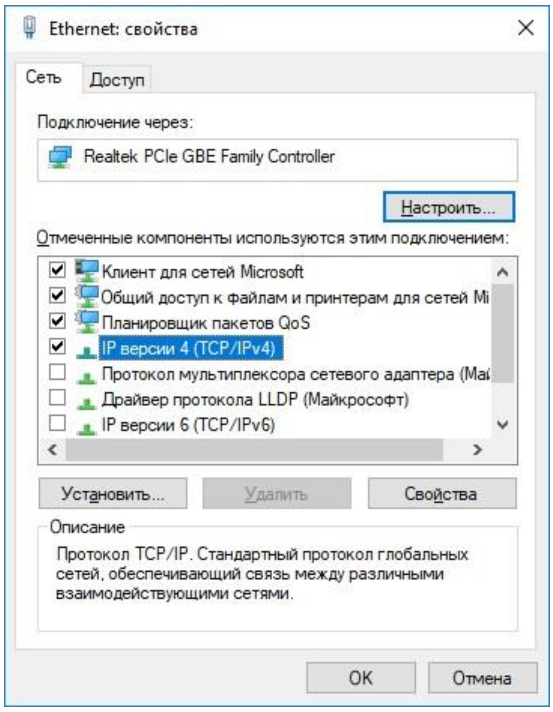


Рис. 3.14 Окно «Свойства»

В открывшемся окне «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)» назначить IP-адрес и маску Ethernet порта компьютера (*Рис. 3.15*).

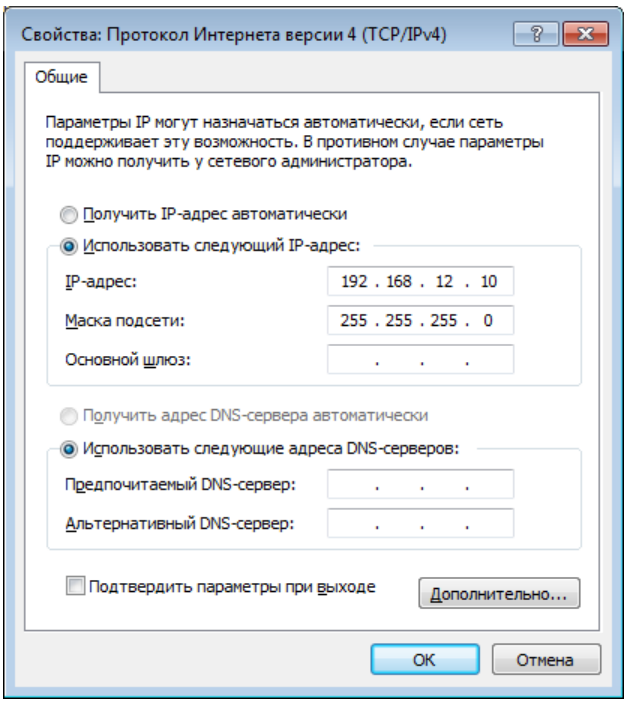


Рис. 3.15 Окно «Свойства: IP версии 4 (TCP/IPv4)»

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

3.2.5 Настройка IP адреса контроллера

Для настройки IP-адреса контроллера СУВ активируйте Ethernet канал контроллера СУВ руководствуясь разделом 3.2.6.

После успешного подключения к контроллеру СУВ на панели ZETLAB в меню «Сервисные» ☝ активируйте программу «Диспетчер устройств» при этом откроется окно программы (*Рис. 3.16*)

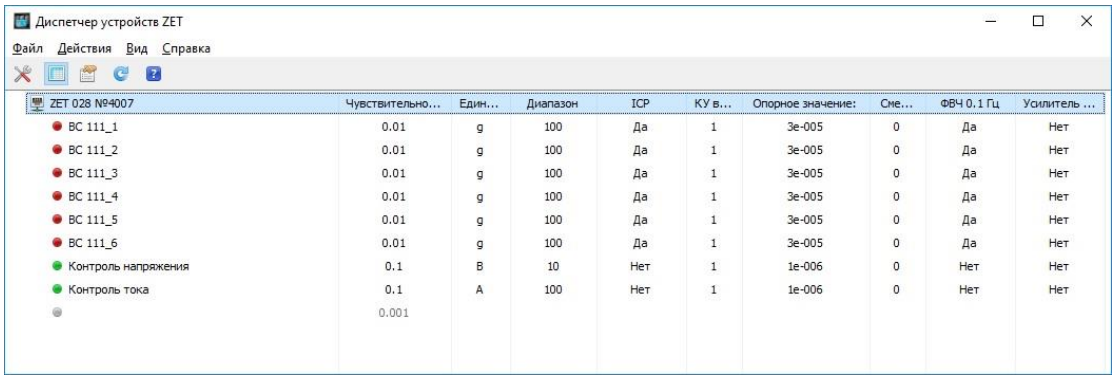


Рис. 3.16 Окно «Диспетчер устройств ZET»

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» активируйте двойным нажатием идентификатор контроллера СУВ и в открывшемся окне «Свойства» (*Рис. 3.17*) измените на необходимые значения IP-адреса и маски подсети контроллера СУВ (в примере IP-адрес 192.168.12.102, маска 255.255.255.0).

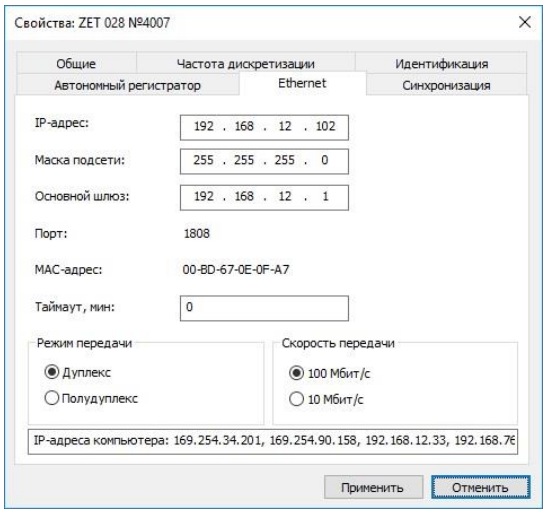


Рис. 3.17 Вкладка «Ethernet» окна «Свойства ZET»

<u>Внимание!</u> *После изменения IP-адреса контроллера его Ethernet канал будет деактивирован. Для последующей активации перенастройте IP-адрес компьютера руководствуясь разделом 3.2.4 в подсеть к которой относится установленный IP-адрес котроллера СУВ, после чего выполните активацию Ethernet канала согласно разделу 3.2.6*

3.2.6 Активация Ethernet канала контроллера СУВ

Для активации Ethernet канала контроллера СУВ необходимо чтобы IP-адреса Ethernet портов контроллера СУВ и компьютера относились к единой подсети. В случае необходимости руководствуясь разделом 3.2.4 перенастройте IP-адрес Ethernet порта компьютера в подсеть контроллера СУВ.

Для активации Ethernet канала контроллера СУВ на панели *ZETLAB* в меню «Сетевые программы» активируйте программу «Подключение устройств по Ethernet» при этом откроется окно программы (Рис. *3.18*).

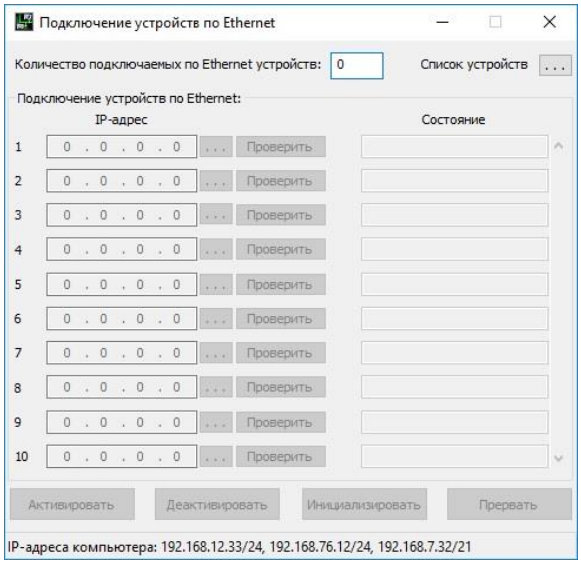


Рис. 3.18 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

Установите в поле «Количество подключаемых по Ethernet устройств» значение, равное значению одновременно задействованных в виброиспытаниях контроллеров СУВ (в данном примере - «1»). В результате изменений станет активной для редактирования первая строка в таблице IP-адресов (*Рис. 3.19*).

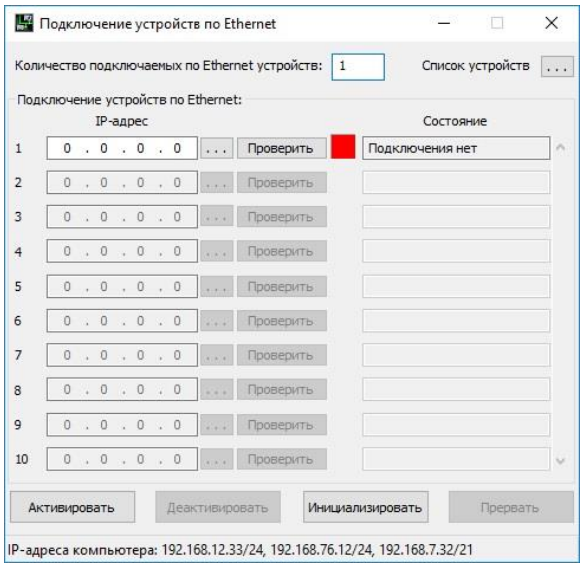


Рис. 3.19 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

Введите значение IP- адреса контроллера СУВ который необходимо ☝ активировать (в данном примере 192.168.12.102) (*Рис. 3.20*). При необходимости уточнить значение IP адреса контроллера СУВ можно руководствуясь разделом 3.2.3.

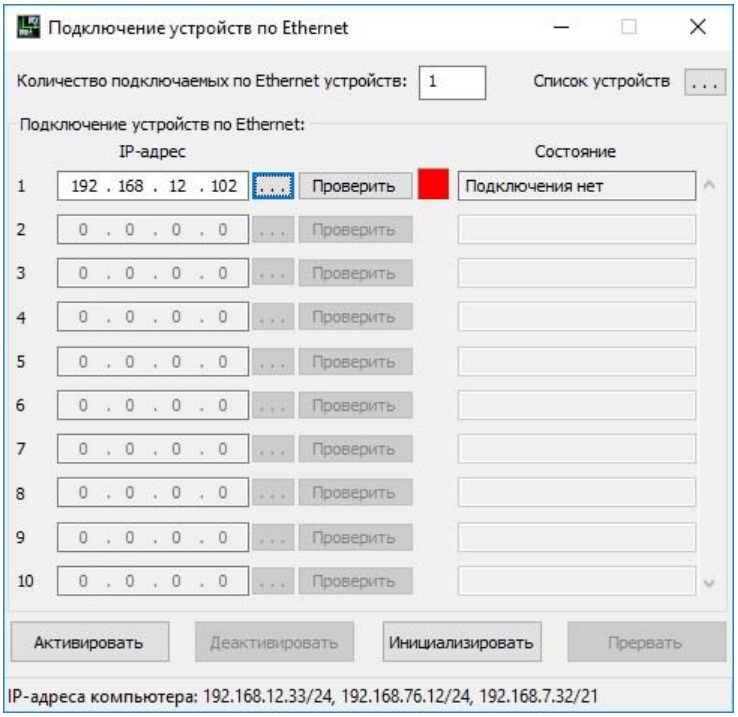


Рис. 3.20 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

После нажатия на кнопку «Активировать» при успешном подключении контроллера СУВ к компьютеру статус подключения контроллера в программе «Подключение устройств по Ethernet» меняется на состояние «Подключен» (*Рис. 3.21*).

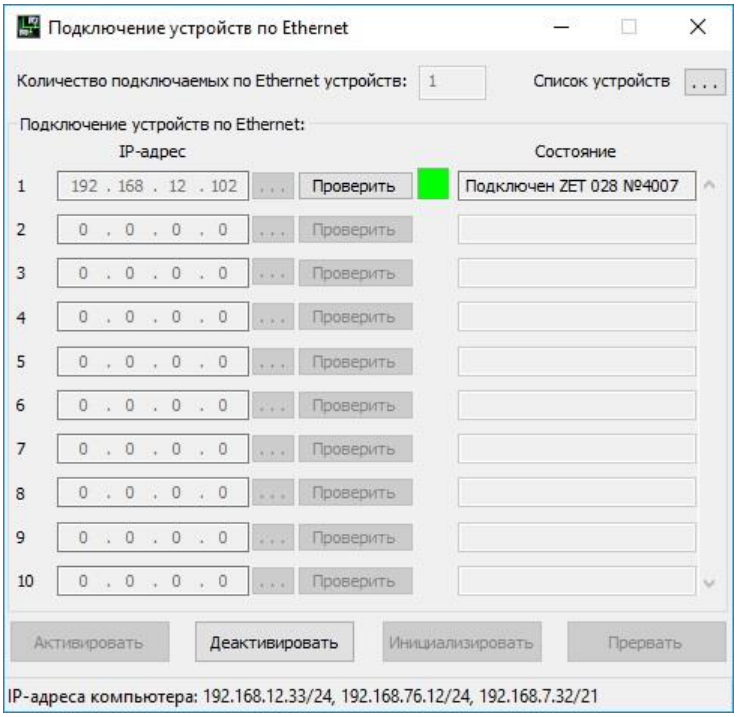
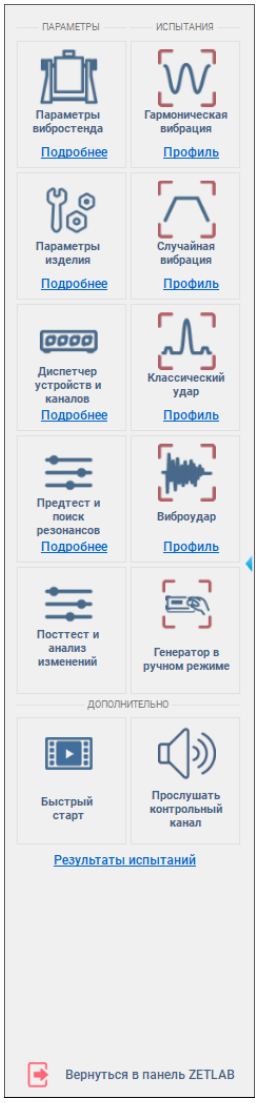


Рис. 3.21 Окно «Подключение устройств по Ethernet»

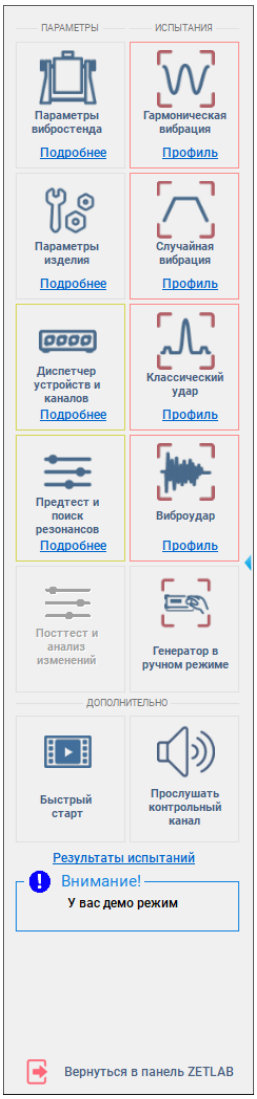
4 Панель СУВ

Для работы с программами СУВ на панели управления *ZETLAB* (*Рис. 2.2*) активируйте раздел СУВ при этом откроется окно панели СУВ (*Рис. 4.1*).

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



(Стандартный вид)



(В «Демо режиме»)

Рис. 4.1 Панель СУВ

Примечание: *при открытии панели СУВ панель управления ZETLAB сворачивается. При необходимости возврата к главной панели ZETLAB активируйте кнопку «Вернуться в панель ZETLAB» на панели СУВ.*

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

Активация кнопок панели определяет вызов соответствующего окна программы.

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

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

При отсутствии контроллера СУВ на панели управления *ZETLAB* раздел СУВ будет отсутствовать, поэтому запуск панели СУВ производится из раздела «Генераторы» (*Рис. 4.2*).

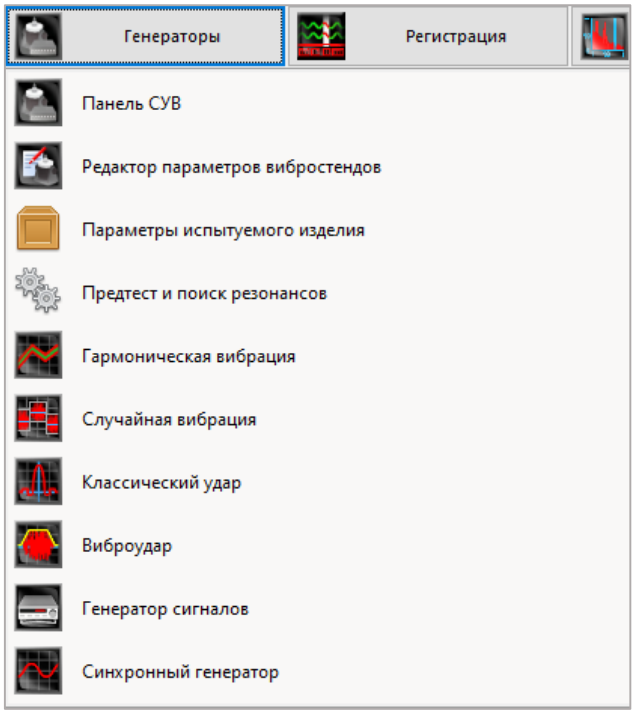


Рис. 4.2 Раздел «Генераторы» панели управления ZETLAB

Панель СУВ (*Рис. 4.1*) открытая в условиях отсутствии контроллера СУВ информирует пользователя об работе программы в «демо режиме».

Для перехода к окну редактирования профиля испытаний следует ☝ активировать надпись «Профиль» в области того вида испытаний, по которому необходимо провести редактирование.

Рамки желтого цвета вокруг областей параметров указывают на незавершенное конфигурирования в соответствующем разделе, а рамки красного цвета вокруг областей программ испытаний указывают на запрет запуска программы испытаний.

Запрет запуска программ испытаний может быть связан с одной из следующих причин:

- отсутствие актуального результата предтеста;
- отсутствие контроллера СУВ (работа в Демо режиме);
- отсутствие измерительного канала с единицами измерений, обеспечивающими канал обратной связи.

5 Программа «Параметры вибростенда»

5.1 Назначение программы

Программа «Параметры вибростенда» предназначена для указания программному обеспечению *СУВ* значений параметров, соответствующих параметрам используемого вибростенда.

Указанные в программе «Параметры вибростенда» значения будут потом использоваться во всех программах СУВ для расчёта допустимых значений профилей испытаний. Необходимо отметить, что поля “Название виброустановки” и “Серийный номер установки” заносятся в отчёты, поэтому их необходимо заполнять. По названию вибростенда и его серийному номеру будет создана папка на компьютере, в которую будут сохраняться все результаты испытаний, проведённые на этом вибростенде. Если вы перенесёте компьютер (или ноутбук) с контроллером СУВ ZETLAB на другой вибростенд, то обязательно обновите параметры вибростенда.

Задание параметров необходимо выполнять в следующих случаях:

- После установки программного обеспечения *ZETLAB* на компьютер, либо после установки обновлений;
- При переходе на другую модель вибростенда;
- При необходимости изменений параметров используемого вибростенда.

5.2 Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Параметры вибростенда» необходимо на панели СУВ (Рис. *4.1*) ☝ активировать кнопку *«Параметры вибростенда»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры вибростенда» (*Рис. 5.1*).

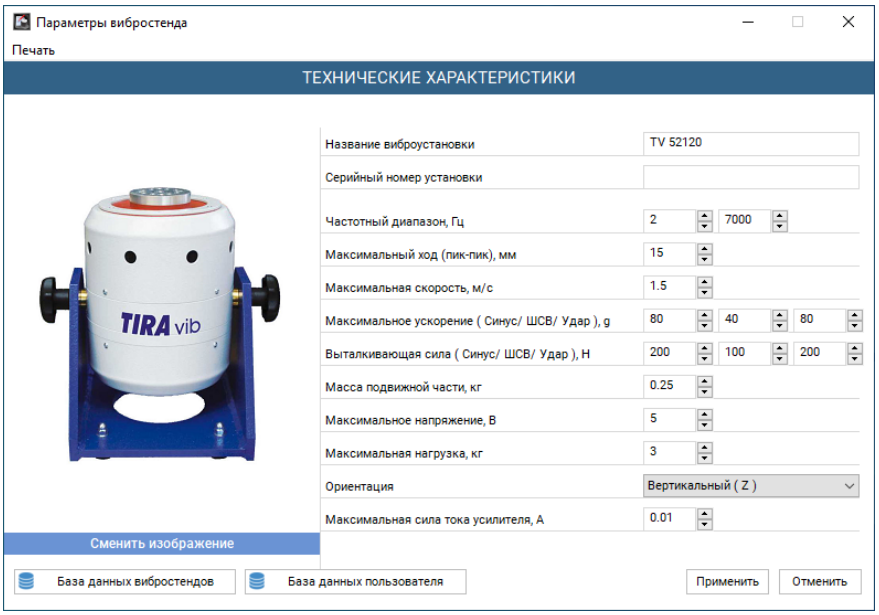


Рис. 5.1 Окно «Параметры вибростенда»

В случае если программное обеспечение было установлено впервые, то в окне программы будут отображаться параметры вибростенда по умолчанию.

Для того чтобы перейти к базе данных вибростендов и проверить наличие в базе модели используемого вибростенда, следует ☝ активировать кнопку *«База данных вибростендов»* при этом откроется соответствующее окно (*Рис. 5.2*).

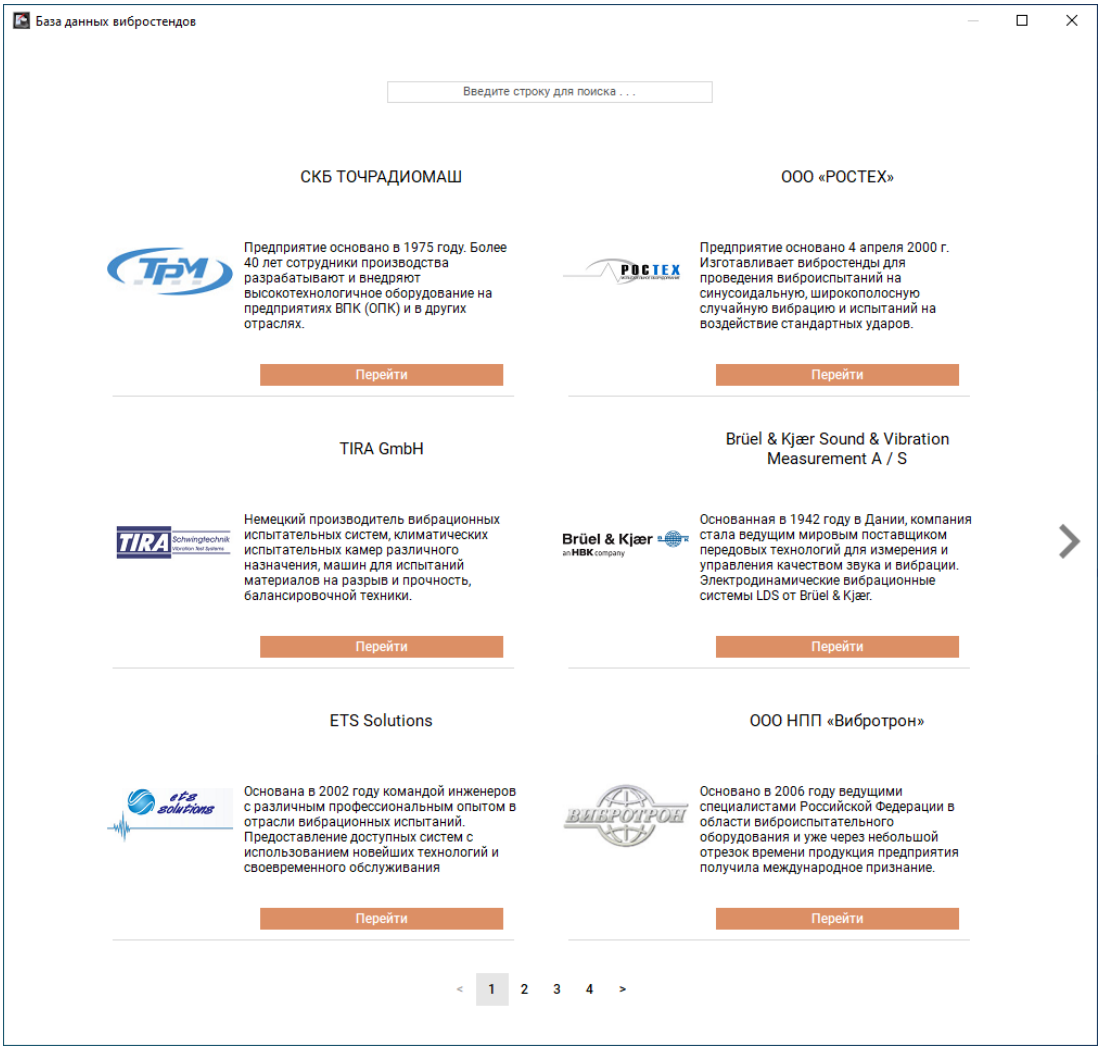


Рис. 5.2 Окно «База данных вибростенда»

В открывшемся окне «База данных вибростендов» вибростенды сгруппированы по производителям, где каждая группа производителей содержит список из доступных типов вибростендов. Для выбора нажмите кнопку «Перейти» расположенную под наименованием соответствующего производителя, при этом в окне отобразится доступный к выбору список вибростендов. При необходимости поиска определенной модели вибростенда воспользуйтесь полем «Поиск» (*Рис. 5.3*).

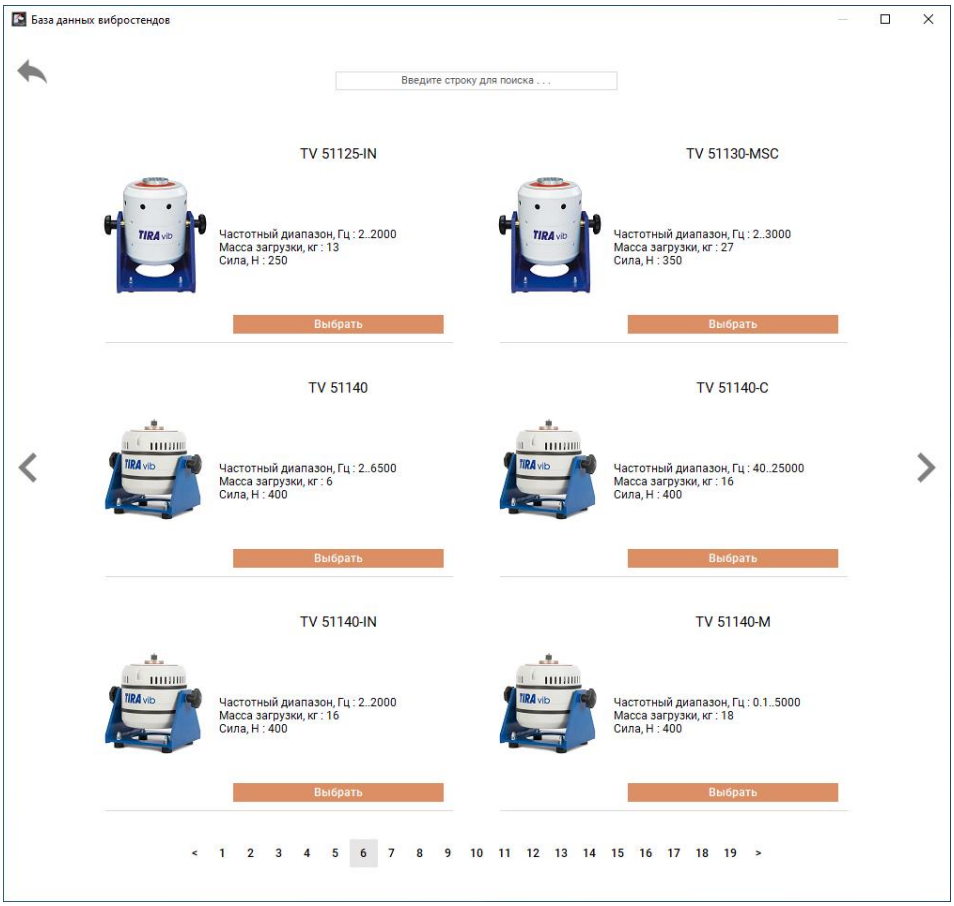


Рис. 5.3 Окно «База данных вибростенда»

После того как в окне «База данных вибростендов» (*Рис. 5.3*) найден необходимый вибростенд, следует ☝ активировать соответствующую кнопку «Выбрать» и параметры вибростенда будут отображены в окне «Параметры вибростенда» (Рис. *5.1*). Проверить параметры на соответствие паспортным значениям и в случае отличия ввести паспортные значения, после чего ☝ активировать кнопку «Применить» чтобы установленный тип вибростенда был задействован в работе СУВ.

Если в базе данных вибростендов необходимый тип вибростенда не найден, то в окне «Параметры вибростенда» (Рис. *5.1*) следует ☝ активировать кнопку *«База данных пользователя»* и в открывшемся окне символ «Добавить», при этом будут предложены варианты выбора:

- Создать новый;
- Добавить текущий;
- Добавить из базы.

При выборе «Создать новый» будет предложена к заполнению форма окна «Параметры вибростенда» и после заполнения формы вручную и активации «Сохранить» данный тип виб-

ростенда будет сохранен в пользовательской базе. При выборе «Добавить текущий» в пользовательскую базу будет добавлен тип вибростенда, который отображается в окне «Параметры вибростенда» (Рис. *5.1*). При выборе «Добавить из базы» будет открыто окно «База данных вибростенда» и после выбора из базы данных вибростенда тип выбранного вибростенда будет внесен в пользовательскую базу.

Пользовательская база позволяет не только назначать необходимые диапазоны и значения параметров используемых вибростендов, но и оперативно выбирать необходимый тип вибростенда для испытаний (если СУВ периодически задействуется для управления разными вибростендами).

Примечание: *для некоторых типов вибростендов информация по максимальным допустимым значениям ускорений и выталкивающим силам для шума и удара могут отсутствовать, в этом случае допускается внести в соответствующие поля параметров значения, определяемые производителем для параметров максимального ускорения и выталкивающей силы указанные для синусоидальной вибрации.*

Для добавления фотографии вибростенда следует активировать кнопку *«Сменить изображение»*. Наличие фотографии в окне «Параметры вибростенда» обеспечивает дополнительный уровень идентификации вибростенда в пользовательской базе данных.

Примечание: *для добавления в окно параметры вибростенда фотография должна быть подготовлена в любом графическом формате с соотношением сторон 2/3 (ширина/высота) и размещена в доступной директории*

5.3 Примеры к разделу 5

5.3.1 Выбор вибростенда для испытаний при известной массе изделия и виброускорении

Например, необходимо выбрать вибростенд для проведения испытаний изделий массой **m=1,5 кг** с максимальным виброускорением **a_{max}=50 м/с^2** в частотном диапазоне от 10 до 2000 Гц.

Одним из основных параметров любого электродинамического вибростенда является толкающая сила F, поэтому выбор вибростенда следует начинать с соблюдения условий ее достаточности.

Проверка выполнения условий достаточности толкающей силы выполняется по формуле:

$$F>k*m_{max}*a_{max}$$

где **k** коэффициент запаса (рекомендуется принять равным 2)

m_{max} – максимальная масса, которая включает в себя помимо массы изделия также массу оснастки (стол расширения элементы крепления итп) и массу подвижной части вибростенда

В связи с тем, что на этапе выбора вибростенда еще не известны присоединительные размеры монтажной площадки подвижной части вибростенда и следовательно точное значение массы оснастки также не известно то целесообразно принять в этом случае значение массы оснастки равной массе изделия.

Масса подвижной части вибростенда до момента определения конкретной модели также не известна поэтому при выполнении предварительного расчета ею можно пренебречь, с учетом проведения последующего проверочного расчета.

Для примера получим F>2*(1,5+1,5)*50=300 Н

Таким образом для выполнения условий необходимо выбрать вибростенд с толкающей силой не менее 300 Н. В примере выберем удовлетворяющий данному условию вибростенд серии TV 51140 с толкающей силой 400 Н, массой подвижной части.

Сначала проверим что максимальная статическая нагрузка больше суммы массы испытываемого изделия и массы оснастки для крепления изделия на вибростенде: 6 > 1,5 + 1,5.

Условие выполняется поэтому переходим к следующему шагу и выполняем проверочный расчет на толкающую силу уже с учетом массы подвижной части вибростенда.

$F_{расч}= k*m_{max}*a_{max}$=2*(1,5+1,5+0,4)*50=340 Н

Толкающая сила вибростенда (400 Н) больше расчетной толкающей силы (340 Н), что указывает на положительные результаты проверочного расчета.

В завершение следует выполнить проверку диапазона перемещения подвижной части вибростенда, в результате которого полученное расчетное перемещение S должно быть

меньше максимально возможного хода подвижной части (для выбранного в примере вибростенда составляет 20 мм)

Расчет перемещения S выполнить по формуле

$$S = a_{max}*10^3/(2\pi f_{min})^2$$

где f_{min} – минимальная частота в диапазоне испытаний (в примере 10 Гц)

Для выполнения проверочного расчета можно также воспользоваться калькулятором, расположенным по ссылке:
https://zetlab.com/podderzhka/vibratsionnyie-ispyitaniya/teoriya-vibroispyitaniy/vzaimosvyaz-uskoreniya-skorosti-i-peremeshheniya-pri-sinusoidalnoy-vibratsii/

В результате расчета получим:

$$S = 50*10^3/(2*3{,}14*10)^2=12{,}665 \text{ мм}$$

Условие выполнено так как расчетное значение S меньше максимально возможного хода подвижной части.

Выбранная модель вибростенда TV 51140 обеспечивает проведение испытаний в рамках заданных в примере требований.

Примечание: *если на каком-либо из этапов проверок получен отрицательный результат необходимо выбрать вибростенд с большей толкающей силой либо с большим значением хода подвижной части и повторить расчеты, приведенные в данном разделе*

6 Программа «Параметры изделия»

6.1 Назначение программы

Испытывать на вибростенде можно любое изделие. Для этого нужна лишь правильно подобранная оснастка для надёжного крепления к подвижной части вибростенда, и чтобы суммарная масса нагрузки не превысила допустимую для конкретного вибростенда.

Программа «Параметры изделия» предназначена для указания программному обеспечению *СУВ* значений параметров, соответствующих параметрам используемого изделия и оснастки, необходимой для крепления изделия на вибростенде. В ней необходимо задать название изделия и его серийный номер (если оно не в единичном экземпляре будет проходить испытания), массу изделия и направление воздействия (если задание на испытания требует провести вибрацию по всем осевым направлениям). Оснастка, с помощью которой изделия крепится к вибростенду, также требует явного указания названия, номера и массы.

Суммарная масса (масса изделия плюс масса оснастки) будет использоваться для расчёта максимального допустимого ускорения при задании профиля виброиспытаний. Подобные ограничения необходимы для защиты вибростенда от перегрузки и поломки.

Для правильной работы функции автосохранения отчётов необходимо правильно задавать название изделия и его серийный номер. По названию изделия и его серийному номеру будет создана папка, вложенная в папку с названием вибростенда, в которую будут сохраняться все результаты испытаний. Если вы поменяли оснастку или испытуемое изделие на другое или такое же, не важно, необходимо записать новые параметры в программу “Параметры изделия”. В противном случае все результаты будут сохраняться в старую папку и через некоторое время станет невозможно разобраться какие результаты соответствуют какому изделию.

Используйте программу «Параметры изделия» в следующих случаях:

- После установки программного обеспечения *ZETLAB* на компьютер, либо после установки обновлений;
- При смене типа изделия, подвергаемого виброиспытаниям;
- При смене модели оснастки, используемой для закрепления изделия на столе вибростенда.

6.2 Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Параметры изделия» необходимо на панели СУВ ☝ активировать кнопку *«Параметры изделия»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (Рис. 6.1).

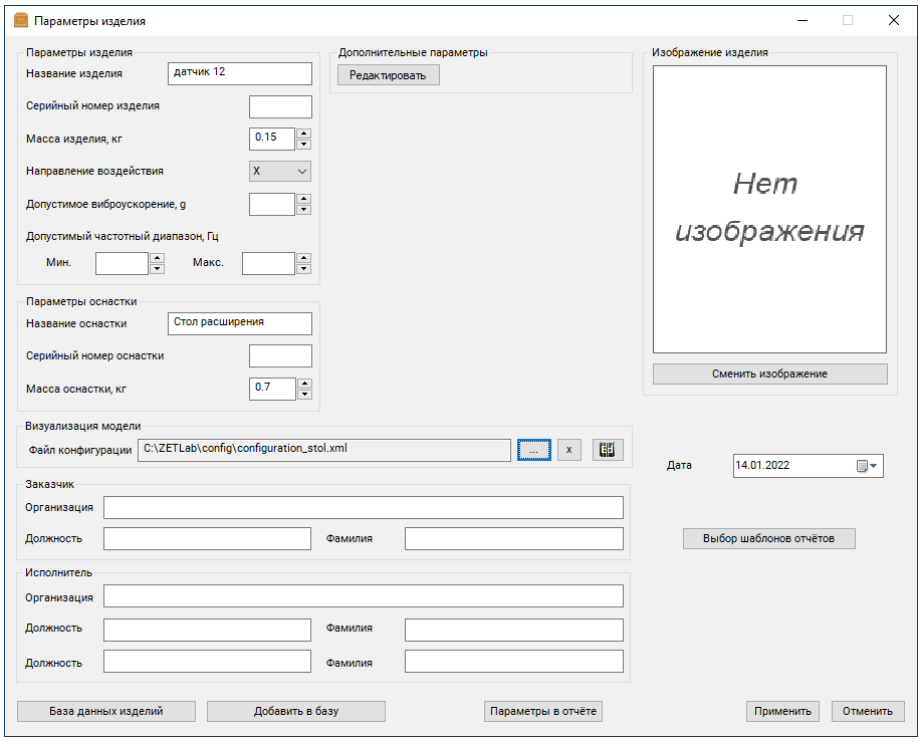


Рис. 6.1 Окно «Параметры изделия»

Введите в поля параметров значения, соответствующие массе изделия, установленного на вибростенде и массе оснастки, а при необходимости значения ограничивающие испытания для данного типа изделия по частоте и ускорению. Для того чтобы заданные параметры вступили в силу следует ☝ активировать кнопку *«Применить»*, в противном случае (для отказа вступления в силу изменений) ☝ активировать кнопку *«Отменить»*. Окно программы «Параметры изделия» в обоих случаях будет закрыто.

<u>Внимание!</u> *всегда указывайте параметры «Масса изделия» и «Масса оснастки» (расширительный стол, элементы крепления изделия итп) чтобы ПО СУВ обеспечило корректное ограничение допустимых пределов испытаний с целью минимизации риска повреждения вибростенда.*

Примечание: *допустимо указывать в параметре «Масса изделия» общую сумму массы изделия и установленной оснастки, в этом случае параметр «Масса оснастки» следует оставить пустым (с нулевым значением).*

Примечание: *если для изделия нет требований к ограничению на воздействия по диапазону частот и уровню вибрации, поля «Частота» и «Допустимое виброускорение» можно не заполнять, в этом случае по соответствующим параметрам будут применяться ограничения, действующие для вибростенда.*

Поле «Визуализация модели», расположенное в окне «Параметры изделия» дает возможность указать программному обеспечению ссылку на подготовленный в формате «*.xml» файл

конфигурации. Информация в файле указывает системе схему расположения датчиков на исследуемом изделии что позволяет по результатом проведенного предтеста выполнить 3d визуализацию его форм колебаний.

Визуализация используется для контроля за формами колебаний и для оценки распределения нагрузок на резонансных частотах.

Примечание: *подробная информацией о принципе контроля за формами колебаний приводится в разделе 8.4.2.*

Область --- в поле «Визуализация модели» позволяет выполнить выбор директории, в которой расположен подготовленный файл конфигурации, а область позволяет вызвать окно «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*).

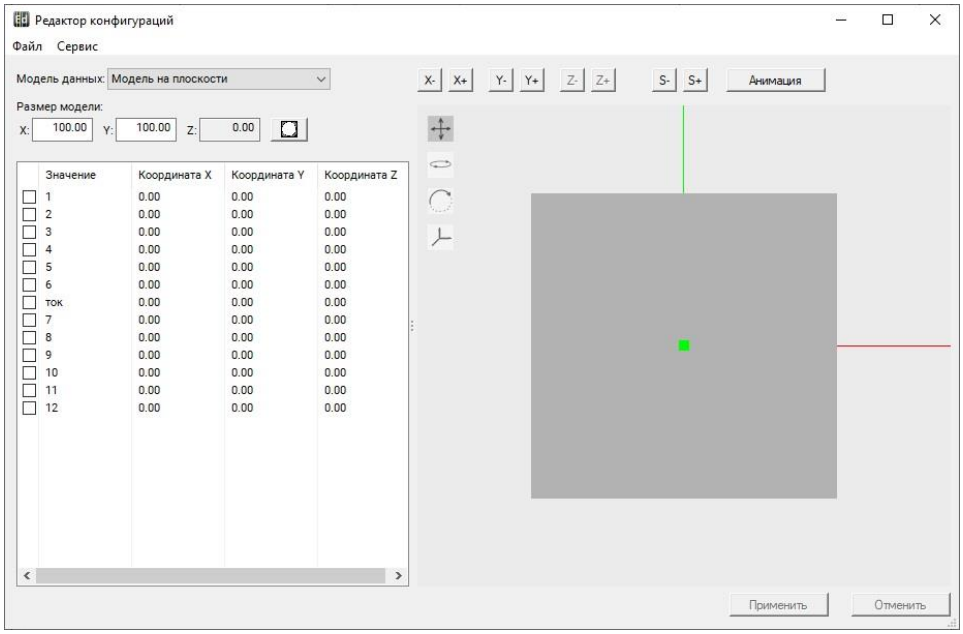


Рис. 6.2 Окно «Редактор конфигураций»

Для параметра «Модель данных» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*) может быть задано одно из двух значений: «Модель на плоскости», которая подразумевает расположение датчиков в одной плоскости с заданием значений координат «X» и «Y» (координаты Z равны нулю) для каждого датчика и «Модель на стержне», которая подразумевает расположение датчиков в узлах решетки с заданием для каждого из датчиков значений координат «X», «Y» и «Z».

Параметром «Размер модели» в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.2*) определяется требуемый размер области для расстановки датчиков.

Примечание: *при задании размера области следует учитывать то, что нулевые координаты всегда располагаются в ее центре.*

Если необходимо отредактировать ранее созданный файл конфигурации активируйте меню «Файл» в окне «Редактор конфигурации» (*Рис. 6.3*) и затем «Загрузить конфигурацию», после чего в окне «Открытие» (*Рис. 6.4*) укажите файл конфигурации, который подлежит редактированию после чего активируйте кнопку «Открыть».

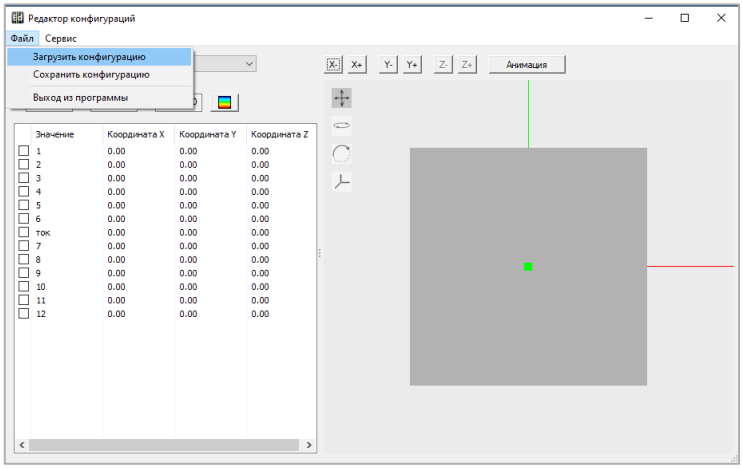


Рис. 6.3 Окно «Редактор конфигураций» меню «Файл»

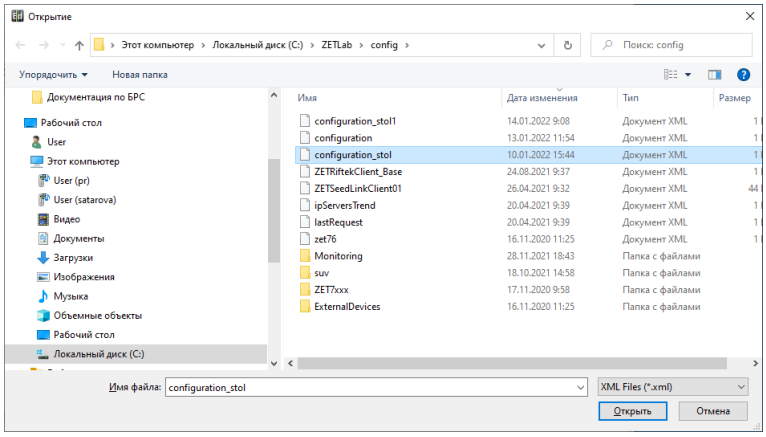


Рис. 6.4 Окно «Открытие»

Для сохранения файла конфигурации в меню «Файл» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.3*) следует активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (*Рис. 6.5*) указать путь и имя, которое следует присвоить сохраняемому файлу.

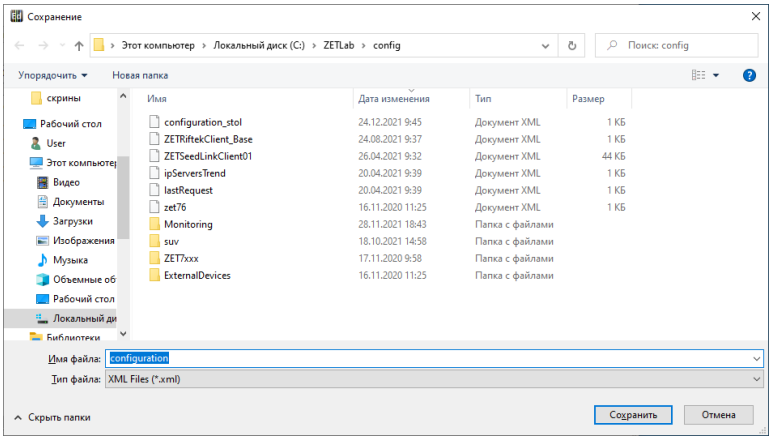


Рис. 6.5 Окно «Сохранение»

Для редактирования списка измерительных каналов которые будут задействованы при контроле за формой колебаний необходимо в меню «Сервис» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 6.6*) ☝ активировать «Фильтр каналов» и в открывшемся окне (*Рис. 6.5*) в чек боксах отметить измерительные каналы которые будут использованы при контроле.

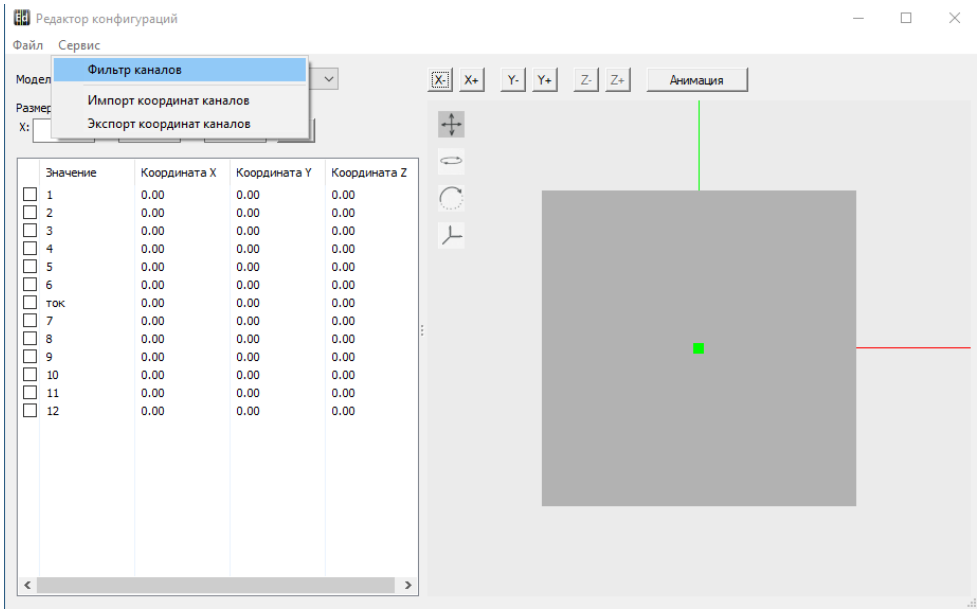


Рис. 6.6 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»

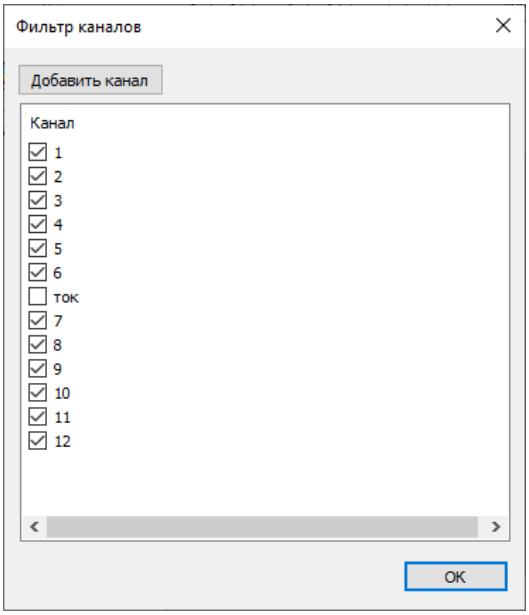


Рис. 6.7 Окно «Фильтр каналов»

Информация из окна «Параметры изделия» (*Рис. 6.1*) указывается в отчете о проведении испытаний. В окне «Параметры изделий» по умолчанию предусмотрены поля параметров с информацией о Заказчике и Исполнителе испытаний. Если для сохранения в отчет требуются параметры, отсутствующие в форме по умолчанию то их следует добавить вручную, используя область «Дополнительные параметры». В этом случае в окне «Параметры изделия» (*Рис.*

6.1) необходимо ☝ активировать кнопку «Редактировать» после чего каждая активация кнопки «Добавить» будет добавлять по одному полю, в каждом из которых следует затем указать требуемую для сохранения в файле отчета информацию.

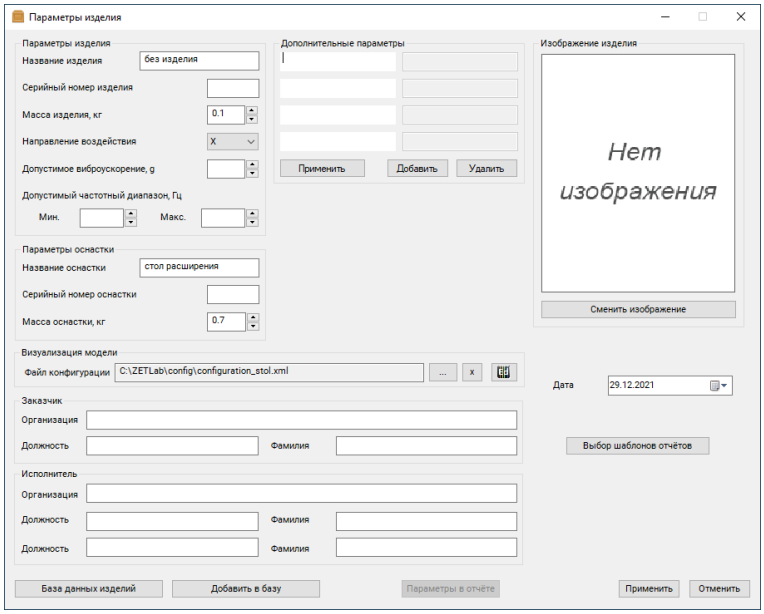


Рис. 6.8 Окно «Параметры изделия» с дополнительными параметрами

Для визуализации наименований меток параметров необходимо ☝ активировать кнопку «Параметры в отчете». Метки параметров (*Рис. 6.9*) обеспечивают привязку значений параметров к местам в отчете, на которые они будут выводиться.

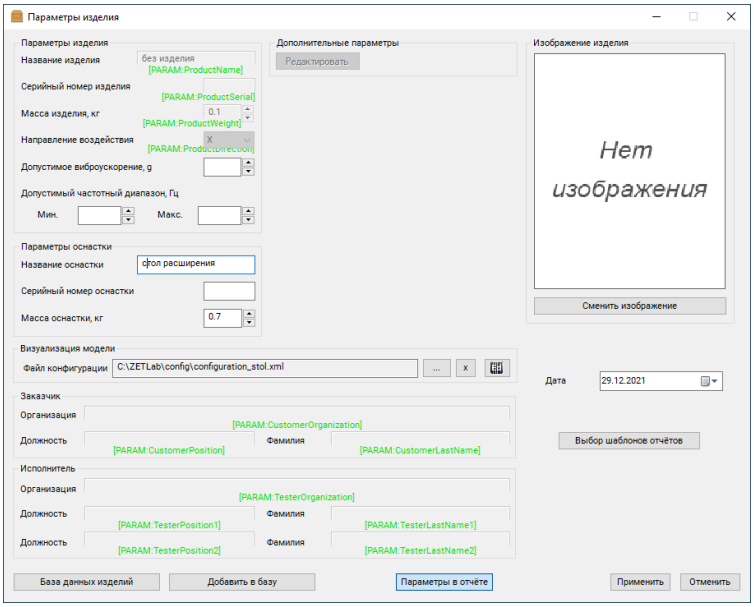


Рис. 6.9 Окно «Параметры изделия» с наименованиями меток параметров

Кнопка «Выбор шаблона отчета» предназначена для активации окна программы (*Рис. 6.10*) в котором указываются директории расположения и имена файлов шаблонов отчетов для различных видов испытаний.

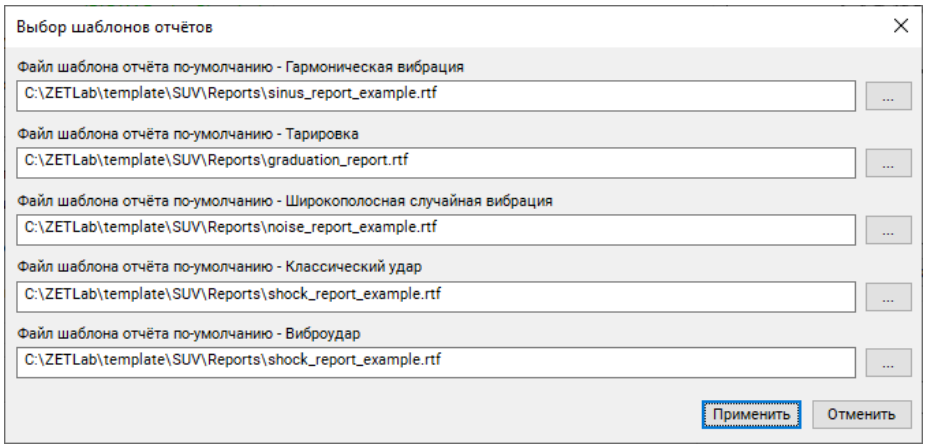


Рис. 6.10 Окно «Выбор шаблонов отчетов»

Примечание: *за более подробной информацией о правилах формирования отчетов обратитесь к разделу 15 второй части документа.*

Для добавления изделия базу данных в окне «Параметры изделия» (Рис. 6.1) необходимо активировать кнопку *«Добавить в базу»* при этом параметры изделия будут сохранены в базе данных.

При последующих испытаниях изделий, уже добавленных в базу данных, произведите выбор необходимого типа изделия из окна базы данных (Рис. 6.11), для перехода к которому в окне «Параметры изделий» (Рис. 6.1) следует активировать кнопку *«База данных изделий»*.

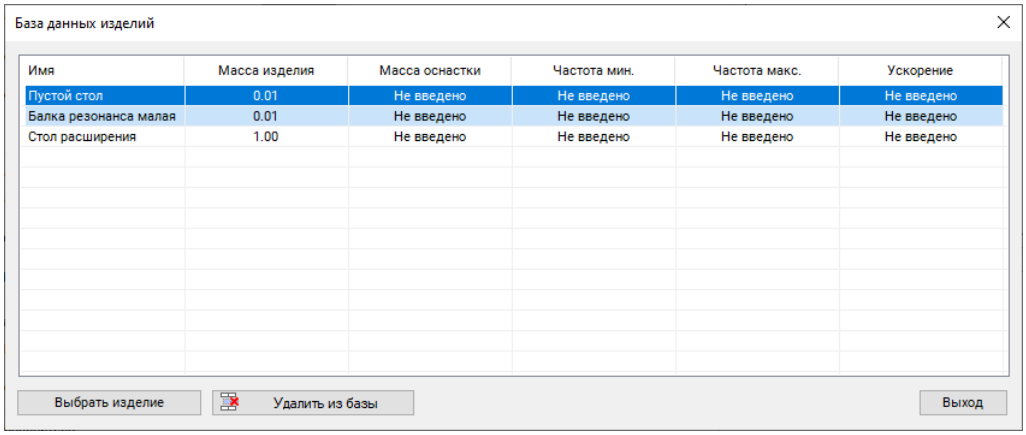


Рис. 6.11 Окно «База данных изделий»

Чтобы добавить фото изделия в окне «Параметры изделия» следует активировать кнопку *«Сменить изображение»*. Наличие фотографии в окне «Параметры изделия» обеспечивает дополнительный уровень идентификации изделия в базе данных.

Примечание: *для добавления в окно параметры изделия фотография должна быть подготовлена в любом графическом формате с соотношением сторон 2/3 (ширина/высота) и размещена в доступной директории*

6.3 Примеры к разделу 6

6.3.1 Пример подготовки файла конфигурации стержневой модели для последующей визуализации форм колебаний исследуемого изделия (модели)

В примере задействован комплект оборудования СУВ, состоящий из трех контроллеров ZET028 и 18 акселерометров ВС111, установленных на исследуемой рамке, одиннадцать из которых располагаются на нижнем горизонтально расположенном ребре рамки, а семь – на верхнем.

Для выполнения конфигурирования должны быть активны (включены) измерительные каналы, с которых регистрируются сигналы от акселерометров. Для этого измерительные каналы контроллеров (к которым подключены акселерометры) должны быть сконфигурированы с помощью программы «Диспетчер устройств» согласно правилам, приведенным в разделе 7. В примере измерительным каналам назначены наименования в виде номеров от «1» до «18»

Выполнение конфигурирования следует начинать с открытия окна программы «Параметры изделия», для перехода к которому на панели СУВ следует активировать кнопку *«Параметры изделия»*. На экране монитора отобразится окно программы «Параметры изделия» (Рис. 6.1).

Далее следует активировать область и в окне «Редактор конфигураций» в поле «Модель данных» выбрать «Модель на стержне» (*Рис. 6.12*).

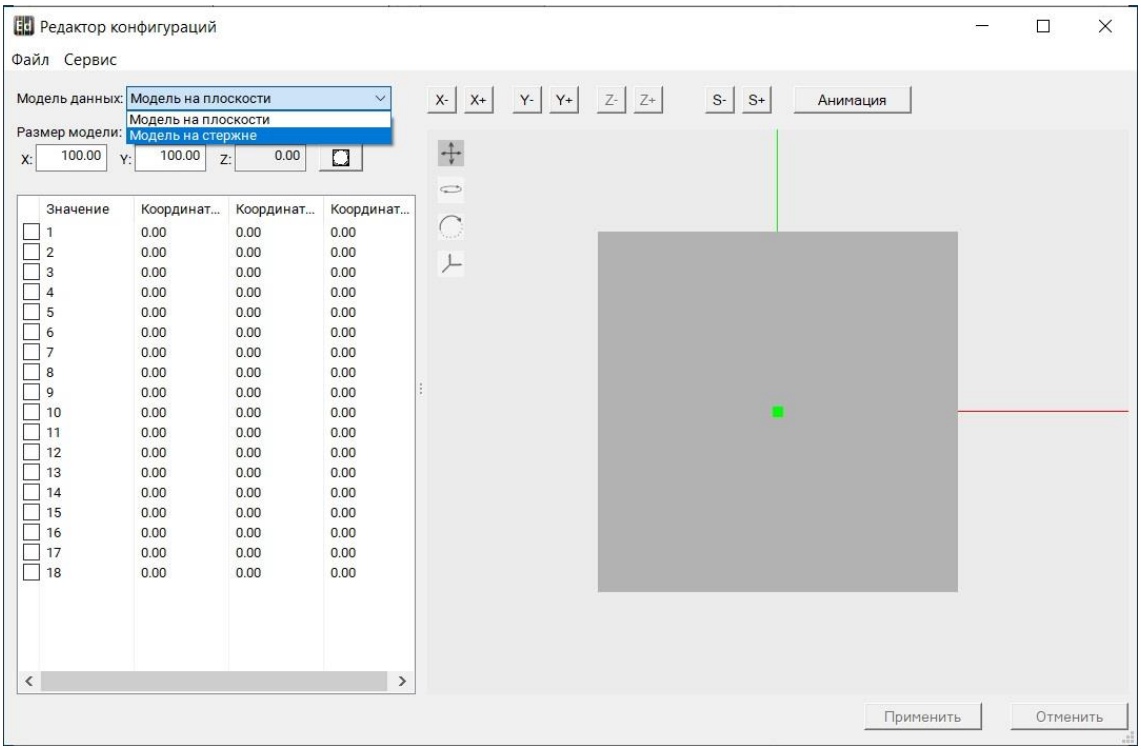


Рис. 6.12 Выбор вида модели в окне «Редактор конфигураций»,

В графы таблицы внести значения координат X, Y и Z соответствующие местам расположения акселерометров (*Рис. 6.13*).

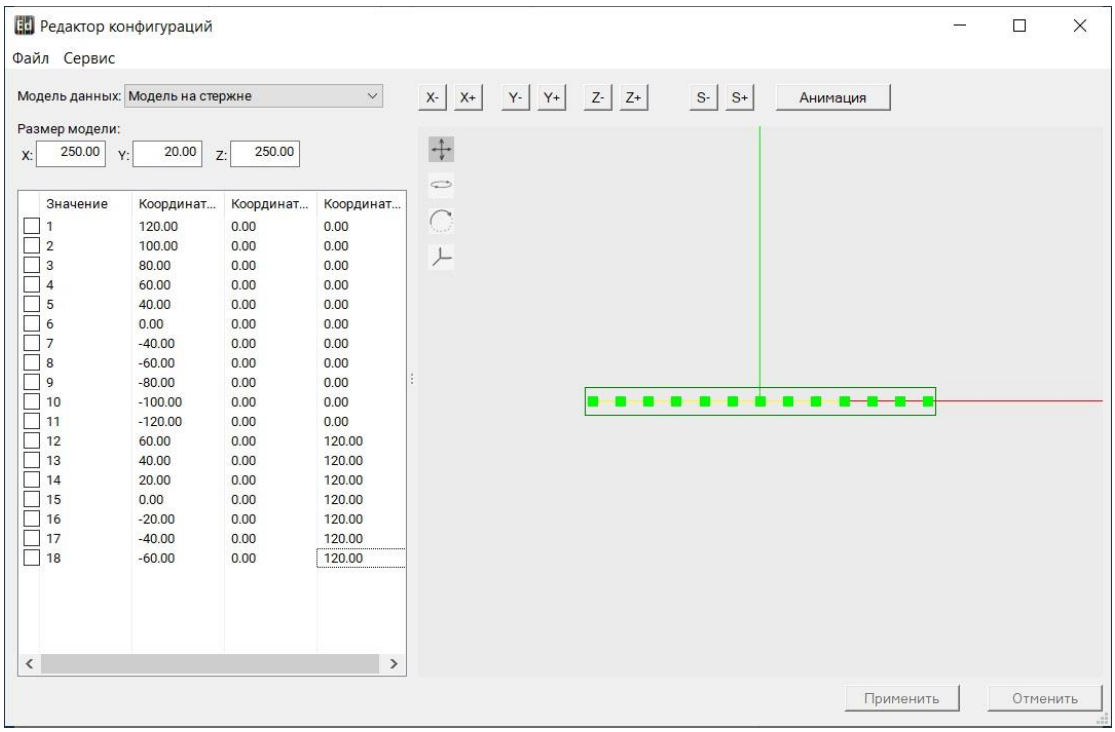


Рис. 6.13 Задание координат датчиков в окне «Редактор конфигураций»

Активировать символы и для поворота модели соответственно в горизонтальной либо вертикальной плоскости и используя манипулятор «мышь» развернуть модель в положение удобное для визуализации (*Рис. 6.14*).

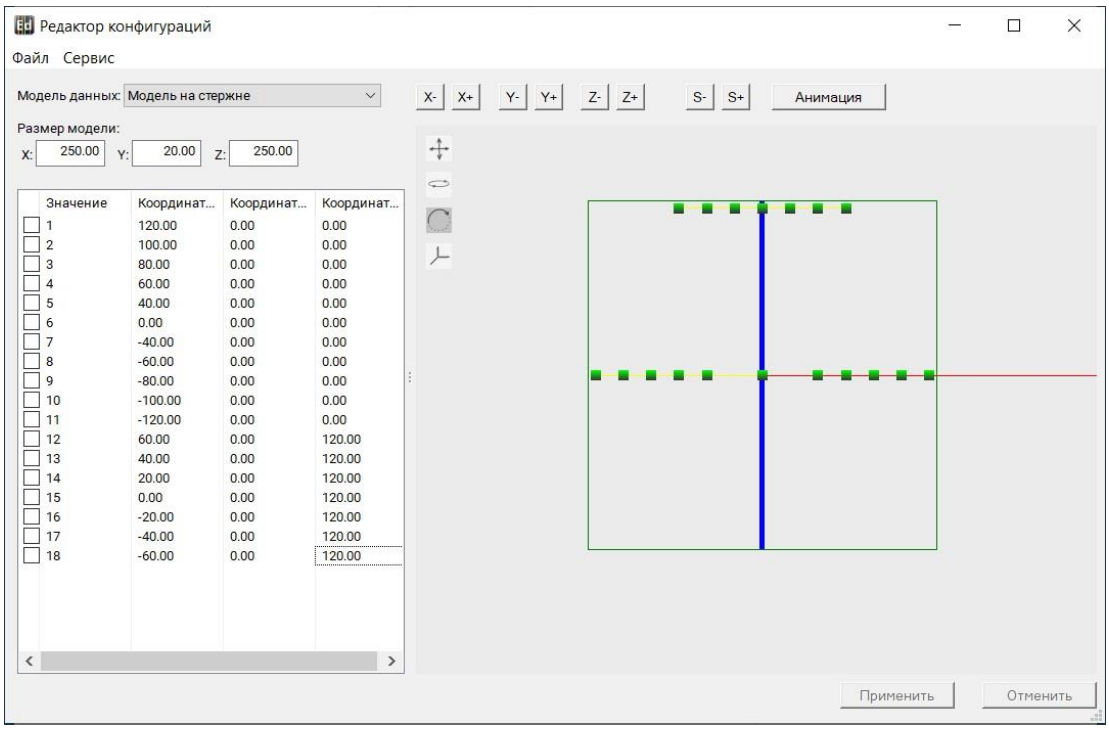


Рис. 6.14 Поворот модели в окно «Редактор конфигураций»

В меню «Файл» выбрать «Сохранить конфигурацию» (*Рис. 6.15*).

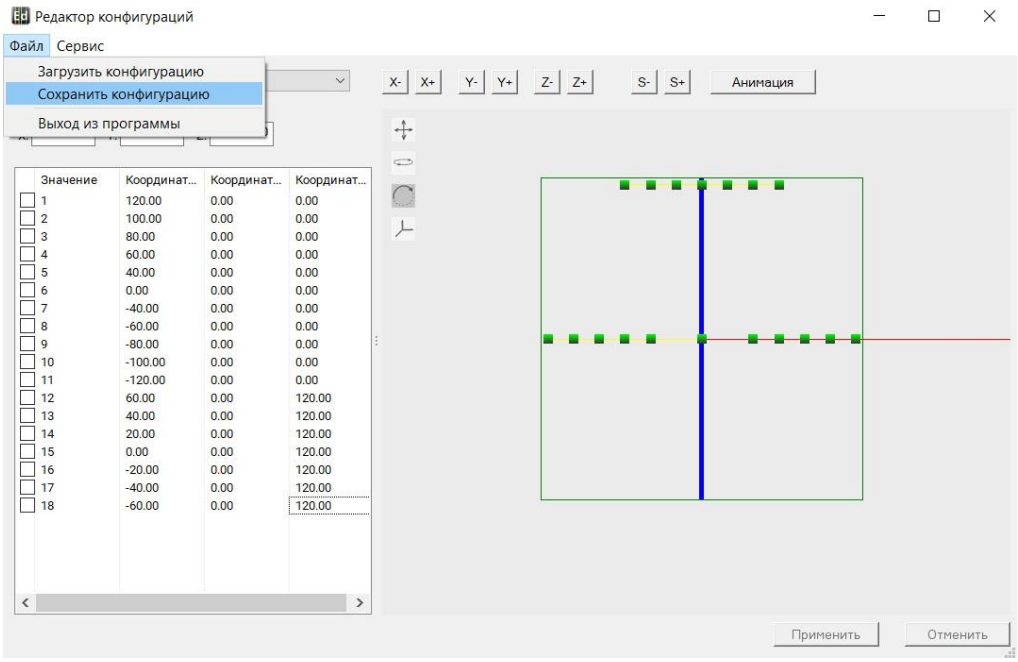


Рис. 6.15 Меню «Файл» в окне «Редактор конфигураций»

В окне «Сохранение» перейти в директорию, в которой будет сохранен файл конфигурации и присвоить название сохраняемому файлу конфигурации (*Рис. 6.15*) после чего ☝ активировать «Сохранить».

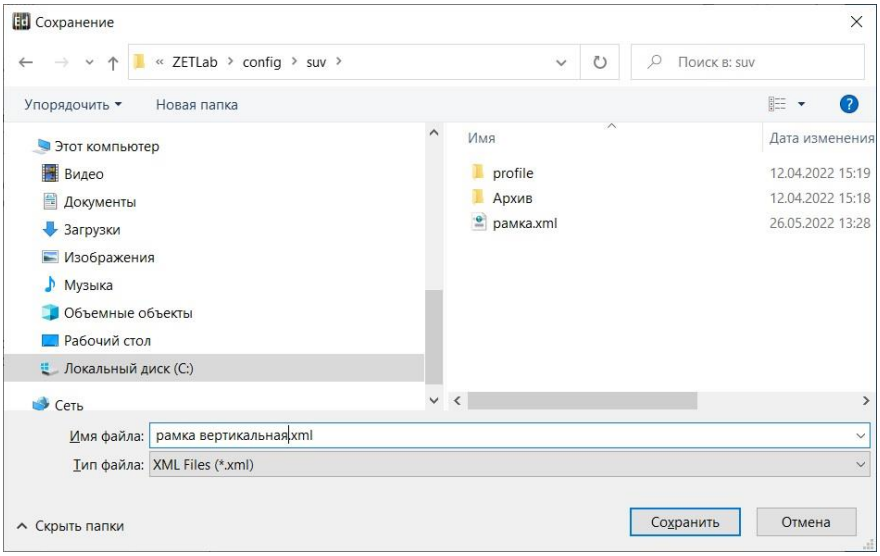


Рис. 6.16 Окно «Сохранение»

Для того чтобы подготовленный файл конфигурации был задействован программным обеспечением необходимо в окне «Параметры изделия» (Рис. 6.1) ☝ активировать --- после чего в окне «Открытие» (*Рис. 6.17*) перейти в директорию в которую был сохранен файл конфигурации и выделить его, после чего ☝ активировать «Открыть».

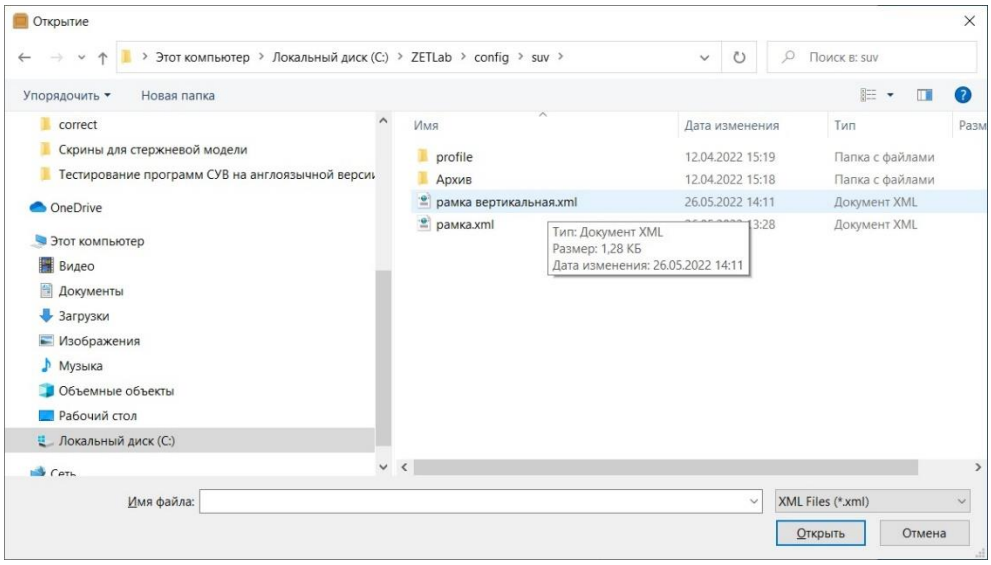


Рис. 6.17 Окно «Открытие»

Путь и наименование файла конфигурации в поле «Файл конфигурации» области «Визуализация изделия» окна «Параметры изделия» (*Рис. 6.18*) указывает на файл конфигурации который будет задействован программным обеспечением при визуализации форм колебаний.

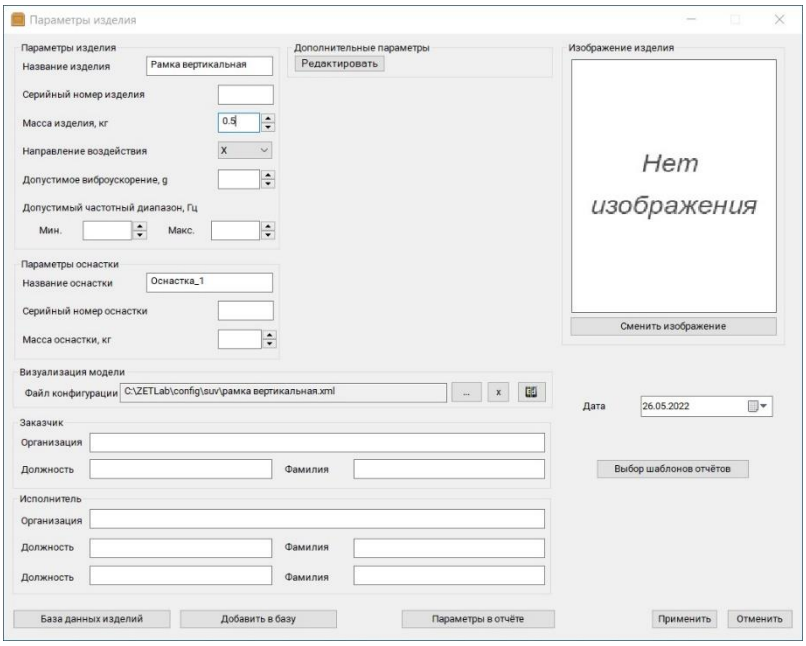


Рис. 6.18 Окно «Параметры изделия»

Примечание: *визуализация форм колебаний подробно рассмотрена в разделе 8.4.2*

7 Программа «Диспетчер устройств ZET»

7.1 Назначение программы

Программа «Диспетчер устройств ZET» предназначена для как для настройки параметров устройств СУВ[4], так и для настройки измерительных каналов в соответствии с параметрами датчиков подключаемых ко входам устройств СУВ.

Программа «Диспетчер устройств ZET» при настройке параметров устройств СУВ позволяет осуществлять следующие операции:

- Установка частоты дискретизации ЦАП и АЦП подключаемых устройств (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Частота дискретизации*);
- Контроль и изменение IP адреса устройства (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Ethernet*);
- Установка идентификатора устройства (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Идентификация*);
- Установка параметров синхронизации (Устанавливается в *Идентификатор устройства/Свойства/Синхронизация*).

Программа «Диспетчер устройств ZET» при настройке параметров измерительных каналов позволяет осуществлять следующие операции:

- Выбор из списка конкретного типа первичного преобразователя, подключенного к измерительному каналу устройства (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле Название*);
- Установка параметров первичных преобразователей таких как чувствительность, коэффициент усиления, диапазон, единица измерения (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле соответствующее устанавливаемому параметру*);
- Включение/отключение функции питания датчиков по ICP (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле Использовать ICP*);
- Включение/отключение функции фильтра высоких частот (Устанавливается в *Идентификатор измерительного канала/Свойства/поле AC*).

Для проведения виброиспытаний преимущественно используются датчики, измеряющие ускорение - акселерометры, но возможно и использование датчиков, измеряющих другие величины.

[4] Здесь и далее по тексту под словосочетанием «устройства СУВ» подразумеваются устройства, задействованные в работе СУВ такие как: контроллеры СУВ, анализаторы спектра, тензостанции.

По умолчанию при первом запуске каналы получают имя по названию устройства и номеру канала, поэтому в названии канала нужно задать тип датчика и его серийный номер, так как имя канала фигурирует в отчётах.

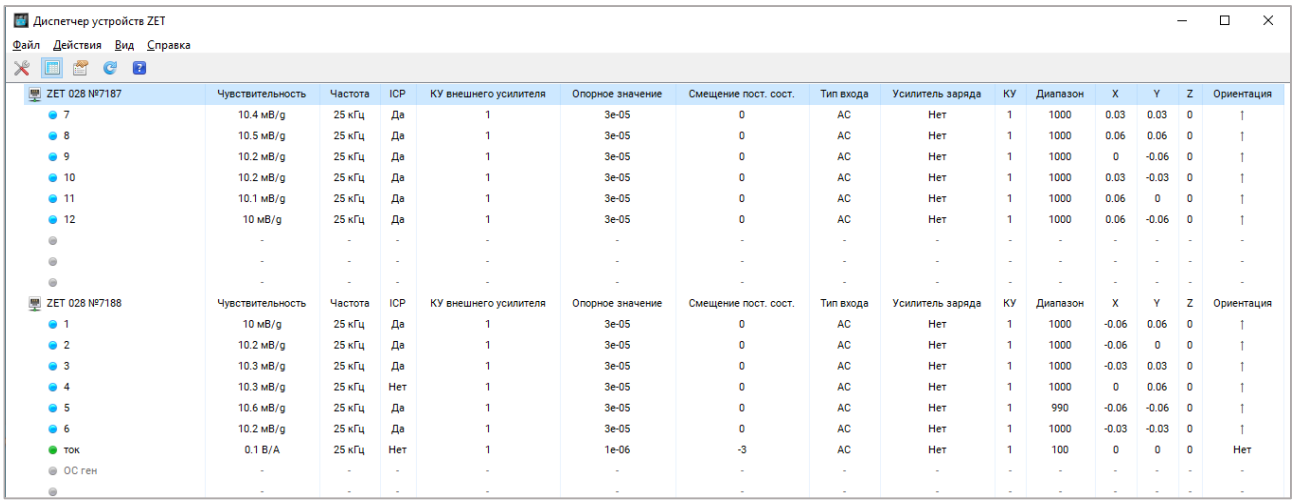
Примечание: *Полезно имя канала логически связать с местом расположения датчика.*

Внимание! *Важно отметить, что любое изменение в параметрах датчиков и их расположении на испытуемом изделии требует проведения предтеста заново, так как от точки установки зависит амплитудно-частотная характеристика измерительного канала. Возможно, что датчики перед началом испытаний придётся не один раз переставить в поисках точки, в которой АЧХ имеет максимально равномерный вид. Предтест необходимо проводить всякий раз после любых изменений, даже если точка установки осталась прежней, а изменился способ крепления датчика (воск, пластилин, скотч, клей и т.д.).*

7.2 Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Диспетчер устройств ZET» необходимо на панели СУВ активировать кнопку *«Диспетчер устройств и каналов»*. На экране монитора отобразится окно программы «Диспетчер устройств ZET» (*Рис. 7.1*).

В окне программы отображаются как идентификаторы подключенных к компьютеру устройств СУВ, так и соответствующие этим устройствам идентификаторы измерительных каналов.



ZET 028 №7187	Чувствительность	Частота	ICP	КУ внешнего усилителя	Опорное значение	Смещение пост. сост.	Тип входа	Усилитель заряда	КУ	Диапазон	X	Y	Z	Ориентация
7	10.4 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0.03	0.03	0	↑
8	10.5 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0.06	0.06	0	↑
9	10.2 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0	-0.06	0	↑
10	10.2 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0.03	-0.03	0	↑
11	10.1 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0.06	0	0	↑
12	10 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0.06	-0.06	0	↑
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZET 028 №7188	**Чувствительность**	**Частота**	**ICP**	**КУ внешнего усилителя**	**Опорное значение**	**Смещение пост. сост.**	**Тип входа**	**Усилитель заряда**	**КУ**	**Диапазон**	**X**	**Y**	**Z**	**Ориентация**
1	10 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	-0.06	0.06	0	↑
2	10.2 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	-0.06	0	0	↑
3	10.3 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	-0.03	0.03	0	↑
4	10.3 мВ/g	25 кГц	Нет	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	0	0.06	0	↑
5	10.6 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	990	-0.06	-0.06	0	↑
6	10.2 мВ/g	25 кГц	Да	1	3e-05	0	AC	Нет	1	1000	-0.03	-0.03	0	↑
ток	0.1 В/А	25 кГц	Нет	1	1e-06	-3	AC	Нет	1	100	0	0	0	Нет
ОС ген	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 7.1 Окно «Диспетчер устройств ZET»

Раскрытие и скрытие измерительных каналов из списка выполнять путем активации символов «▷» и «◢» соответственно.

При необходимости можно перевести окно «Диспетчер устройств» в режим подробного просмотра свойств каналов, активировав символ «▦» расположенный на панели окна.

7.3 Установка частоты дискретизации

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.1*) ☝ активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Частота дискретизации» (*Рис. 7.2*).

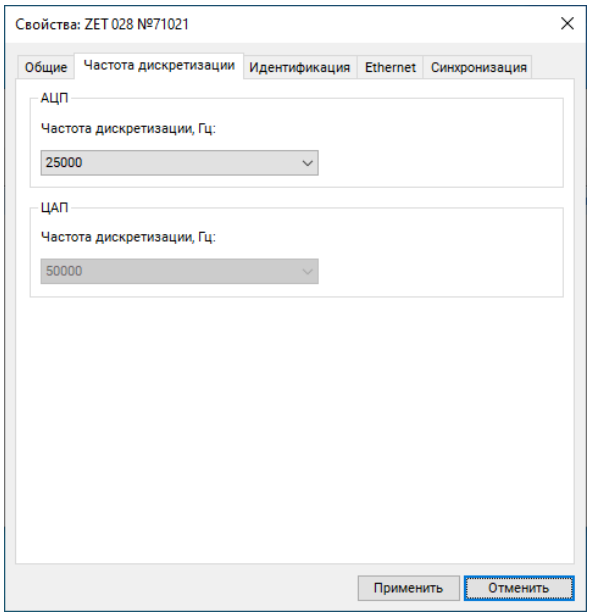


Рис. 7.2 Вкладка «Частота дискретизации» окна Свойства

Установить частоту дискретизации для входов контроллера, для чего в поле «АЦП» ☝ активировать указатель на выпадающий список ▼ и выбрать из списка требуемое значение частоты дискретизации, при этом частота дискретизации в поле «ЦАП» будет установлено программой автоматически.

Для сохранения внесенных изменений ☝ активировать кнопку «Применить», для выхода из окна без внесения изменений ☝ активировать кнопку «Отменить».

Примечание: *для всех контроллеров, задействованных в СУВ, частоты дискретизации должны быть установлены одинаково*

Выбор частоты дискретизации контроллера зависит от преследуемых задач при проведении виброиспытаний и типа используемого вибростенда:

- «5 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 2 кГц и применяется в случае необходимости формирования ударов длительностью более 30 мс;
- «25 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 10 кГц. Данное значение частоты дискретизации установлено по умолчанию и подходит для большинства вариантов виброиспытаний;
- «50 кГц» – обеспечивает работу в частотном диапазоне до 20 кГц и применяется при необходимости проведения испытаний в области высоких частот.

7.4 Настройка синхронизации по протоколу PTP[5]

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.1*) ☝ активировать идентификатор, соответствующий контроллеру и в окне «Свойства» выбрать вкладку «Синхронизация» (*Рис. 7.3*).

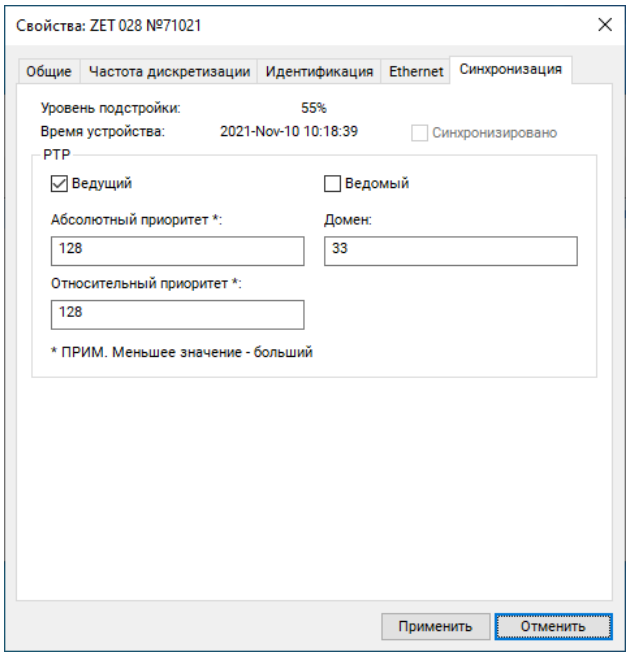


Рис. 7.3 Вкладка «Синхронизация» окна Свойства

Для контроллера, который будет задействован в качестве мастера синхронизации по протоколу PTP установите флаг «Ведущий», а для контроллеров, которые будут подстраиваться под мастера синхронизации, установите флаг «Ведомый».

Примечание: *Источником синхронизации в контроллерах, выбранных в качестве мастеров синхронизации, является встроенный кварцевый генератор.*

В поле «Домен» (допустимое значение от 0 до 127) укажите номер группы, для которой (в подсети Ethernet) будет организована синхронизация по протоколу PTP между устройствами. Таким образом можно организовать в подсети Ethernet несколько независимо синхронизируемых групп.

Внимание! *Указывайте в поле «Домен» одинаковые значения для устройств, объединяемых в общую группу синхронизации по протоколу PTP*

В полях «Абсолютный приоритет» и «Относительный приоритет» при необходимости задайте приоритеты (допустимое значение от 0 до 255), которые будут учитываться протоколом PTP в выборе мастера синхронизации при наличии нескольких мастеров.

[5] Синхронизация по PTP обеспечивается для устройств, настроенных для работы в единой подсети Ethernet

7.5 Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 02x и ZET 03x

В окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.1*) ☝ активировать идентификатор, соответствующий измерительному каналу контроллера.

В открывшемся окне «Свойства:…» устанавливаются параметры измерительного канала в соответствии с паспортными данными на первичный преобразователь, а также текущими условиями проведения испытаний (Рис. 7.4).

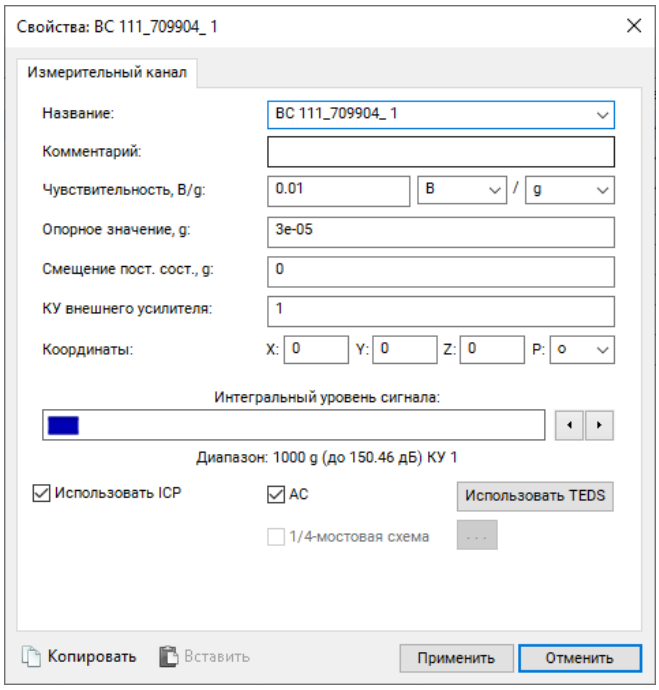


Рис. 7.4 Окно «Свойства» измерительного канала

В поле «Название» указывается имя измерительного канала, которое будет удобно соотносить с подключенным к данному входу датчиком. Поле «Название» оснащено выпадающим списком с некоторыми типами датчиков.

Примечание: *при выборе типа датчика из выпадающего списка значения параметров в окне «Свойства» будут заполнены автоматически, однако следует скорректировать значение чувствительности в соответствии со свидетельством о поверке на датчик, а также изменить наименование измерительного канала на удобное для оператора*

Для параметра «Чувствительность» необходимо ввести значение чувствительности датчика, указанное в свидетельстве о поверке на данный датчик, и ввести единицы измерения датчика или выбрать их из выпадающего списка (часто используемые единицы измерения занесены в список).

Внимание! *для проведения виброиспытаний необходимо наличие измерительных каналов, регистрирующих виброускорение и настроенных на единицы измерения «g» или «м/с^2».*

Внимание! *при конфигурировании следует в первую очередь обращать внимание на корректную установку чувствительности измерительных каналов, особенно для каналов участвующих в обратной связи (статус «Контроль»), так как ошибка в значении чувствительности приведет к соответствующей ошибке в величине формируемого на вибростенде ускорения.*

Примечание: *для испытаний на синусоидальную вибрацию в области низких частот допускается использовать в качестве канала обратной связи датчик перемещения в этом случае данный измерительный канал, должен быть настроен на единицы измерения «мм».*

Параметр *«Опорное значение»* выставляется автоматически в соответствии с ГОСТ для единиц измерения, перечисленных в списке. В случае если требуются задать отсутствующие в списке единицы измерения, то для них следует указать опорное значение, соответствующее уровню 0 дБ.

Параметр *«Смещение пост. сост.»* позволяет сместить значения постоянной составляющей регистрируемого на измерительном канале сигнала на указанную величину. Задавать смещение необходимо только после установки и сохранения чувствительности датчика, так как величина смещения зависит от чувствительности датчика.

Параметр «КУ внешнего усилителя» используется для учета влияния усилителя на уровень сигнала, регистрируемого с первичного преобразователя, в том случае, когда задействовано внешнее усиление.

Внимание! *изменение параметра «КУ внешнего усилителя» производите только при использовании внешнего усилителя с коэффициентом усиления отличным от единицы.*

В полях *«Координаты»* задаются координаты первичного преобразователя относительно стола вибростенда, а также направление оси (осей) вибрации в соответствии с направлением вибрации подвижной части вибростенда.

Примечание: *задание координат и направления осей необходимо только при многоточечной расстановке датчиков с целью использования функционала СУВ по трехмерной визуализации форм колебаний объекта испытаний*

Примечание: *для случаев, когда в процессе испытаний параллельно задействуется программа «Аттестация вибростенда», необходимо указывать направления осей, регистрируемых вибропреобразователями. Данный параметр используется программой «Аттестация вибростенда» для учета направлений датчиков при расчете как поперечной составляющей, так и величины неравномерности распределения по столу виб-*

ростенда. Как правило вертикальное направление используется как направление вибрации, горизонтальное и наклонное направление – ортогональные к вертикальному направлению оси – поперечные направления к оси вибрации.

Шкала «Интегральный уровень сигнала» (*Рис. 7.5*) показывает отношение текущего уровня сигнала, к максимально возможному значению, указанного ниже в строке «Диапазон» и снабжена справа кнопками ( ) для изменения коэффициента усиления. Доступные значения коэффициентов усиления 1, 10 и 100 можно устанавливать индивидуально для каждого измерительного канала.

Рабочий диапазон Перегрузка

Рис. 7.5 Индикатор интегрального уровня сигнала

Индикатор уровня сигнала (*Рис. 7.5*) позволяет пользователю оперативно оценивать качество подбора, согласования и настройки чувствительности элементов, составляющих выбранный в программе измерительный канал и тем исключить проведение обработки как при перегрузках, так и при отсутствии сигнала в выбранном измерительном канале.

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

Значение «Диапазон» определяется максимальным измеряемым напряжением на входе контроллера СУВ (10 вольт), чувствительностью измерительного канала, а также параметрами «КУ внешнего усилителя» и «Интегральный уровень сигнала».

С помощью кнопок изменения коэффициента усиления следует согласовать регистрируемый диапазон ускорения с максимальным диапазоном ускорения, который требуется для проведения испытаний. Диапазоны считаются согласованными, когда регистрируемый диапазон ускорения измерительного канала (значение «Диапазон» под шкалой интегрального уровня) превышает максимальный диапазон ускорения при планируемом проведении испытаний от 5 до 50 раз.

Для датчиков, требующих внешнего питания стандарта ICP необходимо ☝ активировать параметр *«Использовать ICP»*.

Примечание: *рекомендуем при работе с СУВ всегда ☝ активировать параметр «АС» (цифровой фильтр высоких частот), который убирает постоянную составляющую из регистрируемого сигнала, при этом задание значения для параметра «Смещение пост. сост.» не имеет смысла (можно не указывать)*

Активация параметра *«АС»* для всех режимов работы накладывает на программном уровне на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.

Внимание! *Если включить параметр «АС» по одному из каналов устройства, то на данном канале происходит смещение сигнала по фазе относительно других каналов устройства, где данный параметр выключен, так как используется фильтр высоких частот с частотой среза 0,5 Гц. В случаях, когда задействовано несколько измерительных каналов рекомендуется для всех измерительных каналов ☝ активировать значения параметра «АС».*

Если ко входу контроллера СУВ подключен датчик поддерживающий формат TEDS активация панели «Использовать TEDS» приведет к считыванию значений параметров с подключенного датчика и автоматическому занесению их в окно «Свойства».

При подключении ко входу контроллера СУВ тензорезистора необходимо ☝ активировать параметр «1/4 мостовая схема», после чего панель «…» становится доступной для активации.

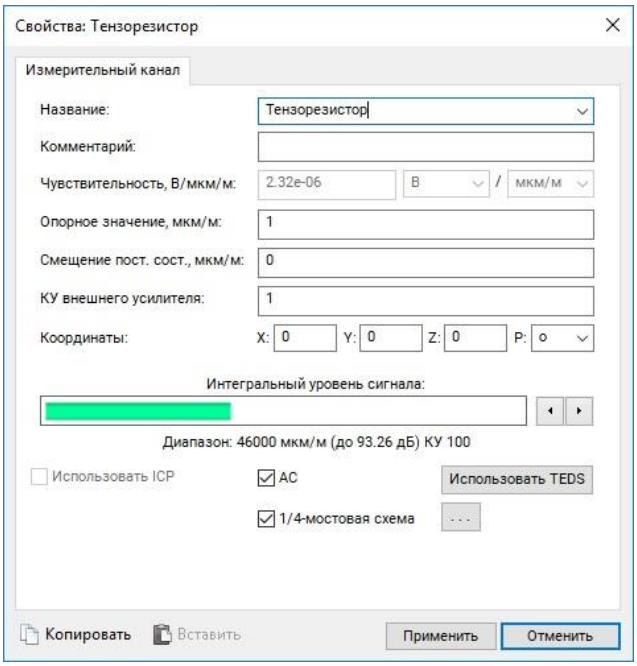


Рис. 7.6 Окно «Свойства» при подключении тензорезистора

Активация панели «…» позволяет перейти к окну «Настройка параметров ¼ мостовой схемы» (*Рис. 7.7*).

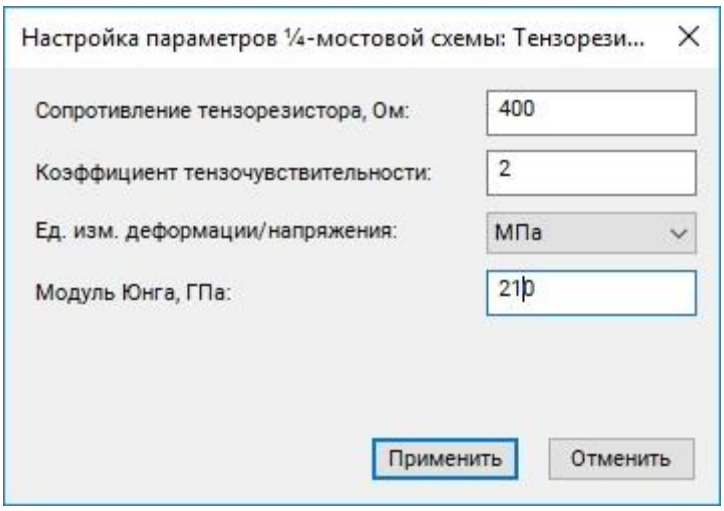


Рис. 7.7 Окно «Настройка параметров ¼ мостовой схемы»

Для параметров «Сопротивление тензорезистора» и «Коэффициент тензочувствительности» задаются значения соответствующие подключенному тензорезистору.

Выбор единиц измерения (мкм/м, Па, кПа, МПа или кгс/мм^2) из списка определяет вид регистрируемой физической величины на данном измерительном канале.

Для параметра «Модуль Юнга» следует задавать значение модуля Юнга для материала испытываемого изделия, на который наклеен тензорезистор.

Примечание: *при регистрации относительной деформации (мкм/м) задание параметра «Модуль Юнга» не требуется.*

7.6 Настройка измерительных каналов контроллеров серии ZET 058 (тензостанции)

Контроллер ZET 058 (тензостанция) является универсальным измерительным устройством и позволяет подключать к своим входам тензорезистивные датчики различных типов, что вызывает необходимость в идентификации измерительных каналов.

Настройка выполняется в окне «Свойства» (*Рис. 7.8*) соответствующего измерительного канала. Для перехода к окну «Свойства» необходимо в окне программы «Диспетчер устройств» (*Рис. 7.1*) ☝ активировать идентификатор измерительного канала тензостанции подлежащего конфигурированию.

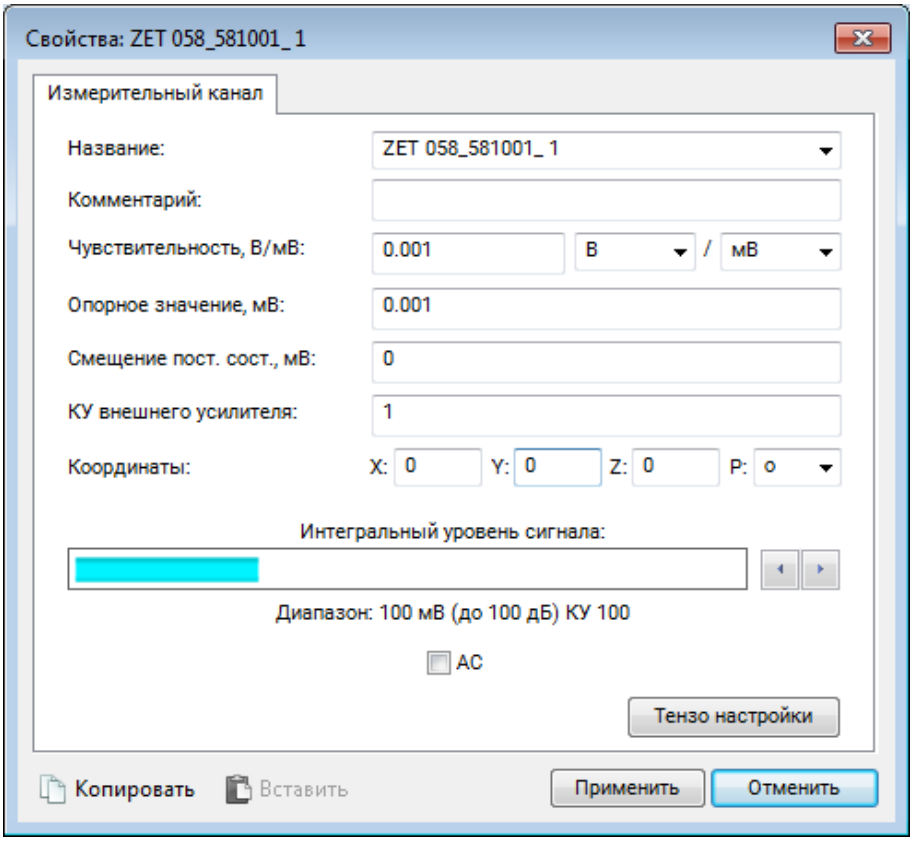


Рис. 7.8 Окно Свойства

Примечание: *Параметры измерительных каналов настраиваются индивидуально для каждого измерительного канала*

Внимание! *Настройки параметров измерительных каналов сохраняются в памяти тензостанции. При первом подключении к компьютеру, параметры измерительных каналов определяются заводскими (инициализирующими) настройками*

Примечание: *Назначение измерительным каналам уникальных имен, характеризующих в том числе типы первичных преобразователей, обеспечивает удобство идентификации измерительных каналов при проведении последующих измерений с использованием программного обеспечения ZETLAB*

Если к измерительному каналу контроллера подключается датчик, информация о котором уже добавлена в базу данных, следует перейти в поле «Название» и, активировав указатель на выпадающий список (Рис. 7.9), выбрать из списка тип подключаемого датчика, при этом поля параметров окна «Свойства» будут автоматически заполнены.

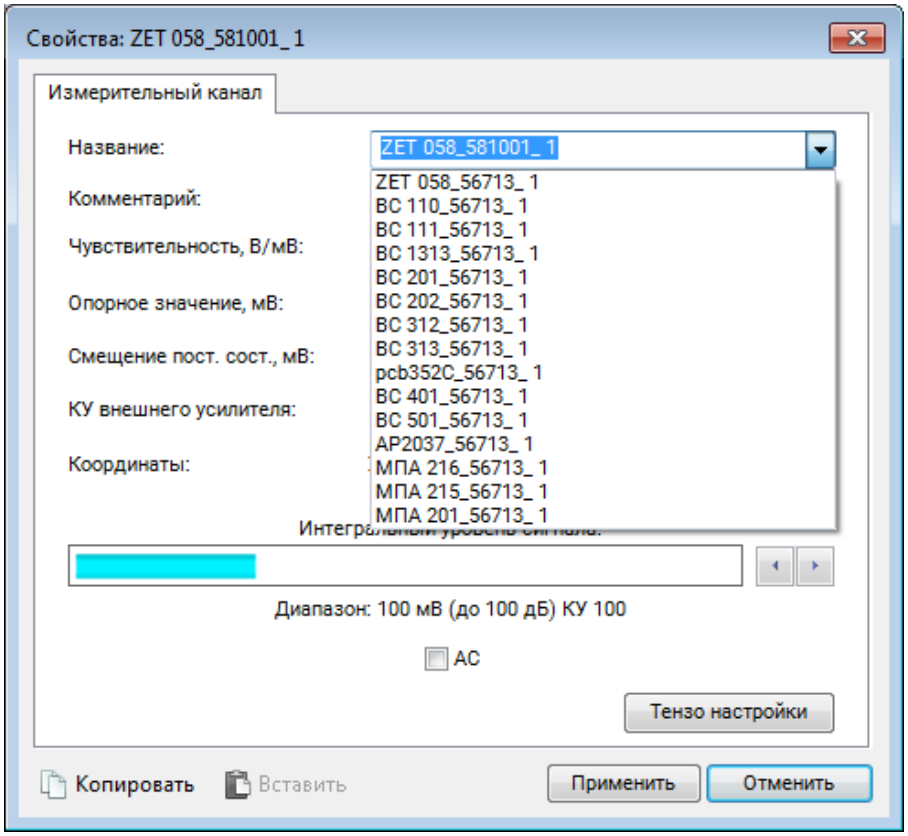


Рис. 7.9 Окно «Свойства» со списком датчиков из базы данных

Внимание! *При выборе типа подключаемого датчика из списка «Название», в поле «Чувствительность» устанавливается среднее значение для данного типа датчиков. Следует вручную откорректировать значение в поле «Чувствительность» так, чтобы оно соответствовало значению, указанному в паспорте или в свидетельстве о поверке на датчик.*

При желании измените (путем ввода с клавиатуры) название измерительного канала на удобное вам.

Внимание! *Программное обеспечение ZETLAB допускает назначение одинаковых имен измерительным каналам, однако их дальнейшая идентификация при работе с программным обеспечением становится затруднительной.*

В случае если к измерительному каналу тензостанции подключается датчик, тип которого отсутствует в выпадающем списке, необходимо с клавиатуры ввести требуемое имя измерительного канала.

Внимание! *В случае, когда необходим доступ к произвольной настройке для всех параметров в окне «Свойства» в поле «Название» выбирайте из списка верхнюю строку с идентификатором «ZET xxxxx» (Рис. 7.9)*

Чувствительность измерительного канала определяет привязку регистрируемых значений к абсолютным (аттестованным) величинам с учетом единиц измерения.

Для установки чувствительности измерительного канала следует перейти к окну «Свойства».

Используя клавиатуру в поле «Чувствительность» окна «Свойства» (Рис. 7.8) установите необходимое значение чувствительности для измерительного канала.

При подключении датчиков к измерительному каналу устройства в качестве значения чувствительности, как правило, устанавливается значение чувствительности датчика.

Примечание: *для получения сведений о значениях чувствительности, подключаемых датчиков, обращайтесь к информации, приведенной в паспортах, либо свидетельствах о поверке.*

Для сохранения изменений в окне «Свойства» следует активировать кнопку «Применить».

Наиболее часто используемые единицы измерения можно выбрать из выпадающего списка (Рис. 7.10), активировав символ напротив параметра «Чувствительность», либо прописать вручную с клавиатуры необходимую единицу измерения.

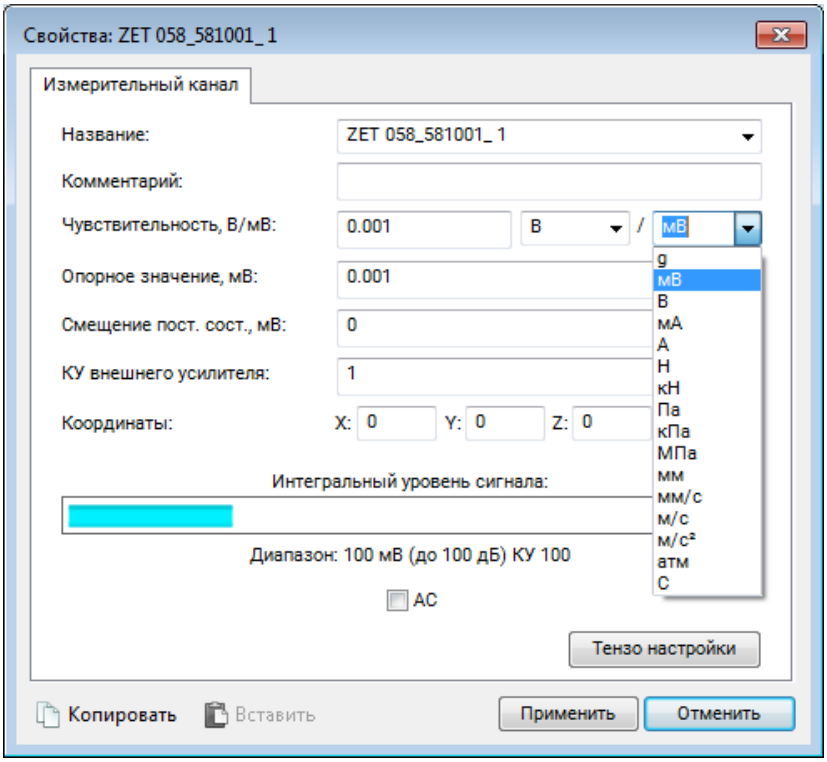


Рис. 7.10 Окно Свойства со списком единиц изменения

Примечание: *при необходимости уточнения единиц измерения обращайтесь к информации, приведенной в паспорте на подключаемый датчик.*

Опорное значение используется для пересчета регистрируемых в измерительном канале значений к шкале дБ.

Используя клавиатуру в поле «Опорное значение» окна «Свойства» (Рис. 7.8), установить необходимое опорное значение для измерительного канала.

Примечание: *при выборе единиц измерения из выпадающего списка соответствующее опорное значение будет установлено автоматически.*

Используя клавиатуру в поле «Смещение пост. сост.» окна «Свойства» (Рис. 7.8), установить необходимое значение смещения для измерительного канала.

При подключении датчиков с применением согласующих усилителей их коэффициенты усиления должны быть учтены.

Используя клавиатуру в поле «КУ внешнего усилителя» окна «Свойства» (Рис. 7.8) установить значения коэффициента усиления внешнего усилителя.

Примечание: *при отсутствии внешних усилителей в поле «КУ внешнего усилителя» устанавливается значение «1»*

Индикатор интегрального уровня сигнала окна «Свойства» (Рис. 7.8) позволяет оценить регистрируемый уровень сигнала по измерительному каналу (Рис. 7.11). Чем более закрашена шкала индикатора (окрашивается слева-направо) тем выше уровень регистрируемых значений сигнала по измерительному каналу.

Внимание! *Следует избегать полного окрашивания шкалы индикатора (Рис. 7.11), что означает перегрузку измерительного канала, следствием которой является возникновение нелинейных искажений сигнала, приводящих к недостоверным результатам измерений.*

Рабочий диапазон Перегрузка

Рис. 7.11 Индикатор интегрального уровня сигнала

В тензостанции индивидуально для каждого измерительного канала могут быть установлены следующие значения коэффициентов усиления: 1; 10; 100.

При необходимости, используя символы в поле «Интегральный уровень сигнала», установите требуемый уровень усиления.

Примечание: *В случае регистрируемой перегрузки на измерительном канале следует уменьшить коэффициент усиления, в случае регистрации малого уровня сигнала – увеличить.*

Активация параметра «AC» в окне «Свойства» (Рис. 7.8) накладывает на регистрируемый с измерительного канала сигнал фильтр верхних частот для исключения из сигнала постоянной составляющей.

Для балансировки тензодатчика подключенного к измерительному каналу контроллера в окне «Свойства» (Рис. 7.8) необходимо ☝ активировать кнопку «Тензо настройки» при этом откроется окно «Настройки параметров мостовой схемы» (Рис. 7.12).

<u>Внимание!</u> *Каждая из схем подключения тензорезисторов требует электропитания, поэтому перед выполнение балансировки должна быть выполнена соответствующая настройка встроенного генератора, используемого для питания первичных преобразователей. Правила настройки генератора приведены ниже в данной главе*

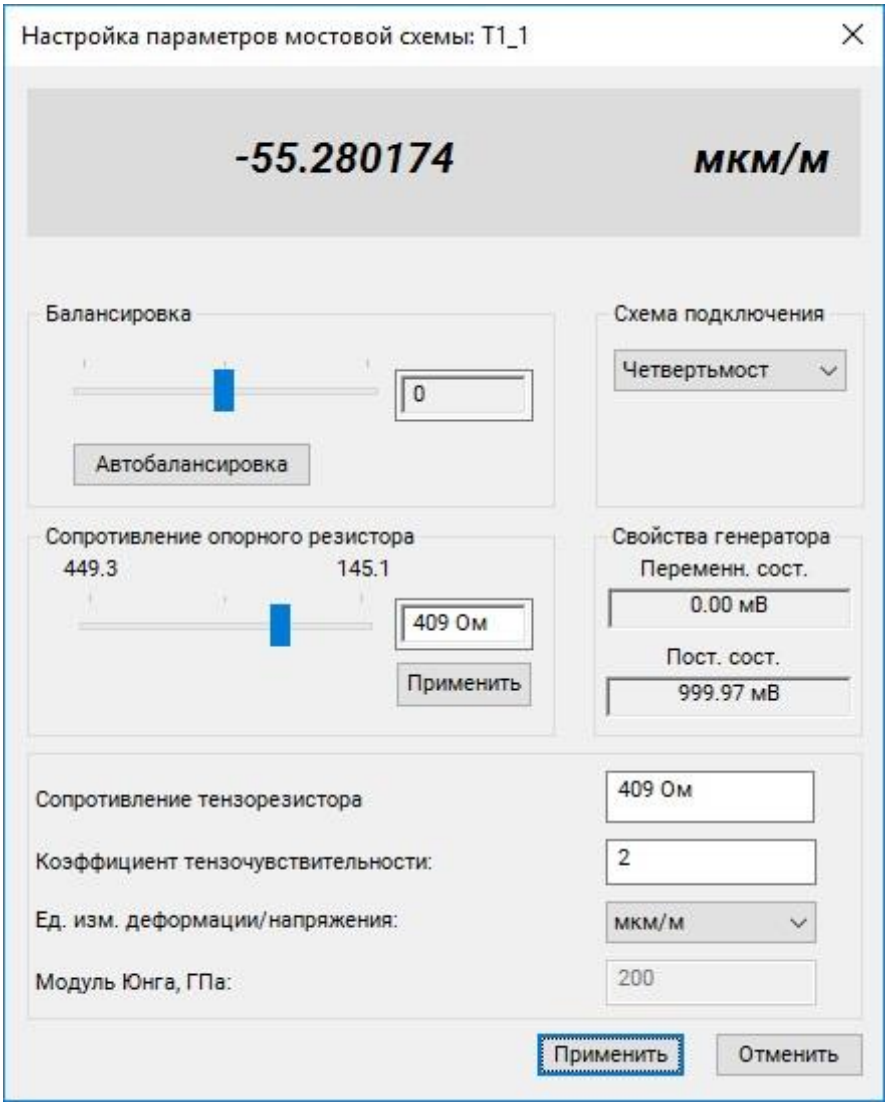


Рис. 7.12 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Из раскрывающегося списка «Схема подключения» (*Рис. 7.13*) следует выбрать соответствующую схему подключения тензодатчика:

- Мост;
- Полумост;
- Четвертьмост.

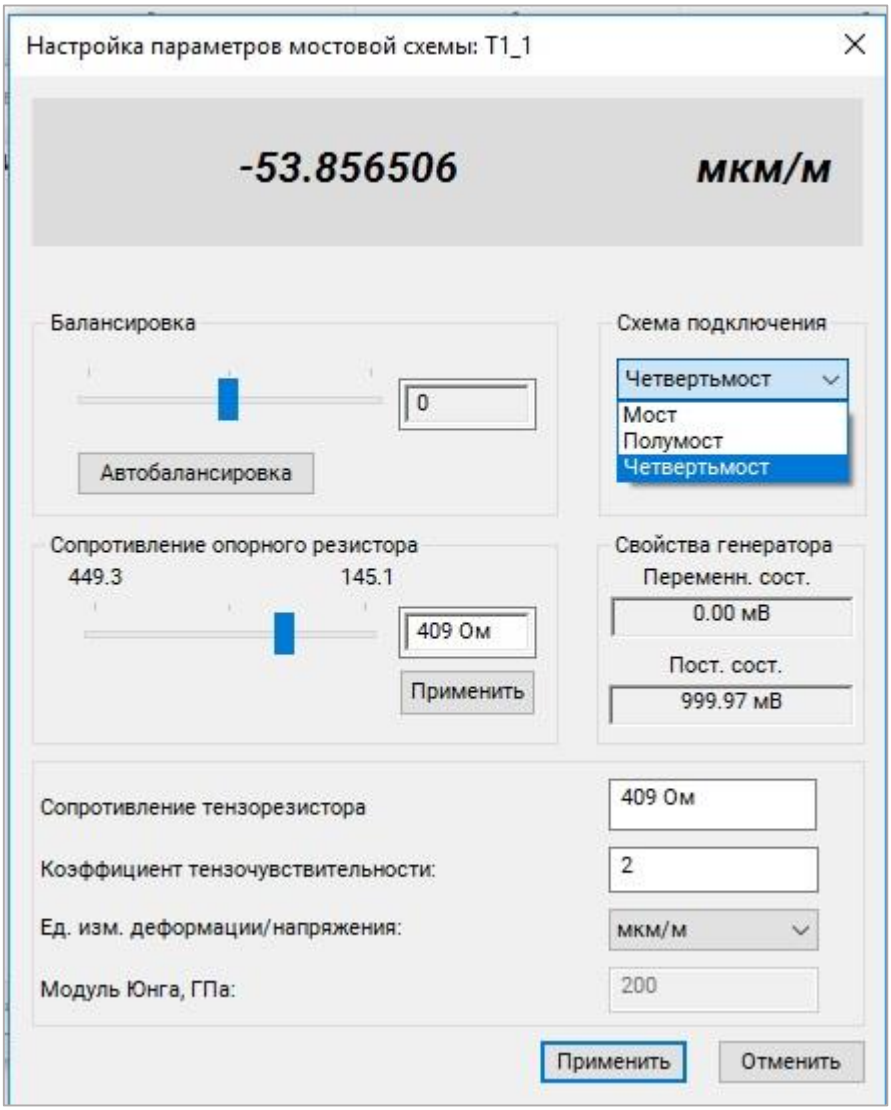


Рис. 7.13 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Примечание: *в случае выбора схемы подключения «Четвертьмост» необходимо в поле «Сопротивление четверть-мостового датчика» установить значение сопротивления, подключенного тензодатчика (согласно паспортным данным) и нажать кнопку «Применить».*

Для балансировки тензодатчика необходимо ☝ активировать кнопку «Авто-балансировка» и дождаться окончания процесса балансировки, после чего следует применить изменения ☝ активировав кнопку «Ок».

Примечание: *при смене величины или знака питающего напряжения необходимо производить авто-балансировку.*

Выбор единиц измерения тензометрической схемы выполняется из выпадающего списка в окне «Настройки параметров мостовой схемы» (*Рис. 7.14*).

Примечание: *при выборе единиц измерения отличных от «мкм/м» в поле «Модуль Юнга» требуется указывать значение, соответствующее модулю Юнга того материала, на который наклеен тензорезистор.*

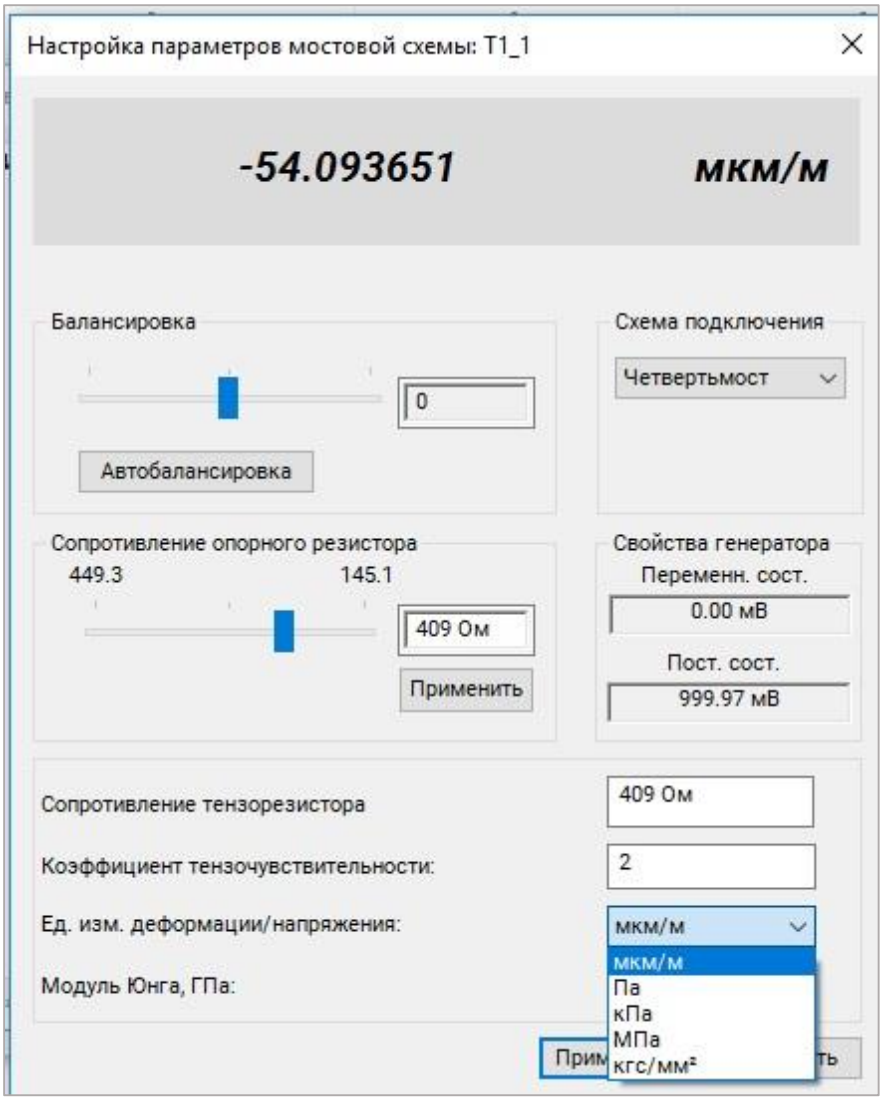


Рис. 7.14 Окно «Настройка параметров мостовой схемы»

Контроллеры ZET 058 обеспечивают питание первичных преобразователей как постоянным, так и переменным напряжением, за счёт чего могут использоваться для сбора и обработки сигналов при статических или динамических измерениях.

Для включения питания первичного преобразователя необходимо из программы «Диспетчер устройств ZET» открыть окно «Свойства» канала генератора (Рис. 7.15).

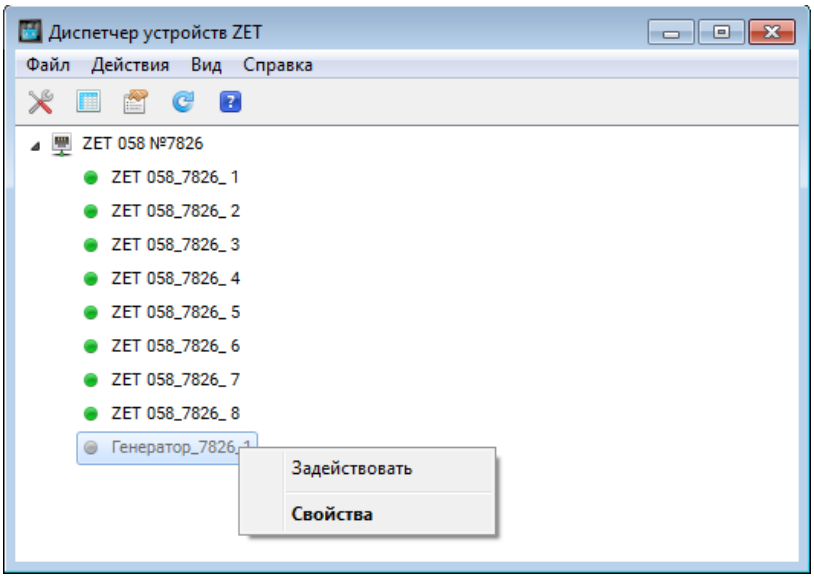


Рис. 7.15 Окно Диспетчер устройств с выпадающим окном по выделенному каналу генератор

В открывшемся окне «Свойства» перейти на вкладку «Синус» и установить соответствующие параметры питания первичного преобразователя (Рис. 7.16).

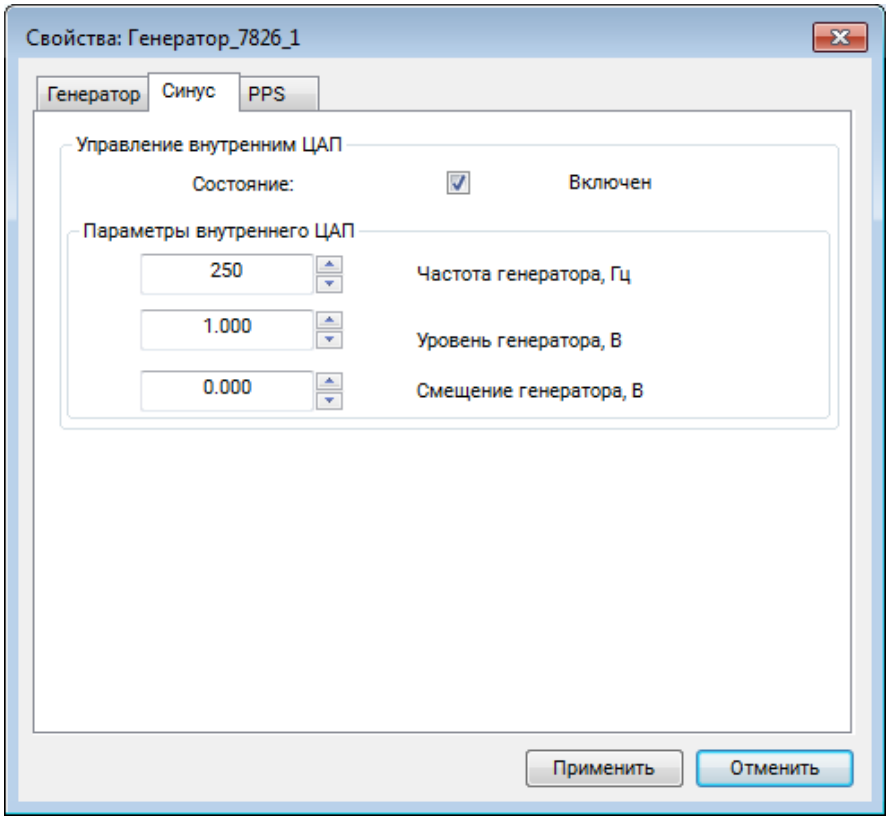


Рис. 7.16 Вкладка «Синус» канала генератора

Внимание! *Запрещается использовать переменное напряжение для питания ¼ мостовой схемы. Среднеквадратичное значение тока, протекающего через резистор, не должно превышать 5 мА.*

Перейти на вкладку «Генератор» и установить для параметра «Состояние» значение «Включено» (Рис. 7.17). После чего ☝ активировать кнопку «Применить».

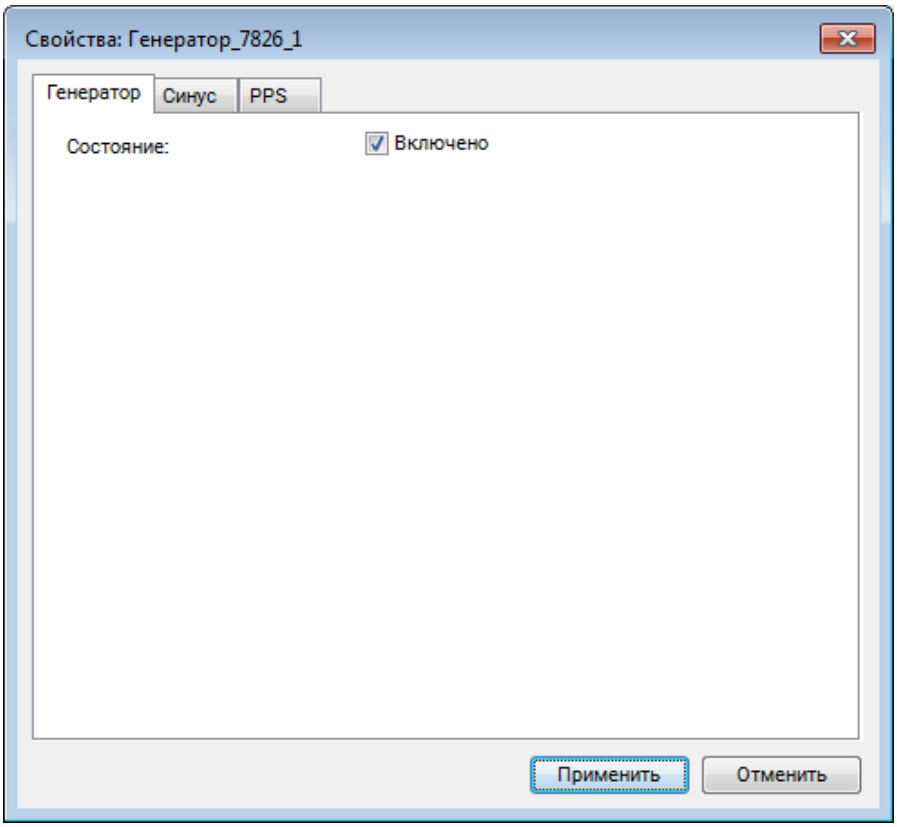


Рис. 7.17 Вкладка «Генератор» канала генератора

После включения питания первичных преобразователей в программе «Диспетчер устройств ZET», символ перед названием канала генератор должен изменить цвет на синий (Рис. 7.18).

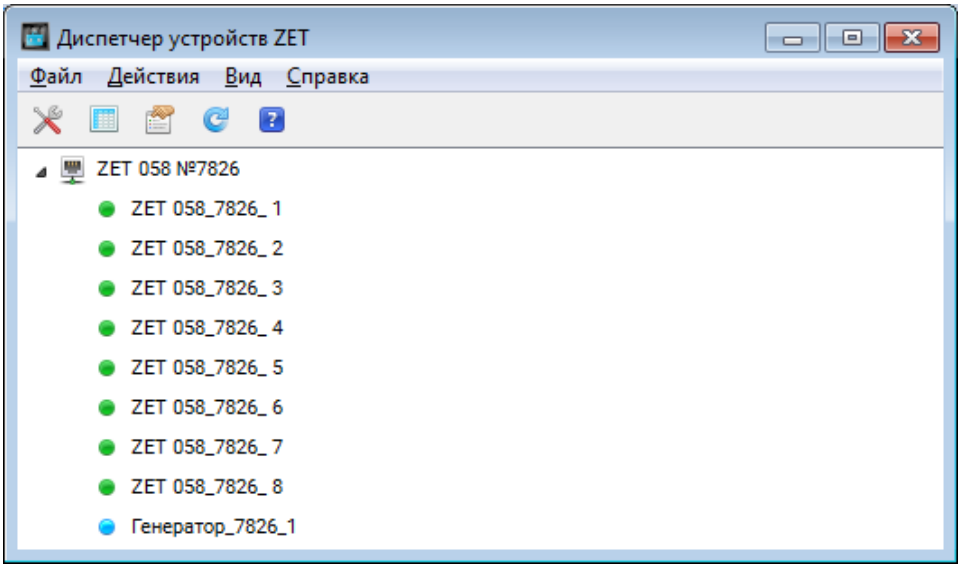


Рис. 7.18 Программа «Диспетчер устройств»

7.7 Примеры к разделу 7

7.7.1 Пример подключения акселерометра с ICP

Требуется подключить ко второму входу контроллера СУВ датчик модели BC111 с чувствительностью 10.1 мВ/g (присвоив наименование измерительному каналу «D2») и согласовать диапазон измерительного канала на проведение испытаний с максимальным ускорением 100g.

Для решения данной задачи необходимо.

Подключить BNC разъем кабеля датчика ко второму входу контроллера СУВ.

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.19*).

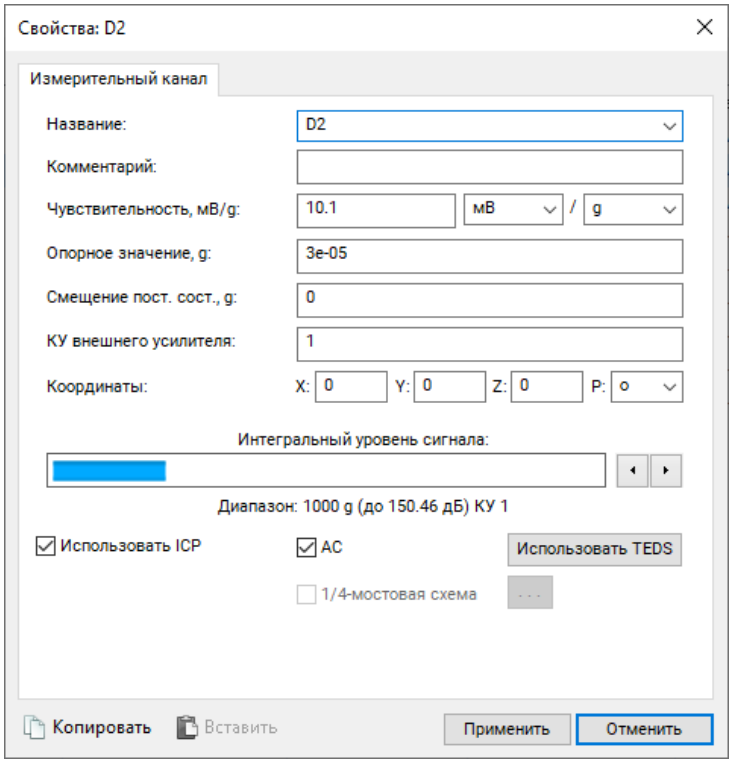


Рис. 7.19 Окно «Свойства» измерительного канала

Проверить согласование между диапазоном измерительного канала (1000g) и диапазоном, требуемым для проведения испытаний (100g).

Изменение коэффициента усиления измерительного канала не требуется так как выполняется условие согласования диапазонов: 5<1000/100<50.

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

7.7.2 Пример подключения акселерометра с зарядовым выходом

Требуется подключить к четвертому входу контроллера СУВ датчик модели B&K 8305 с чувствительностью 0.12 пКл/м/с^2 присвоив наименование измерительному каналу «in_4» и согласовать диапазон измерительного канала на проведение испытаний с максимальным ускорением 10 g.

Для решения данной задачи необходимо.

Подключить BNC разъем кабеля датчика ко входу «Заряд» усилителя предварительного ZET440.

Соединить (с помощью кабеля «BNC-BNC») выход усилителя предварительного с четвертым входом контроллера СУВ.

С помощью кнопок на передней панели усилителя предварительного ZET440 установить значения параметров: «Усиление» в положение «1»; «ФВЧ» в положение «0.1».

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.20*).

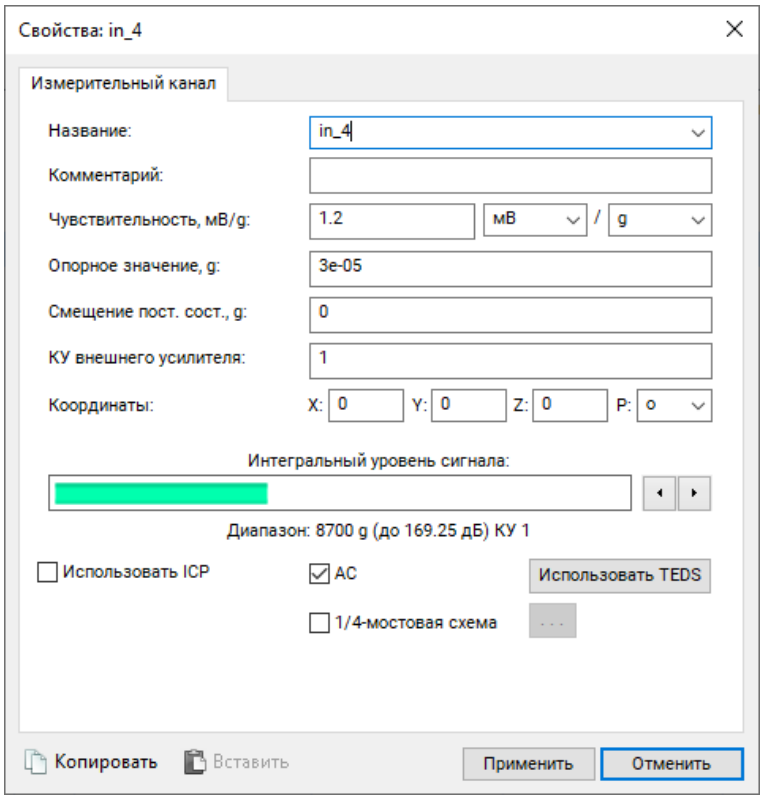


Рис. 7.20 Окно «Свойства» с КУ внешнего усилителя=1

Примечание: *при подключении датчиков с зарядовым выходом к зарядовому входу усилителя предварительного ZET440 обеспечивается следующее соответствие пКл=мВ, таким образом в примере 0.12пКл/м/с^2 =1.2пКл/g=1.2мВ/*

Проверить условие согласования между диапазоном измерительного канала (8700g) и диапазоном, требуемым для проведения испытаний (10g).

Так как условие согласования (5<8700/10<50) не выполняется то следует на входе усилителя предварительного ZET440 изменить (с помощью кнопки на передней панели) параметр «Усиление» с значения «1» на значение «100», а в окне «Свойства» (*Рис. 7.21*) для параметра «КУ внешнего усилителя» ввести соответствующее значение «100».

Убедиться в том, что условие согласования диапазонов достигнуто (5<87/10<50).

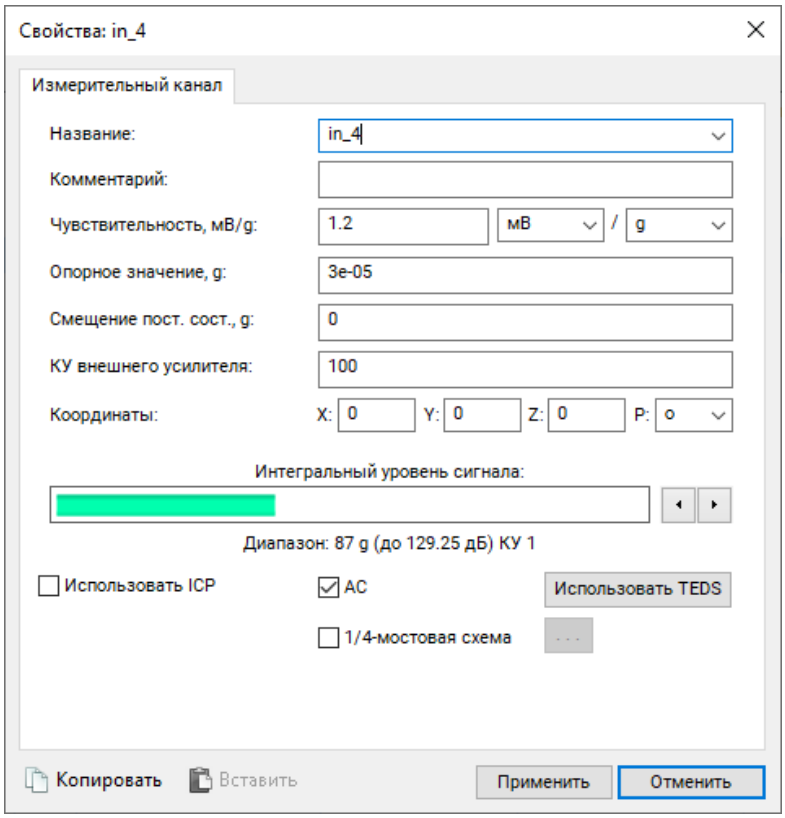


Рис. 7.21 Окно «Свойства» с КУ внешнего усилителя=100

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

.

7.7.3 Пример подключения лазерного датчика модели RF603

Требуется подключить к третьему входу контроллера СУВ лазерный триангуляционный датчик модели RF603-60/10-232/U (датчик имеет аналоговый выход напряжения и рассчитан на базовое расстояние 60 мм и диапазон измерения 10 мм) присвоив наименование измерительному каналу «k3_rf603» и установить необходимую чувствительность измерительного канала.

Для решения данной задачи необходимо.

Установить датчик RF603 (с использованием штатива держателя) на место проведения измерений так, чтобы плоскость датчика с детектирующим окном располагалась от контролируемой поверхности на базовом расстоянии плюс половина диапазона измерения датчика (60+10/2=65мм).

Подключить кабель от датчика RF603 к согласующему устройству модели A03-69.

Подключить к согласующему устройству кабель питания.

Соединить при помощи BNC-BNC кабеля согласующее устройство с третьим входом контроллера СУВ.

Рассчитать значение чувствительности датчика через отношение диапазона входного напряжения измерительного канала контроллера СУВ (при единичном коэффициенте усиления на входе контроллера СУВ равно «10В») к диапазону измерения датчика RF603 («10мм»). Для примера значение чувствительности составит 10/10=1В/мм.

Значения чувствительностей (в единицах измерения «В/мм»), соответствующие типовым диапазонам измерений лазерных датчиков перемещения приведено в *Табл.* ***7.1***.

Табл. 7.1 Таблица значений чувствительности для лазерных датчиков перемещения

Диапазон измерений датчика (мм)	Значение чувствительности (В/мм)
5	2
10	1
25	0.4
50	0.2
100	0.1
250	0.04

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.22*) и убедиться в том, что значение «Диапазон» (под индикатором «Интегральный уровень сигнала») равно 10 мм, что соответствует диапазону измерения датчика RF603.

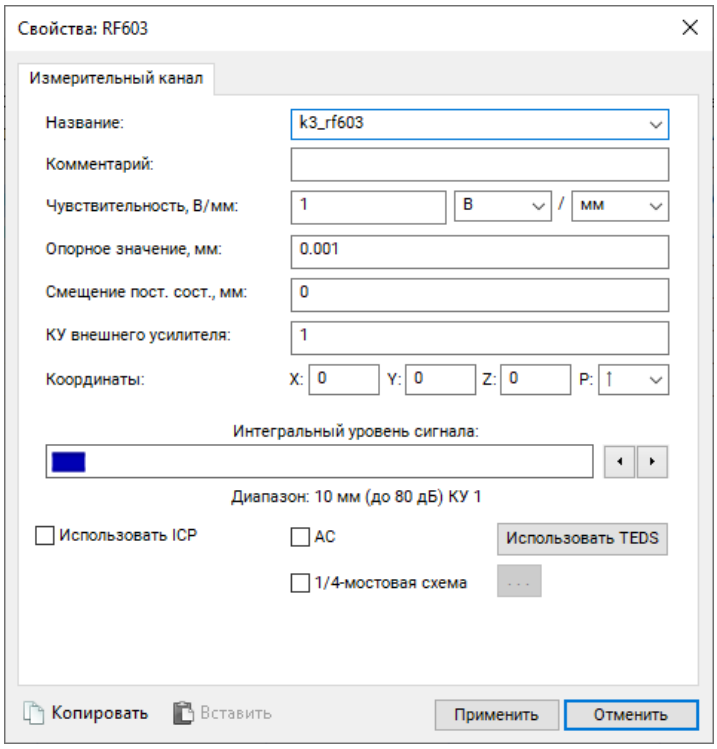


Рис. 7.22 Окно «Свойства»

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

Перед проведением измерений с помощью датчика RF603 необходимо произвести проверку его установки в центральное положение относительно границ диапазона измерений.

Примечание: *смещение положения датчика от центрального положения в диапазоне измерений будет ограничивать диапазон измерения перемещения. Например: для датчика с диапазоном измерения 10 мм при центральном положении диапазон измерения перемещение составит ±5мм, а в случае смещения датчика от центрального положения на 2 мм диапазон измерения перемещения составит ±3мм.*

Для проверки центрального положения датчика RF603 следует.

На панели ZETLAB в разделе «Отображение» (*Рис. 7.23*) ☝ активировать программу «Многоканальный осциллограф».

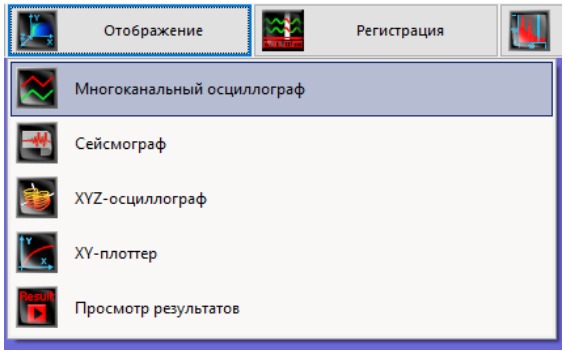


Рис. 7.23 Раздел «Отображение» панели ZETLAB

В окне программы «Многоканальный осциллограф» (*Рис. 7.24*) установить для параметра «Кол-во каналов» значение «1» и поле выбора измерительного канала (*Рис. 7.25*) выбрать из выпадающего списка для отображения наименование измерительного канала, соответствующее датчику RF603.

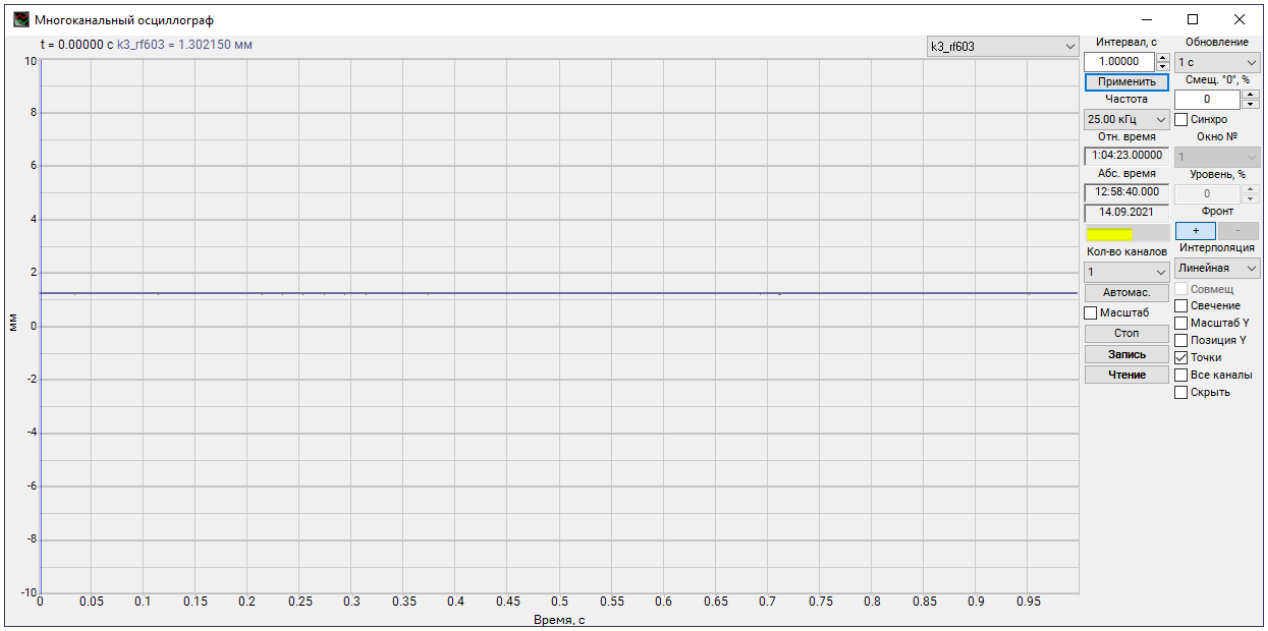


Рис. 7.24 Окно программы «Многоканальный осциллограф»

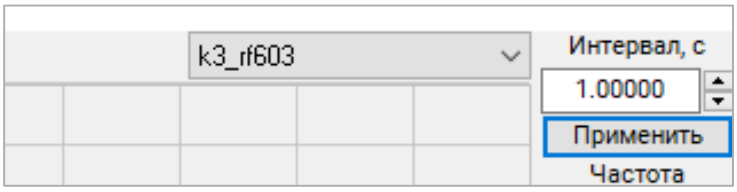


Рис. 7.25 Фрагмент окна с полем выбора измерительного канала

Отмасштабировать по вертикали шкалу осциллографа так чтобы на шкале отображался полный диапазон измерений по перемещению (в примере до 10 мм).

Перемещая датчик RF603 добиться такого положения, при котором показания осциллографа (*Рис. 7.26*) будут находиться близко к значениям 5 мм, после чего зафиксировать датчик в данном положении.

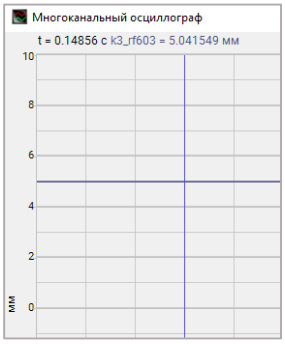


Рис. 7.26 Фрагмент окна с регистрируемым значением по измерительному каналу

После завершения установки датчика в центральное положение закрыть окно программы «Многоканальный осциллограф», а в окне «Свойства» (*Рис. 7.27*) ☝ активировать параметр «АС».

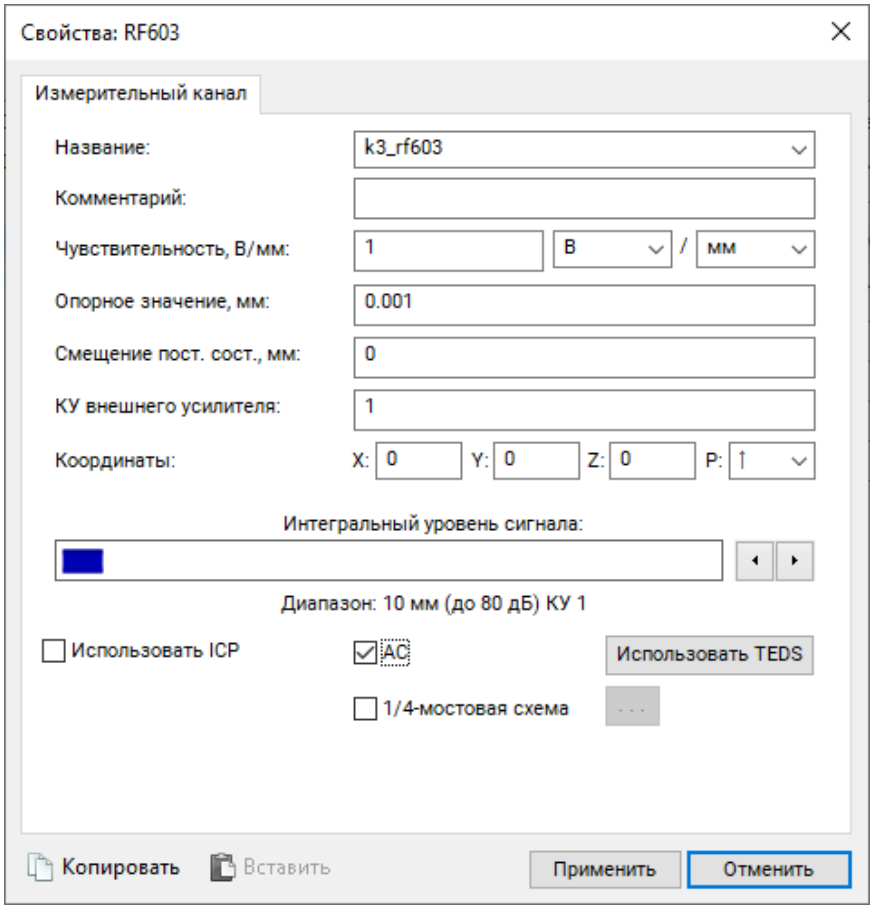


Рис. 7.27 Окно «Свойства» с включенным фильтром «АС»

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

7.7.4 Пример подключения тензорезистора для измерения деформации (мкм/м)

С целью измерения деформации (в единицах измерения мкм/м) требуется подключить к первому входу контроллера СУВ тензорезистор с сопротивлением 350 Ом и коэффициентом тензочувствительности равным 2 присвоив наименование измерительному каналу «TR_1».

Для решения данной задачи необходимо.

Наклеить тензорезистор на место измерения и рядом с ним соединительную монтажную площадку так, чтобы к ней можно было припаять выводы тензорезистора.

Припаять к соединительной монтажной площадке двухпроводный кабель и с помощью переходника на кабель BNC подключить его к первому входу контроллера СУВ.

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» ввести название измерительного канала, а также установить значение коэффициента усиления (используя стрелки ◂▸) равным «100» (КУ 100), после чего ☝ активировать чек-бокс параметра «1/4 мостовая схема» (*Рис. 7.28*).

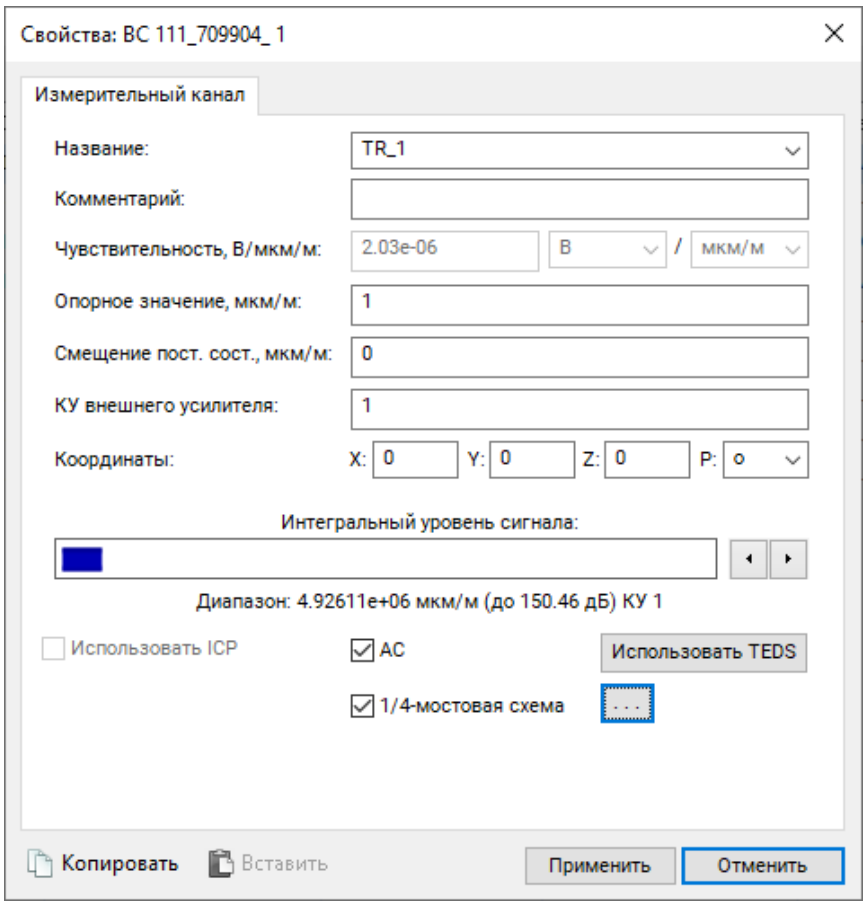


Рис. 7.28 Окно «Свойства»

Вызвать окно настройки параметров подключения тензорезистора активировав кнопку (*Рис. 7.29*) расположенную справа от параметра «1/4 мостовая схема» и установить значения параметров в соответствии с рисунком (*Рис. 7.30*).

Рис. 7.29 Кнопка вызова окна настройки параметров

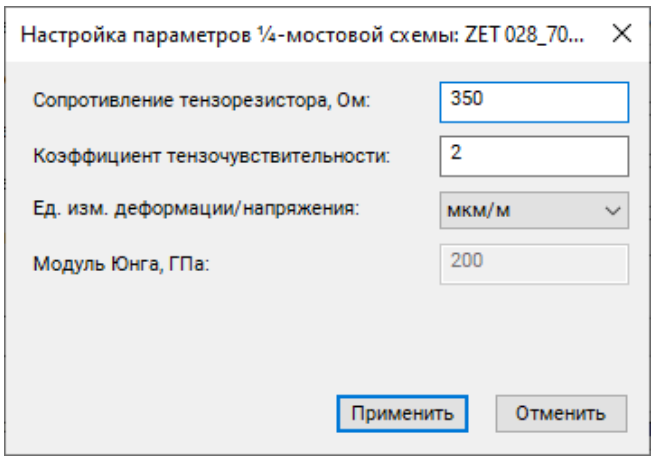


Рис. 7.30 Кнопка вызова окна настройки параметров

Для сохранения настроек измерительного канала необходимо в окне «Настройка параметров ¼-мостовой схемы» ☝ активировать кнопку «Применить» и затем кнопку «Применить» в окне «Свойства».

7.7.5 Пример подключения тензорезистора для измерения механического напряжения (МПа)

С целью измерения механического напряжения контролируемой стальной поверхности (с модулем упругости равным 200 ГПа) требуется подключить к третьему входу контроллера СУВ тензорезистор с сопротивлением 120 Ом и коэффициентом тензочувствительности равным 2 присвоив наименование измерительному каналу «Тензо_3».

Для решения данной задачи необходимо.

Наклеить тензорезистор на место измерения и рядом с ним соединительную монтажную площадку так, чтобы к ней можно было припаять выводы тензорезистора.

Припаять к соединительной монтажной площадке двухпроводный кабель и с помощью переходника на кабель BNC подключить его к третьему входу контроллера СУВ.

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» ввести название измерительного канала, а также установить значение коэффициента усиления (используя стрелки ◂▸) равным «100» (КУ 100), после чего ☝ активировать чек-бокс параметра «1/4 мостовая схема» (*Рис. 7.31*).

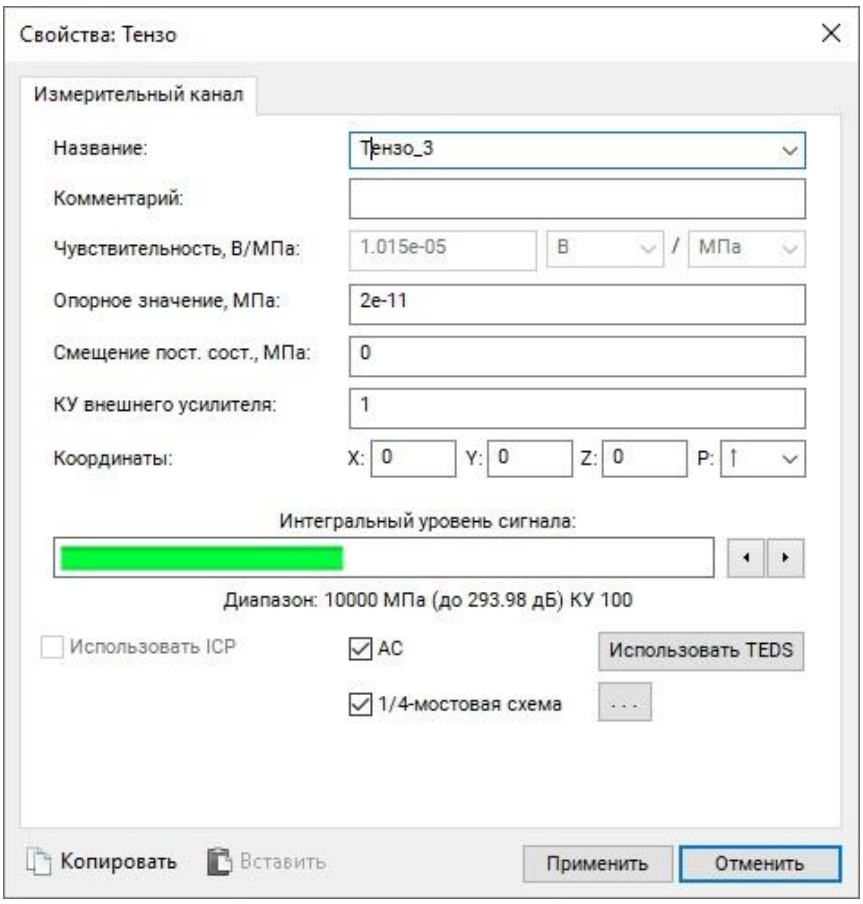


Рис. 7.31 Окно «Свойства»

Вызвать окно настройки параметров подключения тензорезистора активировав кнопку (*Рис. 7.32*), расположенную справа от параметра «1/4 мостовая схема» и установить значения параметров в соответствии с рисунком (*Рис. 7.33*).

Рис. 7.32 Кнопка вызова окна настройки параметров ¼ - мостовой схемы

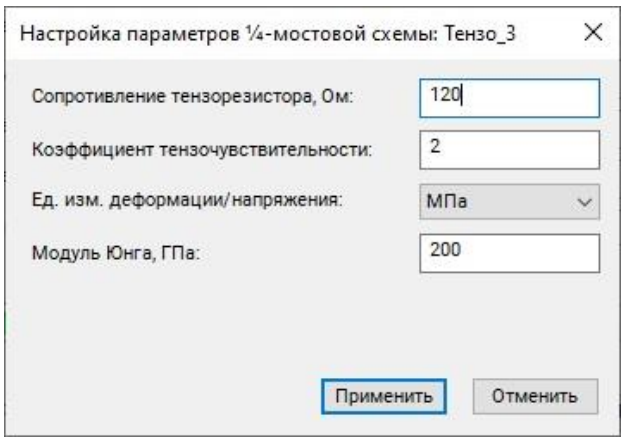


Рис. 7.33 Окно «Настройка параметров ¼ - мостовой схемы»

Для сохранения настроек измерительного канала необходимо в окне «Настройка параметров ¼-мостовой схемы» ☝ активировать кнопку «Применить», далее кнопку «Применить» в окне «Свойства».

В таблице (*Табл. 7.2*) приведены типовые значения модулей упругости для некоторых материалов.

Табл. 7.2 Типовые значения модулей упругости материалов

Модуль упругости	**Материал**							
	Сталь 18ХНВА	Титановые сплавы					Дуралюмин	
		ВТ20	ВТ8	ВТ9	ВТ3-1	ОТ-4	ВД-17	Д1
E (ГПа)	210	134	120	118	115	110	72	71

7.7.6 Пример подключения датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100

Требуется подключить ко входу контроллера СУВ датчик силы модели ZET 140. Имеются следующие паспортные характеристики:

Sд = 42,25 пКл/Н – чувствительность датчика силы ZET 140;

Сд = 1100 пФ – электрическая ёмкость датчика силы ZET 140 с кабелем;

Ку=3,97 – коэффициент усиления усилителя напряжения AC100.

Для решения данной задачи необходимо:

Подключить датчик силы ZET 140 к измерительному каналу контролера СУВ через усилитель напряжения AC100.

Рассчитать общую чувствительность S по формуле:

$$S = \frac{S_д}{C_д} = \frac{42{,}25\ \text{пКл/Н}}{1100\ \text{пФ}} = 0{,}0384\ \text{В/Н}$$

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» измерительного канала, к которому подключен датчик силы ZET 140, установить параметры в соответствии с рисунком (*Рис. 7.34*).

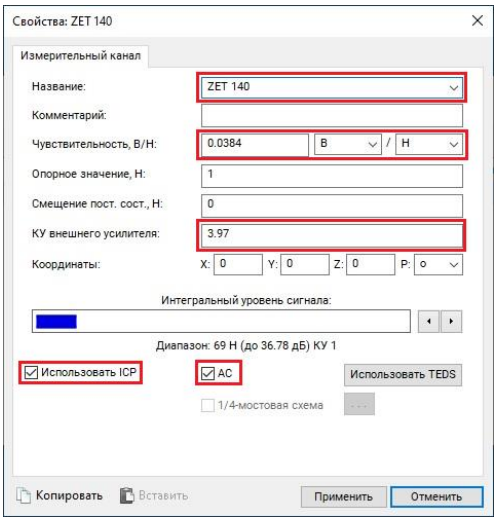


Рис. 7.34 Окно «Свойства»

- Параметр «Название» – произвольное имя измерительного канала;
- Параметр «Чувствительность» – рассчитанное ранее значение чувствительности S;
- Параметр «КУ внешнего усилителя» – паспортное значение коэффициента усиления усилителя напряжения AC100.

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

7.7.7 Подключение датчика силы ZET 140 с использованием усилителя напряжения AC100 и аттенюатора AC300

Требуется подключить ко входу контроллера СУВ датчик силы модели ZET 140 с использованием аттенюатора AC300 для увеличения диапазона измерения силы. Имеются следующие паспортные характеристики:

$S_д$ = 42,25 пКл/Н – чувствительность датчика силы ZET 140;

$C_д$ = 1100 пФ – электрическая ёмкость датчика силы ZET 140 с кабелем;

Ку=3.97 – коэффициент усиления усилителя напряжения AC100;

$C_а$ = 116000 пФ – электрическая ёмкость аттенюатора AC300.

Для решения данной задачи необходимо:

Подключить к измерительному каналу контролера СУВ усилитель напряжения AC100, далее подключить аттенюатор AC300 и датчик силы ZET 140.

Рассчитать общую чувствительность S по формуле:

$$S = \frac{S_д}{C_д + C_а} = \frac{42{,}25\ \text{пКл/Н}}{117100\ \text{пФ}} = 0{,}0003608\ \text{В/Н}$$

В панели СУВ ☝ активировать программу «Диспетчер устройств и каналов» и в окне «Свойства» измерительного канала, к которому подключен датчик силы ZET 140, установить параметры в соответствии с рисунком 2.

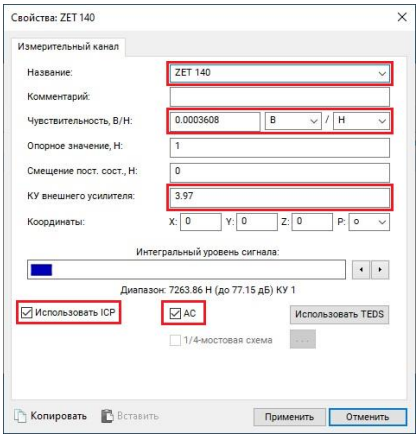


Рис. 7.35 Окно «Свойства»

- Параметр «Название» – произвольное имя измерительного канала;
- Параметр «Чувствительность» – рассчитанное ранее значение чувствительности S;
- Параметр «КУ внешнего усилителя» – паспортное значение коэффициента усиления усилителя напряжения AC100.

Для сохранения настроек измерительного канала ☝ активировать кнопку «Применить» в окне «Свойства».

8 Программа «Предтест и поиск резонансов»

8.1 Назначение программы

Первичные преобразователи (акселерометры) устанавливаются на проверяемом изделии согласно схеме испытаний и подключаются к измерительным каналам контроллера СУВ. Каждому измерительному каналу контроллера СУВ можно назначить определенный статус (контроль, слежение, обзор) при проведении виброиспытаний.

Воспользоваться программой «Предтест и поиск резонансов» предтест (пройти предтест) необходимо перед проведением испытаний, так как полученные в ходе проведения предтеста результаты необходимы программному обеспечению для расчёта сигнала управления.

Программа «Предтест и поиск резонансов» позволяет оператору СУВ выполнить предтест и еще начала испытаний определить какие датчики имеют наилучшую обратную связь и являются наиболее подходящими для назначения им статуса «Контроль», а также убедиться в готовности СУВ к проведению испытаний (отсутствуют: высокий уровень помех, плохие контакты в соединениях кабелей, неисправности датчиков, ошибки конфигурировании итп).

Для активации предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» расположена кнопка «Предтест».

При работе программы «Предтест» (время проведения в зависимости от настройки составляет от 20 до 40 секунд) подается широкополосный тестовый сигнал малой интенсивности, при этом вибростенд оказывает воздействие на изделие с установленными на него датчиками. Программное обеспечение анализирует отклик по сигналам измерительных каналов (от датчиков) на предмет соответствия заданному воздействию и выдает рекомендации по назначению статуса для всех доступных измерительных каналов СУВ.

<u>Внимание!</u> *Проведение любого из видов виброиспытаний без актуального результата предтеста блокируется программой. Большинство критичных для СУВ изменений (вносимых оператором), после которых необходимо проведение предтеста, контролируется программным обеспечением, которое запретит доступ к проведению испытаний без актуального результата предтеста. Для тех случаев, когда программой не контролируются изменения условий проведения испытаний (смена мест крепления датчиков; изменение оснастки, предназначенной для крепления изделия, либо типа изделия) настоятельно рекомендуем перед проведением виброиспытаний провести предтест, в противном случае во время испытаний изделие и виброустановка могут быть подвергнуты чрезмерным нагрузкам.*

Внимание! *Результаты предтеста перестают быть актуальными после изменения следующих параметров: параметров вибростенда, параметров изделия, списка и параметров измерительных каналов, а также при смене времени суток (при достижении времени 24 часа 00 мин 00 сек)*

8.2 Правила работы с программой

Для перехода к окну программы «Предтест и поиск резонансов» необходимо на панели СУВ (*Рис. 4.1*) активировать одноименную кнопку. На экране монитора отобразится окно программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.1*).

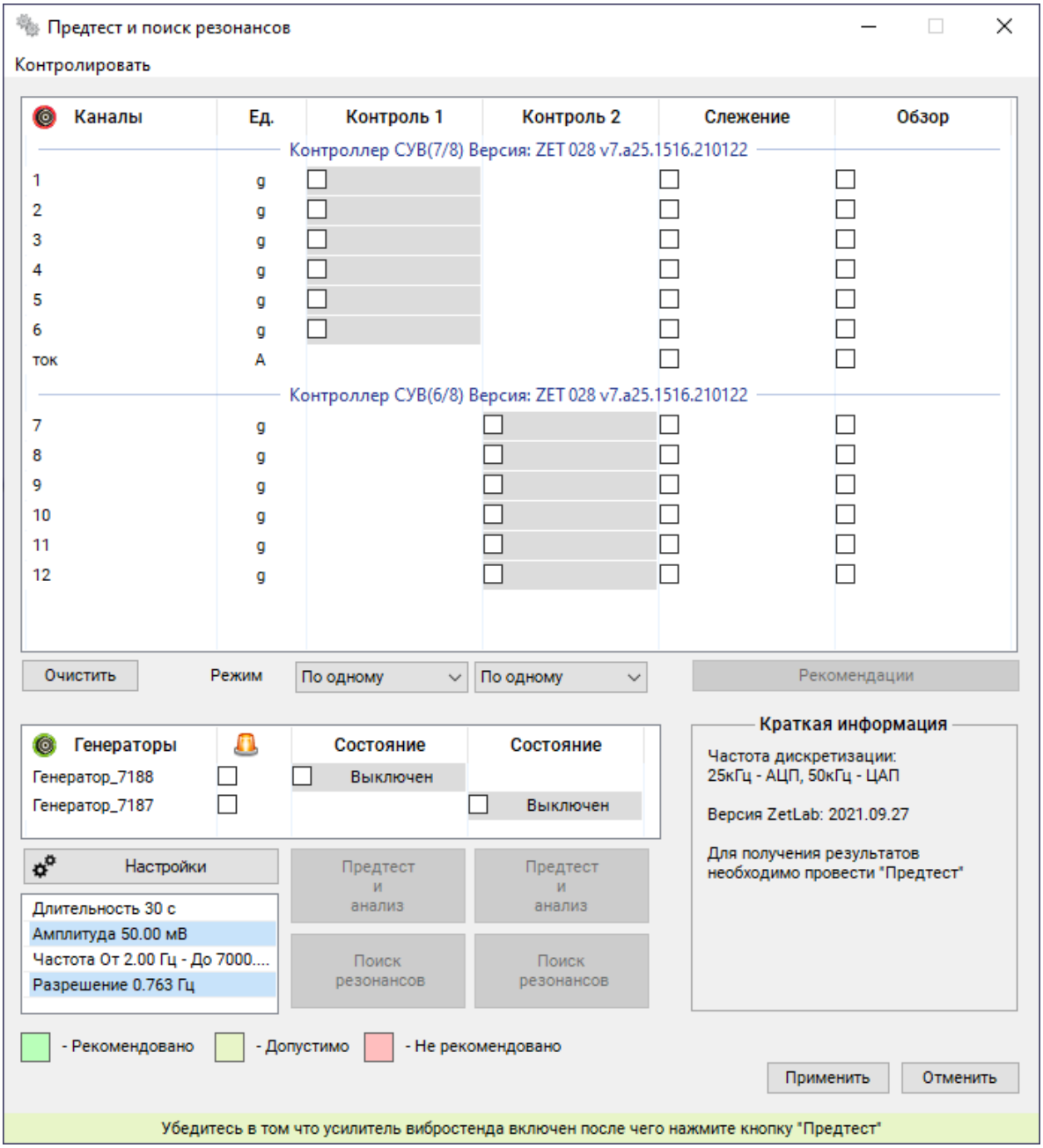


Рис. 8.1 Окно «Предтест и поиск резонансов»

При необходимости перед проведением предтеста производят настройку параметров, с которыми он будет выполнен.

Вызов окна «Настройки» (*Рис. 8.2*) выполняется путем активации соответствующей кнопки в окне программы «Предтест и поиск резонансов».

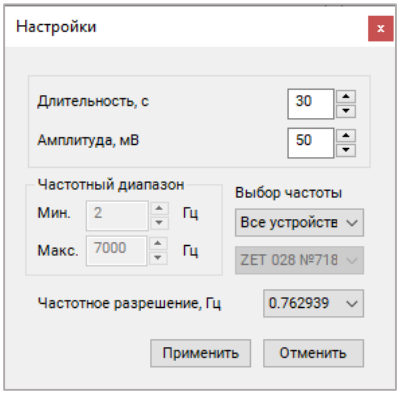


Рис. 8.2 Окно «Настройки «Предтест»»

После установки в окне «Настройки» необходимых значений параметров проведения предтеста следует активировать кнопку *«Применить»* для сохранения внесенных изменений.

Параметр *Длительность* определяет время выполнения предтеста и может задаваться в диапазоне от 10 до 300 сек. Оптимальное значение для времени проведения предтеста равно 30 сек.

Параметр *Амплитуда* определяет уровень формирования сигнала предтеста и может задаваться в диапазоне от 10 до 50 мВ.

Примечание: *Параметр Амплитуда имеет ограничение по верхнему значению 50 мВ с целью ограничения подачи на вибростенд высоких уровней вибрации, в том числе и при максимальном положении регулятора на усилителе вибростенда.*

Внимание! *Не устанавливайте низкие значения для параметра Амплитуда в случаях, когда положение регулятора на усилителе вибростенда ниже 50% от максимального усиления, так как в этом случае предтест не сможет обеспечить необходимый уровень оценки параметров для проведения виброиспытаний.*

Внимание! *После проведения предтеста не изменяйте положение регулятора на усилителе вибростенда, так как это будет сказываться на качестве проведения виброиспытаний. В случае изменения положения регулятора на усилителе вибростенда необходимо провести предтест заново.*

Выбор возможных значений параметра «Частотное разрешение» (*Рис. 8.3*) зависит от выбранной частоты дискретизации контроллера, чем меньше значение частоты дискретизации, тем меньшее значение частотного разрешения возможно задать.

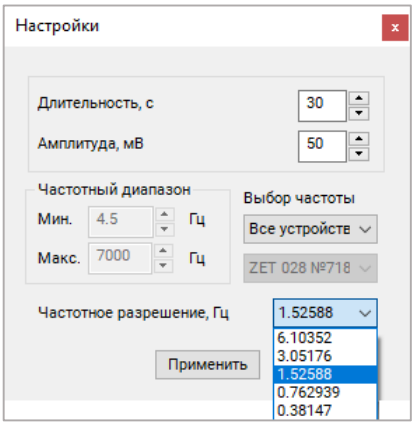


Рис. 8.3 Окно «Настройки предтест»

Поле «Выбор частоты» позволяет выбрать один из двух вариантов для назначения частотного диапазона проведения предтеста: «*Все устройства*» либо «*Индивидуально*».

При выборе «*Все устройства»* нижняя и верхняя границы частот проведения предтеста будут заданы максимально возможными.

Максимально возможные границы частотного диапазона проведения предтеста определяются следующими правилами:

- для нижней границы выбирается наибольшее из: либо утроенного значения заданного частотного разрешения; либо заданного значения нижней границы частотного диапазона в окне «Параметры вибростенда»; либо заданного значения нижней границы частотного диапазона в окне «Параметры изделия»;
- для верхней границы выбирается наименьшее из: либо значения в два с половиной раза меньшего частоты дискретизации АЦП контроллера СУВ; либо заданного значения верхней границы частотного диапазона в окне «Параметры вибростенда»; либо заданного значения верхней границы частотного диапазона в окне «Параметры изделия».

При выборе «*Индивидуально*» программа позволяет устанавливать нижнюю и верхнюю границы частотного диапазона проведения предтеста произвольно для каждого из доступных контроллеров СУВ, при этом границы произвольно устанавливаемого диапазона не могут выходить за пределы максимально возможных границ, определенных по приведенным выше правилам.

Примечание! *Не рекомендуем устанавливать ширину частотного диапазона проведения предтеста менее трех октав.*

Для прохождения предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» необходимо в области разрешения каналов управления (*Рис. 8.4*) перевести состояние канала генератора (который будет использоваться в качестве канала управления) в положение «Включен», в противном случае кнопка «Предтест» не будет доступна для активации.

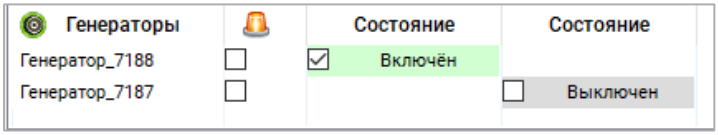


Рис. 8.4 Область разрешения каналов управления

Активация соответствующего поля в графе «» запускает режим «Выделение» контроллера СУВ, при котором выполняется перемигивание световых индикаторов на его передней панели. Данный режим предназначен для быстрого поиска какому из контроллеров СУВ соответствуют те или иные каналы управления (генераторы) в окне «Предтест и поиск резонансов» при включении в состав СУВ более чем одного контроллера.

Примечание: *Программное обеспечение позволяет проводить виброиспытания с количеством независимых каналов управления (генераторов) до четырех, что требует наличия соответствующего числа контроллеров СУВ и вибростендов. Генераторы в качестве каналов управления при работе СУВ доступны только для контроллеров СУВ, подключение при работе СУВ таких устройств как анализаторы спектра и тензостанции обеспечивает только увеличение количества и типов подключаемых датчиков, но не каналов управления. В случае если генератор контроллера СУВ не будет использован в качестве канала управления, то его состояние должно находиться в статусе «Выключен».*

Примечание: *При многоканальном управлении в окне программы «Предтест и поиск резонансов» следует установить состояние «Включен» для генераторов тех контроллеров СУВ, которые будут участвовать в генерации сигналов управлении, провести для каждого из них предтесты и назначить статус «Контроль» тем измерительным каналам, которые будут использоваться программным обеспечением в качестве каналов обратной связи по каждому контроллеру СУВ участвующему в генерации сигналов управления при проведении виброиспытаний.*

Для запуска предтеста в окне программе «Предтест и поиск резонансов» следует ☝ активировать кнопку *«Предтест»*. В открывшемся окне программы «Предтест» запустится процесс визуализирующий анализ отклика измерительных каналов от датчиков на соответствие заданному воздействию (*Рис. 8.5*).

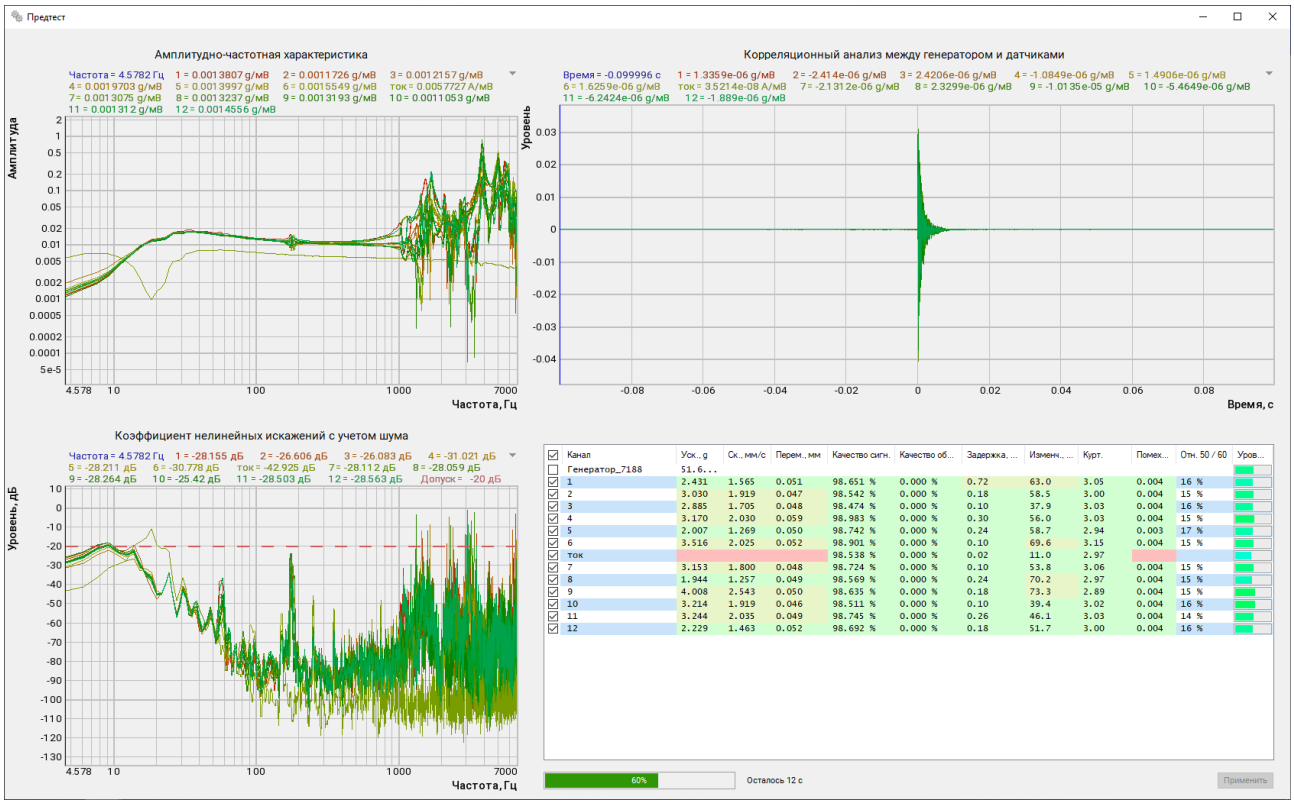


Рис. 8.5 Окно «Предтест» с графиками по всем измерительным каналам

Результаты обработки отобразятся области числовых значений, расположенной в правом нижнем углу программы «Предтест» (*Рис. 8.6*).

☑	Канал	Уск., g	Ск., мм/с	Перем., мм	Качество сигн.	Качество об...	Задержка, ...	Изменч., ...	Курт.	Помех...	Отн. 50 / 60	Уров...
☐	Генератор_7188	49.9...										
☑	1	3.705	2.354	0.070	98.002 %	44.108 %	0.72	44.7	3.00	0.004	16 %	
☑	2	4.374	2.752	0.065	97.684 %	44.065 %	0.18	50.1	3.00	0.004	15 %	
☑	3	4.353	2.545	0.066	97.647 %	63.903 %	0.10	38.0	3.00	0.004	16 %	
☑	4	4.536	2.883	0.075	98.560 %	53.499 %	0.30	57.7	2.99	0.004	15 %	
☑	5	3.038	1.898	0.066	98.086 %	34.479 %	0.24	52.6	3.00	0.003	17 %	
☑	6	5.426	3.102	0.069	98.350 %	32.929 %	0.10	68.0	3.01	0.004	15 %	
☑	ток				98.061 %	99.881 %	0.02	11.0	3.00			
☑	7	4.863	2.762	0.065	98.035 %	49.459 %	0.10	51.0	3.00	0.004	15 %	
☑	8	2.959	1.895	0.066	97.776 %	20.204 %	0.24	65.7	2.99	0.004	15 %	
☑	9	5.665	3.580	0.068	97.898 %	29.062 %	0.18	85.8	3.00	0.004	15 %	
☑	10	4.736	2.805	0.064	97.582 %	67.426 %	0.10	39.0	3.00	0.004	16 %	
☑	11	4.712	2.936	0.066	98.098 %	55.515 %	0.26	46.0	2.99	0.004	14 %	
☑	12	3.389	2.202	0.069	98.048 %	38.299 %	0.18	49.2	2.99	0.004	16 %	

Рис. 8.6 Таблица зарегистрированных значений по результатам предтеста

Для удобства просмотра графической информации в окне «Предтест» результатов предтеста предусмотрена возможность выбора количества отображаемых графиков. На рисунке (*Рис. 8.7*) приведен пример с отображением графических результатов только по одному из каналов, для чего в области таблицы (колонка слева) оставлено активированным только одно поле выбора канала.

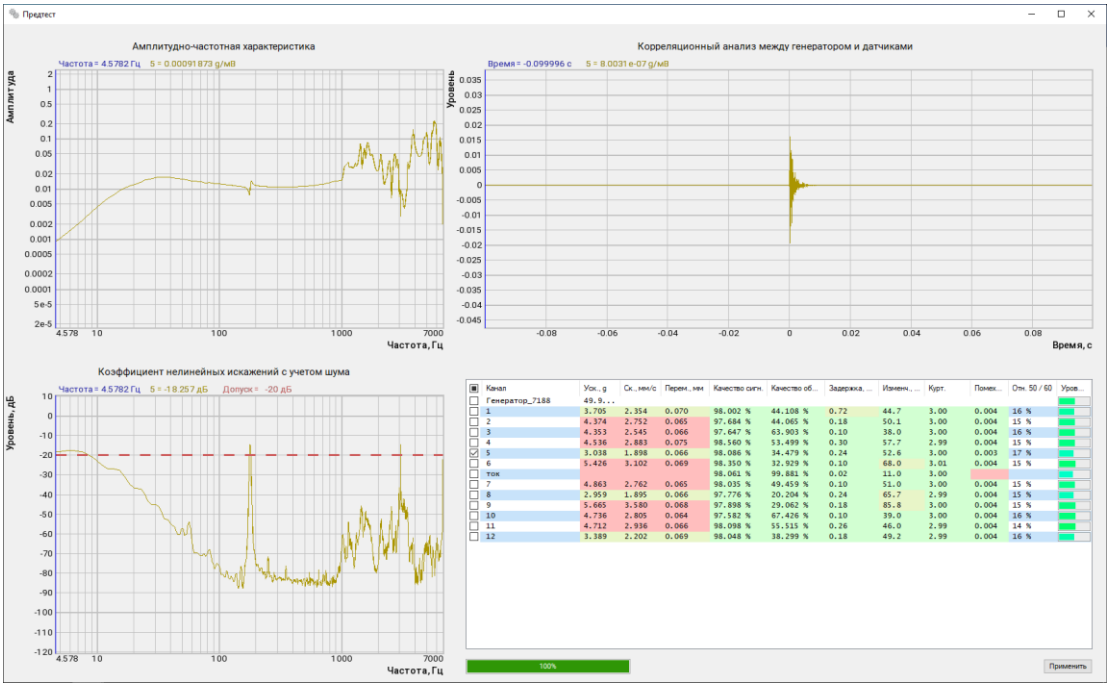


Рис. 8.7 Окно «Предтест» с графиком по одному каналу

Для сохранения результатов предтеста (после его окончания) необходимо активировать кнопку *«Применить»* при этом результаты предтеста будут сохранены и окно «Предтест» закрыто.

В случае сохранения результатов предтеста в окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.8*) ячейки выбора статуса измерительных каналов раскрасятся в цвета, указывающие на рекомендацию по назначению статуса для каждого измерительного канала: зеленый – рекомендовано, желтый – допустимо, красный – не рекомендовано.

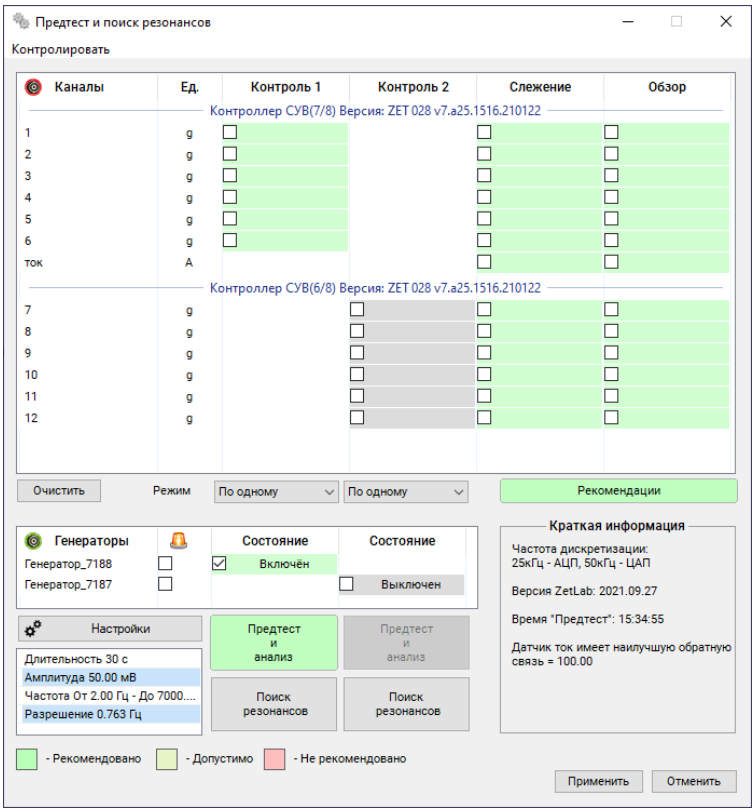


Рис. 8.8 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для назначения измерительным каналам статуса («Контроль», «Слежение», «Обзор») следует ☝ активировать (установить отметки) в соответствующих ячейках (*Рис. 8.9*).

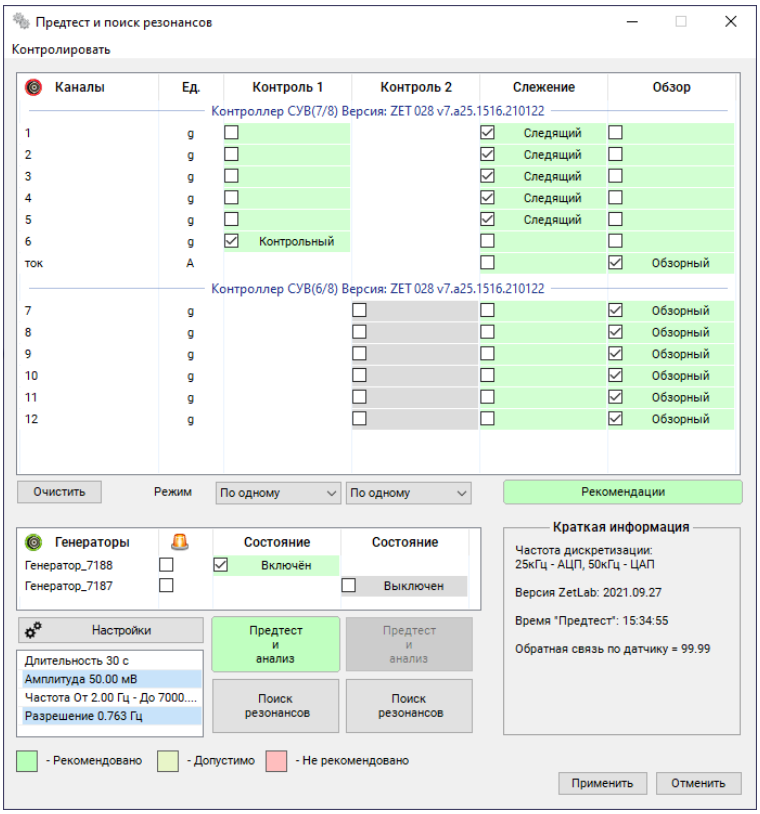


Рис. 8.9 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Статус «Контроль» означает участие измерительного канала в обратной связи, а также реакцию системы управления по остановке виброиспытаний при превышении границ «Предел» профилей, либо значений параметров, заданных во вкладках «Контроль» профилей.

Статус «Слежение» определяет то, что система управления будет останавливать виброиспытания при превышении параметров, заданных во вкладках «Слежение» профилей.

Статус «Обзор» определяет только мониторинг за каналом без реакции системы управления на регистрируемые по каналу значения.

Примечание! *В случае необходимости можно назначать статус для измерительных каналов, игнорируя рекомендации предтеста.*

Внимание! *Статус «Контроль» в обязательном порядке должен быть назначен, так как регистрируемый по нему сигнал при проведении испытаний будет использоваться в качестве обратной связи.*

Внимание! *Выбор каналов со статусом «Контроль» может осуществляться только из списка измерительных каналов, соответствующих тому контроллеру СУВ, с которого производиться генерирование канала управления, каналы слежения и обзора могут выбираться из любых измерительных каналов, задействованных в виброиспытаниях.*

Параметр «Режим контроля» определяет вариант формирования сигнала обратной связи для измерительных каналов со статусом «Контроль»:

- по одному;
- по среднему;
- по максимальному.

Режим контроля "по одному" определяет, что в формировании сигнала обратной связи участвует лишь один измерительный канал. Режимы контроля "по среднему" либо "по максимальному" определяют, что в формировании сигнала обратной связи участвуют два или более измерительных каналов, при этом СУВ формирует канал обратной связи по принципу суперпозиции сигналов по средним либо по максимальным значениям, регистрируемым с измерительных каналов.

Примечание! *При испытаниях на синусоидальную вибрацию сложно обеспечить требуемый уровень вибрации изделия в режиме «по одному» в случае, если датчик (со статусом «Контроль») регистрирует в диапазоне частот проведения испытаний глубокие антирезонансы. Для таких случаев рекомендуется использовать режим контроля*

"по среднему" либо "по максимальному" назначив статус «Контроль» датчикам, которые не имеют совпадений по антирезонансам в диапазоне частот проведения испытаний.

Внимание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные в качестве контрольных, меняют свой статус на следящие, а контрольным становится виртуальный канал, формируемый соответственно по средним либо максимальным значениям.*

Для сохранения назначенных в окне программы программе «Предтест и поиск резонансов» статусов, назначенных измерительным каналам необходимо ☝ активировать кнопку *«Применить»*.

Примечание! *В случаях, когда необходимо лишь изменить статусы измерительных каналов повторное проведение предтеста не требуется. Откройте окно «Предтест и поиск резонансов», измените статусы измерительных каналов после чего активируйте кнопку «Применить» для сохранения новой конфигурации по статусам.*

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» есть возможность выбора типа датчиков, по которым будет выполняться обратная связь (*Рис. 8.10*). Обычно в качестве каналов для обратной связи используют измерительные каналы от акселерометров. Однако в некоторых случаях, например когда требуется бесконтактный контроль за проведением испытаний, может использоваться лазерный датчик перемещения. Для того чтобы канал с датчика перемещения стал доступен в качестве канала обратной связи необходимо в разделе «Контролировать» окна «Предтест и поиск резонансов» ☝ активировать выбор «Перемещение».

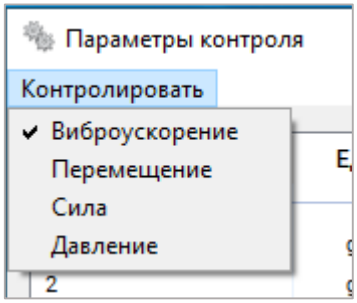


Рис. 8.10 Выбор вида контроля в канале обратной связи

Внимание! *При типе контроля отличном от «Виброускорение» доступны не все виды испытаний.*

Кнопка «Просмотр» активирует окно с результатами по последнему из проведенных предтестов.

Кнопка «Резонансы» активирует окно (*Рис. 8.11*), в котором представлена визуализация резонансов, зарегистрированных в результате работы программы предтест.

В окне представлены поля для визуализации графиков передаточной и фазовой характеристик, поле отображения диаграммы Найквиста, область с числовыми значениями параметров по зарегистрированным резонансам, а также область с трехмерным отображением формы колебаний.

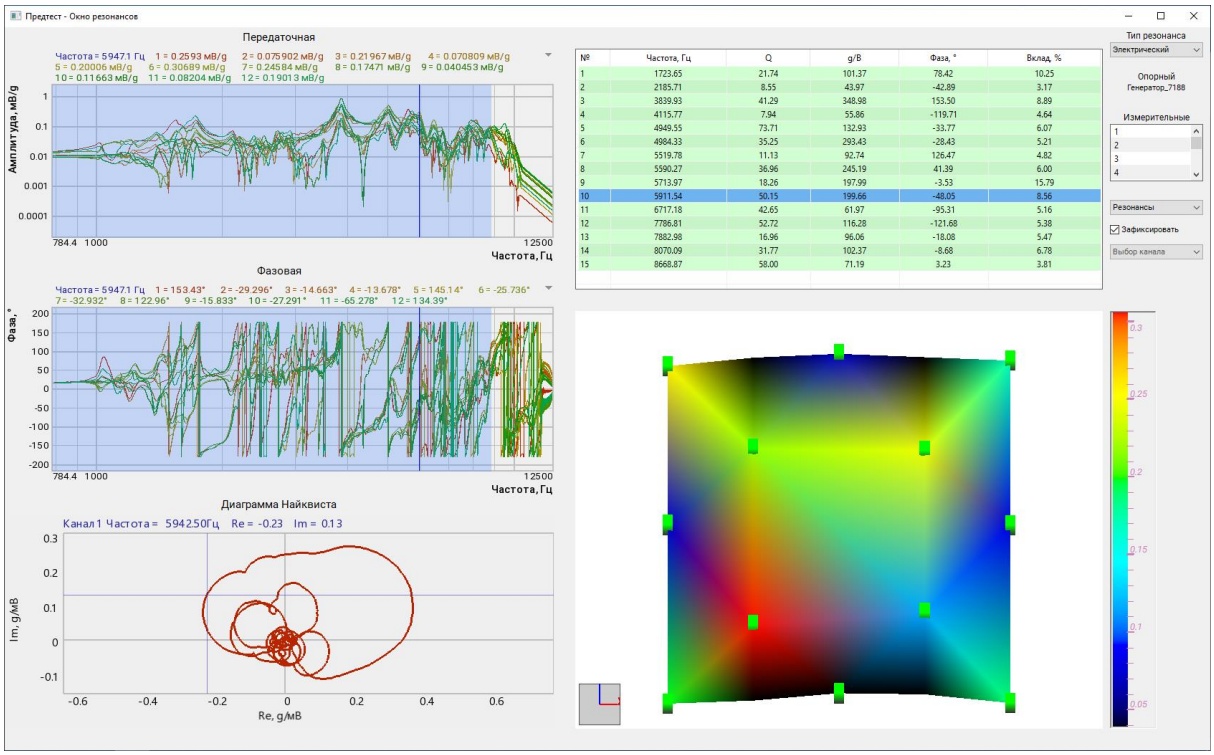


Рис. 8.11 Вид окна программы «Предтест – Окно резонансов»

Примечание! *Для визуализации формы колебаний испытываемого объекта на объекте в точках контроля должны быть расставлены вибропреобразователи в количестве, обеспечивающем необходимый уровень детализации, при этом каждому датчику должны быть назначены координаты с привязкой к общей системе координат и едином масштабу. Например: за центр системы координат может быть принята точка, расположенная в центре поверхности стола вибростенда, направление оси Z вертикальное, а оси X и Y ортогональны друг к другу и направлены по расположению объекта на столе вибростенда (оси X вдоль изделия, ось Y - поперек)*

Для визуализации формы колебаний можно определить тип резонанса «Электрический» или «Механический». В случае выбора «Электрический» в качестве опорного канала выступает канал генератор. При выборе «Механический» в качестве опорного предлагается использовать один из активных измерительных каналов.

Поле «Измерительные» позволяет активировать и деактивировать те или иные измерительные каналы для визуализации в области трехмерного отображения формы колебаний.

Параметр «Зафиксировать» позволяет строить визуализацию формы колебаний относительно измерительного канала, выбранного в качестве зафиксированного.

Программное обеспечение СУВ после прохождения предтеста позволяет обнаружить большинство ошибок конфигурирования и коммутации элементов и выдать результаты диагностики в виде рекомендаций по их устранению.

Ознакомиться с диагностической информацией можно после прохождения предтеста, для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» следует активировать кнопку *«Рекомендации»*. В открывшемся окне «Рекомендации по каналам» будут отображаться результаты диагностики. На *Рис. 8.12* приведен пример окна «Рекомендации по каналам» с диагностированными ошибками. При нажатии на символ «ⓘ» в строке с соответствующей ошибкой, откроется справочное окно с подробным описанием ошибки и рекомендациями по ее устранению.

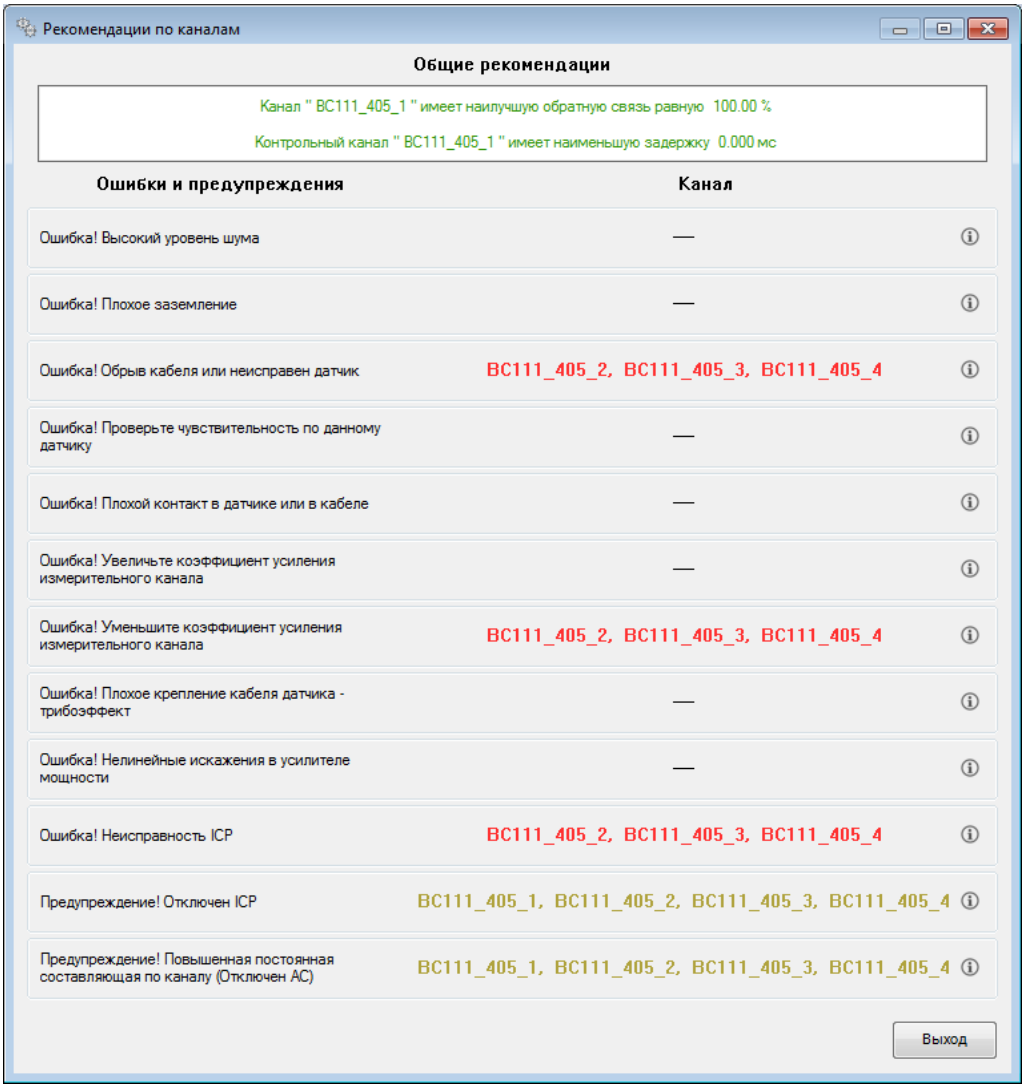


Рис. 8.12 Окно «Рекомендации по каналам»

8.3 Принцип назначения измерительным каналам статуса «Контроль» при наличии антирезонансов.

Антирезонанс — это явление практически нулевого отклика динамической системы на периодическое внешнее воздействие произвольной амплитуды и является противоположностью резонансу.

Если объяснять простым языком для случая испытаний на гармоническую вибрацию, то мы увеличиваем напряжение выходного сигнала с генератора, а измеряемое ускорение на контрольном датчике практически не изменяется.

Нагляднее всего явление антирезонанса демонстрирует опыт с натянутой струной. При периодическом воздействии на натянутую струну с определённой частотой на струне возникает стоячая волна, которую даже можно разглядеть невооружённым глазом. В зависимости от частоты на струне будет 1 или больше участков колебаний. Точки с максимальной амплитудой колебаний называются “пучностями”, а неподвижные точки “узлами”. Пучности нам демонстрируют эффект резонанса, а узлы - эффект антирезонанса.

О наличии резонансов и антирезонансов можно узнать ещё до начала виброиспытаний по результатам работы программы “Предтест”. На графиках в сетке “Амплитудно-частотная характеристика” резонансам будут соответствовать острые локальные максимумы, а антирезонансам острые локальные минимумы. Более подробно изучить резонансы можно в окне “Поиск резонансов”, которое открывается соответствующей кнопкой.

Лучше всего назначать статус «Контроль» измерительному каналу того датчика, который не имеет никаких пиков, и форма графика больше всего приближена к горизонтальной прямой. Но если графики у всех датчиков в равной мере изрезаны, то можно предпринять следующие действия.

Вариант первый - переместите датчик.

Если датчик всего один, то можно попробовать найти более оптимальное место установки. Чаще всего датчики ставят сверху на испытуемое изделие или на оснастку и выбирают место ближе к центру, потому что так удобнее и быстрее всего крепить датчик. Но в этом случае мы гарантированно получим максимально “изрезанную” АЧХ.

Лучшая точка для крепления контрольного датчика - это подвижная часть вибростенда. Если испытуемое изделие с оснасткой не занимает всю поверхность подвижной части, то установите контрольный датчик на подвижную часть вибростенда.

Если непосредственно на подвижную часть вибростенда датчик установить не получается, то его нужно попытаться установить на оснастку или расширительный стол, желательно как можно ближе к оси вибростенда или к болтам, которыми расширительный стол или

оснастка крепится к вибростенду. В этих точках жёсткость конструкции максимальна, что теоретически поможет избежать проблем в области низких и средних частот.

Если датчик должен стоять сверху, то лучше всего его установить в углу оснастки или близко к крепежам, которые удерживают изделие или оснастку.

К сожалению, реальность слишком многообразна и точку с хорошей АЧХ, возможно, найти не удастся.

На рисунках (*Рис. 8.13*…*Рис. 8.15*) приведены графики АЧХ для датчиков, установленных на самом краю испытываемого объекта (измерительный канал «1») и в центре (измерительный канал «6»).

Видно, что АЧХ датчика, установленного в центре, имеет меньшую изменчивость, чем у датчика, установленного на краю. АЧХ датчика №1 (измерительный канал «1») изменяется в указанном диапазоне частот примерно в 1000 раз (60 дБ), а у датчика №6 (измерительный канал «6») изменяется всего в 5 раз (14 дБ). Таким образом провести испытания с контролем по датчику №6 гораздо проще чем по датчику №1.

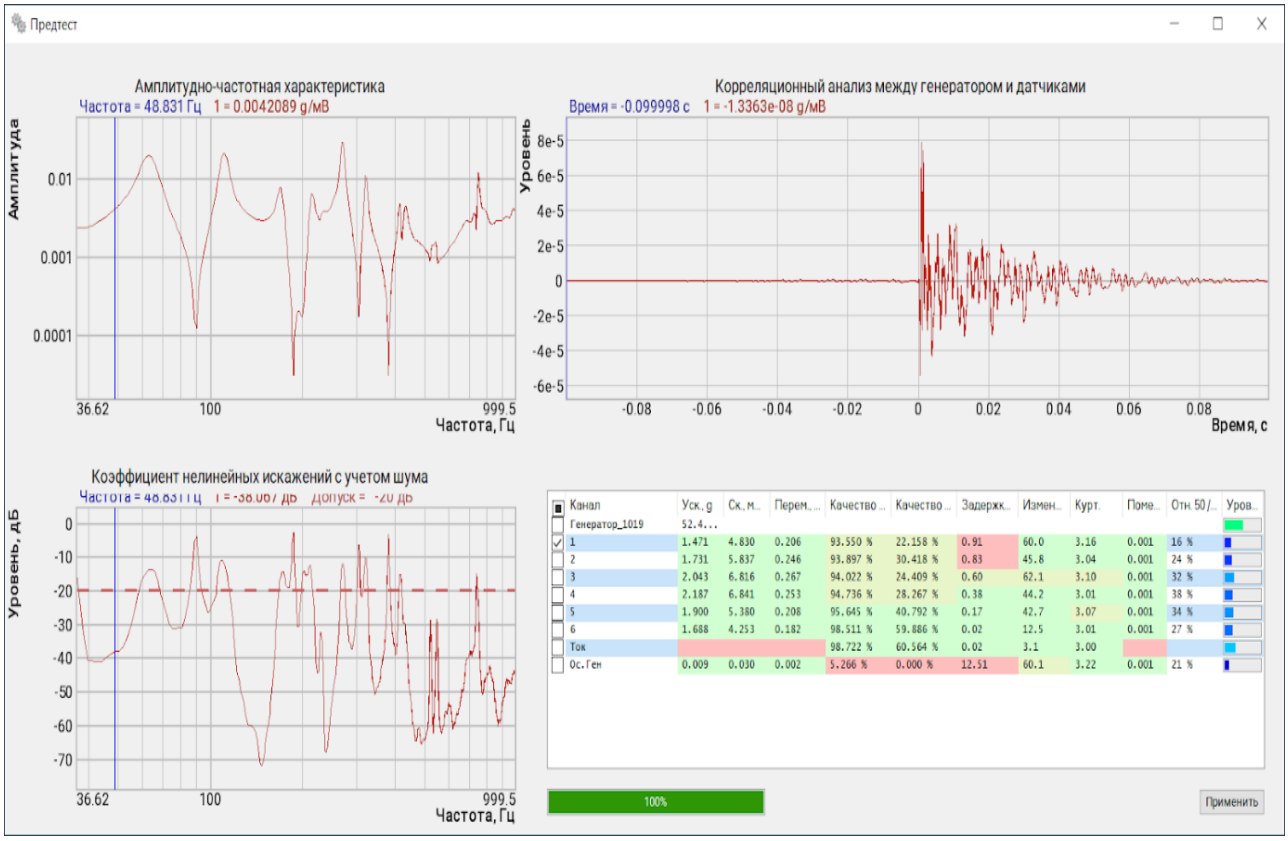


Рис. 8.13 Результаты предтеста для датчика, установленного на краю испытываемого объекта

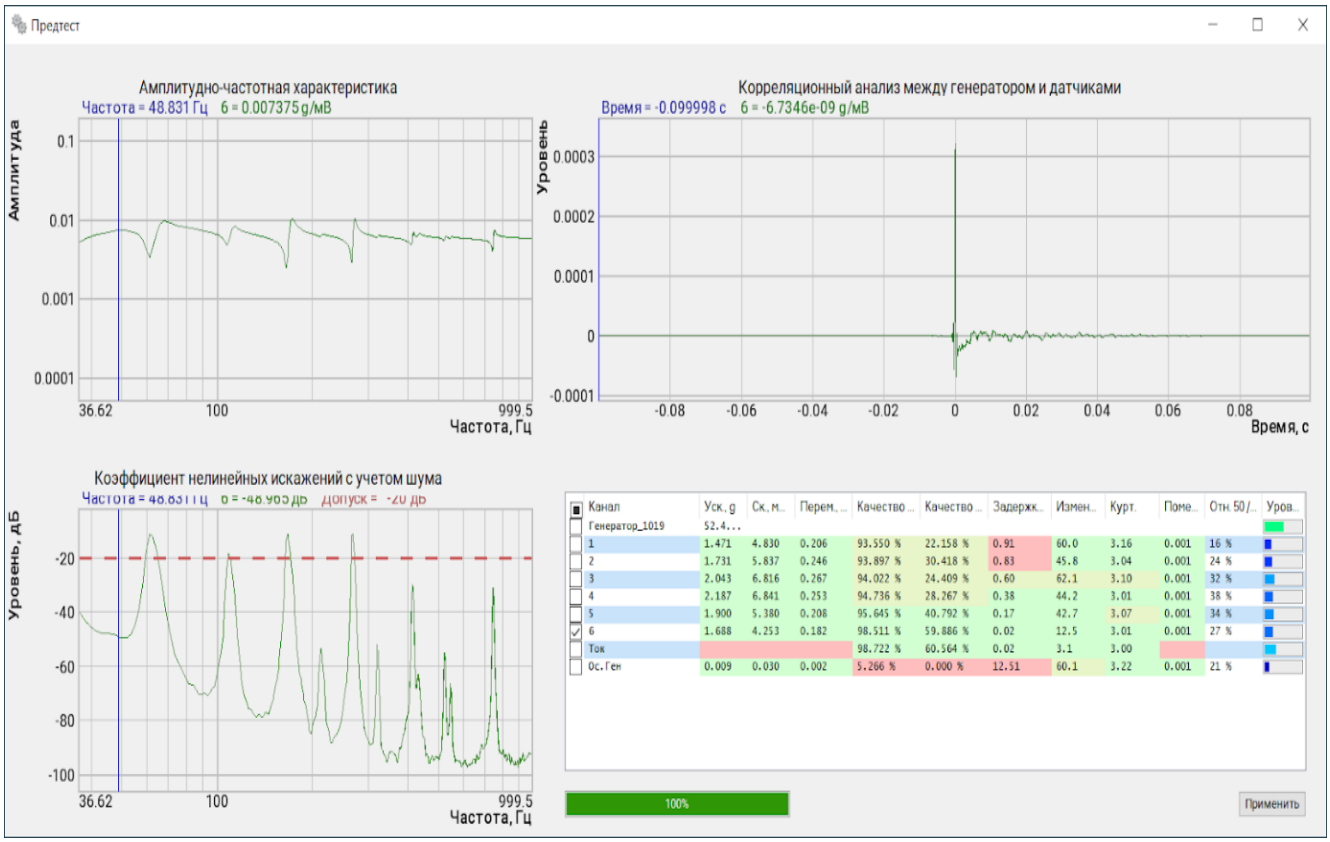


Рис. 8.14 Результаты предтеста для датчика, установленного в центре

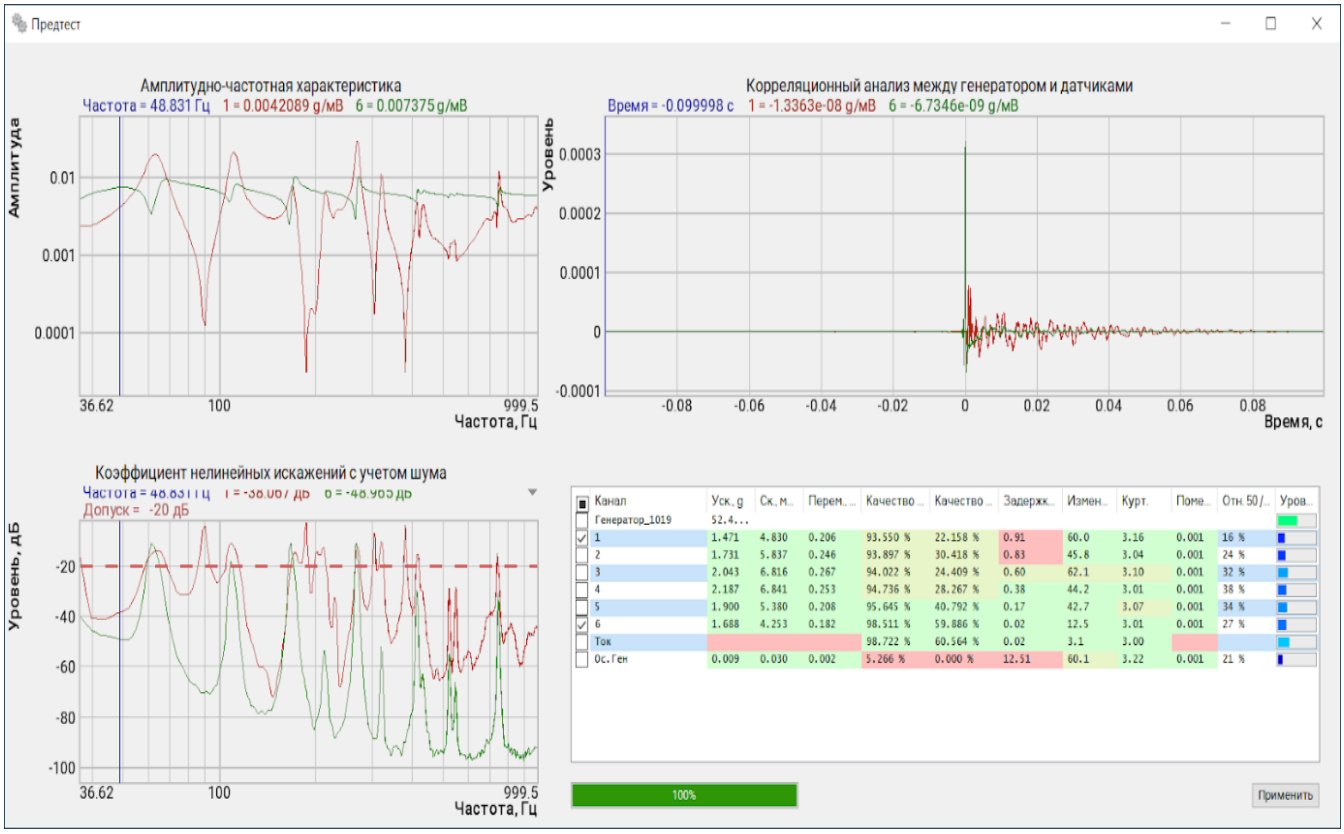


Рис. 8.15 Сравнение результатов предтеста для двух датчиков, установленных в разных местах.

Вариант второй - контроль по нескольким датчикам.

Если есть возможность использовать несколько датчиков, то можно использовать во время испытаний режим контроля по нескольким контрольным датчикам. В этом случае, когда один из датчиков попадёт в область антирезонанса и будет показывать значение близкое к нулю, другие датчики покажут ненулевые результаты и по ним можно удержать амплитуду колебаний на заданном уровне. Для этого тоже важно правильно выбрать места установки датчиков, но критерий выбора будет гораздо легче. Достаточно чтобы у всех использованных датчиков не совпадали частоты антирезонансов.

На рисунке (*Рис. 8.16*) видно, что выбор статуса «Контроль» для измерительных каналов «1» и «4» для диапазона частот от 270 до 330 Гц является неудачным так как в этой области резонансы и антирезонансы у них совпадают.

Рис. 8.16 Результаты предтеста по двум датчикам, установленным в неудачных местах

Проверить правильность выбора датчиков можно в редакторе профиля на вкладке “Предпросмотр”, где можно увидеть, как будут выглядеть графики ускорения по задействованным каналам, а также посмотреть на график ожидаемого напряжения (*Рис. 8.17*). Если на графике ожидаемого напряжения есть острый максимум, превышающий допустимое максимальное значение напряжения на входе вибростенда, то испытания провести не удастся.

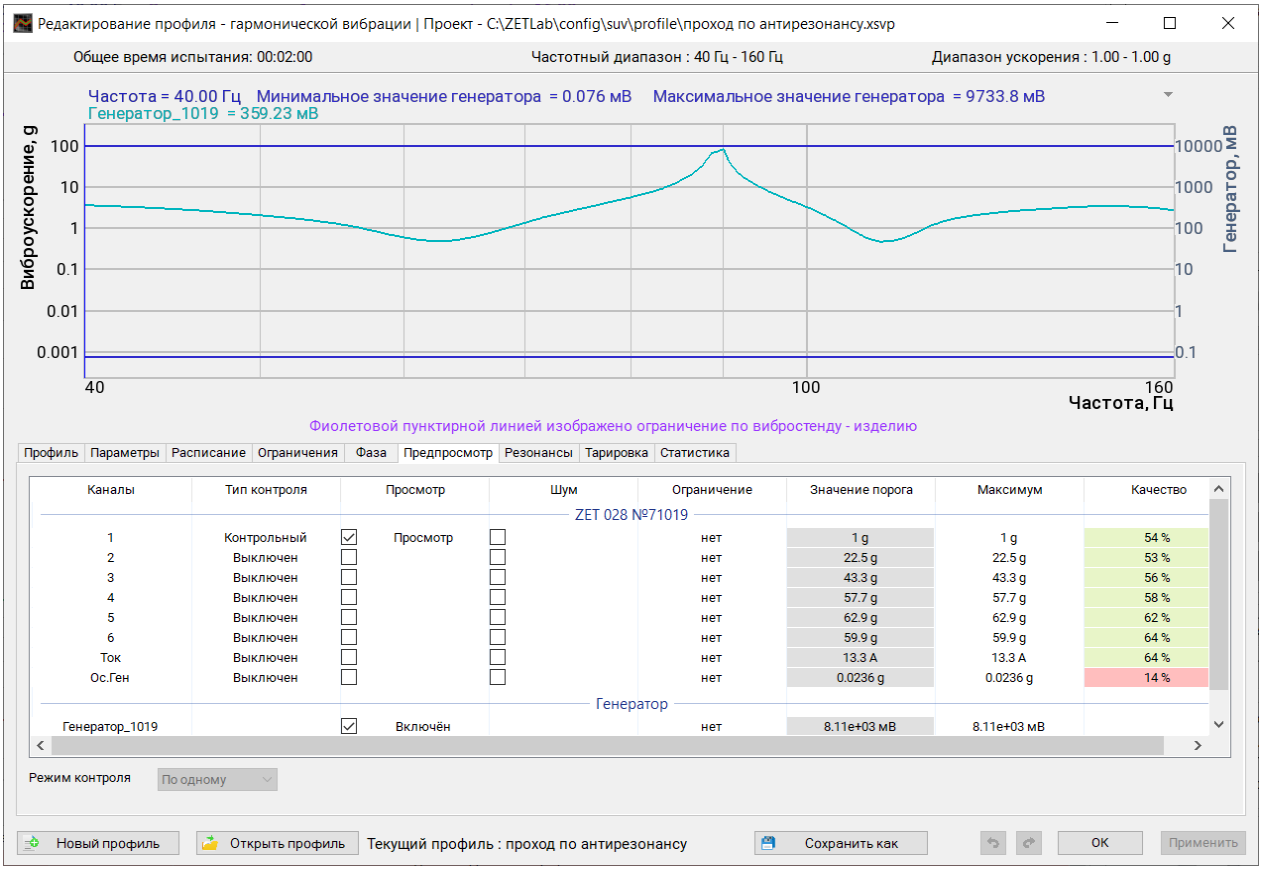


Рис. 8.17 График ожидаемого напряжения на выходе, при статусе «Контроль» на измерительном канале «1»

По рисунку (*Рис. 8.17*) видно, что в частотном диапазоне профиля испытаний датчик соответствующий измерительному каналу «1» имеет антирезонанс на частоте 90 Гц, и при его прохождении контроллер будет выдавать напряжение более 8 вольт. Если добавить канал измерительный канал «4» как второй контрольный, то при прохождении всего профиля напряжение на выходе составит не более 330 мВ (*Рис. 8.18*).

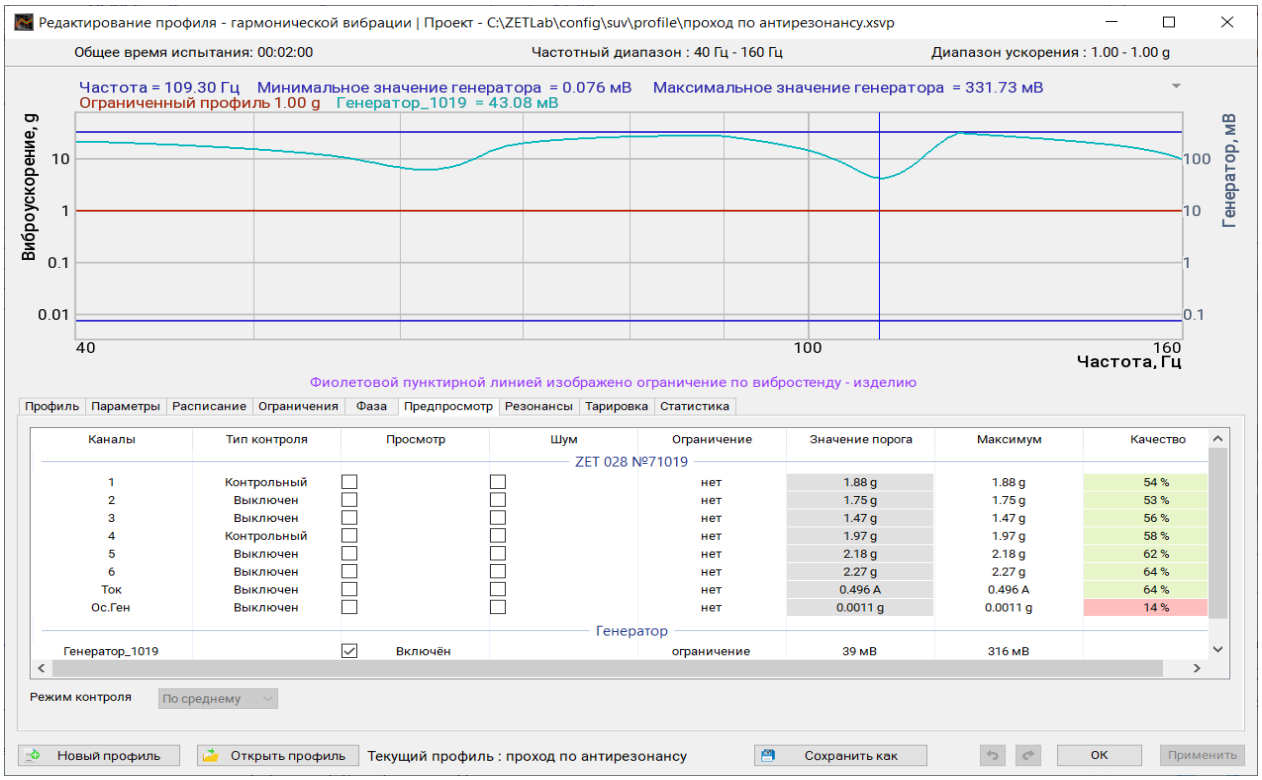


Рис. 8.18 График ожидаемого напряжения на выходе, при статусе «Контроль» по среднему значению на измерительных каналах «1» и «4»

Результат испытаний (*Рис. 8.19*) соответствует предварительному расчёту - ожидаемый график напряжения соответствует реальному, достигая ограничения напряжения в 336 мВ.

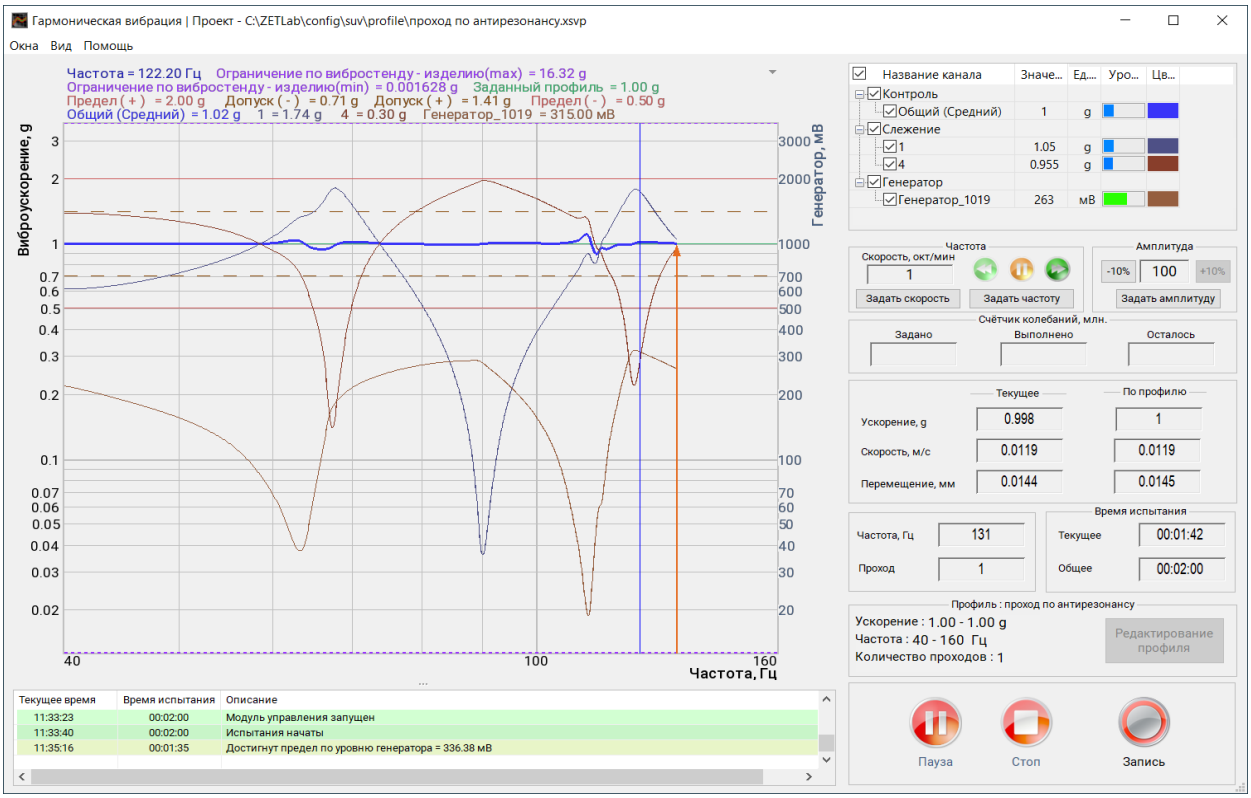


Рис. 8.19 Прохождение виброиспытаний при работе контрольного канала по среднему значению, сформированному от измерительных каналов «1» и «4»

8.4 Примеры к разделу 8

8.4.1 Пример поиска резонансов при исследовании лопатки турбины

Требуется определить параметры (частота, добротность) резонансов лопатки турбины, закрепленной на столе вибростенда с использованием акселерометра (в примере задействован акселерометр с ICP и чувствительностью 10.11 мВ/g), установленного на кронштейне для крепления лопатки. Поиск необходимо произвести в частотном диапазоне от 10 Гц до 1000 Гц. Масса лопатки с учетом кронштейна для крепления составляет 1 кг.

Для решения поставленной задачи необходимо выполнить следующие действия.

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Параметры вибростенда».

В окне программы «Параметры вибростенда» выбрать тип задействованного вибростенда и для параметра «Частотный диапазон» следует задать граничные значения «10» и «1000» (*Рис. 8.20*), после чего ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

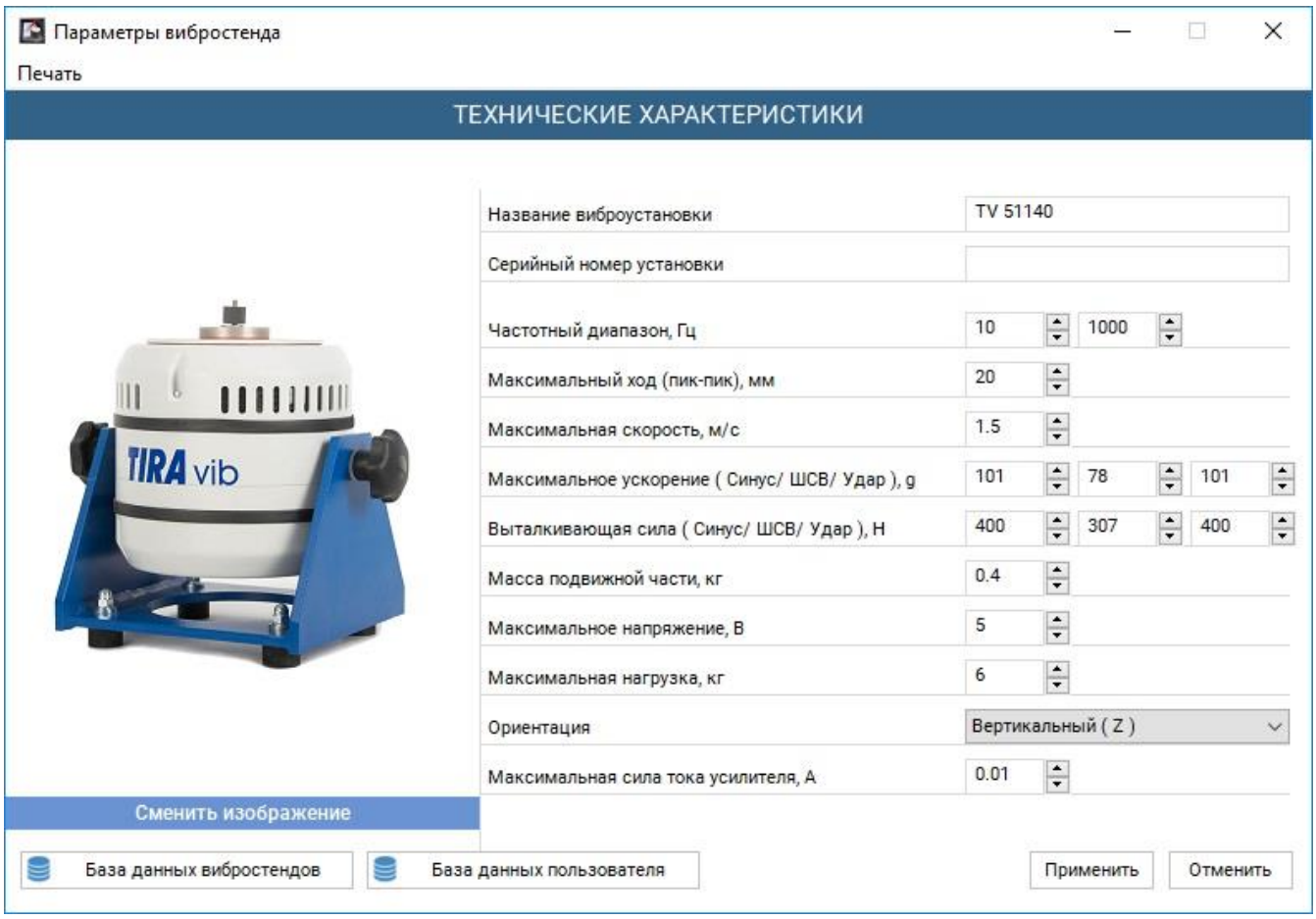


Рис. 8.20 Окно «Параметры вибростенда»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Параметры изделия».

В окне программы «Параметры изделия» для параметра «Масса изделия» указать значение массы лопатки с учетом массы оснастки для ее крепления (*Рис. 8.20*), после чего активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенных изменений.

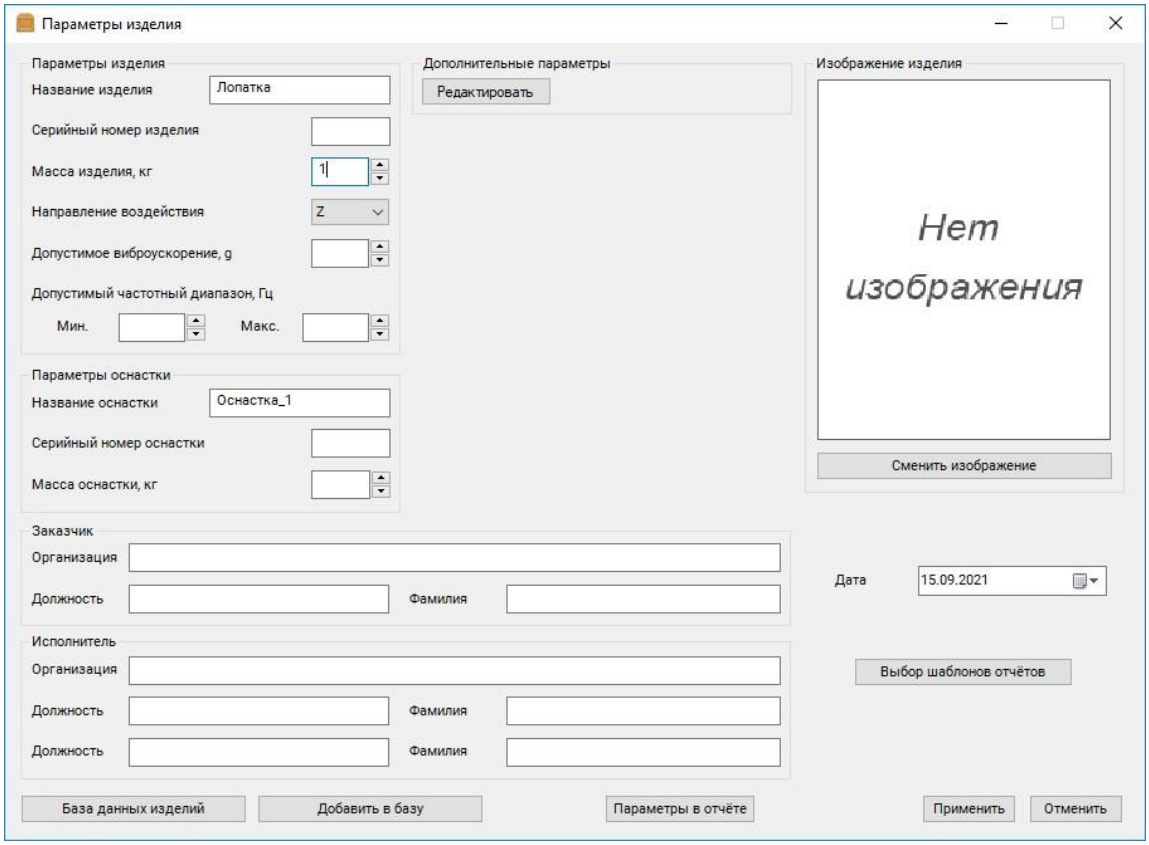


Рис. 8.21 Окно «Параметры изделия»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Диспетчер устройств и каналов».

В окне программы «Диспетчер устройств ZET» (*Рис. 8.22*) ☝ активировать идентификатор измерительного канала с подключенным акселерометром (в примере «Accel») и в окне «Свойства» (*Рис. 8.23*) выполнить настройку измерительного канала в соответствии с параметрами подключенного акселерометра.

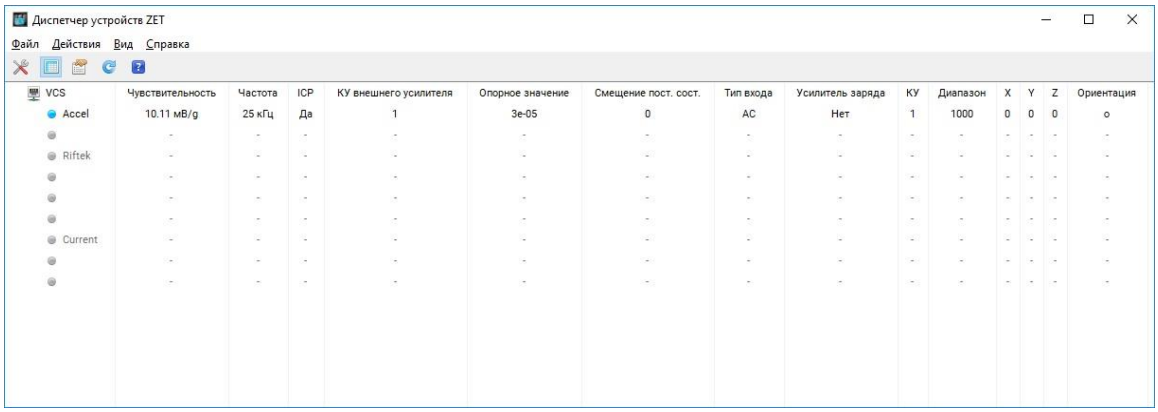


Рис. 8.22 Окно «Диспетчер устройств ZET»

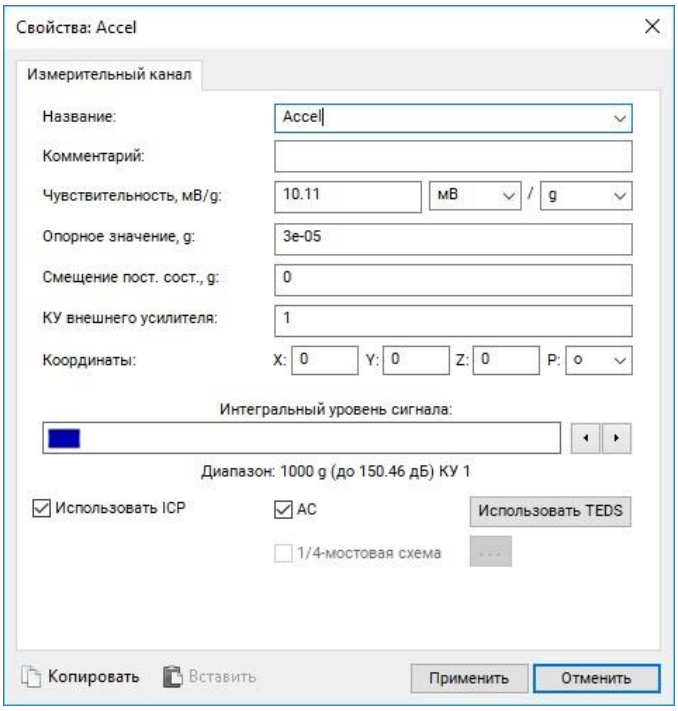


Рис. 8.23 Окно «Свойства»

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Предтест и поиск резонансов».

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) ☝ активировать кнопку «Настройка» и установить параметры проведения предтеста в соответствии с рисунком (*Рис. 8.25*), после чего ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения настроек.

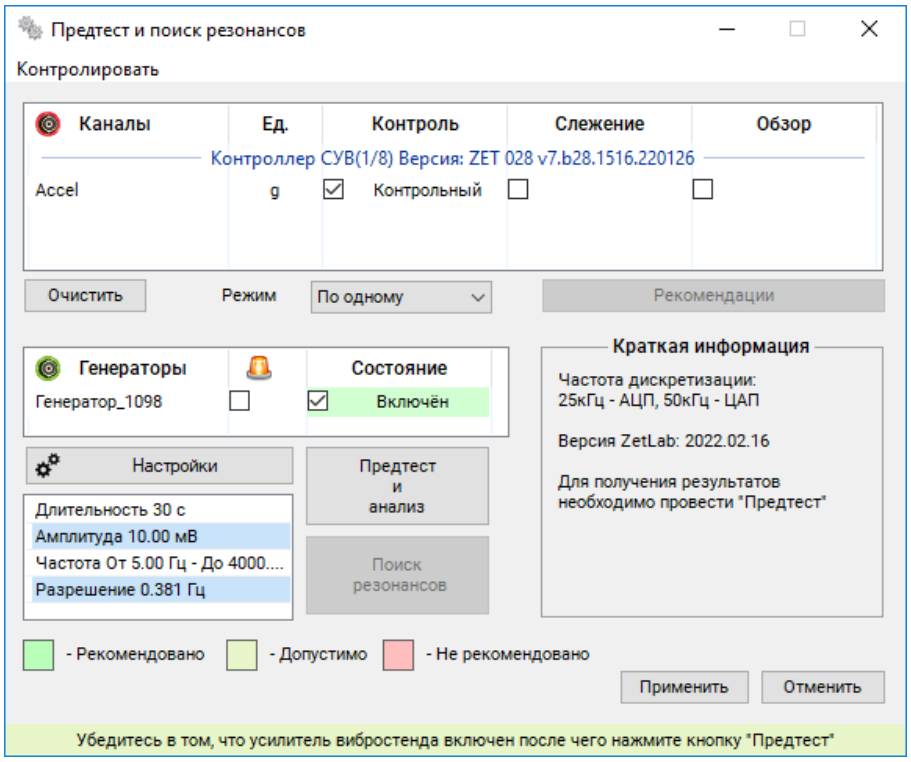


Рис. 8.24 Окно «Предтест и поиск резонансов»

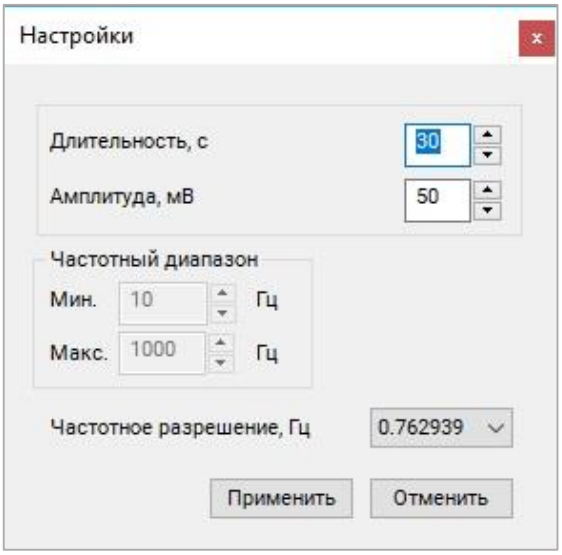


Рис. 8.25 Окно «Настройки»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) ☝ активировать кнопку «Предтест», дождаться результатов предтеста по его завершению (*Рис. 8.26*), после чего ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения результатов предтеста.

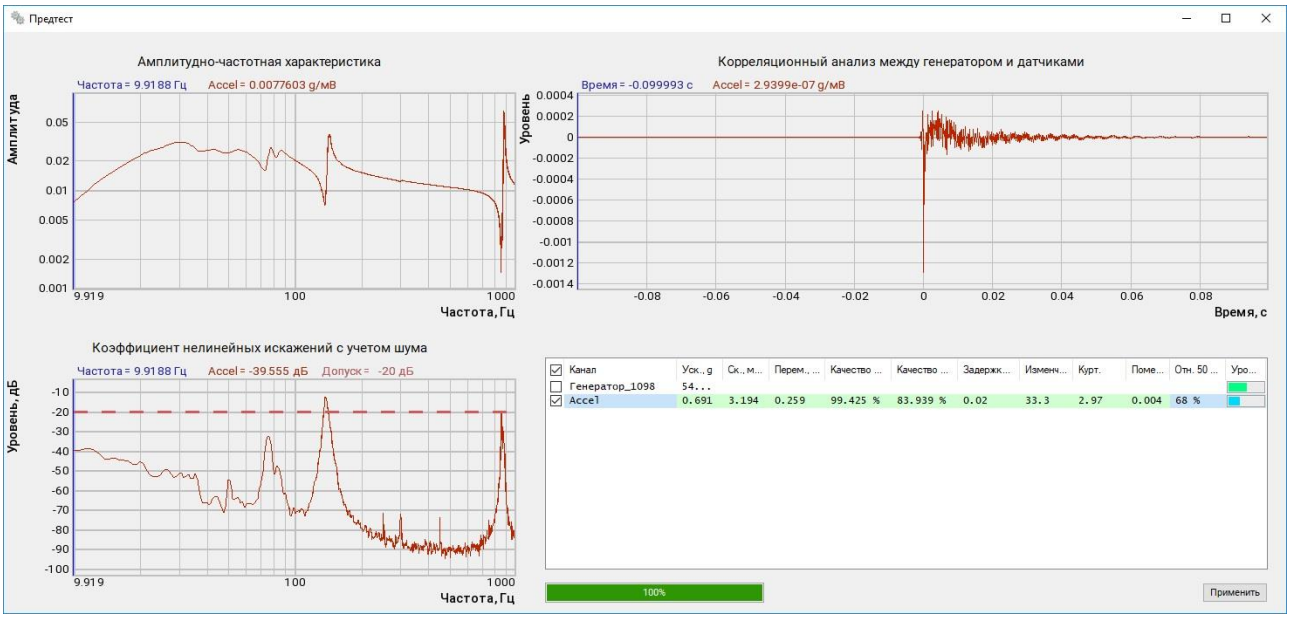


Рис. 8.26 Окно «Предтест»

В окне программы «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 8.24*) ☝ активировать кнопку «Резонансы» и в окне «Предтест - Окно резонансов» (*Рис. 8.27*) установить для параметра «Тип резонанса» значение «Электрический», а в поле «Измерительные» название контролируемого измерительного канала (в примере «Accel»).

В окне «Предтест - Окно резонансов» на графике «Передаточная» отмечены зарегистрированные резонансы, а в таблице справа приведены зарегистрированные параметры для каждого из них.

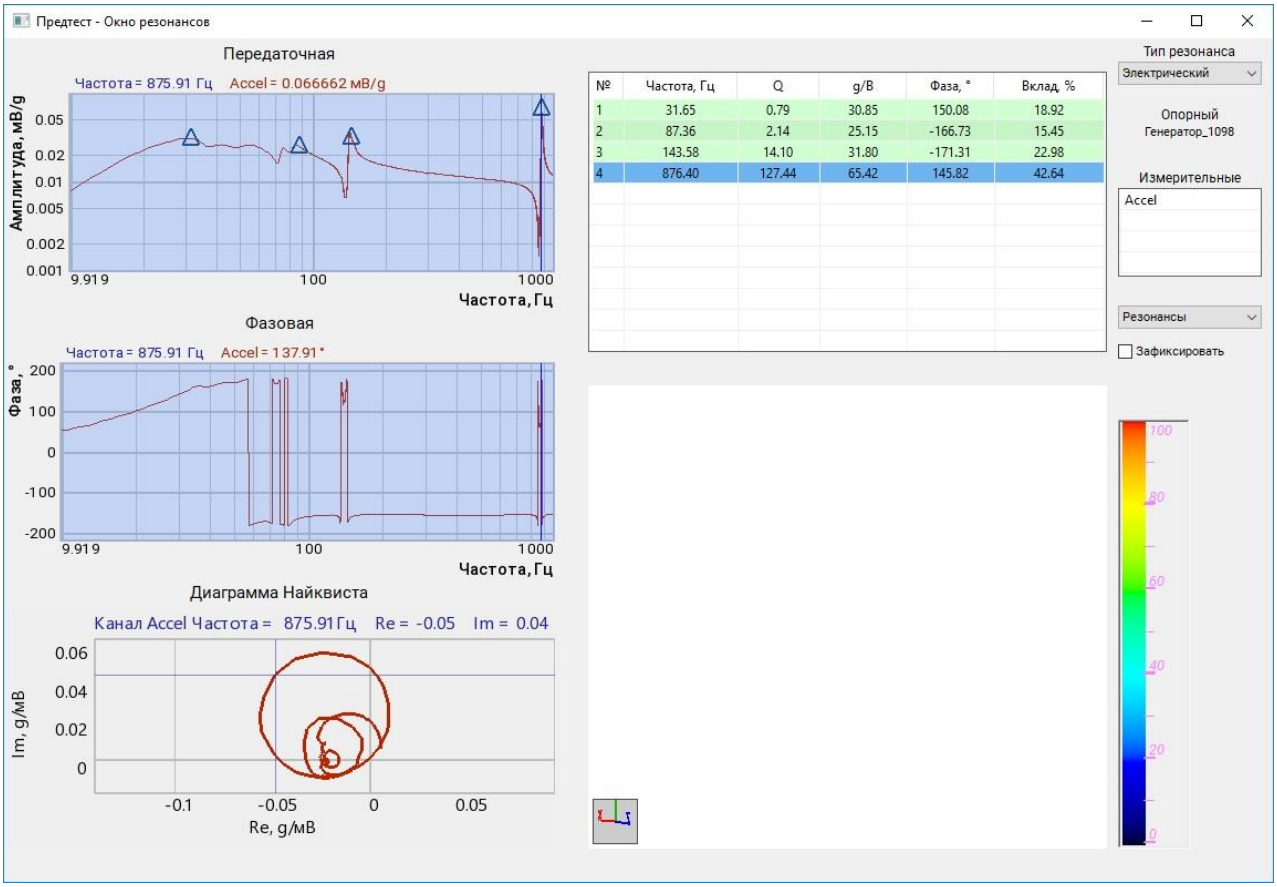


Рис. 8.27 Окно «Предтест – Окно резонансов»

8.4.2 Пример контроля форм колебаний поверхности стола расширения

Контроль формы колебаний может быть выполнен при условии достаточного для визуализации количества измерительных каналов. В рассматриваемом примере на поверхности расширительного стола вибростенда установлено 12 акселерометров, измерительные каналы которых настроены согласно примеру, приведенному в разделе 7.7.1

Для решения поставленной задачи необходимо выполнить следующие действия.

На панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Параметры вибростенда».

В окне программы «Параметры вибростенда» выбрать тип задействованного вибростенда.

В окне программы «Параметры изделия» (*Рис. 8.28*) для параметра «Масса изделия» указываем суммарную массу установленных акселерометров., для параметра «Масса оснастки» указываем массу стола расширения (в примере 0,7 кг).

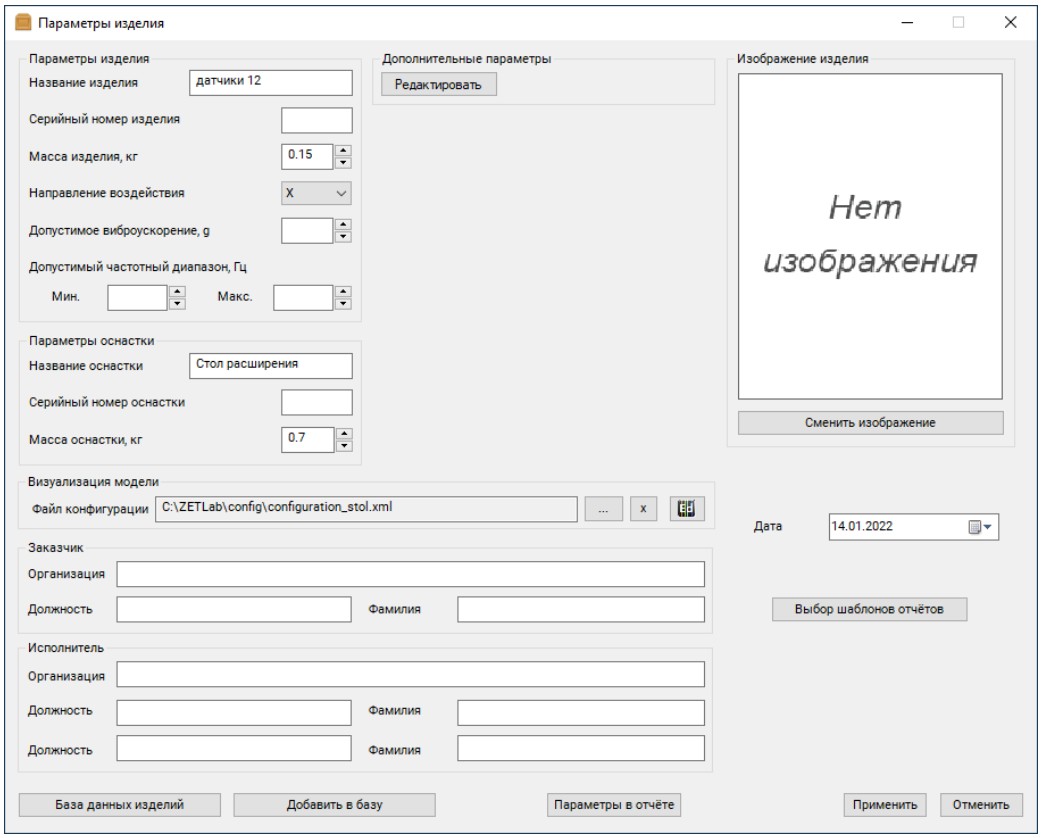


Рис. 8.28 Окно «Параметры изделия»

Далее в поле «Визуализация модели» следует ☝ активировать кнопку при этом будет открыто окно «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.29*) в котором необходимо определить схему расстановки акселерометров.

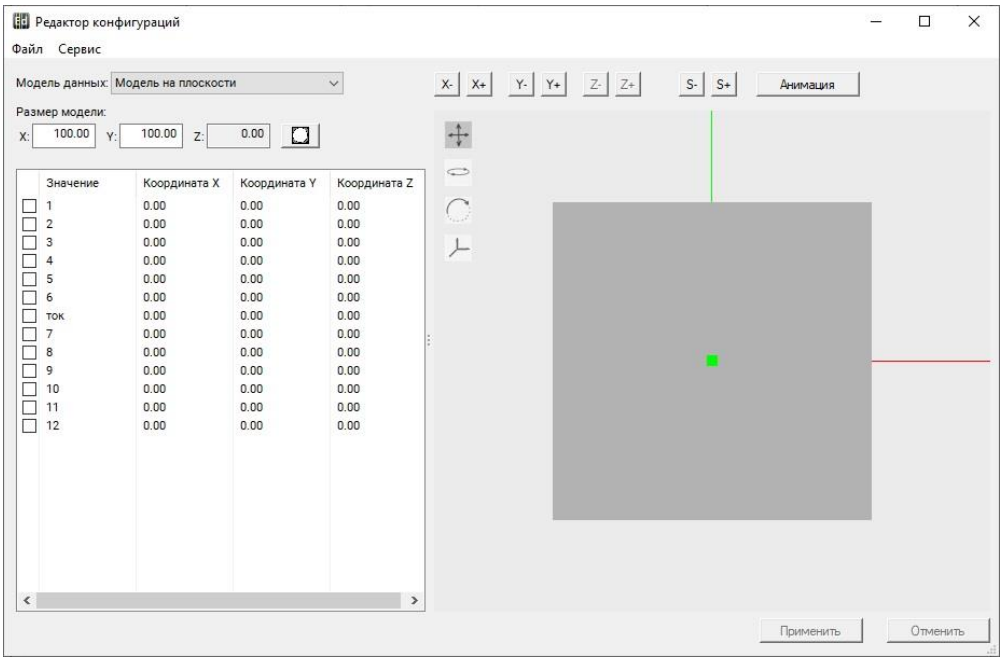


Рис. 8.29 Окно «Редактор конфигураций»

В окне «Редактор конфигураций» для параметра «Модель данных» выбрать значение «Модель на плоскости», указать для параметра «Размер модели» значения с учетом габаритов стола расширения после чего в таблице для каждого измерительного канала (в примере «1» … «12») задать значения координат (X и Y) расположения акселерометров на поверхности стола расширения (*Рис. 8.30*).

Примечание: *для «Модели на плоскости» координата Z всегда имеет нулевые значения.*

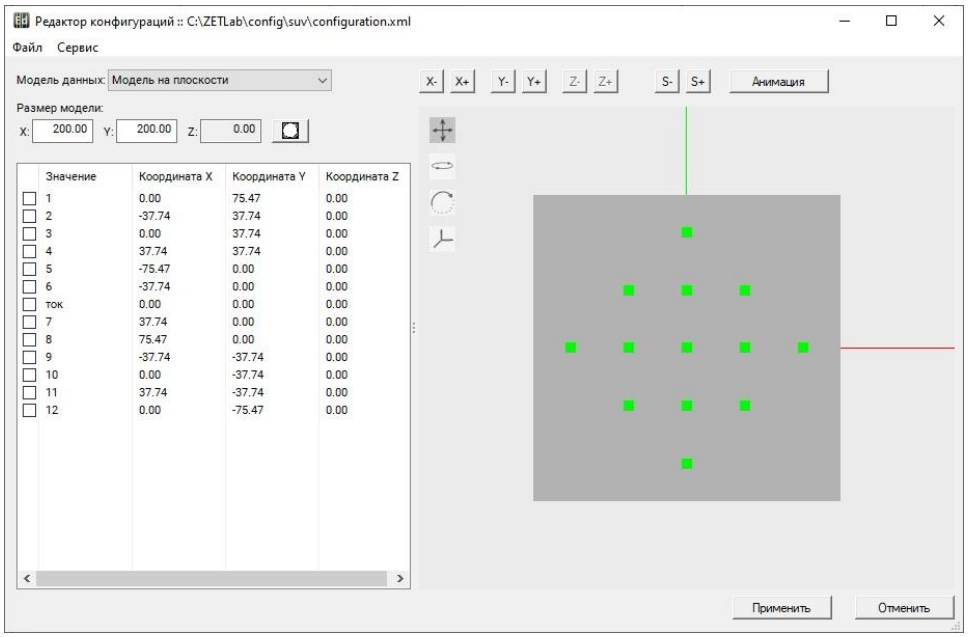


Рис. 8.30 Окно «Редактор конфигураций»

Примечание: *для визуализации форм колебаний не важны абсолютные значения габаритов исследуемого объекта, поэтому значения координат могут задаваться в любых единицах измерения «мм», «см», «м» при условии сохранения пропорций координат установки на исследуемом объекте*

Для корректировки списка измерительных каналов, задействованных в контроле за формой колебаний необходимо в списке меню «Сервис» (*Рис. 8.31*), окна «Редактор конфигураций», ☝ активировать «Фильтр каналов» и в соответствующем окне программы (*Рис. 8.32*) отметить в чек боксах те измерительные каналы, которые необходимы для визуализации.

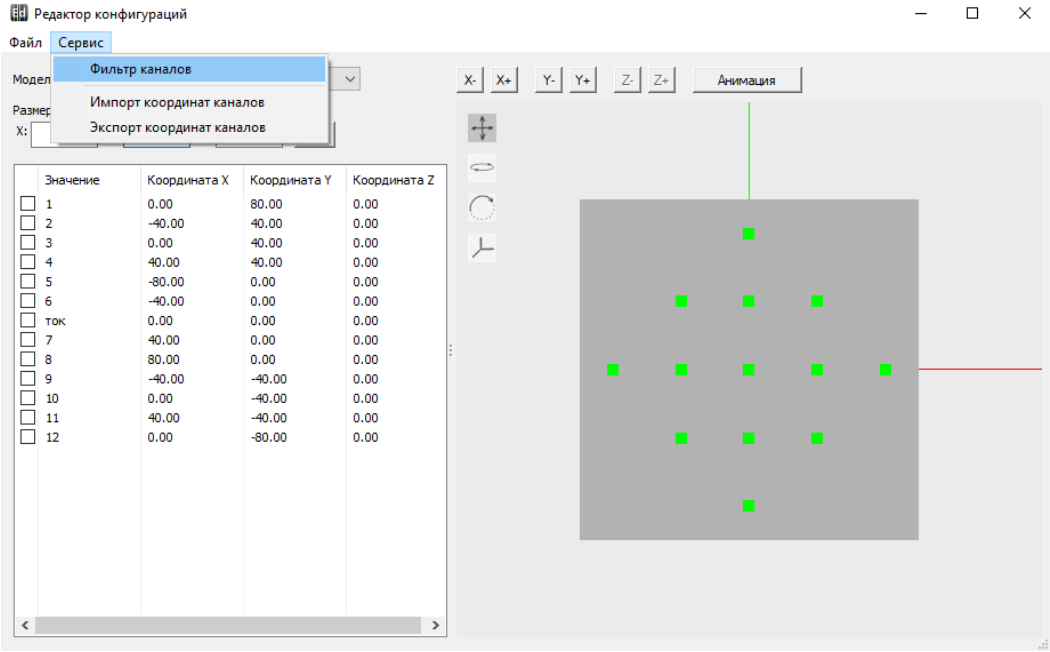


Рис. 8.31 Окно «Редактор конфигураций» меню «Сервис»

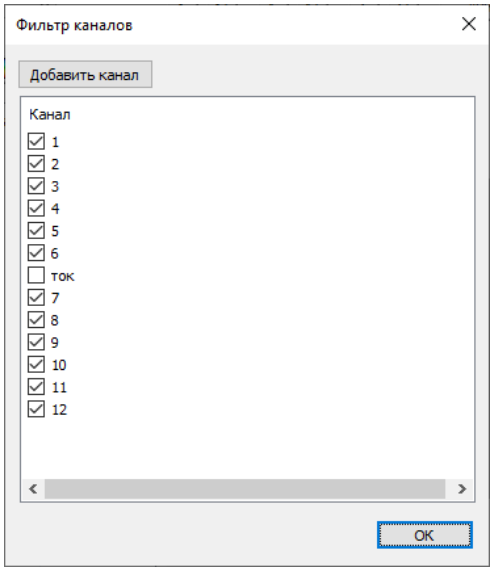


Рис. 8.32 Окно «Фильтр каналов»

Примечание: *в меню «Сервис» окна «Редактор конфигураций» программа «Импорт координат каналов» позволяют выполнить сохранение координат измерительных каналов в контроллеры, к которым эти каналы относятся, а программ «Экспорт координат каналов» - считывания координат измерительных из контроллеров в редактор*

По умолчанию контур модели на плоскости определяется прямоугольником с соотношением сторон, заданным параметрами в поле «Размер модели» окна «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.30*).

В рассматриваемом примере стол расширения имеет круглую форму для перехода к которой в окне «Редактор конфигураций» (*Рис. 8.30*) следует активировать кнопку «» после чего в открывшемся окне «Форма модели» (*Рис. 8.33*) выбрать шаблон круглой формы.

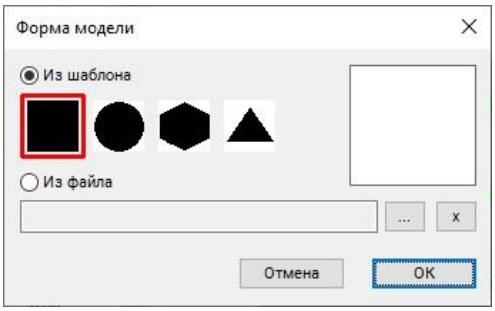


Рис. 8.33 Окно «Форма модели»

В результате редактирования в окне «Редактор конфигураций» будет визуализирована заданная форма поверхности исследуемого объекта с отображением мест установки акселерометров (*Рис. 8.34*).

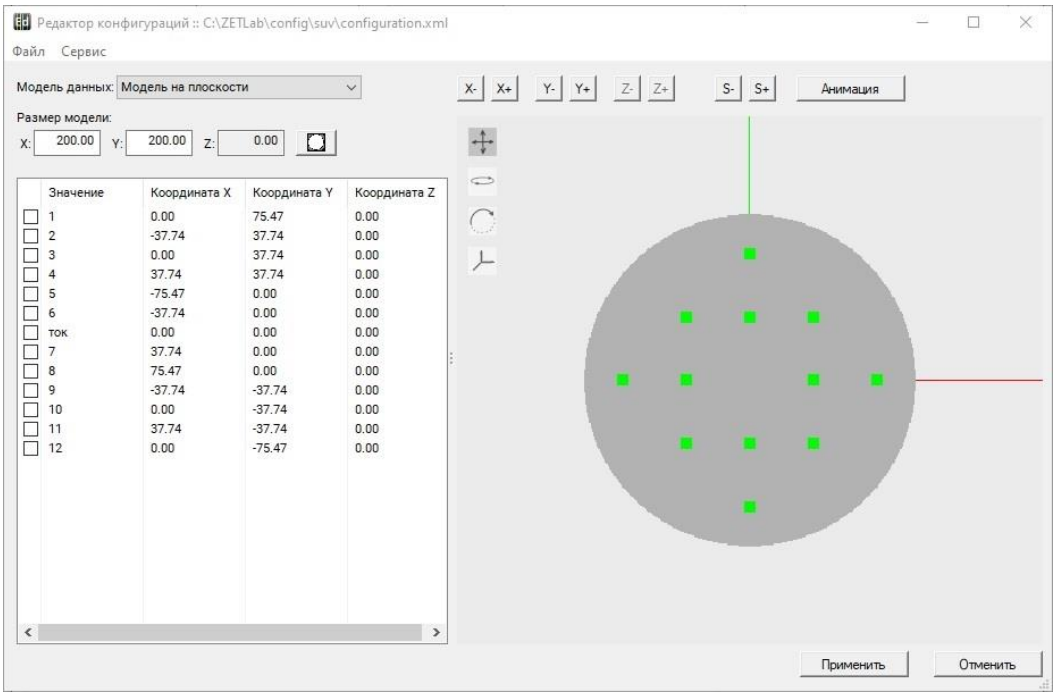


Рис. 8.34 Окно «Редактор конфигураций»

Для визуализации модели с контуром изделия отличающимся от встроенных в программное обеспечение шаблонов в окне «Форма модели» (*Рис. 8.33*) следует активировать поле «...» и в открывшемся окне «Открытие» (Рис. 8.35) указать на путь к заранее подготовленному в формате «bmp» файлу содержащему требуемый контур изделия.

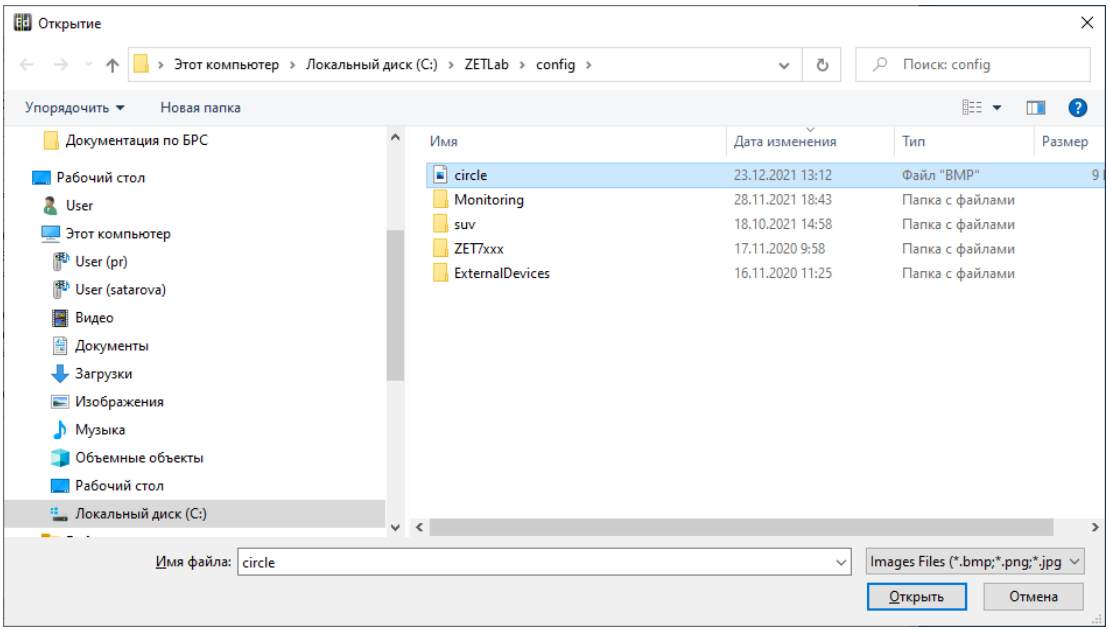


Рис. 8.35 Окно «Открытие»

После завершения редактирования конфигурации следует сохранить файл конфигурации для этого в списке меню «Файл» (*Рис. 8.31*) необходимо активировать «Сохранить конфигурацию» и в окне «Сохранение» (*Рис. 8.36*) указать путь и имя сохраняемого файла.

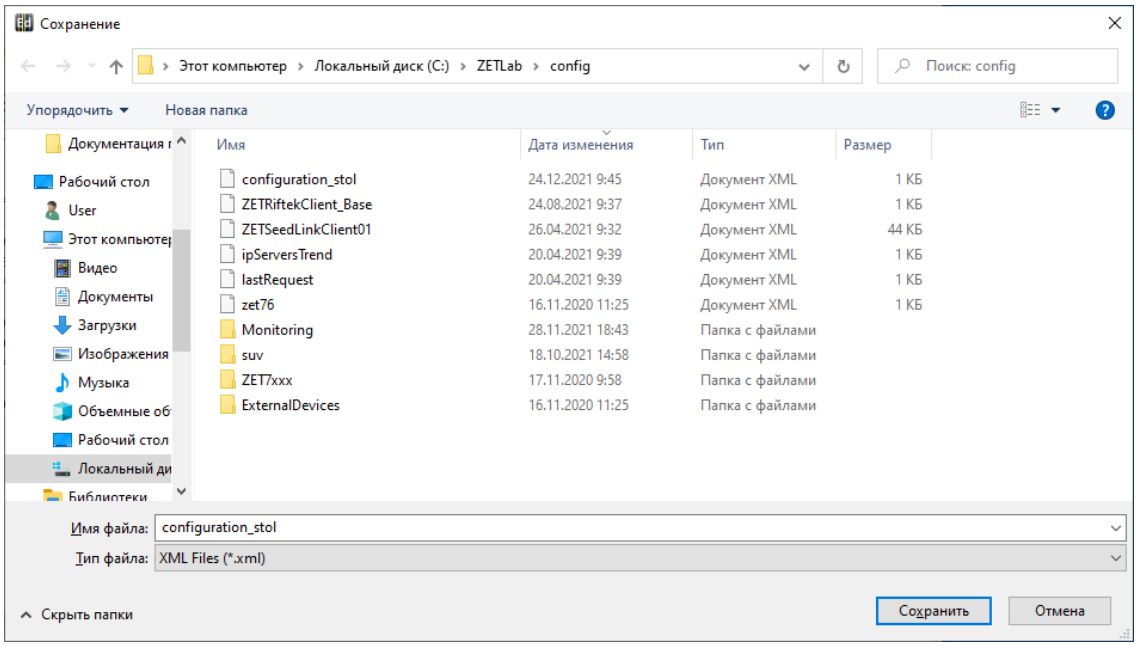


Рис. 8.36 Окно «Сохранение»

В окне «Параметры изделия» (*Рис. 8.28*) также следует ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения внесенной информации.

Перед тем как приступить к просмотру форм колебаний необходимо провести «Предтест». Для этого на панели СУВ (*Рис. 4.1*), ☝ активировать кнопку «Предтест и поиск резонансов».

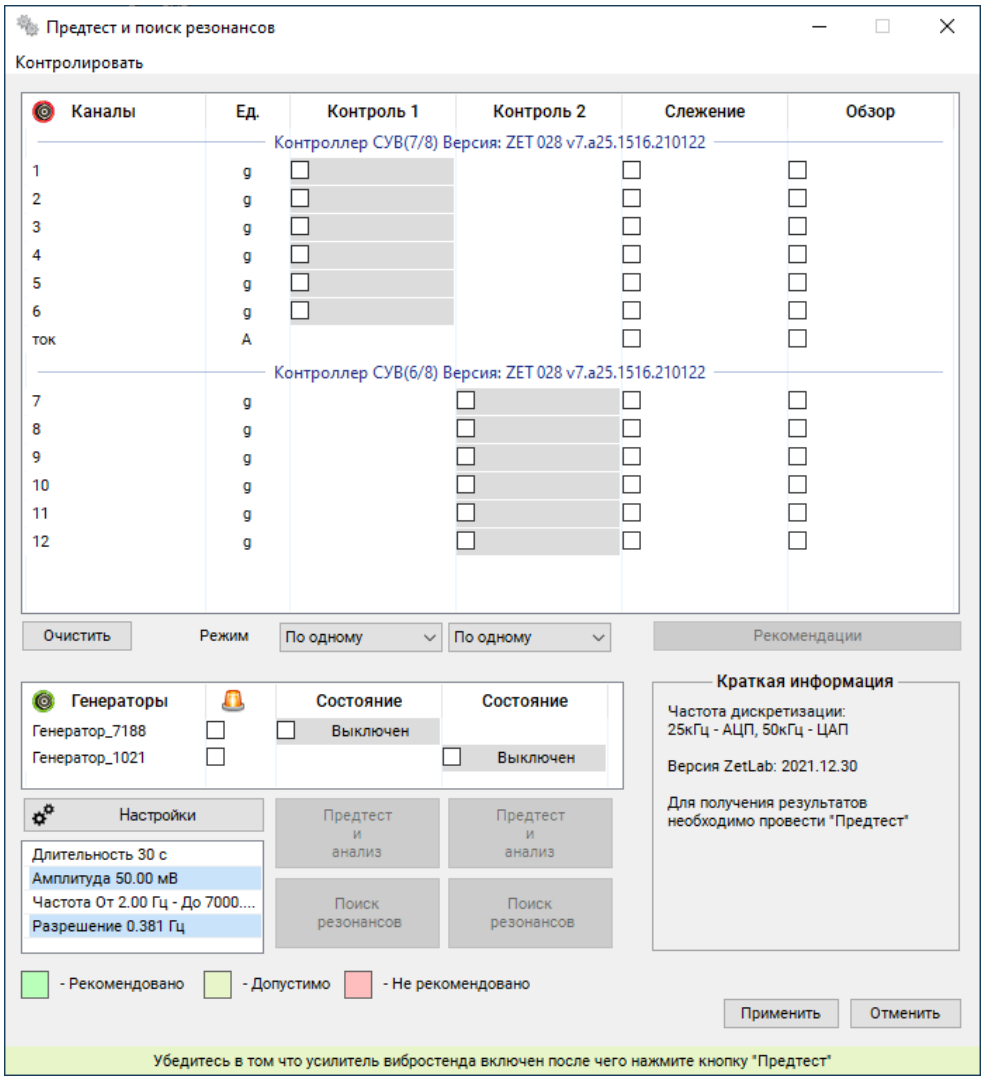


Рис. 8.37 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для настройки параметров предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» следует ☝ активировать кнопку «Настройка» и установить значения «Длительность» и «Амплитуда» (типовые значения соответственно 50 с и 50 мВ), а также «Частотный диапазон» и «Частотное разрешение». Частотный диапазон определяет частотную область, в которой будет возможен контроль форм колебаний, а частотное разрешение – степень детализации спектра сигнала в частотной области.

***Примечание**: В рассматриваемом примере исследуется весь частотный диапазон для используемого типа вибростенда 2 Гц…. 7000 Гц, с детализацией спектра 0,38147 Гц*

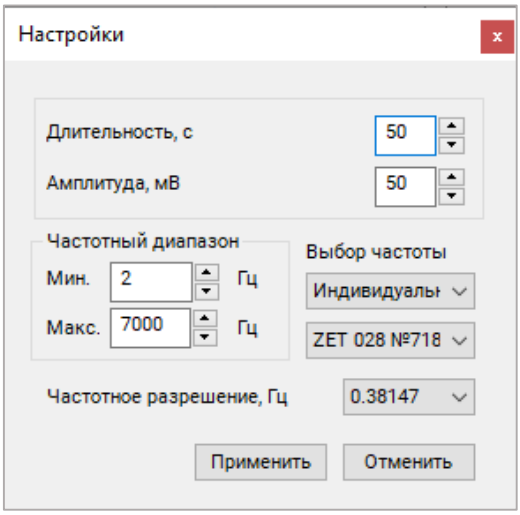


Рис. 8.38 Окно «Настройка»

Активация кнопки «Применить» в окне «Настройки» сохранит внесенные изменения.

Далее в окне программы «Предтест и поиск резонансов» следует перевести состояние генератора контроллера СУВ в состояние «Включено» (*Рис. 8.39*) после чего ☝ активировать соответствующую кнопку «Предтест и анализ» для выполнения предтеста.

***Примечание**: В рассматриваемом примере задействовано два контроллера СУВ, канал генератора активируется только для того контроллера СУВ, выход которого подключен к усилителю вибростенда*

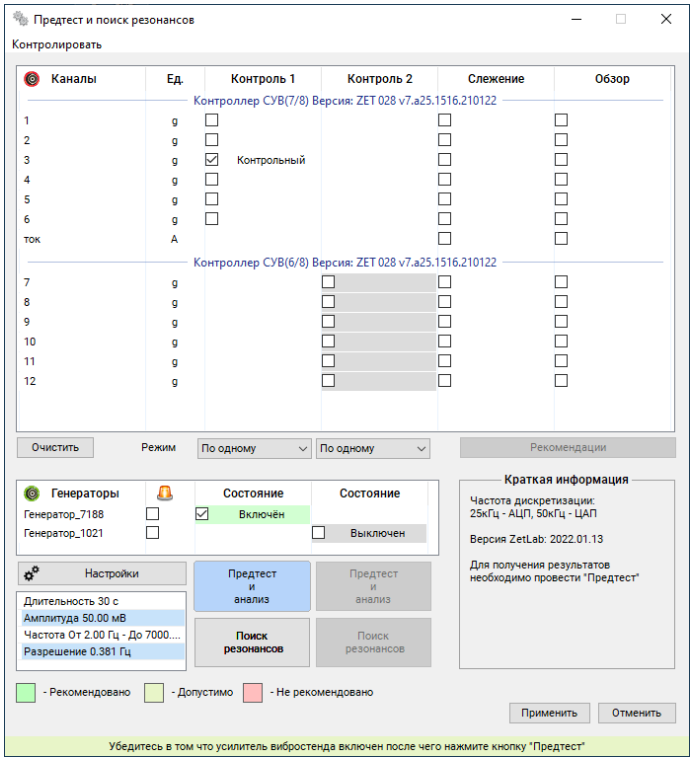


Рис. 8.39 Окно «Предтест и поиск резонансов»

По завершению выполнения предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 8.40*) следует ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения его результатов.

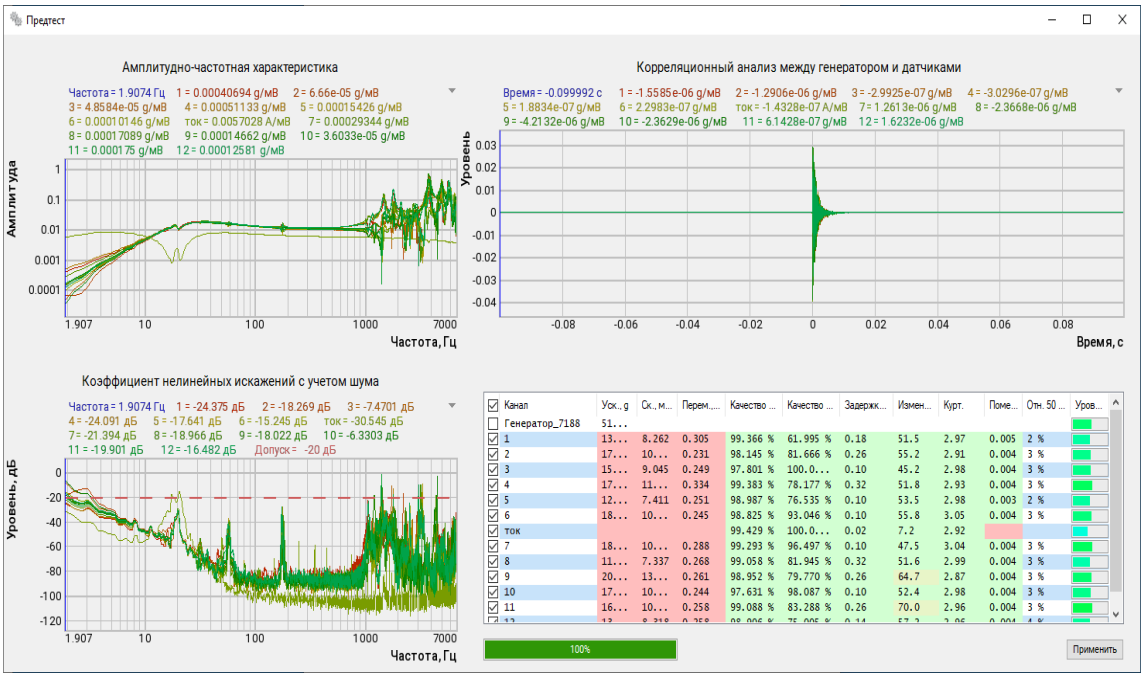


Рис. 8.40 Окно «Предтест»

Просмотр форм колебаний выполняется в окне программы «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.41*).для перехода к которому в окне «Предтест и поиск резонансов» (Рис. 8.39) следует ☝ активировать кнопку «Поиск резонансов», расположенную под кнопкой «Предтест и анализ» по которой выполнен предтест.

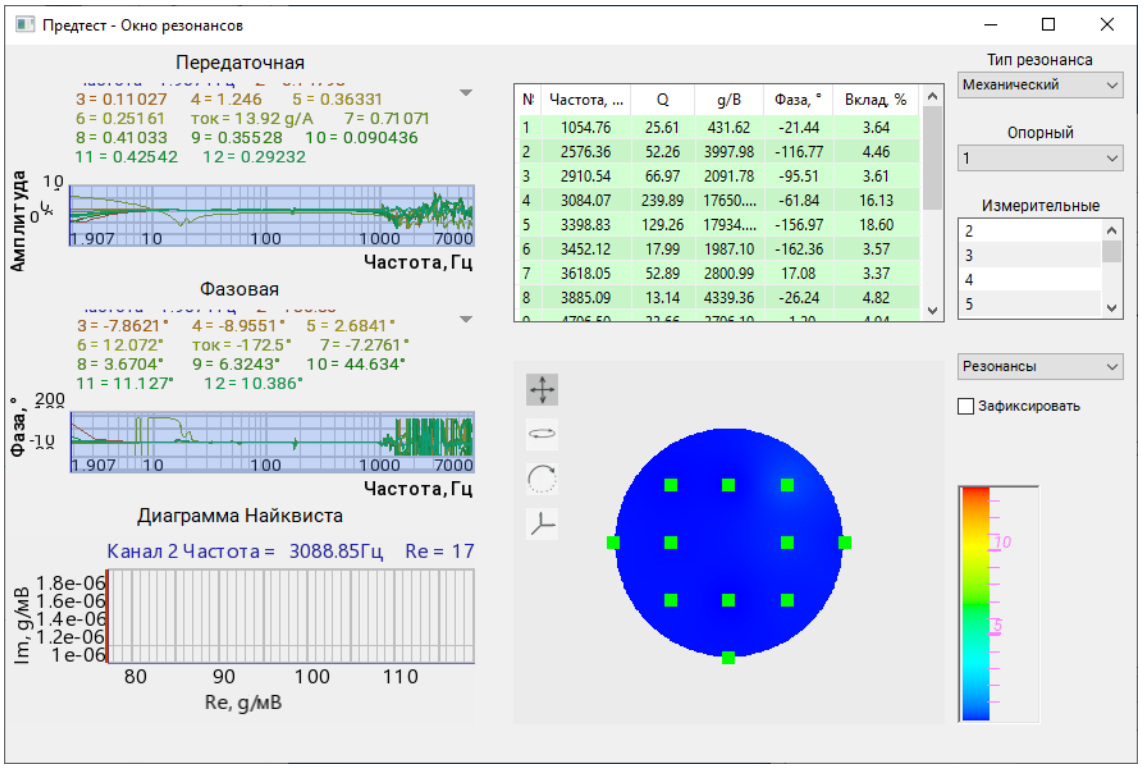


Рис. 8.41 Окно «Предтест - Окно резонансов»

В окне «Предтест – Окно резонансов» установить параметру «Тип резонанса» значение «Электрический» и активировав поле «Измерительные» в открывшемся окне «Выбор каналов» (*Рис. 8.42*) отметить в чек боксах те измерительные каналы, которые подлежат визуализации на модели.

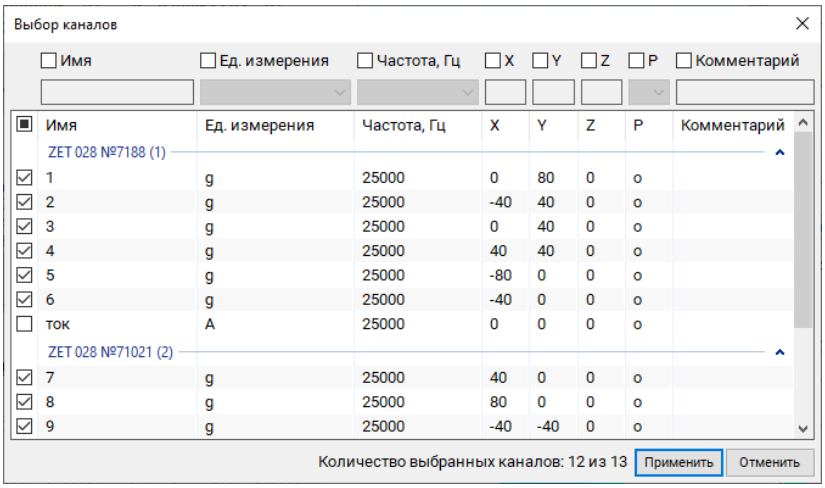


Рис. 8.42 Окно «Предтест - Окно резонансов»

Активация кнопки «Применить» в окне «Выбор канала» завершает этап подготовки к просмотру форм колебаний.

Для удобства работы отмасштабируйте окно «Предтест – Окно резонансов» в формат на весь экран монитора (*Рис. 8.43*).

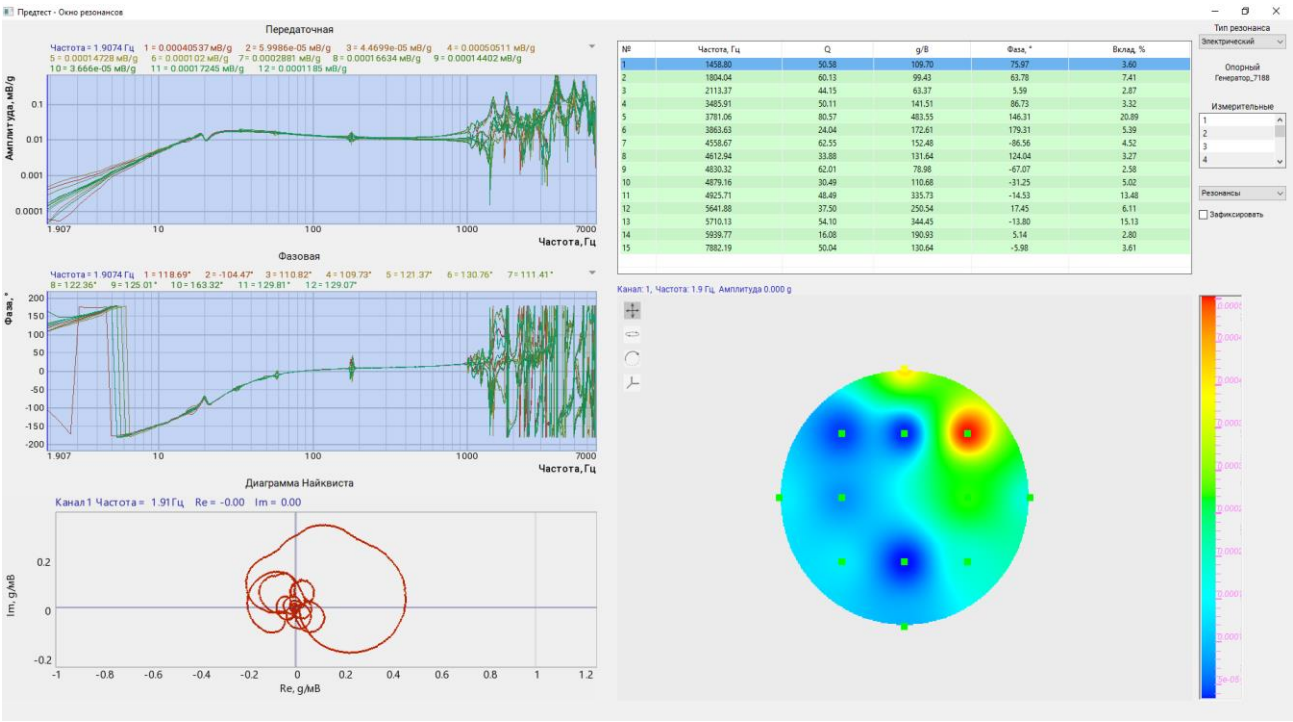


Рис. 8.43 Окно «Предтест - Окно резонансов»

По графику «Передаточная» видно, что стол расширения обладает ярко выраженными резонансами в частотной области выше 1000 Гц.

Для контроля формы колебаний отмасштабируем график «Передаточная» по оси «Частота» на область резонансов и установим указатель (реперную линию) на первый из значимых резонансов на частоте 1458.8 Гц (*Рис. 8.44*).

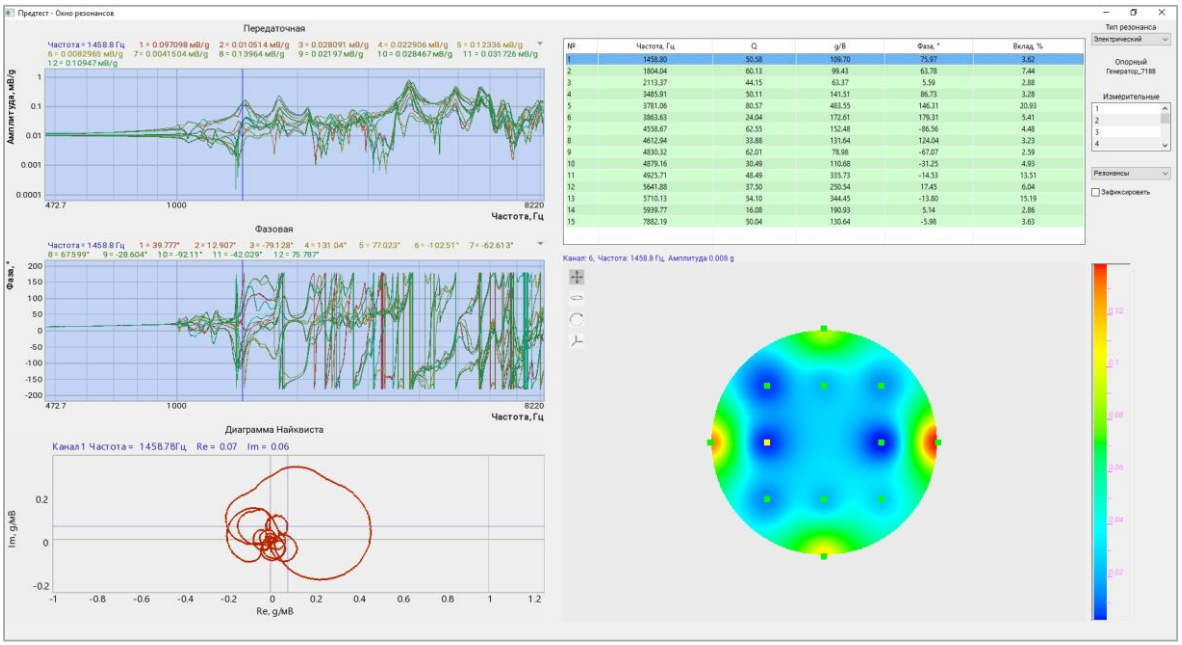


Рис. 8.44 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 1458.8 Гц

При установке указателя на второй (частота 3781.06 Гц) и третий (частота 4925.71 Гц) значимые резонансы визуализация будет иметь вид, показанный на (*Рис. 8.45*) и (*Рис. 8.46*) соответственно.

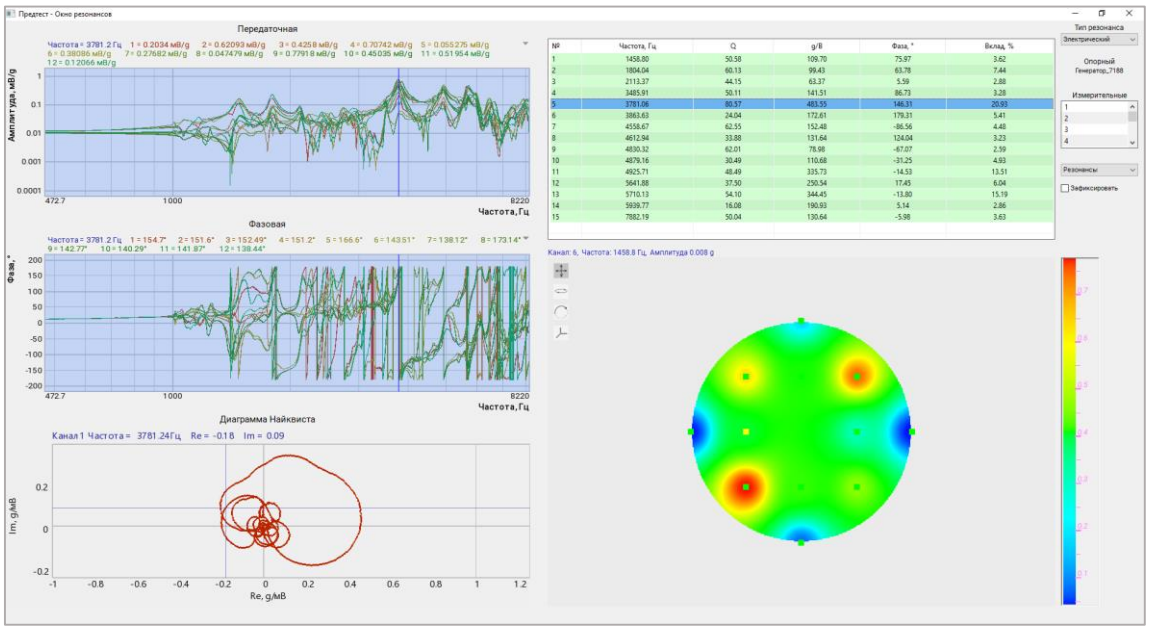


Рис. 8.45 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 3781.06 Гц

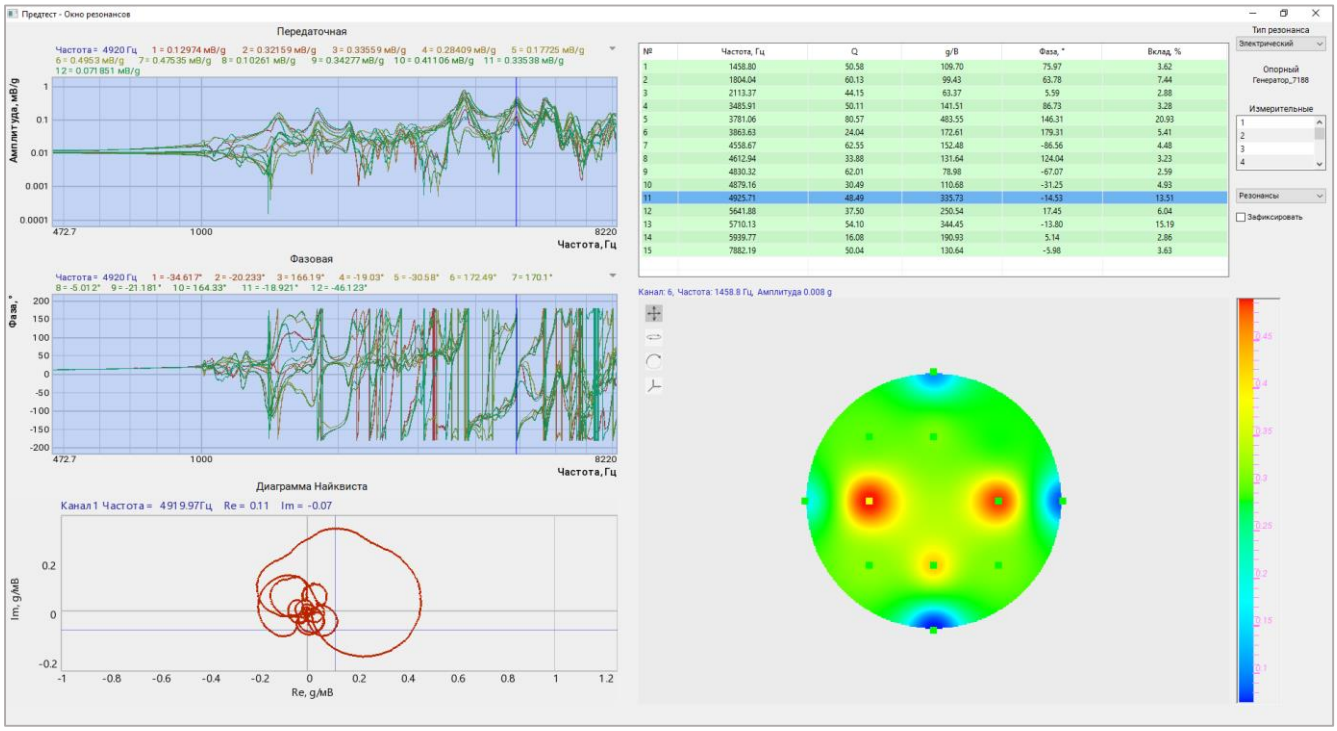


Рис. 8.46 Окно «Предтест - Окно резонансов» с визуализацией на частоте 4925.71 Гц

Цветовая гамма определяет соотношение амплитуд перемещений в точках мониторинга относительно уровня генерируемого сигнала. Синим цветом показаны области, регистрирующие наименьшую амплитуду, красным – наибольшую.

Из примера видно, что для различных резонансных частот повышенному уровню вибрации подвергаются различные области стола расширения.

***Примечание**: Возможность на практике контролировать форму колебаний испытываемого изделия на резонансах позволяет повысить качество и достоверность полученных результатов при проведении испытаний*

Для перехода в режим 3D в поле визуализации окна «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.45*) активируйте символ наклона «», после чего с помощью указателя «мышь» выполните наклон модели относительно горизонтальной оси при этом станет видна форма колебаний модели в пространстве.

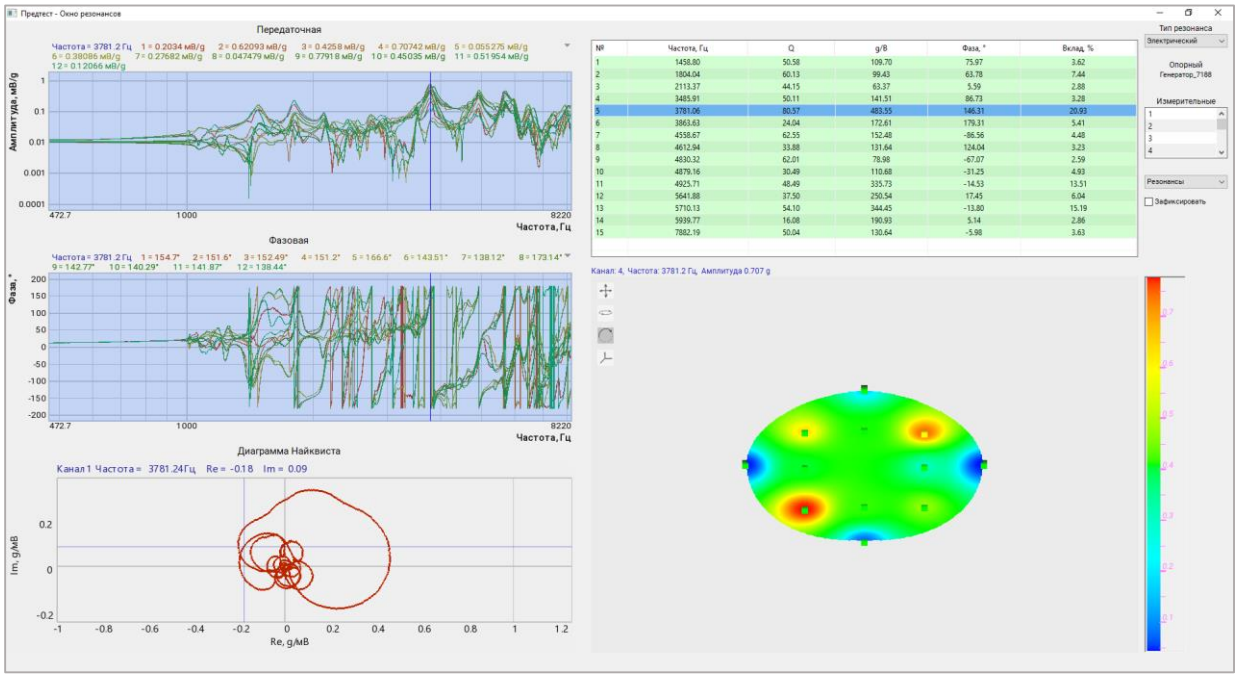


Рис. 8.47 Окно «Предтест - Окно резонансов» с наклоном модели

При необходимости поворота модели в поле визуализации окна «Предтест – Окно резонансов» (*Рис. 8.45*) активируйте символ поворота «».

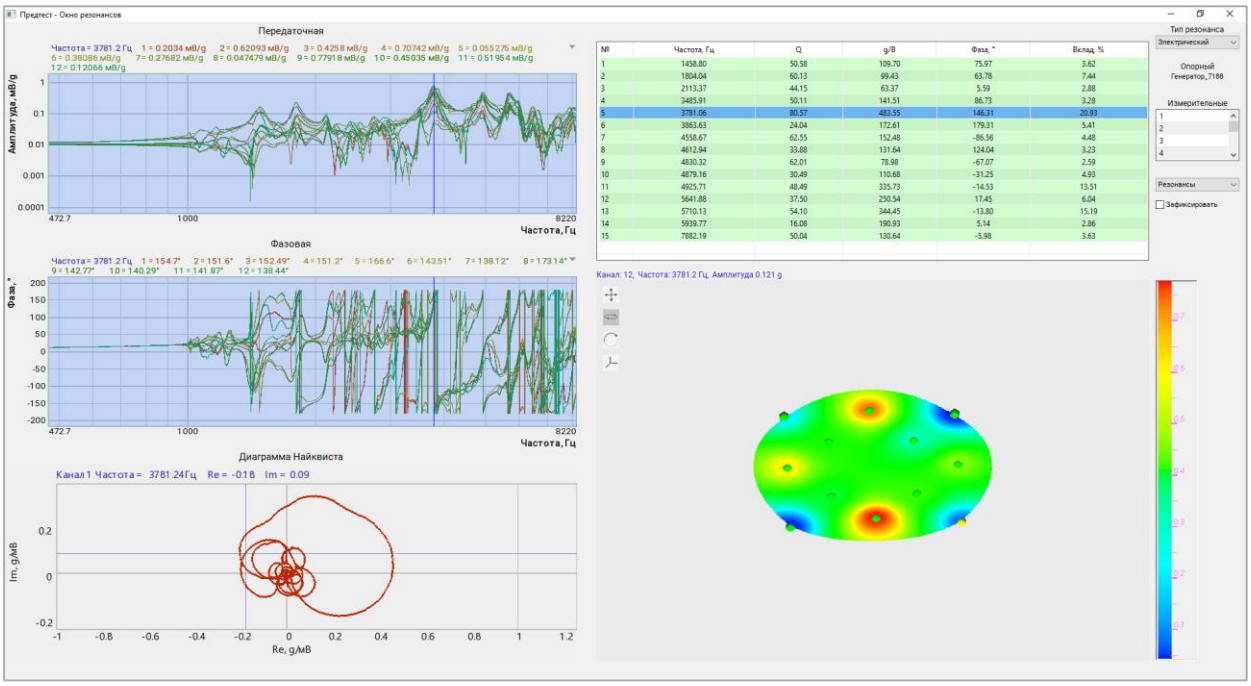


Рис. 8.48 Окно «Предтест - Окно резонансов» с наклоном и поворотом модели

9 Программа «Гармоническая вибрация» (Sine)

9.1 Назначение программы

Программа «Гармоническая вибрация» в составе СУВ ZET02x обеспечивает в соответствии с ГОСТ 28203-89 проведение испытаний элементов, аппаратуры и других изделий, которые в процессе транспортирования или эксплуатации могут подвергаться воздействию вибраций гармонического характера, имеющих место при вращении, пульсации, наличия знакопеременных сил, которые могут наблюдаться на кораблях, летательных аппаратах, средствах наземного транспортирования, вертолетах, космических кораблях, а также могут быть вызваны воздействием работающих механизмов или сейсмических волн.

С помощью программы «Гармоническая вибрация» можно проводить испытания образцов изделий на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации как в режимах с разверткой по частоте, так и на фиксированных частотах в том числе с возможностью удержании частоты по фазе и амплитуде.

Программа «Гармоническая вибрация» позволяет выявлять механические дефекты и/или ухудшения заданных характеристик, а также сопоставлять полученные результаты с требованиями нормативно технической документации для определения степени годности испытываемого образца.

9.2 Подготовка к проведению испытаний

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

При подготовке к проведению испытаний на гармоническую вибрацию необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры измерительных каналов (см. разделы 5-7), после чего провести предтест (см. раздел 8).

Подготовка к проведению испытаний также включает в себя создание профиля испытаний в случае, если требуемый профиль испытаний ранее не был создан и сохранен в базе профилей.

Для перехода к созданию профиля необходимо запустить программу «Гармоническая вибрация», для этого на «Панели СУВ» (Рис. *4.1*) ☝ активировать кнопку *«Гармоническая вибрация»*. На экране монитора отобразится окно программы «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*).

<u>Внимание!</u> *Кнопка «Гармоническая вибрация» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия актуального предтеста*

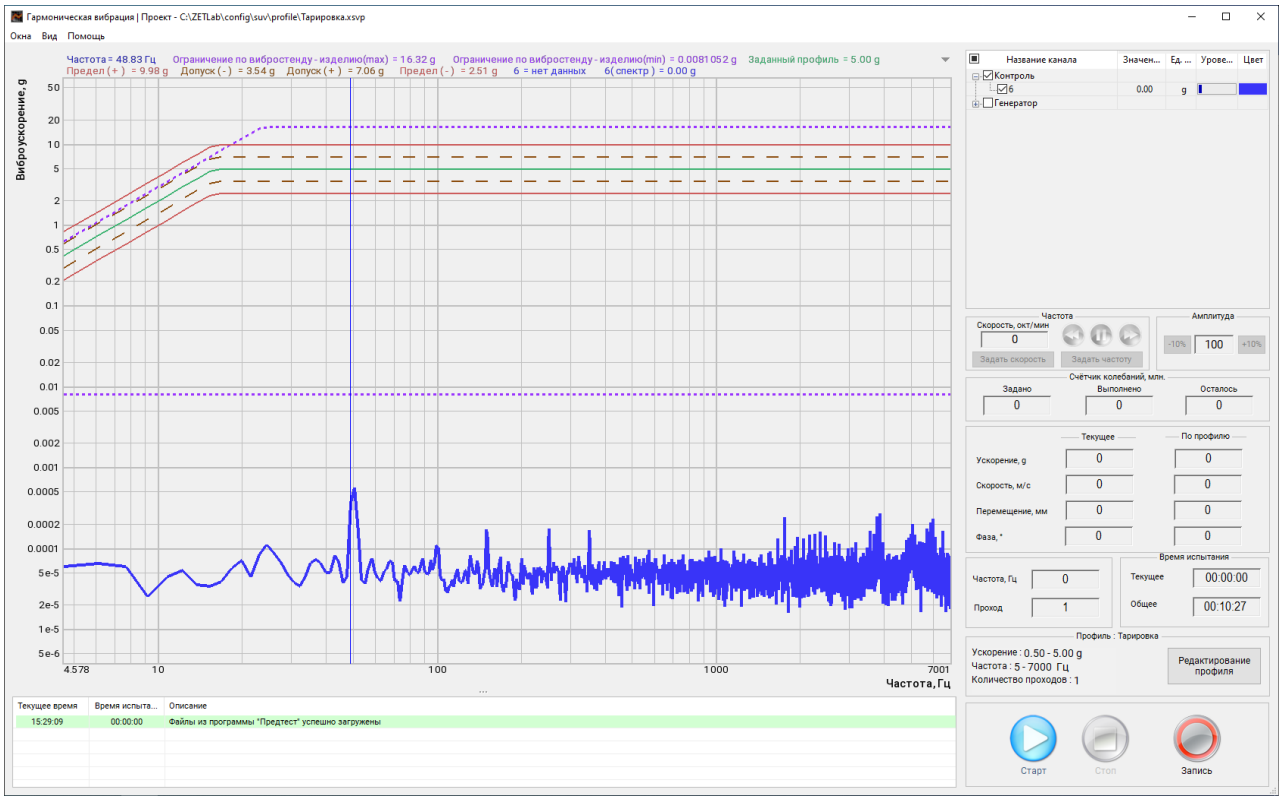


Рис. 9.1 Окно «Гармоническая вибрация»

Конфигурирование параметров профиля испытаний выполняется во вкладках окна программы «Редактирование профиля-гармоническая вибрация» описание которых приведено в разделах 9.3 - 9.11.

Для перехода к окну программы «Редактирование профиля-гармоническая вибрация» в окне программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.1*) следует ☝ активировать кнопку *«Редактирование профиля»*.

9.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль»

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактирование профиля – гармонической вибрации» открывается на вкладке «Профиль» (Рис. 9.2).

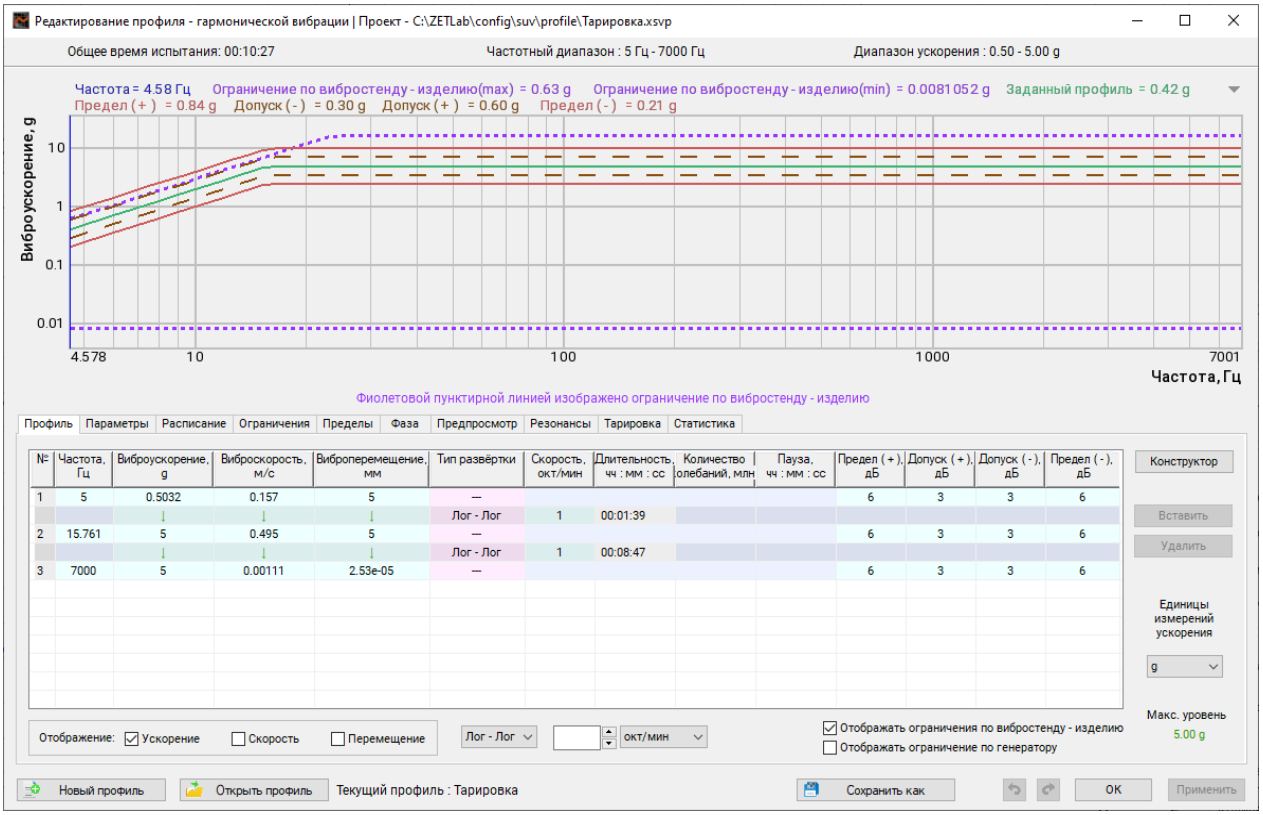


Рис. 9.2 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Во вкладке «Профиль» в таблице устанавливается профиль виброиспытаний. Для добавления или удаления новых строк в/из таблицы можно использовать соответствующие кнопки *«Вставить»* или *«Удалить»*, предварительно указав манипулятором «мышь» необходимое место (строку) в таблице.

Другой возможный вариант добавления и удаления строк профиля - после указания манипулятором «мышь» на необходимое для редактирования место, использовать правую кнопку «мыши» для вызова контекстного меню изменения количества строк (Рис. 9.3) и выбрать в нем необходимое действие: «вставить»; «вставить выше»; «вставить ниже»; «удалить».

Примечание: *не все действия из контекстного меню могут быть одновременно доступны, доступность того или иного действия зависит от выбора редактируемого места таблицы.*

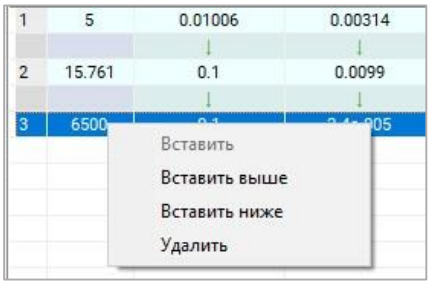


Рис. 9.3 Контекстное меню изменения количества строк

Профиль виброиспытаний состоит из набора сегментов, определяемых граничными точками. Граничные точки имеет порядковый номер в таблице и должны быть ранжированы по частоте. Граничные точки имеют четыре основных параметра: «Частота», «Виброускорение», «Виброскорость» и «Виброперемещение» значения которых могут редактироваться вручную для задания требуемых параметров профиля испытаний.

Примечание: *Активация символа стрелки «↓» в поле таблицы переносит значение из предыдущей строки в следующую, тем самым ускоряя процесс редактирования профиля.*

Примечание: *Виброускорение, виброскорость и виброперемещение взаимно зависимые параметры и при введении одного из них программа автоматически пересчитывает два других.*

Внимание! *При редактировании таблицы профиля допускается только возрастающая последовательность в графе «Частота». В случае обнаружения нарушений в последовательности значений по частоте программное обеспечение будет информировать о таких нарушениях красной подсветкой полей таблицы.*

При указании манипулятором мышь на поле «Тип развертки» (если оно расположено в строке параметров граничной точки) открывается контекстное меню (Рис. 9.4) которое позволяет изменить режим «Не фиксировать» на режимы: «Фиксировать», «Удержание частоты резонанса (по фазе)» или «Удержание частоты резонанса (по амплитуде)» . Выбор типа удержания либо отсутствия удержания частоты граничной точки может быть определен индивидуально для каждой граничной точки.

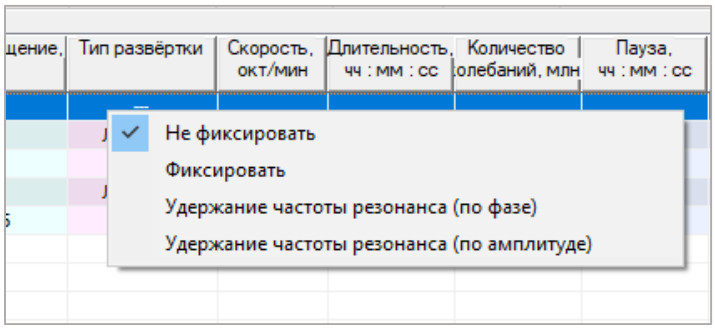


Рис. 9.4 Контекстное меню типа развертки

В случае выбора режима «Фиксировать» в графе «Длительность» задается время фиксации на частоте, указанной для данной граничной точки.

Длительность фиксации на частоте граничной точки можно задавать как через параметр «Длительность», так и через связанный с ним параметр «Количество колебаний».

В случае выбора режимов «Удержание частоты резонанса (по фазе)» (RSTD) либо «Удержание частоты резонанса (по амплитуде)» помимо указания в графе «Длительность» времени длительности удержания, в конец таблицы добавляется еще одна графа - «Фаза/Амплитуда», в которой необходимо указать значение фазы соответствующей частоте резонанса для данной граничной точки (значение указанное в графе «Частота») либо назначить канал удержания амплитуды.

Графа «Пауза» позволяет выдерживать указанную временную паузу после завершения испытаний по каждой строке таблицы

Каждая граничная точка также имеет 4 параметра, определяющие допустимый коридор для проведения виброиспытаний «Допуск (+)», «Допуск (-)», «Предел (+)», «Предел (-)». При превышении значений параметров «Допуск (+)», «Допуск (-)» по контрольному каналу пользователю будет выдаваться предупреждающее сообщение. При превышении значений параметров «Предел (+)», «Предел (-)» по контрольному каналу будут прерываться испытания. Параметры устанавливают допуски интегрального уровня ускорения в каждой граничной точке согласно профилю. По умолчанию допуски установлены на отметке ±3, ±6 дБ соответственно, но при необходимости можно задать вручную другие значения.

Соседние граничные точки определяют сегменты профиля. Для редактирования параметров сегмента профиля в таблице предусмотрены строки развертки, расположенные между граничными точками.

Каждая строка развертки в таблице имеет три параметра: «Тип развертки», «Скорость» и «Длительность».

Параметр «Тип развертки» может быть «логарифмический», «линейный» либо «без развертки». Отсутствие или наличие развертки может задаваться индивидуально для каждого сегмента, а вид развертки может быть только единым сразу для всех сегментов, где активирована развертка (либо все «Лог-Лог» либо все «Лин-Лин»).

Параметр «Скорость» определяет скорость изменения частоты при прохождении по развертке между граничными точками. Значения параметра «Скорость» могут задаваться как общими (равными) так и индивидуальными (различными) для сегментов профиля.

Параметр «Длительность» (в строке сегмента профиля) определяет время, которое требуется на прохождение виброиспытаний по развертке между граничными точками.

Примечание: *Параметры «Скорость» и «Длительность» взаимно зависимы и при задании значения одного из них программа автоматически пересчитывает значение другого.*

Примечание: *для линейного типа развертки параметр скорость измеряется в герцах в секунду, для логарифмического – в октавах в минуту.*

Кнопка «Конструктор» открывает соответствующее окно (Рис. 9.5) которое позволяет быстро создавать профили с необходимыми уровнями перемещения, скорости и ускорения.

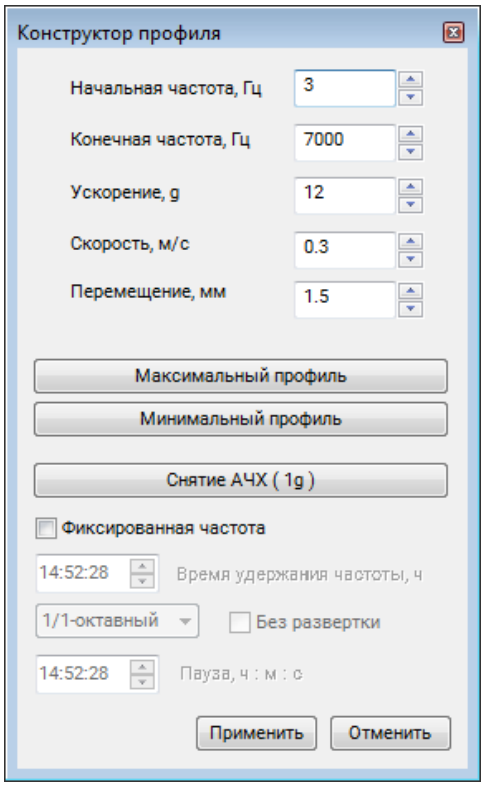


Рис. 9.5 Окно «Конструктор профиля»

Кнопка «Максимальный профиль» в окне «Конструктор» профиля позволяет автоматически перестроить профиль на максимальные допустимые значения.

Кнопка «Минимальный профиль» в окне «Конструктор» профиля позволяет автоматически перестроить профиль на минимальные допустимые значения.

При выборе параметра «Фиксированная частота» появляется возможность автоматически построить профиль с фиксированием частот по 1/3-октавному или октавному ряду указав необходимое время удержание частоты в соответствующем поле в окна «Конструктор профиля».

В поле выбора отображения (*Рис. 9.6*) во вкладке «Профиль» окна «Редактирование профиля» устанавливается контрольная величина, по которой будет отображаться график профиля испытаний.

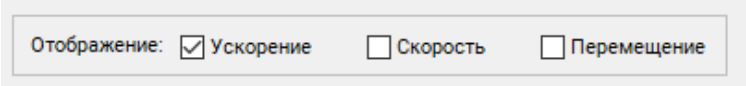


Рис. 9.6 Управление отображением

График профиля может быть представлен как зависимость частоты от ускорения, скорости, либо перемещения, для этого следует установить переключатель в соответствующее положение. График профиля испытаний по ускорению может быть представлен либо в единицах измерения «g», либо в «м/с^2».

В поле выбора типа и скорости развертки (*Рис. 9.7*) во вкладке «Профиль» окна «Редактирование профиля» устанавливается тип и скорость развертки для прохождения сегментов между граничными точками в профиле испытаний.

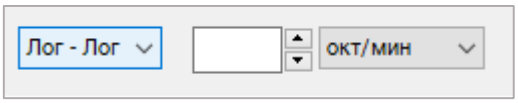


Рис. 9.7 Тип и скорость развертки

Тип развертки профиля может быть задан в двух вариантах – линейный (Лин – Лин) и логарифмический (Лог - Лог). Также существует возможность устанавливать скорость прохождения испытания по профилю. При линейной развертке скорость развертки устанавливается в Гц/с или мин/цикл. При логарифмической развертке скорость развертки устанавливается в окт./мин или мин/цикл. В случае задействования данной функции скорость развертки для каждого сегмента испытаний будет одинакова.

При выборе параметра «Отображать ограничения по вибростенду - изделию» на графике спектра в окне «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*) дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений профиля (коридор допустимых профилей).

Примечание: *Графики максимально и минимально допустимых значений профиля рассчитываются с учетом параметров вибростенда и изделия, а также результатов предтеста.*

При выборе параметра «Отображать ограничения по генератору» на графике спектра в окне «Гармоническая вибрация» (Рис. *9.1*) дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений (коридор допустимых значений) уровня генератора при формировании сигнала управления.

Примечание: *Максимальное значение уровня генератора определяется в параметрах вибростенда и при этом не может превышать 10 В, минимальное значение определяется по результатам предтеста.*

В поле «Текущий уровень» окна «Редактирование профиля» отображается максимальное значение ускорения в профиле.

9.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры»

Настройка параметров виброиспытаний выполняется на вкладке «Параметры» (Рис. *9.8*).

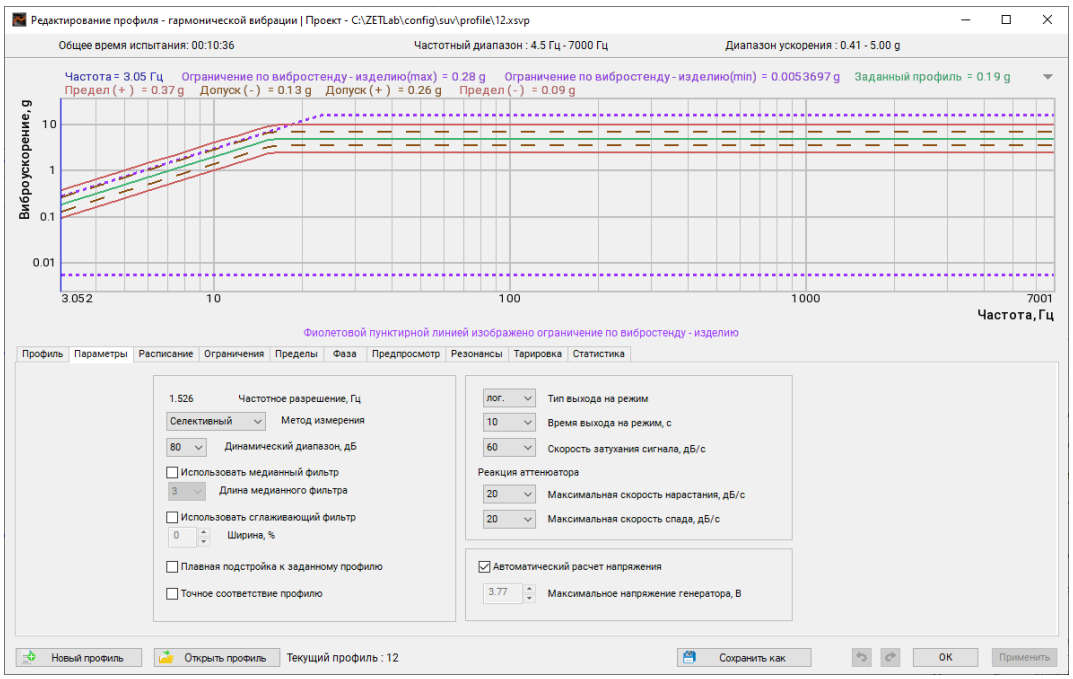


Рис. 9.8 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Параметры»

Параметр «Частотное разрешение» отображает значение, которое будет использоваться программой при проведении расчетов. Изменение величины частотного разрешения производится при настройке параметров предтеста (см. раздел 8).

Параметр «Метод измерения» устанавливает метод расчета значений спектра – «Селективный» или «Эффективный». При «Селективном» методе измерений по контрольному каналу регистрируются значения, соответствующие отклику только на генерируемой частоте виброиспытаний, при «Эффективном» – по всей полосе регистрируемого сигнала.

Параметр «Динамический диапазон» ограничивает разницу между максимальным и минимальным значениями спектра амплитудной характеристики.

Параметр «Использовать медианный фильтр» используется для «выравнивания» спектра амплитудной характеристики. Чем больше значение параметра «Длина медианного фильтра», тем больше величина выравнивания.

Параметр «Сглаживающий фильтр» используется для сглаживания пиков и провалов передаточной характеристики (по которой формируется сигнал управления). В этом случае, корректировка значений по каналу управления (в «сглаженных» областях) в большей степени переносится на аттенюатор, встроенный в контроллер СУВ.

Выбор параметра «Плавная подстройка к заданному профилю» позволяет в процессе проведения испытаний учитывать изменения передаточной характеристики в процессе испытаний и тем самым возвращаться к профилю испытаний при ее изменении.

Примечание: *Изменения передаточной характеристики могут быть вызваны например: физическими изменениями испытуемого изделия или оснастки.*

При активированном параметре «Точное соответствие профилю» будет запрещен выход за нижнюю границу предела заданного профиля для зон в области частот, на которых в сигнале обратной связи детектированы антирезонансы. Деактивированное состояние данного параметра дает большую свободу СУВ при прохождении профиля в областях антирезонансов.

Параметр «Тип выхода на режим» позволяет выбрать тип увеличения сигнала в канале управления в момент выхода на уровень профиля: «логарифмический» или «линейный».

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

Параметр «Скорость затухания сигнала» определяет с какой скорость будет производится снижение сигнала при окончании испытаний.

Параметр «Время затухания экстренной остановки» определяет время, за которое сигнал будет снижен до нулевого уровня при условиях, когда программой диагностирована необходимость экстренной остановки испытаний.

Примечание: *Время затухания экстренной остановки позволяет исключить ударное воздействие на вибростенд и изделие, которое возникает при мгновенном (резком) отключении сигнала управления.*

Параметры «Максимальная скорость нарастания» и «Максимальная скорость спада» определяют максимальную скорость увеличения и уменьшения уровня сигнала в процессе проведении испытаний.

Параметр «Автоматический расчет напряжения» позволяет выполнить ограничение уровня сигнала управление (канала генератора) на рассчитанную программным обеспечением значение. Автоматическое ограничение рассчитывается программным обеспечением с учетом 10% запаса к максимальному уровню в канале управления необходимому для прохождения задаваемого профиля. В случае деактивации автоматического расчета оператор может установить значение ограничения сигнала в канале управления (генератора) самостоятельно.

Примечание: *Ограничение сигнала управления обеспечивает исключение чрезмерного подъема уровня генерируемого сигнала в канале управления, однако при проведении испытаний в областях частот, где наблюдается низкая когерентность в канале обратной связи уровня канала управления, может быть недостаточно для достижения профиля испытаний.*

9.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание»

На вкладке «Расписание» задается количество и направление проходов при проведении испытаний (*Рис. 9.9*).

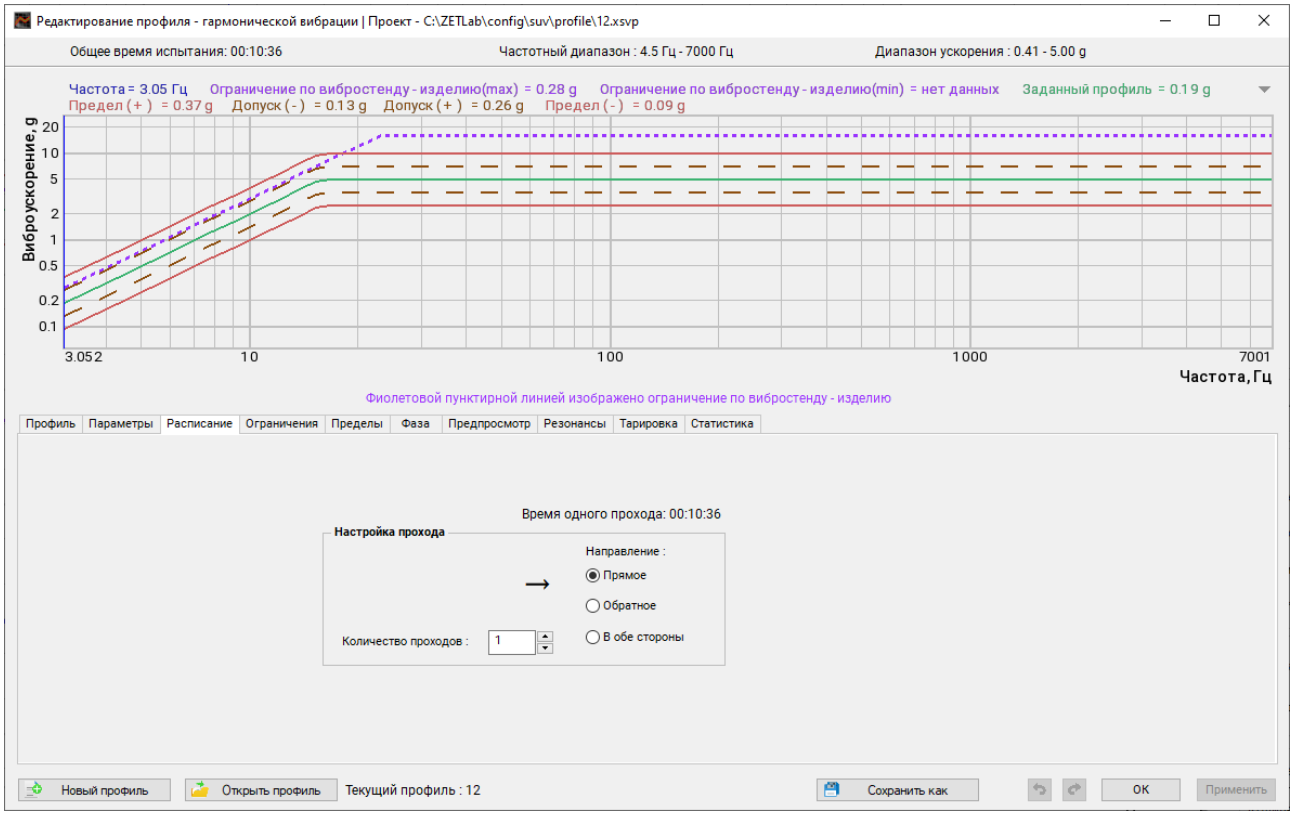


Рис. 9.9 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Расписание»

Параметр «Направление» определяет каким образом будут считаться циклы виброиспытаний: «Прямое» - от меньшей частоты к большей; «Обратное» - от большей частоты к меньшей; «В обе стороны» - от меньшей частоты к большей и обратно.

Параметр «Количество проходов» определяет количество циклов виброиспытаний.

9.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения»

На вкладке «Ограничения» (*Рис. 9.10*) задаются допустимые пределы испытаний для измерительных каналов со статусом «Контроль» и «Слежение». По активированным параметрам (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут остановлены.

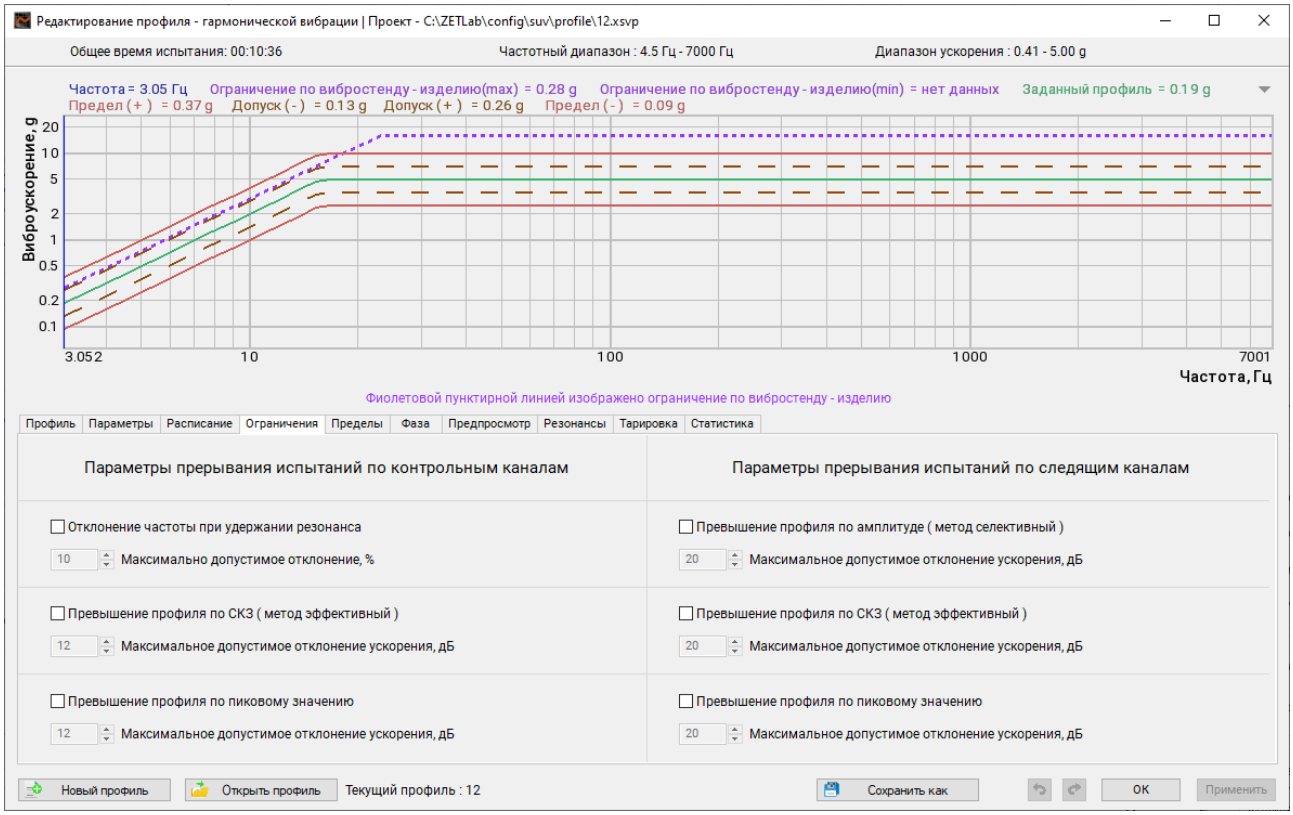


Рис. 9.10 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Ограничения»

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

Возможно контролировать превышения по следующим параметрам:

- «Максимально допустимое отклонение» (только для каналов со статусом «Контроль»)
- «Превышение профиля по амплитуде (только для каналов со статусом «Слежение»).
- «Превышение профиля по СКЗ (только при выборе метод измерения «Эффективный»);
- «Превышение профиля по пиковому значению».

9.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Фаза»

«На вкладке «Фаза» устанавливается режим работы генераторов СУВ (*Рис. 9.11*).

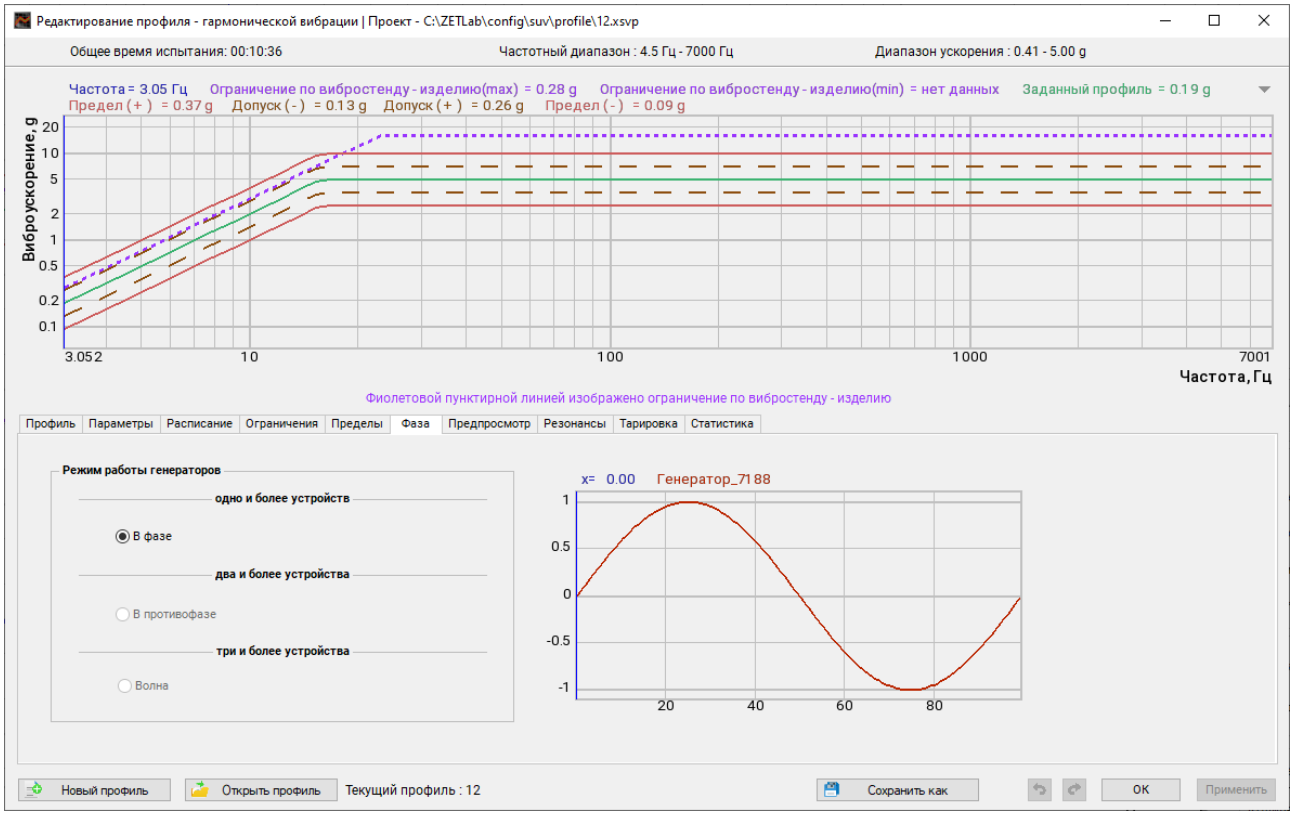


Рис. 9.11 Окно «Настройка профиля», вкладка «Фаза»

Возможность выбора режима работы генераторов на данной вкладке зависит от количества одновременно задействованных контроллеров СУВ при проведении виброиспытаний:

- Один контроллер СУВ – «В фазе»
- Два контроллера СУВ – «В фазе» и «В противофазе»
- Три контроллера СУВ - «В фазе» и «Волна».
- Четыре контроллера СУВ - «В фазе», «В противофазе» и «Волна».

Примечание: *В режиме «Волна» при трех задействованных контроллерах СУВ обеспечивается сдвиг фазы между каналами управления контроллеров на 120°, при четырех – на 90°.*

9.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр»

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками виброиспытаний по заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста (*Рис. 9.12*).

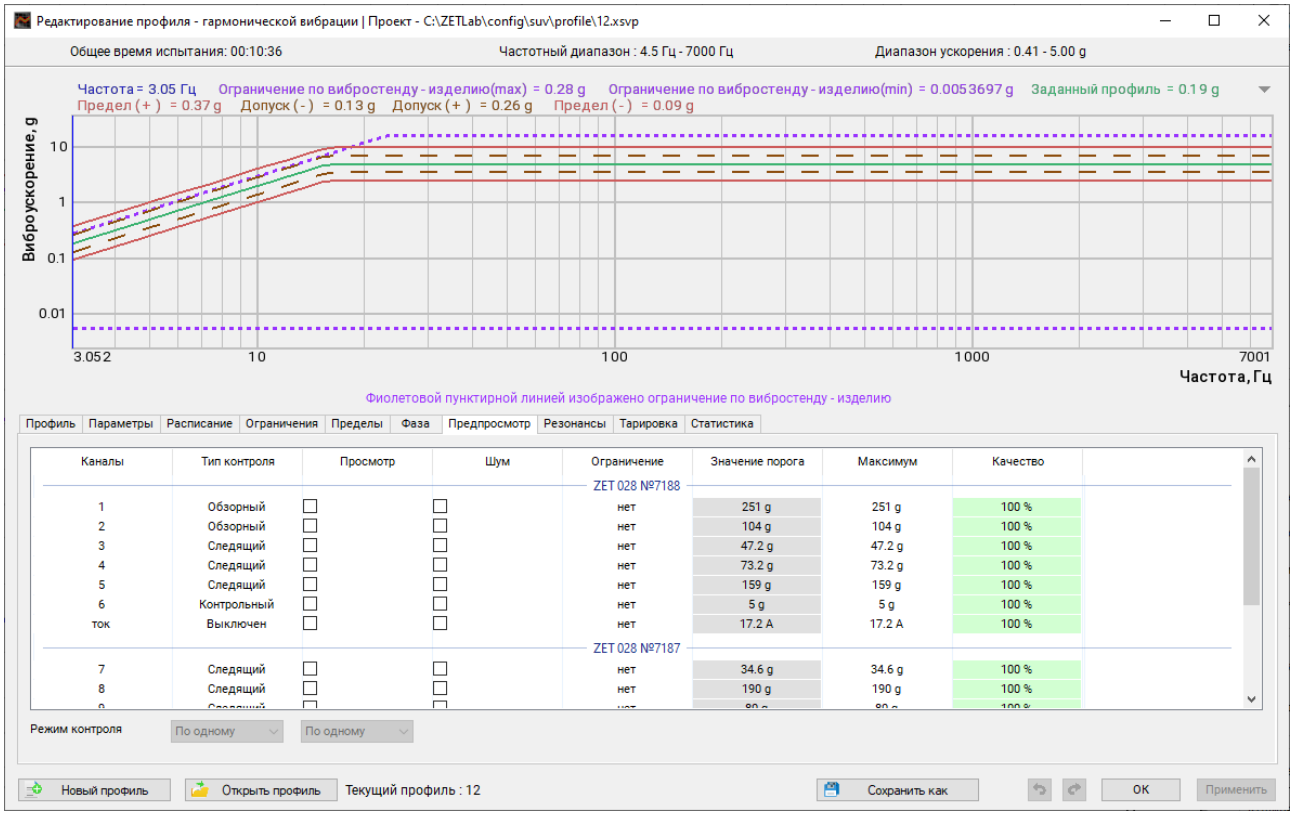


Рис. 9.12 Окно «Настройка профиля», вкладка «Предпросмотр»

Возможна визуализация как графиков уровней амплитудных значений при проведении испытаний (активация в графе «Просмотр») так и графиков уровней шума (активация в графе «Шум») по всем доступным измерительным каналам СУВ, при этом статусы измерительных каналов (графа «Тип контроля») определяются в соответствии с назначенными статусами в окне программы «Предтест и поиск резонансов».

В случае активации контроля за расчетным уровнем генератора (активация в графе «Просмотр») выводится график генератора (*Рис. 9.13*) из расчета обеспечения на контрольном канале заданного уровня по профилю. На график выводится также линия ограничения по верхнему уровню генератора (определяется установленным пределом) и линия ограничения по нижнему уровню генератора (определяется уровнем шумов).

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

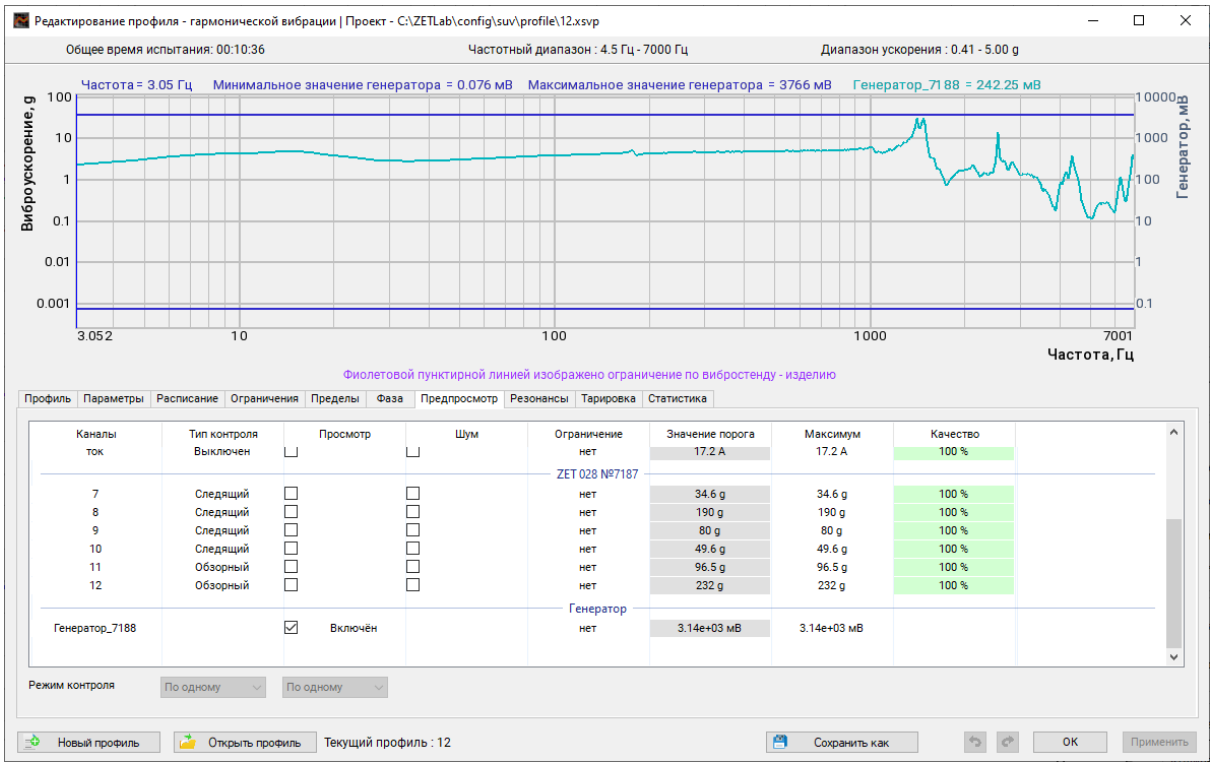


Рис. 9.13 Окно «Настройка профиля», вкладка «Предпросмотр», график генератора

9.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы»

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике (*Рис. 9.14*).

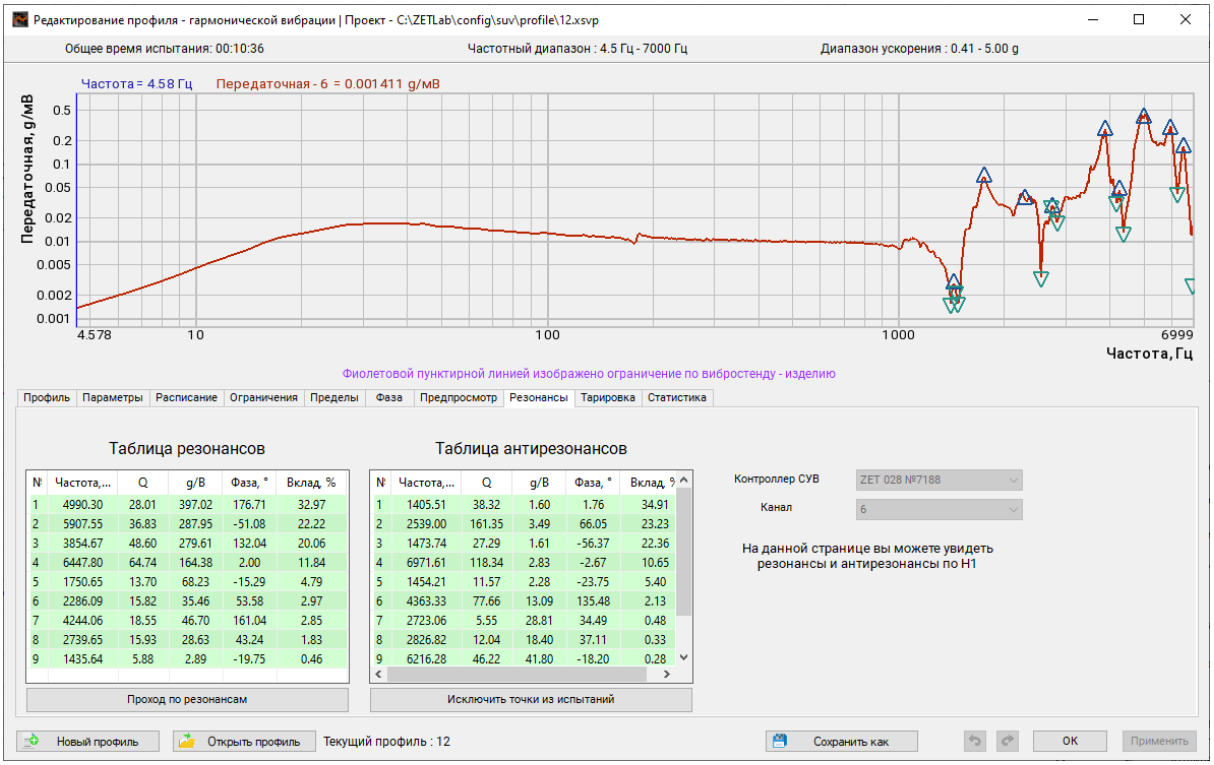


Рис. 9.14 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы»

При необходимости (для более подробного рассмотрения) масштабируйте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области (*Рис. 9.15*), при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика.

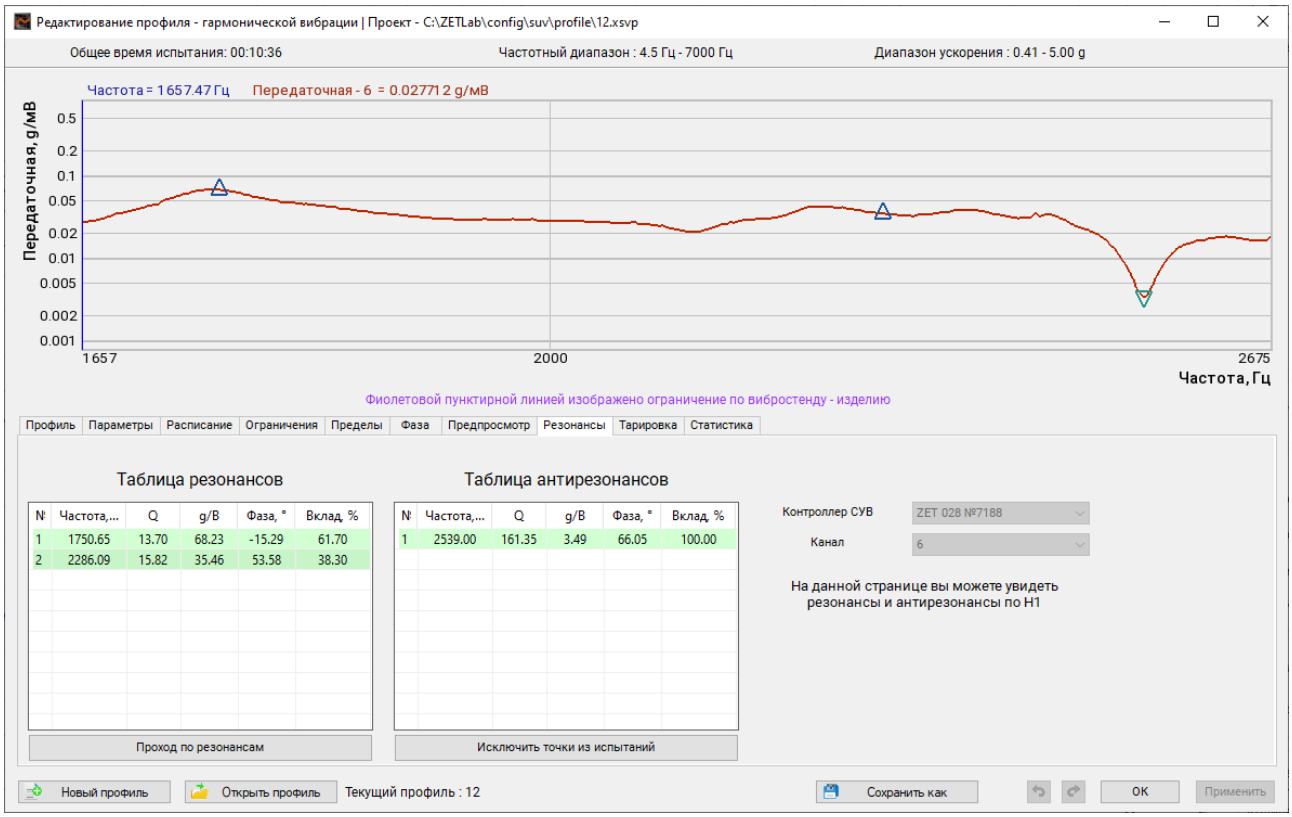


Рис. 9.15 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Резонансы», отмасштабировано

Кнопка «Проход по резонансам» позволяет построить профиль с удержанием частот на резонансах указанных в таблице резонансов.

Примечание: *при необходимости построенный автоматически профиль с удержанием частот на резонансах вы можете отредактировать вручную, исключив «лишние» граничные точки.*

9.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Тарировка»

Тарировка предназначена для контроля за линейностью амплитудной характеристики измерительных каналов датчиков, задействованных в СУВ, и позволяет в дополнение к предтесту определить возможный диапазон проведения испытаний и качество подготовки к ним.

Внимание! *Тарировка используется только для режимов с фиксированной частотой колебаний, либо при удержании резонансов. Информация во вкладке «Тарировка» становится доступной после проведения и сохранение результатов тарировки.*

Примечание: *другие виды использования тарировки приведены в разделе 19.2 второй части документа.*

Выполнение тарировки будет рассмотрено на примере 12 измерительных каналов, регистрирующих сигналы от акселерометров, установленных на расширительном столе вибростенда и измерительного канала регистрирующего величину тока виброустановки. Подразумевается, что параметры измерительных каналов датчиков настроены согласно разделу 7, предтест пройден согласно разделу 8 и в качестве измерительных канала обратной связи (статус «Контроль») выбран один из измерительных каналов акселерометра, а остальным измерительным каналам назначен статус «Слежение» (*Рис. 9.16*).

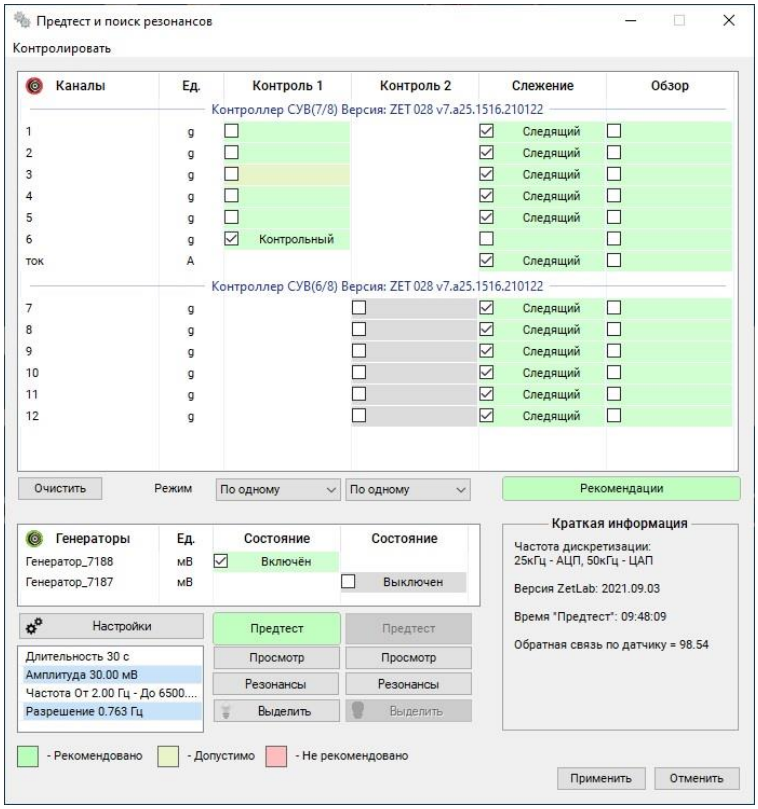


Рис. 9.16 Окно «Предтест и поиск резонансов»

Для выполнения тарировки необходимо построить профиль с необходимой амплитудой на фиксированной частоте и с временем на профиле не более 10 секунд при времени выхода 60 секунд, после чего провести испытания на этом профиле и сохранить результат.

Примечание: *как правило амплитуда тарировки определяется максимальной амплитудой профиля планируемых виброиспытаний*

Примечание: *фиксированную частоту для профиля тарировки рекомендуется выбирать из области профиля планируемых виброиспытаний, в которой усилитель вибростенда работает с максимальными нагрузками, при этом следует избегать выбора частоты тарировки близкой к частотам резонансов и антирезонансов*

Для построения профиля тарировки из окна программы «Гармоническая вибрация» следует ☝ активировать окно «Редактирование профиля» и во вкладке «Профиль» (*Рис. 9.17*) оставив всего одну строку в графе таблицы установить необходимые значения частоты и амплитуды (в примере 160 Гц, 10 g). Параметр тип развертки следует установить в значение «Фикс.», а параметр «Длительность» - не более 10 сек.

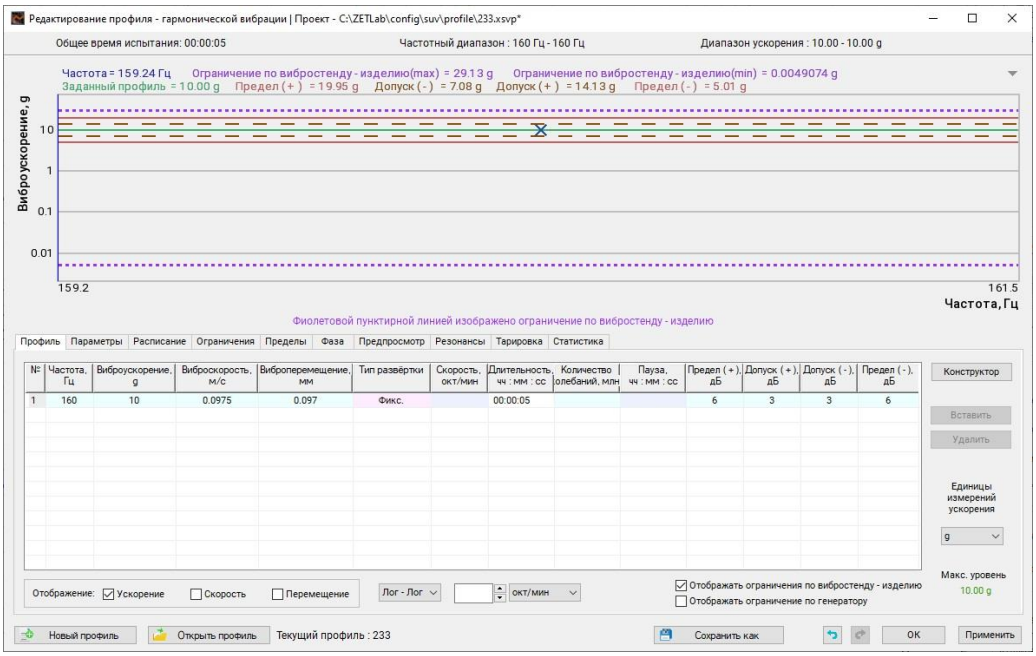


Рис. 9.17 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Во вкладке «Параметры» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.18*) следует выбрать для параметра «Тип выхода на режим» значение «Лин.», а для параметра «Время выхода на режим» значение 60 сек, а также установить ограничение по напряжению генератора (*Рис. 9.19*).

Примечание: *рекомендуется немного увеличивать вручную значение напряжения генератора, относительно рассчитанного в автоматическом режиме*

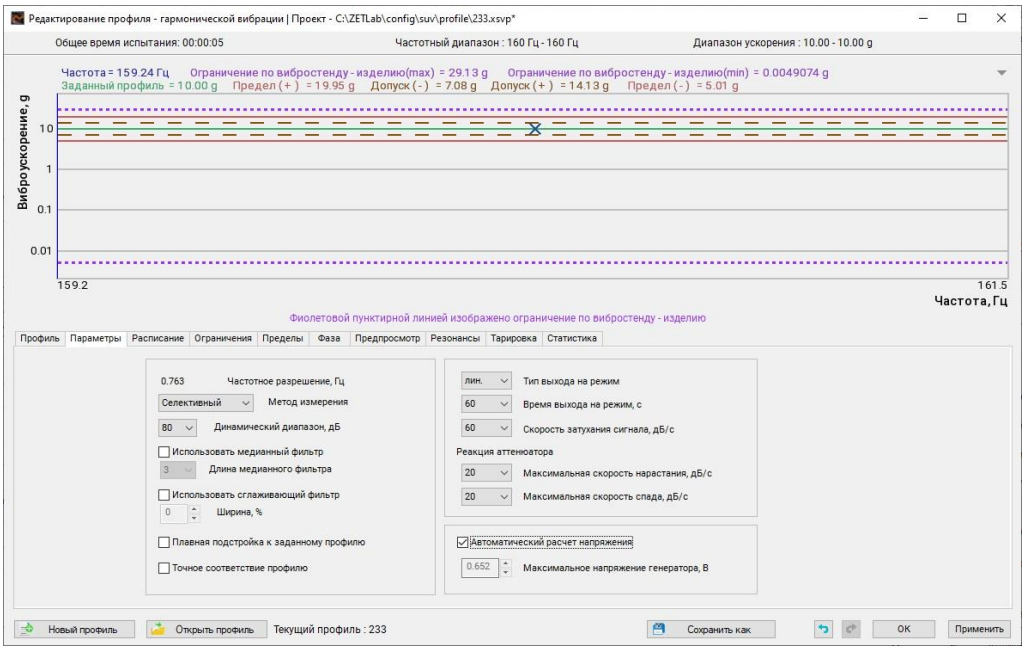


Рис. 9.18 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

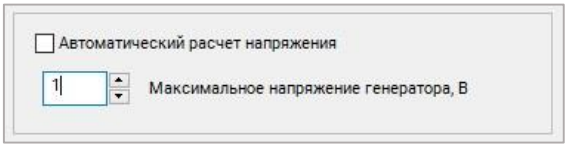


Рис. 9.19 Область установки ограничения канала управления

Используя информацию во вкладке «Резонансы» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.20*) убедиться в отсутствии резонансов и антирезонансов на частоте проведения тарировки (в примере 160 Гц).

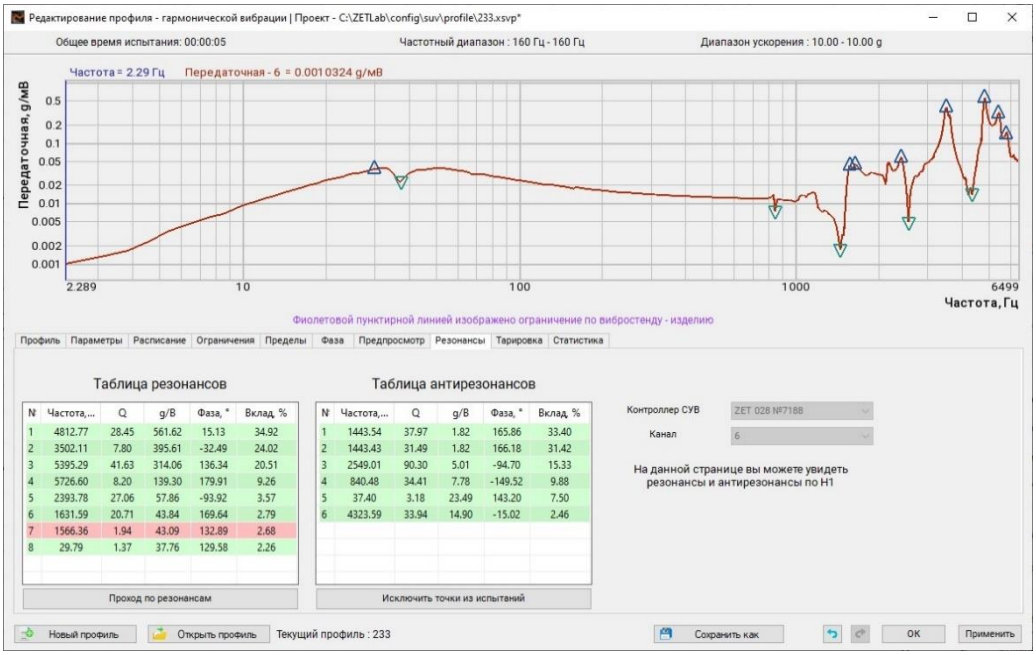


Рис. 9.20 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Профиль»

Используя информацию во вкладке «Статистика» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.21*) убедиться в отсутствии ограничений параметров.

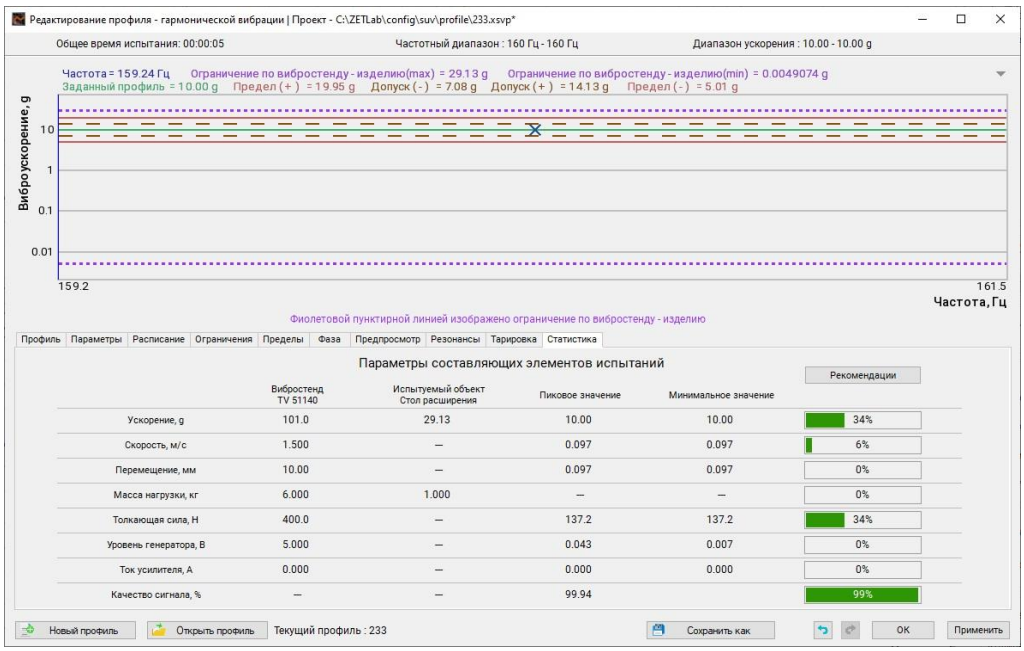


Рис. 9.21 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Статистика»

В окне программы «Редактирование профиля» ☝ активировать кнопку «ОК», после чего оно будет закрыто и программа «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.21*) будет подготовлена к выполнению тарировки.

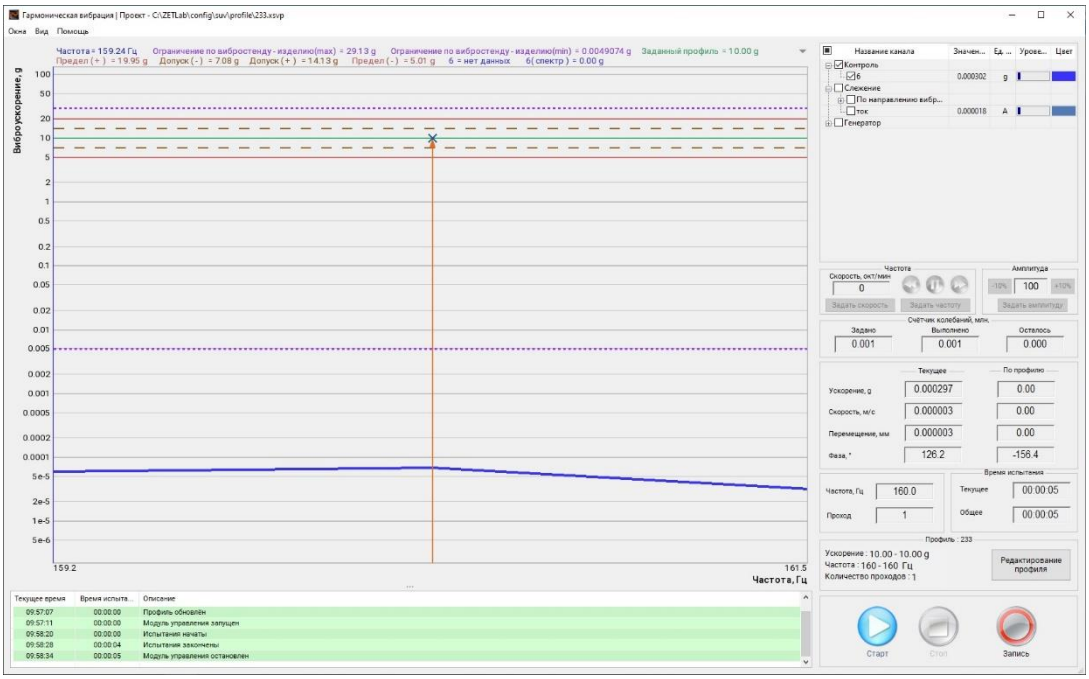


Рис. 9.22 Окно «Гармоническая вибрация»

Этап проведения тарировки заключается в выполнении подготовленного профиля (активация кнопки «Старт» в окне программы «Гармоническая вибрация»).

Тарировка производится во время выхода на режим (в течении 60 секунд). В момент линейного подъема уровня амплитуды вибрации регистрируются графики амплитуд отклика по измерительным каналам со статусом «Слежение» относительно измерительного канала со статусом «Контроль».

Для просмотра результатов тарировки в окне «Гармоническая вибрация» в разделе «Окна» (*Рис. 9.23*) следует выбрать «Тарировка» при этом будет открыто соответствующее окно (*Рис. 9.24*).

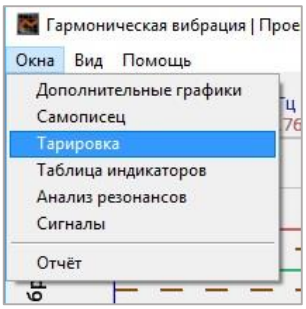


Рис. 9.23 Окно «Гармоническая вибрация», раздел «Окна»

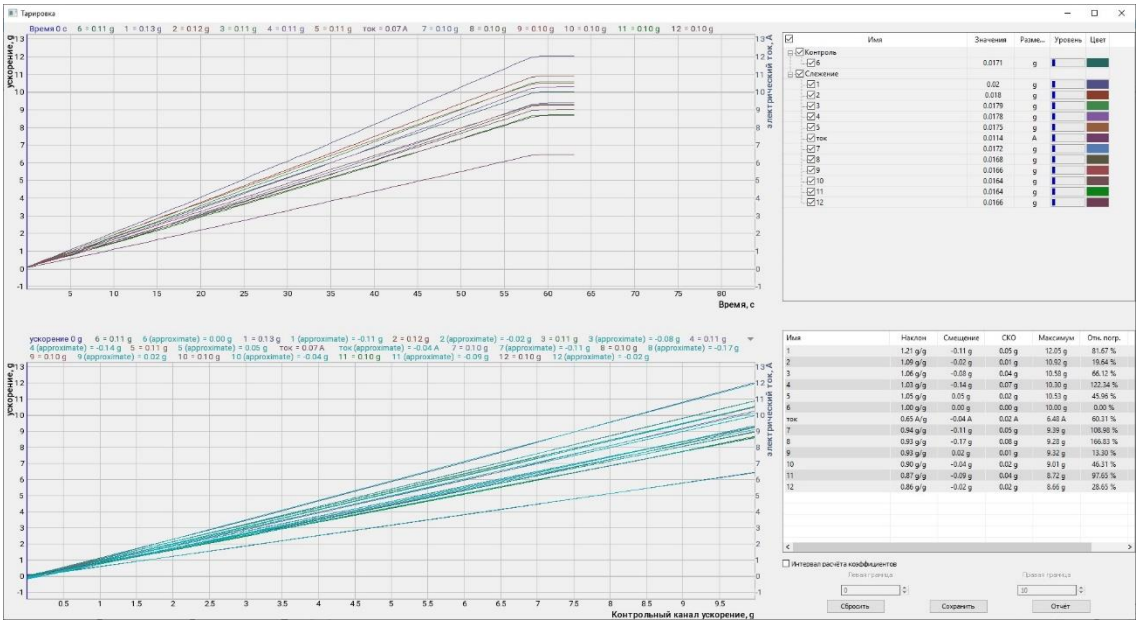


Рис. 9.24 Окно «Тарировка»

Чек боксы в области списка измерительных каналов позволяют отключать и включать визуализацию соответствующих каналам графиков (*Рис. 9.25*).

В окне «Тарировка» следует скорректировать диапазон тарировки (*Рис. 9.25*), исключив из него область малых амплитуд (в примере до 1 g), для этого следует ☝ активировать параметр «Интервал расчета коэффициентов» и ввести соответствующее числовое значение.

Примечание: *рекомендуется исключать из диапазона тарировки область малых амплитуд из-за возможного влияния шумов на результат тарировки.*

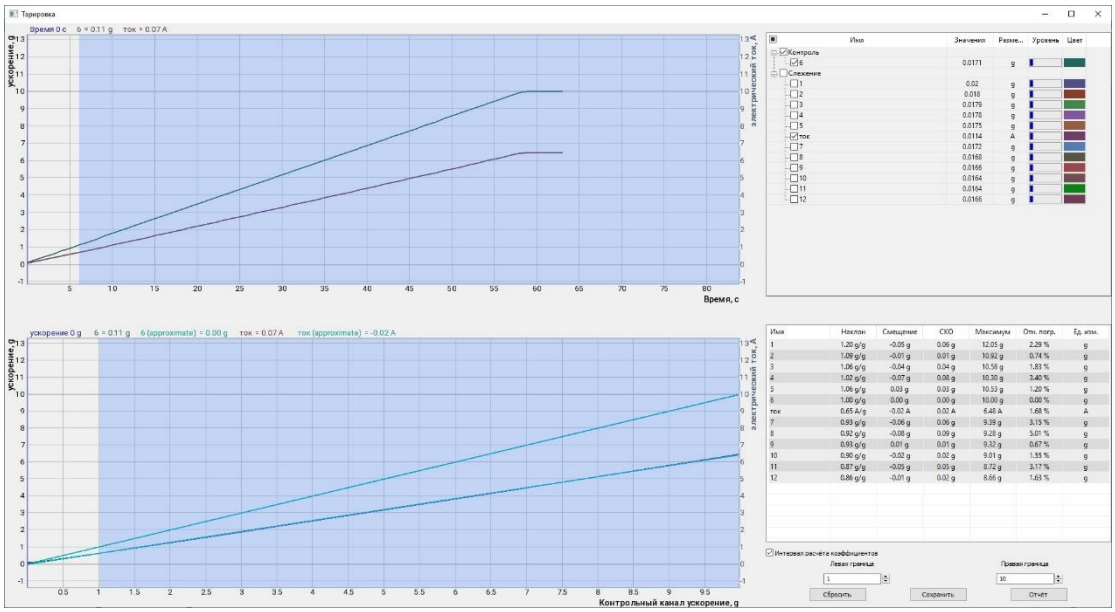


Рис. 9.25 Окно «Тарировка» с коррекцией диапазона

Чек боксы в области списка измерительных каналов позволяют отключать и включать визуализацию соответствующих каналам графиков.

В области числовых значений выводятся (рассчитанные по результатам тарировки) статистические данные, по которым можно определить какие значения ускорений будут регистрироваться акселерометрами в процессе проведения испытаний, какова линейность амплитудной характеристики акселерометров друг относительно друга и относительно канала тока итп.

Для сохранения результатов в окне «Тарировка» следует активировать кнопку «Сохранить», после чего зарегистрированная информация станет доступна во вкладке «Тарировка» окна «Редактирование профиля» (*Рис. 9.26*).

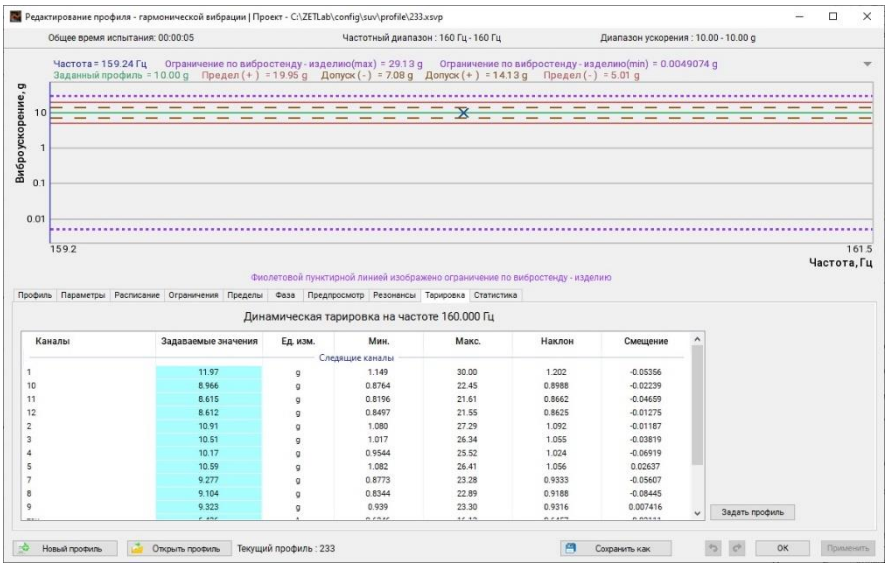


Рис. 9.26 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Тарировка»

9.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании заданных значений для параметров профиля испытаний, предоставляя пользователю возможность оценить степень загруженности вибростенда при проведении виброиспытаний (*Рис. 9.27*).

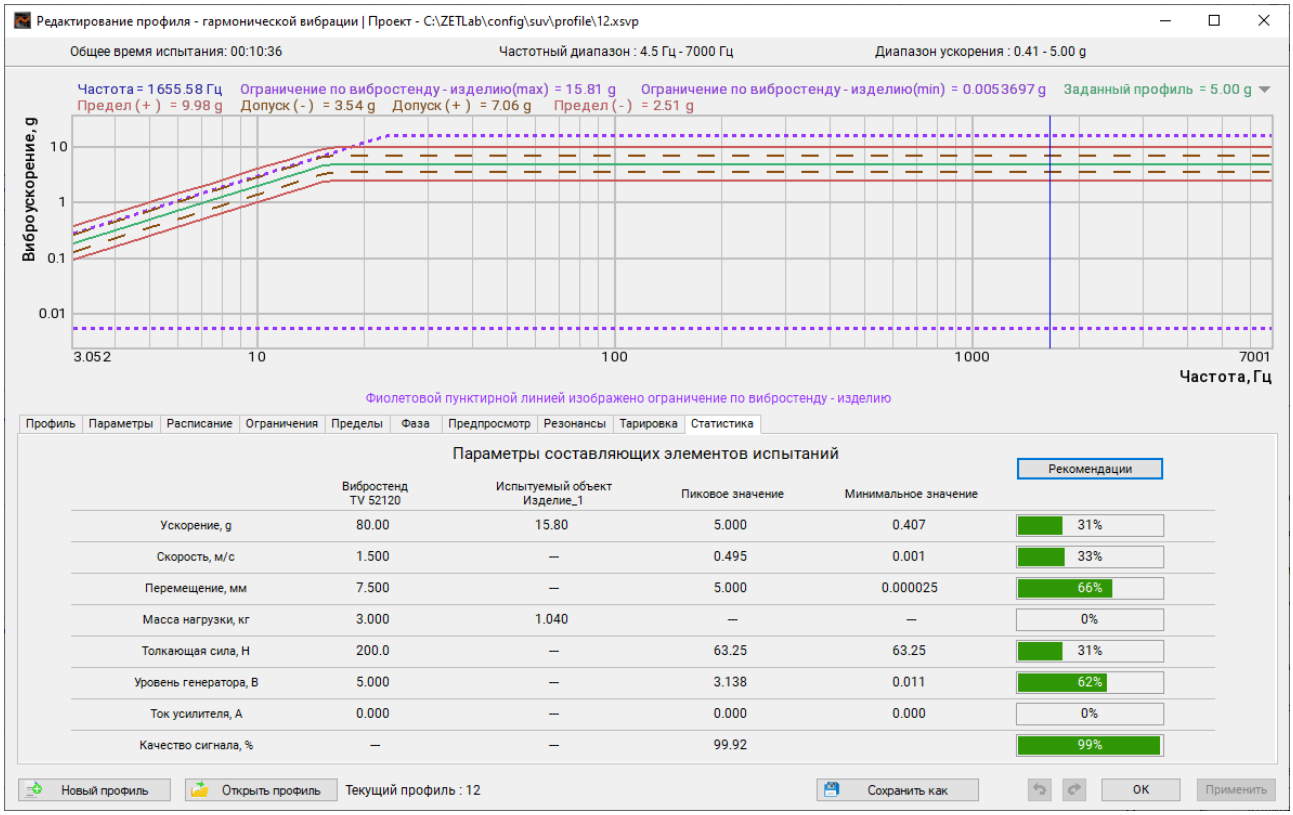


Рис. 9.27 Окно «Редактирование профиля», вкладка «Статистика»

Примечание: *предельное ускорение вибростенда ограничивается суммой масс установленной оснастки и изделия. Значение предела для ускорения приводится в графе «Испытуемый объект».*

Примечание: *в режиме удержания резонанса по фазе программное обеспечение увеличивает предел регистрируемых ускорений на величину добротности резонанса. Например, если виброустановка (при указанной степени загрузки) позволяет выдавать ускорение 35g, то при удержании резонанса (с добротностью 40) предельное значение ускорения будет увеличено до уровня 35*40=1400g.*

9.12 Сохранение и загрузка профилей испытаний

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации», необходимо ☝ активировать кнопку «Применить».

В окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытания необходимо в окне программы «Редактирование профиля - гармонической вибрации» ☝ активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 9.28*).

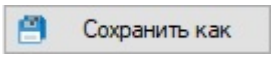


Рис. 9.28 Панель для сохранения профиля испытаний

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 9.29*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего ☝ активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «Редактирование профиля - гармонической вибрации».*

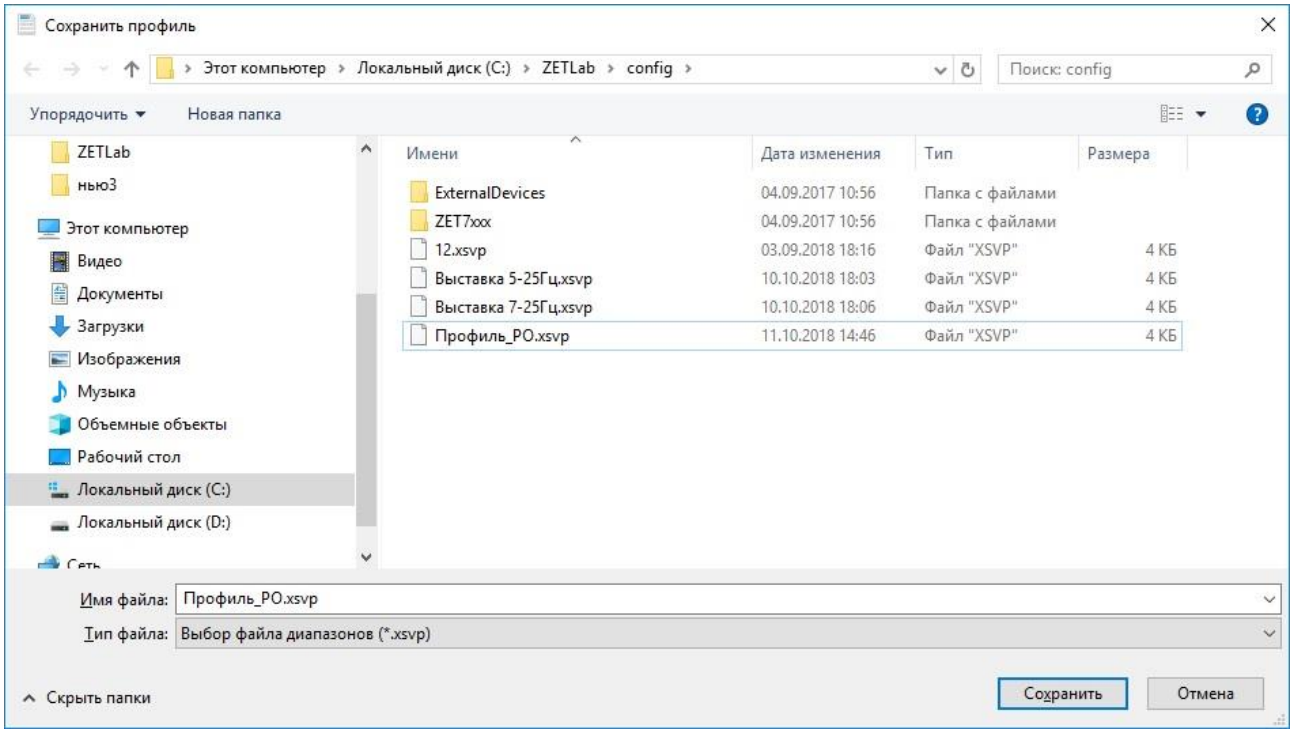


Рис. 9.29 Окно «Сохранить профиль»

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо ☝ активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 9.30*).

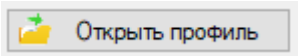


Рис. 9.30 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 9.31*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и ☝ активировать кнопку *«Открыть»*.

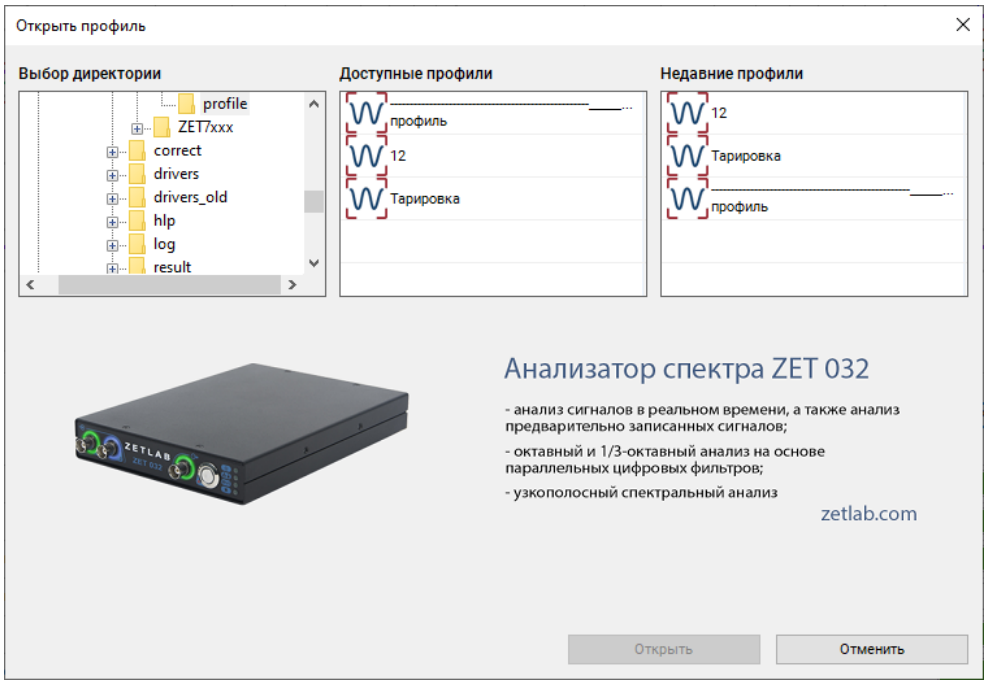


Рис. 9.31 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 9.32*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).

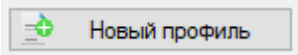


Рис. 9.32 Панель для создания нового профиля

9.13 Проведение испытаний

Проведение испытаний выполняется с помощью программы «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.33*).

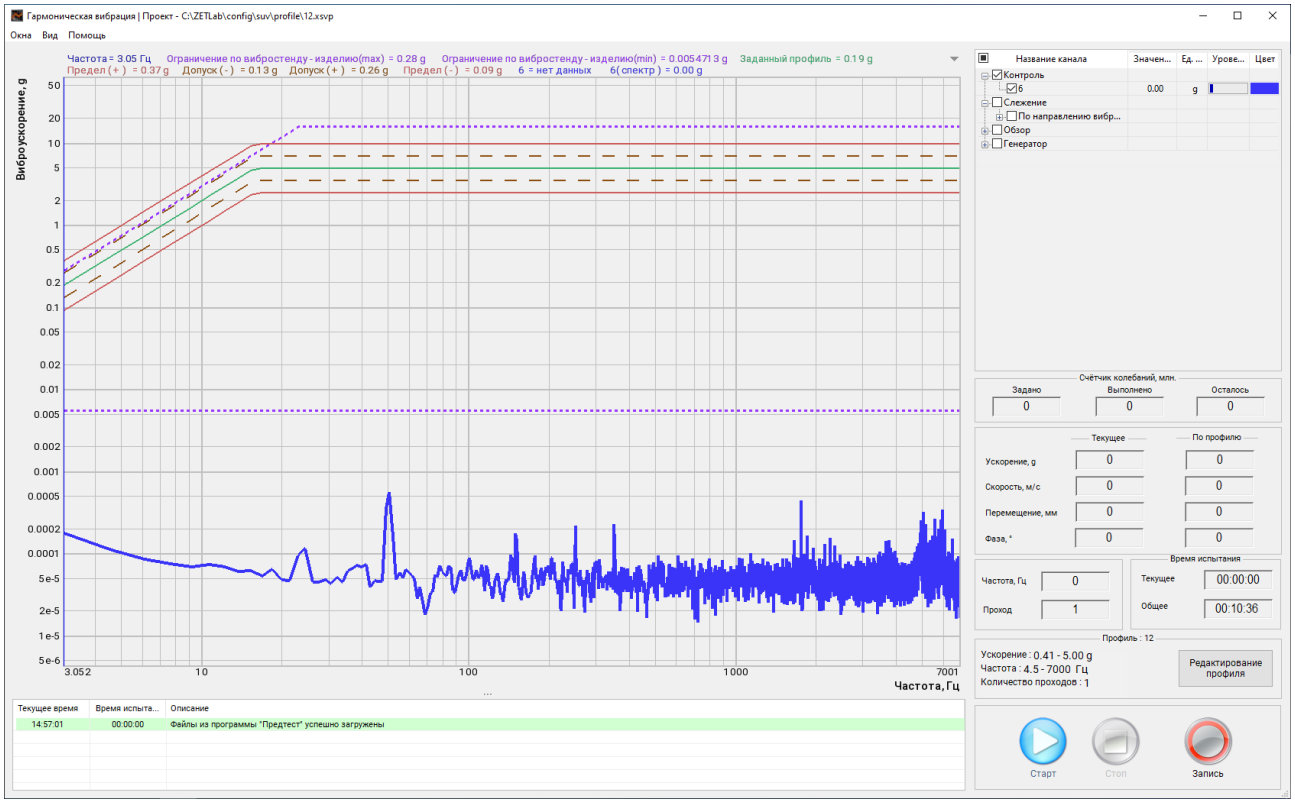


Рис. 9.33 Окно программы «Гармоническая вибрация»

Наибольшая часть окна программы «Гармоническая вибрация» отведена под область графиков с координатной сеткой в которой отображаются: график выбранного профиля испытаний (зеленого цвета), линии допусков (штриховые красного цвета), пределов (сплошные красного цвета) и график спектра уровня шумов (синего цвета), регистрируемых по каналу обратной связи. В области графиков также могут отображаться (если данный параметр активирован) нижний и верхний пределы возможных уровней профиля (пунктирная линия фиолетового цвета) и пределы (верхний и нижний) уровня по каналу управления (сплошные линии синего цвета).

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

Во время проведения испытаний (*Рис. 9.34*) в областях графиков и регистрируемых значений отображаются регистрируемые значения как по всем доступным измерительным каналам СУВ, так и по каналу (каналам) управления.

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

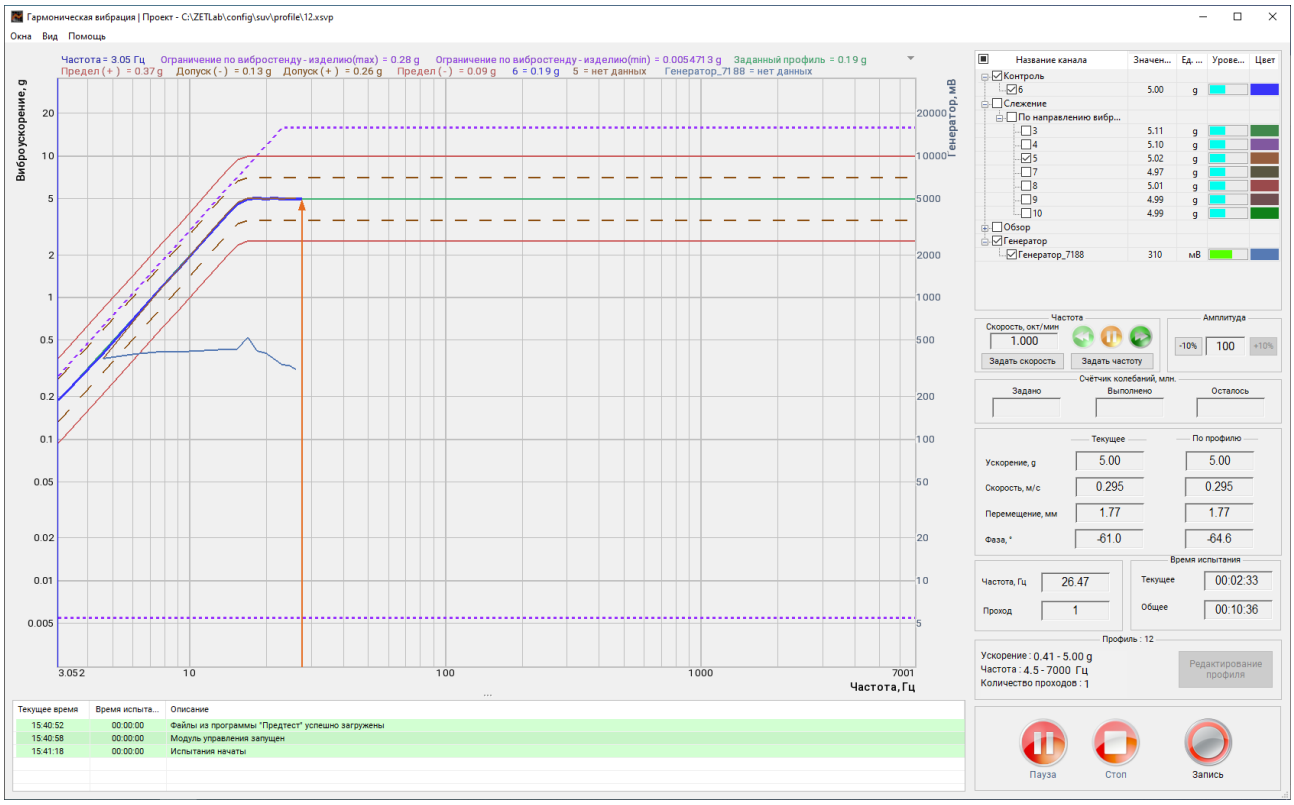


Рис. 9.34 Окно программы «Гармоническая вибрация» во время проведения испытаний

Раздел «Вид» (*Рис. 9.35*) позволяет визуализировать в области регистрируемых значений и управления поля, которые необходимы для проведения испытаний.

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

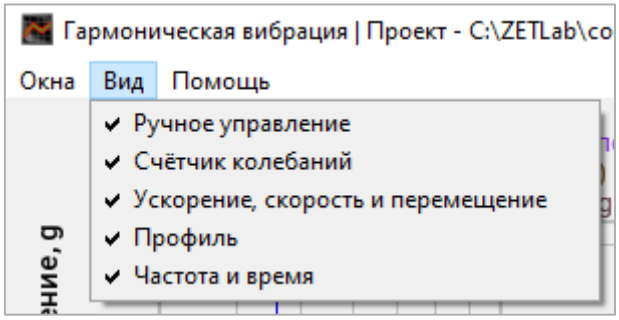


Рис. 9.35 Список раздела «Вид»

Поле «Ручное управление» (*Рис. 9.36*) предназначено для изменения во время испытания амплитуды ускорения, скорости развертки и направления прохода.

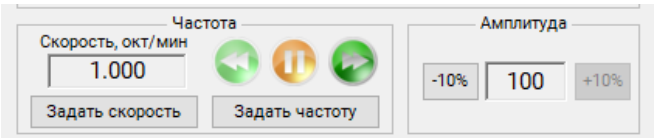


Рис. 9.36 Поле «Ручное управление»

Поле «Счетчик колебаний» (*Рис. 9.37*) используется только при испытаниях в режиме удержания частоты для контроля за количеством выполненных колебаний в процессе проведения испытаний.

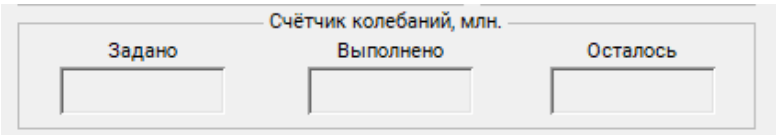


Рис. 9.37 Поле «Счетчик колебаний»

Поле «Интегральные параметры» (*Рис. 9.38*) содержит индикаторы текущего состояния параметров (ускорение, скорость, перемещение и фаза) виброиспытаний по каналу со статусом «Контроль», а также значения параметров заданные в профиле испытания.

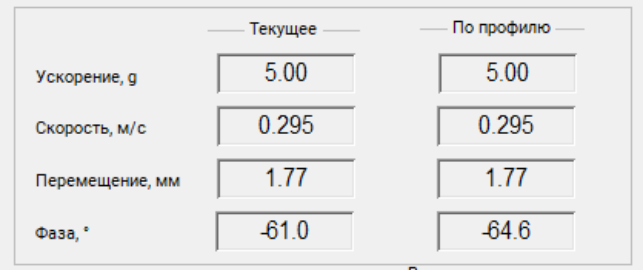


Рис. 9.38 Поле «Интегральные параметры»

Поле «Частота и время» (*Рис. 9.39*) содержит индикатор текущей частоты и счётчики времени. Счётчик «Общее время» показывает общую продолжительность виброиспытаний. Счётчик «Текущее время» показывает прошедшее с начала испытаний время.

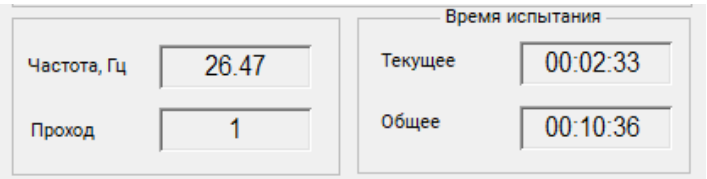


Рис. 9.39 Поле «Частота и время»

Поле «Профиль» (*Рис. 9.40*) содержит информацию о текущем профиле испытаний, а также кнопку «Редактирование профиля» для вызова соответствующего окна программы.

Примечание: *кнопка «Редактирования профиля» в момент проведения испытаний деактивируется*

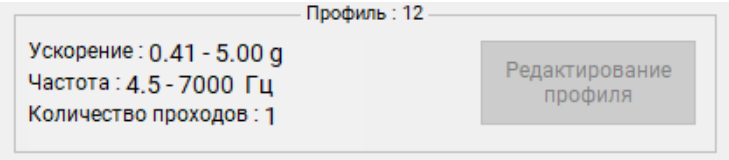


Рис. 9.40 Поле «Профиль»

В нижний части окна программы «Гармоническая вибрация» расположен журнал событий, куда сохраняется информация, связанная с работой программы, например при открытии окна «Гармоническая вибрация» (в случае если программой детектировано наличие актуальных результатов предтеста) в журнал событий выводится информация о успешной загрузке файлов предтеста (*Рис. 9.41*).

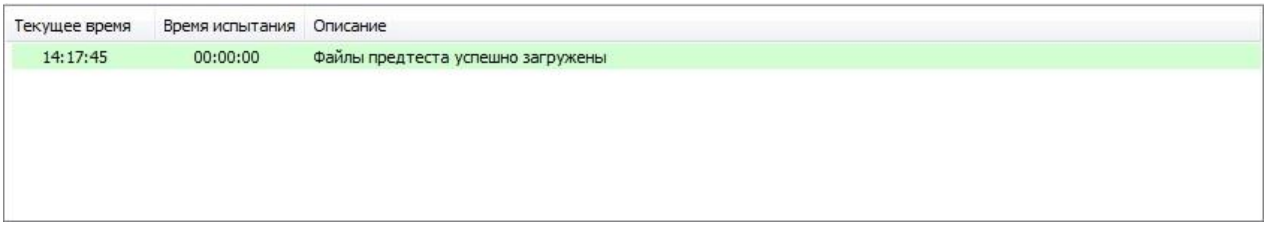


Рис. 9.41 Журнал событий программы «Гармоническая вибрация»

Управление виброиспытаниями осуществляется из панели «Управление», расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 9.42*).

Рис. 9.42 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 «Старт».

Нажатие кнопки «Запись» запускает/останавливает процесс записи электрических сигналов со всех задействованных каналов контроллера СУВ.

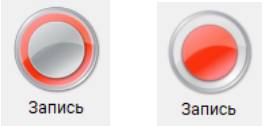


Рис. 9.43 Отключенный (слева) и включенный (справа) вид кнопки «Запись»

***Примечание**: даже при отключенном статусе кнопки «Запись» программой будет произведена запись последних 10 секунд испытаний с целью возможности диагностирования причины остановки испытаний.*

***Примечание:** просмотр записанных сигналов производится с помощью программы «ZETSignalGallery» (см. Программное обеспечение ZETLAB. Руководство оператора).*

После запуска проведения испытаний (нажатие на кнопку «Старт») программа в соответствии с установленным временем выхода на режим выводит сигнал управления на заданный по профилю уровень.

При достижении текущего уровня в 95% от заданного по профилю, программа приступает к проведению виброиспытаний по заданному профилю (*Рис. 9.44*).

Рис. 9.44 Начало виброиспытаний

Для отображения измерительного канала в области графиков следует в правой части окна программы ☝ активировать соответствующей измерительному каналу чек бокс (*Рис. 9.45*). В состав данного списка входят все доступные измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из статусов («Контроль», «Слежение», «Обзор»).

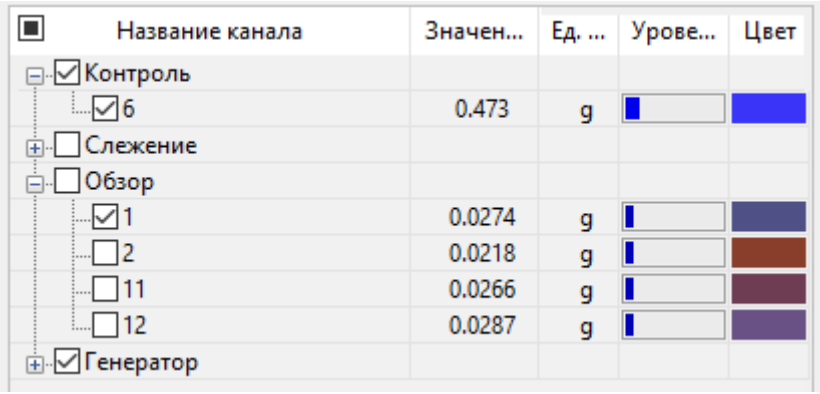


Рис. 9.45 Выбор канала для отображения на графике

Если в окне программы «Предтест и поиск резонансов» статус «Контроль» был назначен одновременно для нескольких измерительных каналов, то в списке каналов программы «Гармоническая вибрация» отобразится виртуальный измерительный канал «Общий (Средний)» или «Общий (Макс.)», рассчитанный соответственно по средним либо по максимальным значениям, регистрируемым по данным измерительным каналам (*Рис. 9.46*).

Рис. 9.46 Выбор канала для отображения на графике

Примечание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные со статусом «Контроль», меняют свой статус на «Следящие», а контрольным становится виртуальный измерительный канал, формируемый соответственно по средним или максимальным значениям.*

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) испытания будут остановлены. В журнале сообщения отобразится информация о причинах прерывания испытаний. Для возобновления виброиспытаний (после устранения причины остановки) необходимо нажать кнопку «Продолжить» (*Рис. 9.47*), при этом испытания будут продолжены с той частоты профиля, на которой они были прерваны.

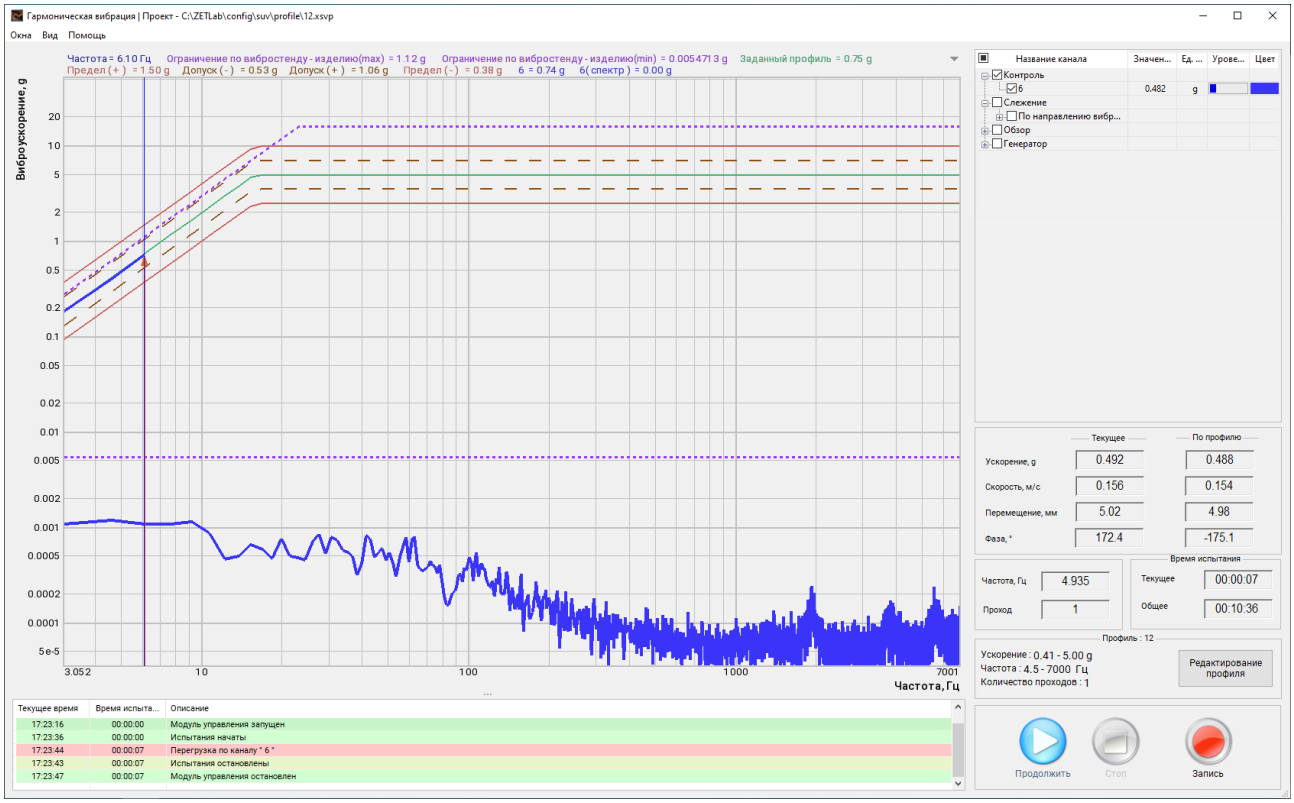


Рис. 9.47 Прерывание виброиспытаний

Помимо контроля за проведением испытаний, выполняемым в окне «Гармоническая вибрация», программное обеспечение (в режиме реального времени) предоставляет возможность всестороннего контроля за большим числом параметров регистрируемых при проведении испытаний. Для этих целей из списка раздела «Окна» (*Рис. 9.48*) следует запустить необходимые программы.

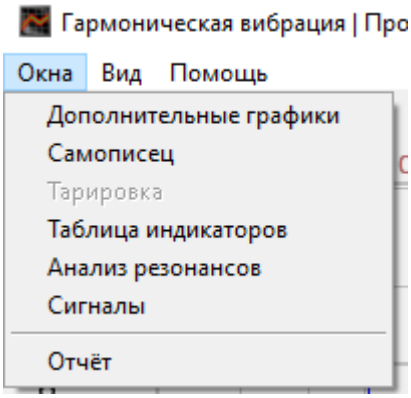


Рис. 9.48 Список программ раздела «Окна»

Окно программы «Дополнительные графики» (*Рис. 9.49*) позволяет контролировать отклонения значений параметров спектра по измерительным каналам от значений параметров спектра, сформированных по результатам предтеста.

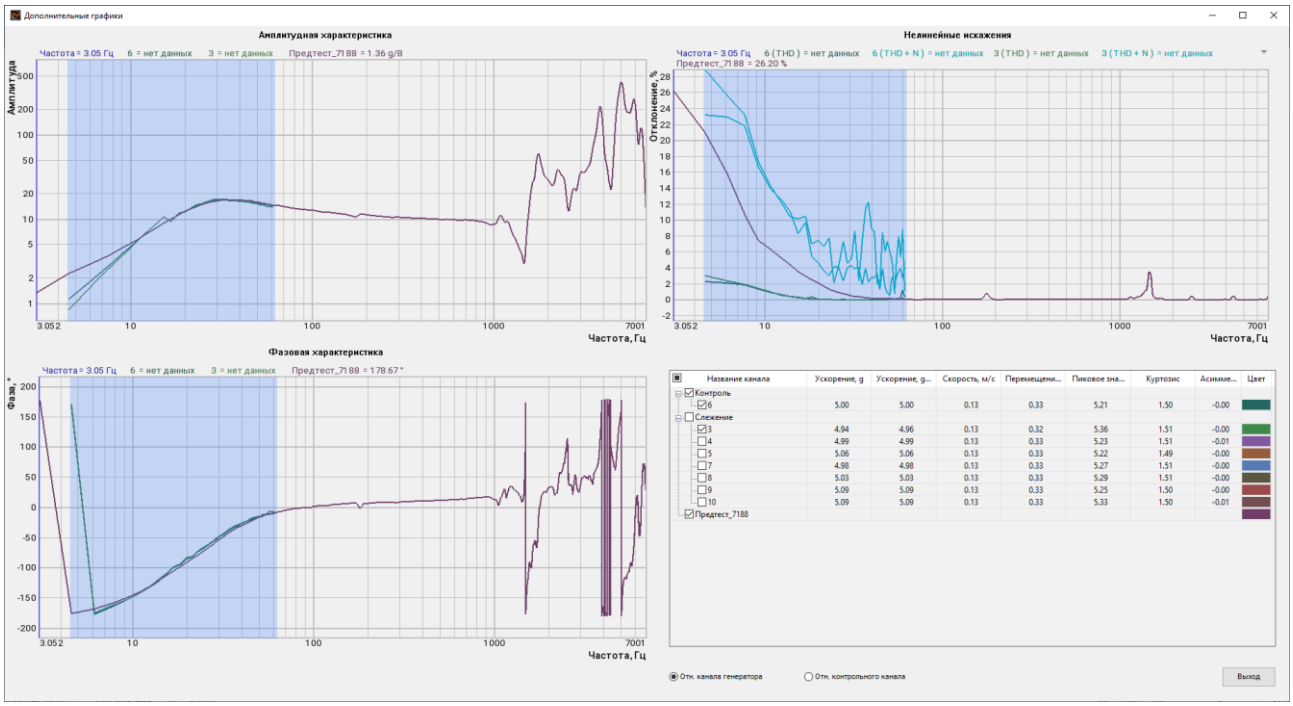


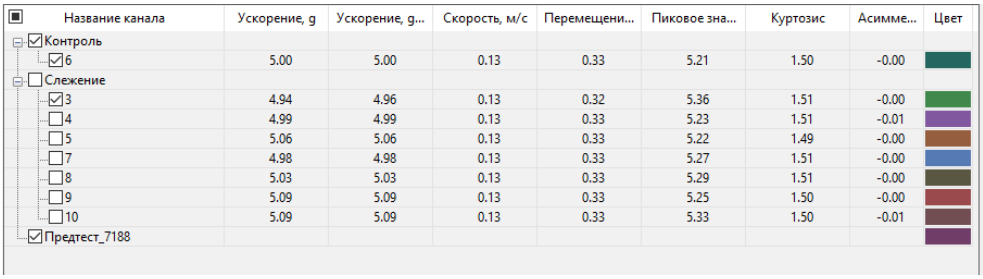
Рис. 9.49 Окно программы «Дополнительные графики»

В зависимости от выбранного параметра (*Рис. 9.50*) на графики «Амплитудная характеристика», «Фазовая характеристика» и «Нелинейные искажения» осуществляется вывод регистрируемых результатов либо относительно канала генератора, либо относительно контрольного канала.

Примечание! *при выборе «отн. контрольного канала» в поле графика «Нелинейные искажения» информация не выводится.*

Рис. 9.50 Область выбора параметра расчета

Визуализация требуемых графиков осуществляется путем активации (отметки идентификаторов) соответствующих каналов в поле «Название канала» области числовых значений окна «Дополнительные графики» (*Рис. 9.51*).



Название канала	Ускорение, g	Ускорение, g...	Скорость, м/с	Перемещени...	Пиковое зна...	Куртозис	Асимме...	Цвет
Контроль								
6	5.00	5.00	0.13	0.33	5.21	1.50	-0.00	
Слежение								
3	4.94	4.96	0.13	0.32	5.36	1.51	-0.00	
4	4.99	4.99	0.13	0.33	5.23	1.51	-0.01	
5	5.06	5.06	0.13	0.33	5.22	1.49	-0.00	
7	4.98	4.98	0.13	0.33	5.27	1.51	-0.00	
8	5.03	5.03	0.13	0.33	5.29	1.51	-0.00	
9	5.09	5.09	0.13	0.33	5.25	1.50	-0.00	
10	5.09	5.09	0.13	0.33	5.33	1.50	-0.01	
Предтест_7188								

Рис. 9.51 Область числовых значений окна «Дополнительные графики»

Окно программы «Самописец» (*Рис. 9.52*) отображает информацию о временной реализации параметров регистрируемых в ходе проведения испытаний.

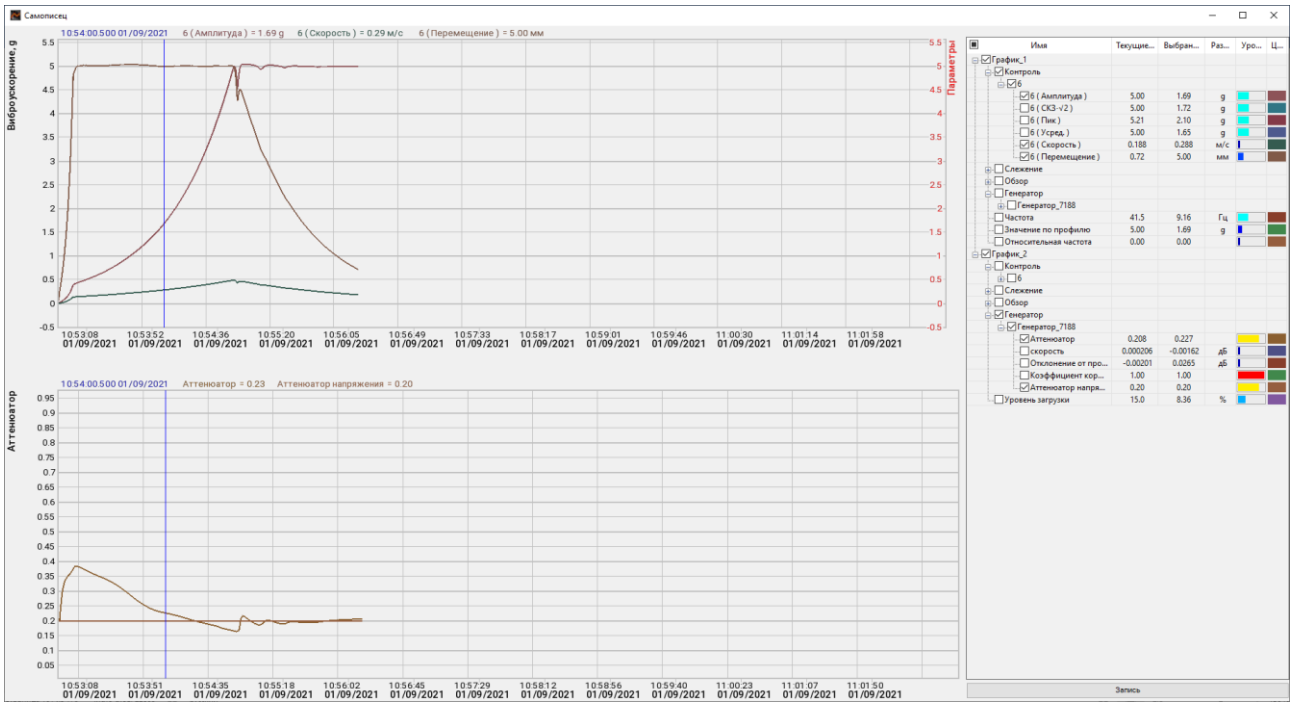
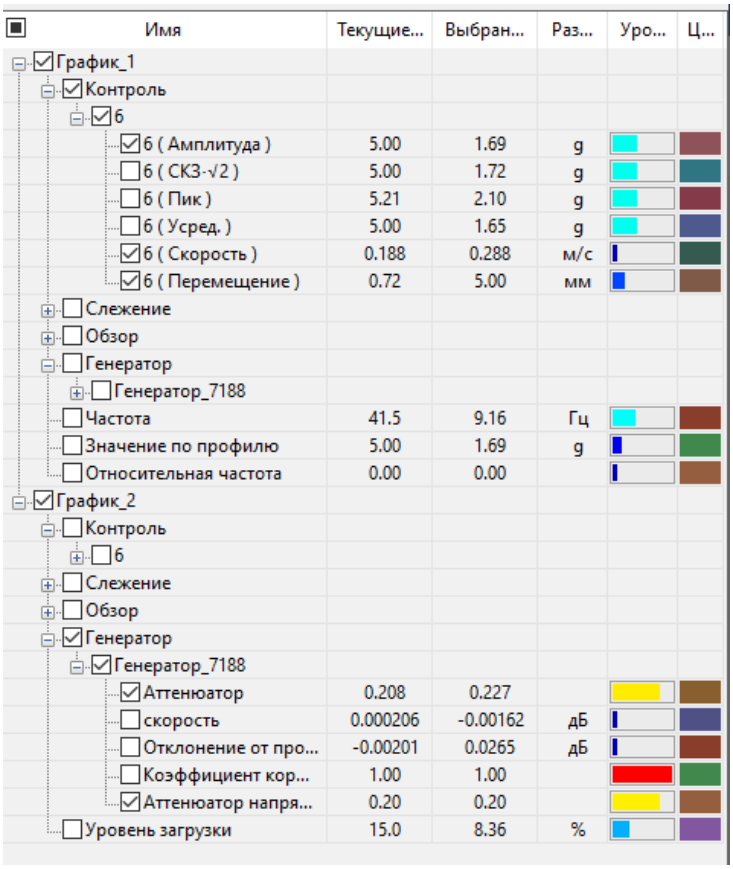


Рис. 9.52 Окно программы «Самописец»

В области числовых значений окна программы «Самописец» (*Рис. 9.53*) приведено дерево списка идентификаторов измерительных каналов и параметров, для которых можно визуализировать графики.



Имя	Текущие...	Выбран...	Раз...	Уро...	Ц...
График_1					
Контроль					
6					
6 (Амплитуда)	5.00	1.69	g		
6 (СКЗ-√2)	5.00	1.72	g		
6 (Пик)	5.21	2.10	g		
6 (Усред.)	5.00	1.65	g		
6 (Скорость)	0.188	0.288	м/с		
6 (Перемещение)	0.72	5.00	мм		
Слежение					
Обзор					
Генератор					
Генератор_7188					
Частота	41.5	9.16	Гц		
Значение по профилю	5.00	1.69	g		
Относительная частота	0.00	0.00			
График_2					
Контроль					
6					
Слежение					
Обзор					
Генератор					
Генератор_7188					
Аттенюатор	0.208	0.227			
скорость	0.000206	-0.00162	дБ		
Отклонение от про...	-0.00201	0.0265	дБ		
Коэффициент кор...	1.00	1.00			
Аттенюатор напря...	0.20	0.20			
Уровень загрузки	15.0	8.36	%		

Рис. 9.53 Область числовых значений окна «Дополнительные графики»

Визуализация требуемых графиков осуществляется путем активации (отметки идентификаторов) соответствующих каналов в поле «Имя» области числовых значений окна «Самописец».

Цвет графика можно изменить, активировав параметр «Цвет» в строке соответствующего графика.

Для сохранения графиков самописца необходимо ☝ активировать кнопку «Запись», расположенную в правом нижнем углу окна «Самописец», после чего будет открыто окно для выбора директории сохранения и указания названия для сохраняемого файла.

При сохранении формируется сразу два файле (с присоединением индексов «_1» и «_2» к заданному наименованию): один для верхних графиков самописца, второй для нижних графиков. В файлах сохраняется информация по всем графикам самописца, не зависимо от визуализации их в окне программы «Самописец» на момент сохранения.

Сохраненную в файлах информацию можно просматривать с помощью программы «Просмотр результатов» из состава ПО ZETLAB.

Окно программы «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.54*) обеспечивает удобную визуализацию числовых значений, выбранных по желанию оператора, которые подлежат контролю в ходе проведения виброиспытаний.

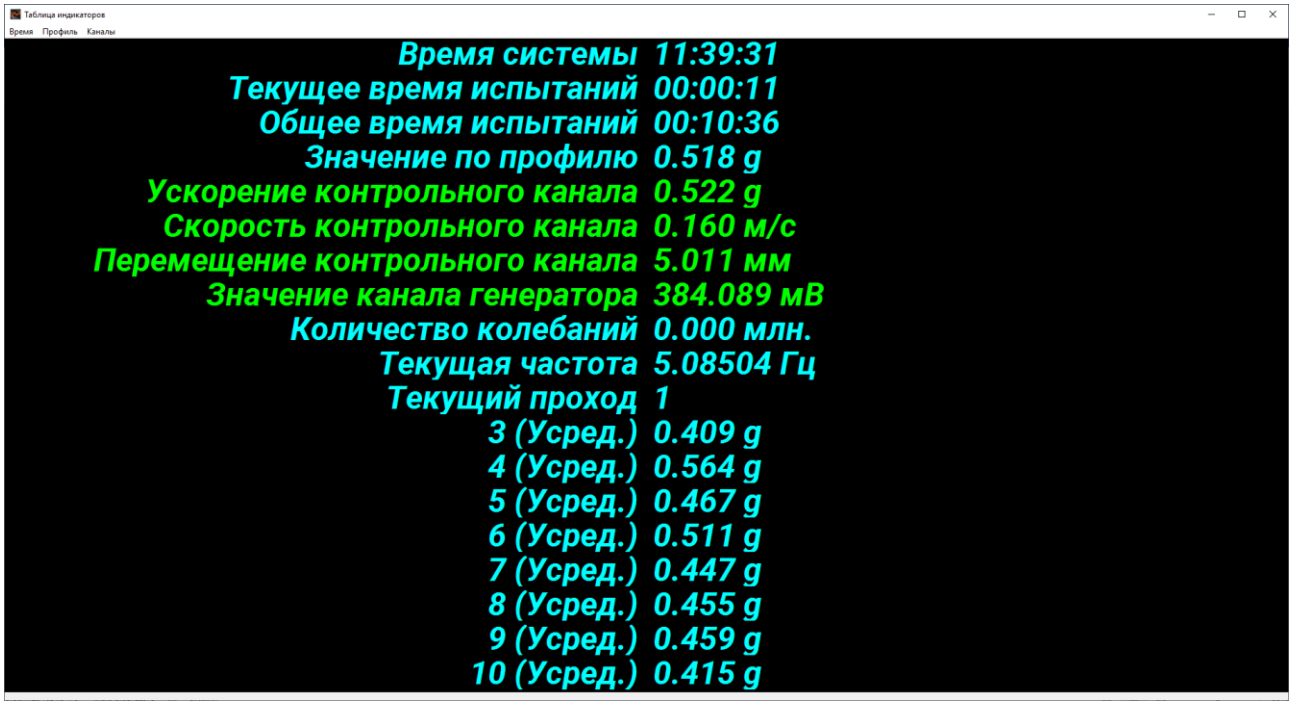


Рис. 9.54 Окно программы «Таблица индикаторов»

Визуализация необходимых параметров выполняется через списки разделов «Время» «Профиль» и «Каналы» окна «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.54*).

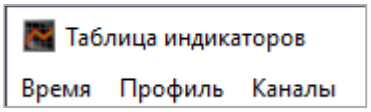


Рис. 9.55 Разделы окна «Таблица индикаторов»

В примере (*Рис. 9.56*) приведен список доступных для визуализации значений для измерительного канала с идентификатором (наименованием канала) «3».

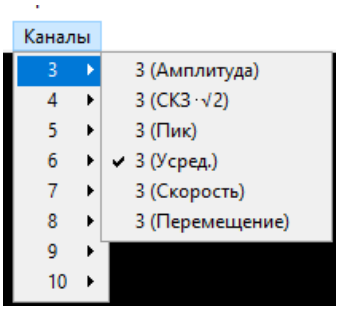


Рис. 9.56 Пример списка «Каналы»

Окно программы «Анализ резонансов» (*Рис. 9.57*) служит для отображения информации о резонансах и антирезонансах.

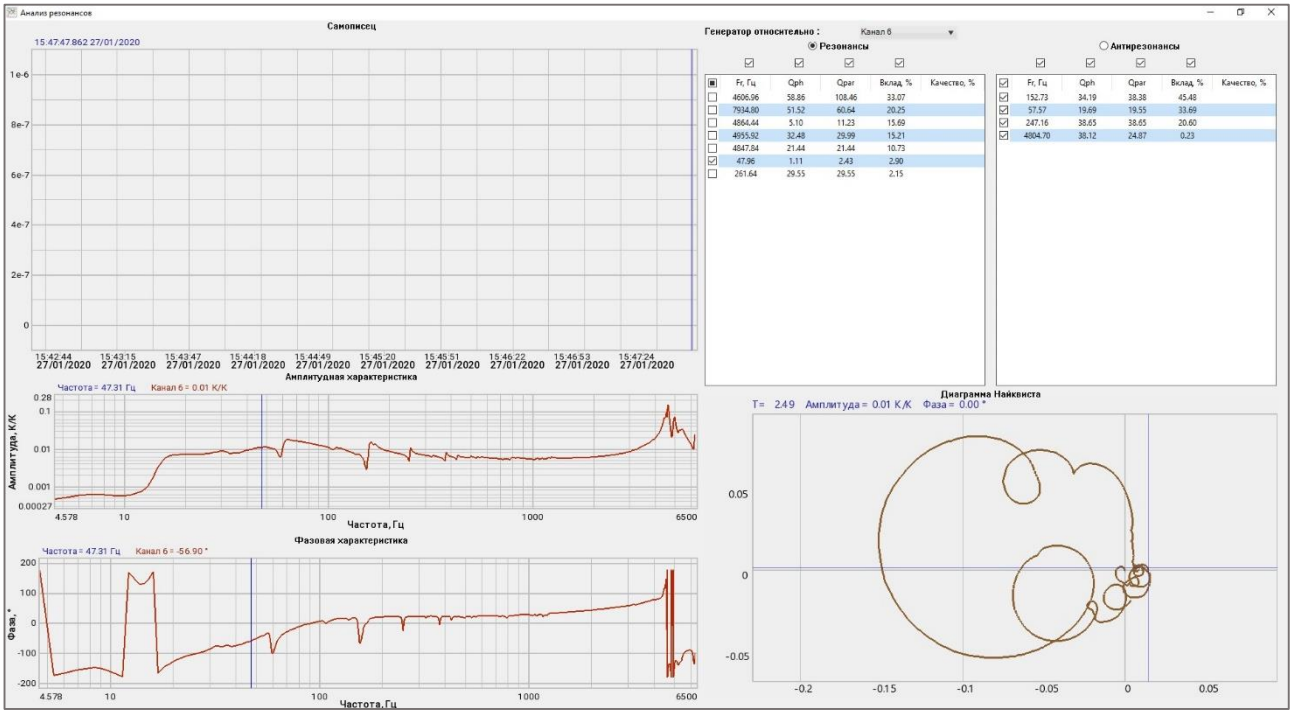


Рис. 9.57 Окно программы «Анализ резонансов»

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

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту* **info@zetlab.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 «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. 9.58*).

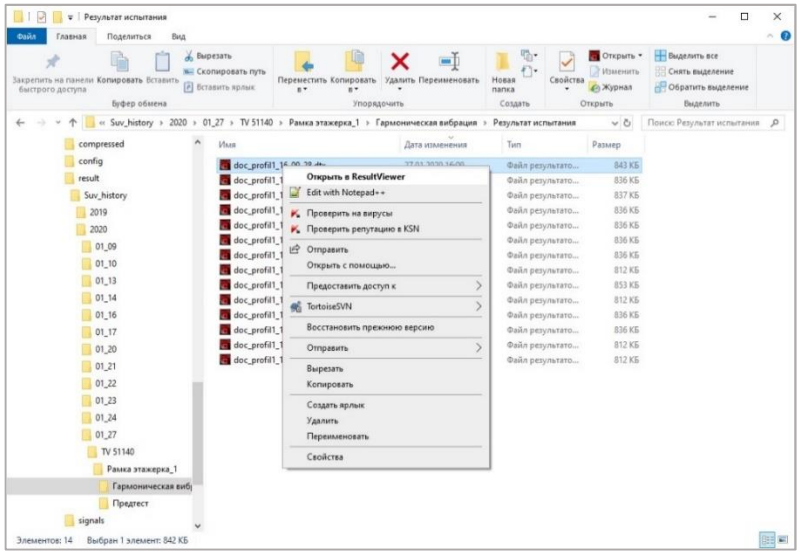


Рис. 9.58 Папка с отчетами

В программе «Просмотр результатов» на вкладке «График» отобразится графическая часть отчета по выполненному испытанию (*Рис. 9.59*).

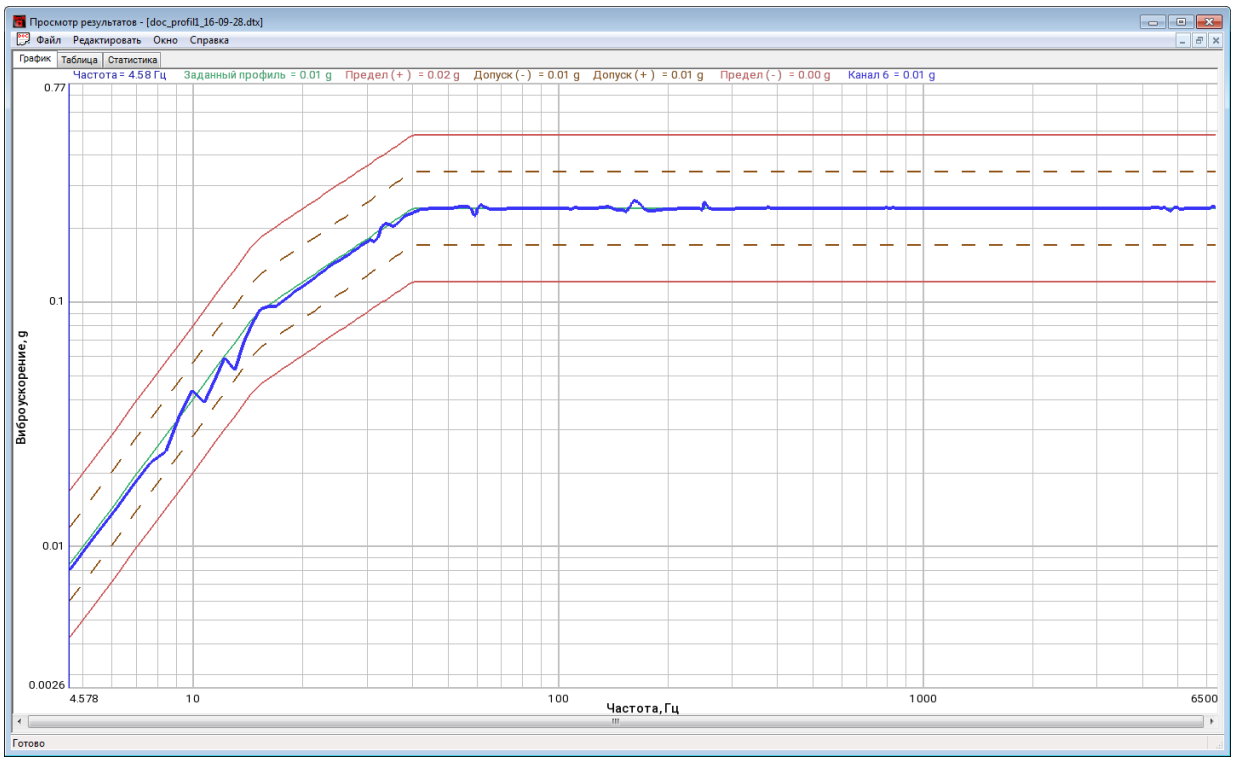
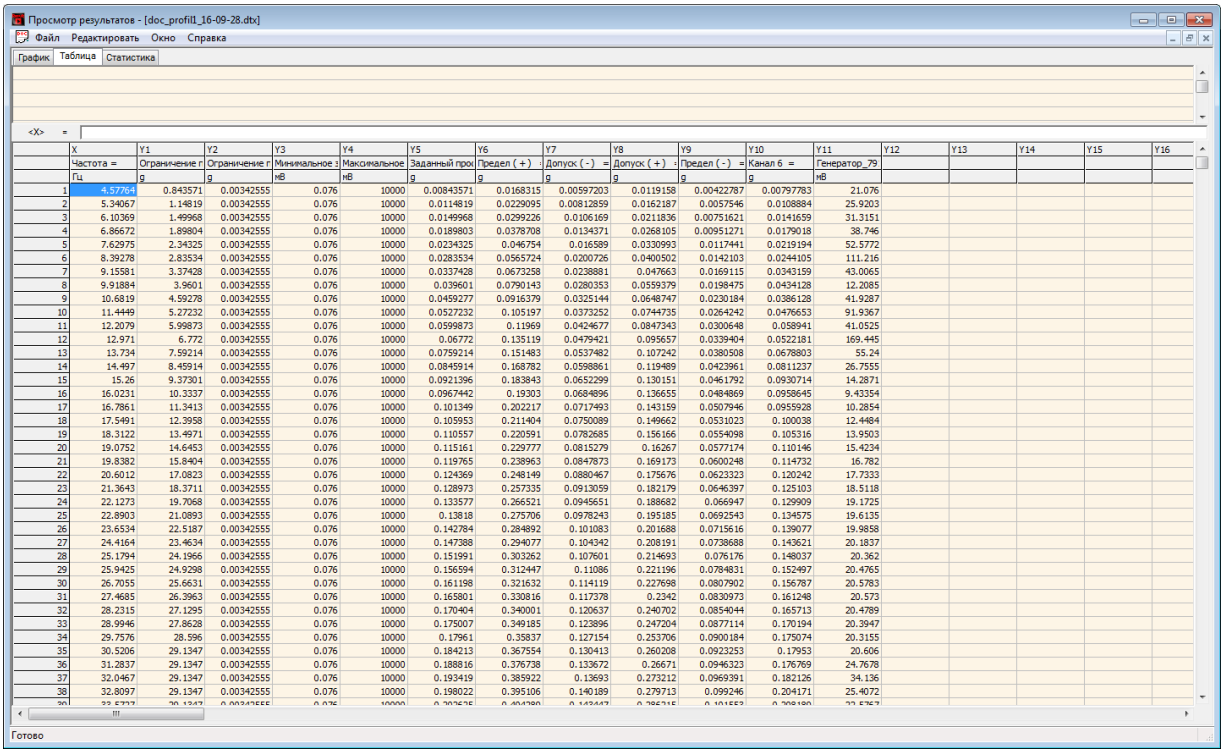


Рис. 9.59 Пример отчета виброиспытаний

Для просмотра значений графика в табличном виде следует перейти на вкладку «Таблица» (*Рис. 9.60*).



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16
	Частота =	Ограничение г	Ограничение г	Минимальное з	Максимальное	Заданный про	Предел (+) =	Допуск (-) =	Допуск (+) =	Предел (-) =	Канал 6 =	Генератор_79					
	Гц	g	g	мВ	мВ	g	g	g	g	g	g	мВ					
1	4.57764	0.843571	0.00342555	0.076	10000	0.00843571	0.0168315	0.00597203	0.0119158	0.00422787	0.00797783	21.076					
2	5.34067	1.14819	0.00342555	0.076	10000	0.0114819	0.0229095	0.00812859	0.0162187	0.0057546	0.0108884	25.9203					
3	6.10369	1.49968	0.00342555	0.076	10000	0.0149968	0.0299226	0.0106169	0.0211836	0.00751621	0.0141659	31.3151					
4	6.86672	1.89804	0.00342555	0.076	10000	0.0189803	0.0378708	0.0134371	0.0268105	0.00951271	0.0179018	38.746					
5	7.62975	2.34325	0.00342555	0.076	10000	0.0234325	0.046754	0.016589	0.0330993	0.0117441	0.0219194	52.5772					
6	8.39278	2.83534	0.00342555	0.076	10000	0.0283534	0.0565724	0.0200726	0.0400502	0.0142103	0.0244105	111.216					
7	9.15581	3.37428	0.00342555	0.076	10000	0.0337428	0.0673258	0.0238881	0.047663	0.0169115	0.0343159	43.0065					
8	9.91884	3.9601	0.00342555	0.076	10000	0.039601	0.0790143	0.0280353	0.0559379	0.0198475	0.0434128	12.2085					
9	10.6819	4.59278	0.00342555	0.076	10000	0.0459277	0.0916379	0.0325144	0.0648747	0.0230184	0.0386128	41.9287					
10	11.4449	5.27232	0.00342555	0.076	10000	0.0527232	0.105197	0.0373252	0.0744735	0.0264242	0.0476653	91.9367					
11	12.2079	5.99873	0.00342555	0.076	10000	0.0599873	0.11969	0.0424677	0.0847343	0.0300648	0.058941	41.0525					
12	12.971	6.772	0.00342555	0.076	10000	0.06772	0.135119	0.0479421	0.095657	0.0339404	0.0522181	169.445					
13	13.734	7.59214	0.00342555	0.076	10000	0.0759214	0.151483	0.0537482	0.107242	0.0380508	0.0678803	55.24					
14	14.497	8.45914	0.00342555	0.076	10000	0.0845914	0.168782	0.0598861	0.119489	0.0423961	0.0811237	26.7555					
15	15.26	9.37301	0.00342555	0.076	10000	0.0921396	0.183843	0.0652299	0.130151	0.0461792	0.0930714	14.2871					
16	16.0231	10.3337	0.00342555	0.076	10000	0.0967442	0.19303	0.0684896	0.136655	0.0484869	0.0958645	9.43354					
17	16.7861	11.3413	0.00342555	0.076	10000	0.101349	0.202217	0.0717493	0.143159	0.0507946	0.0955928	10.2854					
18	17.5491	12.3958	0.00342555	0.076	10000	0.105953	0.211404	0.0750089	0.149662	0.0531023	0.100038	12.4484					
19	18.3122	13.4971	0.00342555	0.076	10000	0.110557	0.220591	0.0782685	0.156166	0.0554098	0.105316	13.9503					
20	19.0752	14.6453	0.00342555	0.076	10000	0.115161	0.229777	0.0815279	0.16267	0.0577174	0.110146	15.4234					
21	19.8382	15.8404	0.00342555	0.076	10000	0.119765	0.238963	0.0847873	0.169173	0.0600248	0.114732	16.782					
22	20.6012	17.0823	0.00342555	0.076	10000	0.124369	0.248149	0.0880467	0.175676	0.0623323	0.120242	17.7333					
23	21.3643	18.3711	0.00342555	0.076	10000	0.128973	0.257335	0.0913059	0.182179	0.0646397	0.125103	18.5118					
24	22.1273	19.7068	0.00342555	0.076	10000	0.133577	0.266521	0.0945651	0.188682	0.066947	0.129909	19.1725					
25	22.8903	21.0893	0.00342555	0.076	10000	0.13818	0.275706	0.0978243	0.195185	0.0692543	0.134575	19.6135					
26	23.6534	22.5187	0.00342555	0.076	10000	0.142784	0.284892	0.101083	0.201688	0.0715616	0.139077	19.9858					
27	24.4164	23.4634	0.00342555	0.076	10000	0.147388	0.294077	0.104342	0.208191	0.0738688	0.143621	20.1837					
28	25.1794	24.1966	0.00342555	0.076	10000	0.151991	0.303262	0.107601	0.214693	0.076176	0.148037	20.362					
29	25.9425	24.9298	0.00342555	0.076	10000	0.156594	0.312447	0.11086	0.221196	0.0784831	0.152497	20.4765					
30	26.7055	25.6631	0.00342555	0.076	10000	0.161198	0.321632	0.114119	0.227698	0.0807902	0.156787	20.5783					
31	27.4685	26.3963	0.00342555	0.076	10000	0.165801	0.330816	0.117378	0.2342	0.0830973	0.161248	20.573					
32	28.2315	27.1295	0.00342555	0.076	10000	0.170404	0.340001	0.120637	0.240702	0.0854044	0.165713	20.4789					
33	28.9946	27.8628	0.00342555	0.076	10000	0.175007	0.349185	0.123896	0.247204	0.0877114	0.170194	20.3947					
34	29.7576	28.596	0.00342555	0.076	10000	0.17961	0.35837	0.127154	0.253706	0.0900184	0.175074	20.3155					
35	30.5206	29.1347	0.00342555	0.076	10000	0.184213	0.367554	0.130413	0.260208	0.0923253	0.17953	20.606					
36	31.2837	29.1347	0.00342555	0.076	10000	0.188816	0.376738	0.133672	0.26671	0.0946323	0.176769	24.7678					
37	32.0467	29.1347	0.00342555	0.076	10000	0.193419	0.385922	0.13693	0.273212	0.0969391	0.182126	34.136					
38	32.8097	29.1347	0.00342555	0.076	10000	0.198022	0.395106	0.140189	0.279713	0.099246	0.204171	25.4072					

Рис. 9.60 Пример отчета виброиспытаний

9.14 Примеры к разделу 9

9.14.1 Примеры степеней жесткости при испытаниях методом качания частоты

Степень жесткости воздействия испытания определяют сочетанием трех параметров: частотного диапазона, амплитуды вибрации и длительности воздействия (выраженной количеством циклов качания или временем).

Для различных видов оборудования ГОСТ 28203-89 определяет выбор соответствующих диапазонов частот, амплитуд и длительностей воздействия.

В таблице (*Рис. 9.61*) приведены рекомендованные в ГОСТ 28203-89 параметры синусоидальной вибрацией методом качания частоты предназначенной в основном для элементов, а в таблицах (*Рис. 9.62* и *Рис. 9.63*) – предназначенной в основном для аппаратуры соответственно при низком значении частоты перехода (около 9 Гц) и высоком значении частоты перехода (около 60 Гц).

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось			Примеры применения
	Амплитуда*			
	0,35 мм или $5g_n$	0,75 мм или $10g_n$	1,5 мм или $20g_n$	
10—55	10	10		Крупные мощные промышленные установки, тяжелое вращающееся оборудование, прокатные станы, большие пассажирские и торговые суда
10—500	10	10		Сухопутный транспорт общего назначения, небольшие быстроходные суда (военные и гражданские), авиация общего назначения
10—2000		10	10	Космические корабли (20 g_n). Элементы на двигателе самолета
55—500	10	10		Применимо как для 10—500 Гц, но для прочных элементов малых размеров, у которых отсутствует резонанс ниже 55 Гц
55—2000		10	10	Применимо как для 10—2000 Гц, но для прочных элементов малых размеров, у которых отсутствует резонанс ниже 55 Гц
100—2000		10	10	Применимо как для 55—2000 Гц, но для сверхпрочных образцов очень малых размеров, например транзисторы в капсулах, диоды, резисторы и конденсаторы

* Амплитуда перемещения ниже частоты перехода и амплитуда ускорения выше частоты перехода. Частоты перехода 57—62 Гц (см. п. 5.2, табл. 5).

Рис. 9.61 Таблица степени жесткости предназначенных для элементов

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось			Примеры применения
	Ускорение			
	0,5 g_n	1 g_n	2 g_n	
10—150	50	—	—	Стационарная аппаратура, например: компьютеры больших габаритов и прокатные станы. Длительный срок службы
10—150	20	—	—	Стационарная аппаратура, например: радиопередатчики больших габаритов и кондиционеры воздуха. Средний срок службы
10—150	—	20	20	Аппаратура, предназначенная для установки на борту кораблей, железнодорожном или наземном транспорте, а также для перевозки на этих видах транспорта

Рис. 9.62 Таблица степени жесткости предназначенных для аппаратуры при низком значении частоты перехода

Диапазон частот, Гц	Число качаний на каждую ось				Примеры применения
	Амплитуда*				
	0,15 мм или 2 g_n	0,35 мм или 5 g_n	0,75 мм или 10 g_n	1,5 мм или 20 g_n	
1—35**	—	100	100	—	Аппаратура, смонтированная рядом с большими вращающимися механизмами
10—55**	10 20 100	— 20 —	— — —	— — —	Аппаратура, предназначенная для мощных промышленных установок и для общего применения в промышленности
10—150	10 20 100	— 20 —	— — —	— — —	Аппаратура, предназначенная для мощных промышленных установок и для общего применения в промышленности, если известно, что имеются составляющие вибрации с частотами, превышающими 55 Гц
10—500	10	10	—	—	Аппаратура для общего применения в авиации, где высокие уровни вибрации воздействуют на аппаратуру, находящуюся рядом, но не внутри двигателя
10—2000	—	10	10	—	Аппаратура для авиации, где высокие уровни вибрации воздействуют на аппаратуру, находящуюся рядом, но не внутри двигателя
				10	Отсек двигателя

* Амплитуда перемещения ниже частоты перехода и амплитуда ускорения выше частоты перехода 57—62 Гц (табл. 5, п. 5.2).

** Испытание при постоянной амплитуде перемещения.

Рис. 9.63 Таблица степени жесткости предназначенных для аппаратуры при высоком значении частоты перехода

9.14.2 Пример проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе.

В данном примере показан порядок проведения испытаний с удержанием резонанса по фазе. В примере испытанию подвергается стальной пруток, зафиксированный на вибростенде.

Для контроля за резонансом на конце прутка был установлен акселерометр.

При проведении испытаний было задействовано следующее оборудование:

- Вибростенд TIRA TV 52120;
- Контроллер СУВ ZET 028;
- Акселерометр BC111;
- Ноубтук (компьютер).

Проведение испытаний с удержанием резонанса по фазе включают в себя три этапа:

- этап подготовки к испытаниям;
- этап проведения предтеста и поиск резонансов;
- этап испытаний.

На этапе подготовки к испытаниям необходимо выполнить: подключение контроллера СУВ к компьютеру (раздел 3), установку параметров задействованного в испытаниях вибростенда (*Рис. 9.64*), установку параметров изделия (*Рис. 9.65*), подключение кабеля акселерометра ко входу контроллера СУВ и настройку его измерительного канала (*Рис. 9.66*).

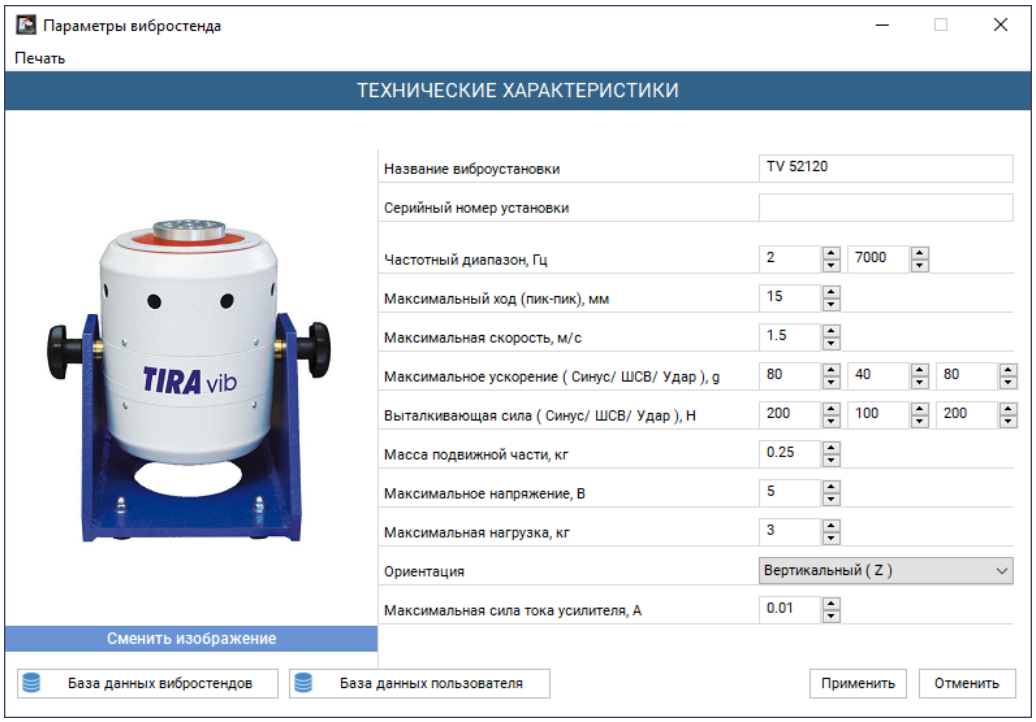


Рис. 9.64 Окно «Параметры вибростенда»

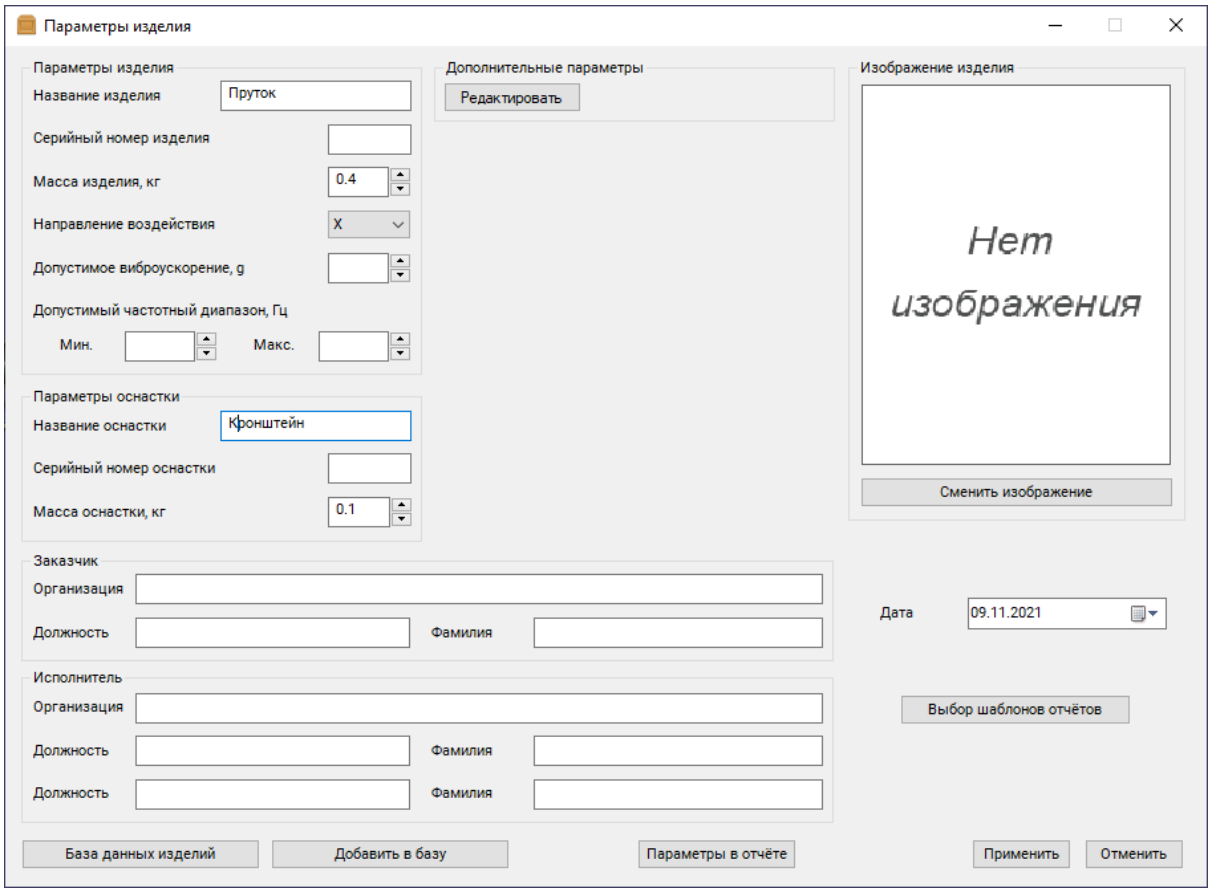


Рис. 9.65 Окно «Параметры изделия»

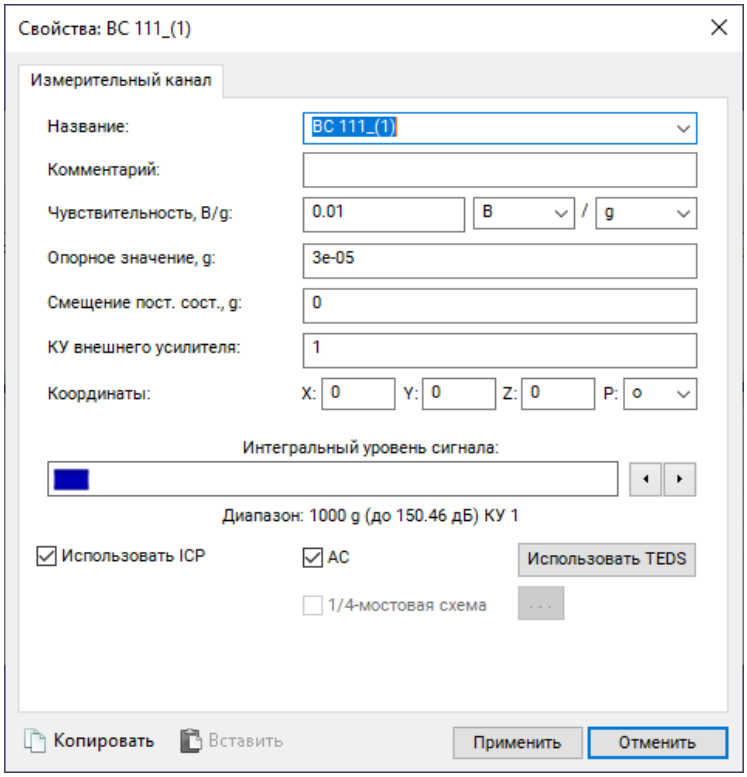


Рис. 9.66 Окно «Свойства»

На этапе проведения предтеста и поиска резонансов необходимо произвести настройку параметров проведения предтеста для этого ☝ активировать на панели СУВ кнопку «Предтест и поиск резонансов» и в открывшемся окне программы (*Рис. 9.67*) ☝ активировать кнопку «Настройка».

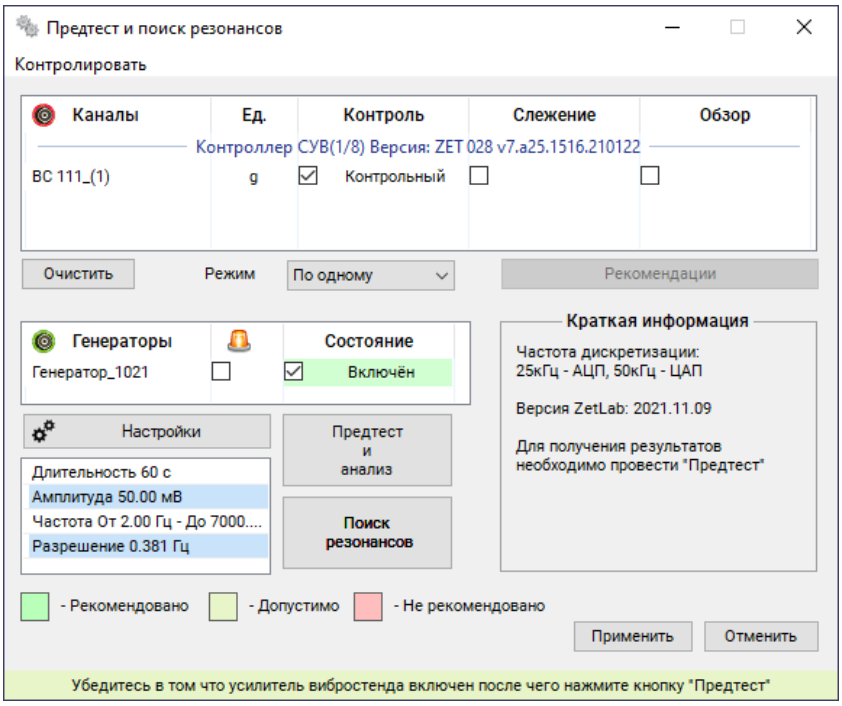


Рис. 9.67 Окно «Предтест и поиск резонансов»

В окне «Настройки» (*Рис. 9.68*) при задании параметру «Выбор частоты» значения «Индивидуально» программа позволяет выполнить установку частотного диапазона.

Частотный диапазон следует установить таким образом чтобы резонанс, на котором будут проводиться испытаний, располагался в пределах этого диапазона.

Примечание: *если параметру «выбор частоты» указано значение «Все устройства» частотный диапазон устанавливается максимально возможным*

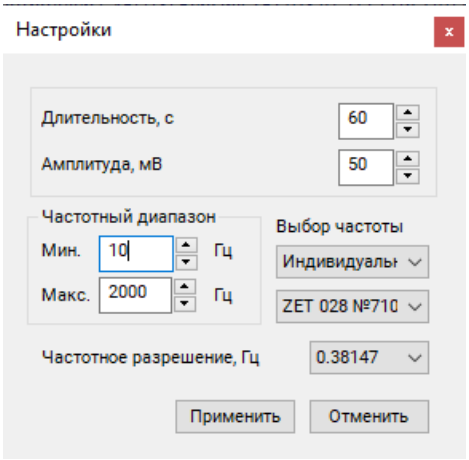


Рис. 9.68 Окно «Настройки»

Выполнить предтест, для этого в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 9.67*) ☝ активировать кнопку «Предтест и анализ».

По завершению предтеста в окне «Предтест» (*Рис. 9.69*) будут отображены три графика: «Амплитудно-частотная характеристика». «Корреляционный анализ между генератором и датчиками», «Анализ нелинейных искажений с учетом шума».

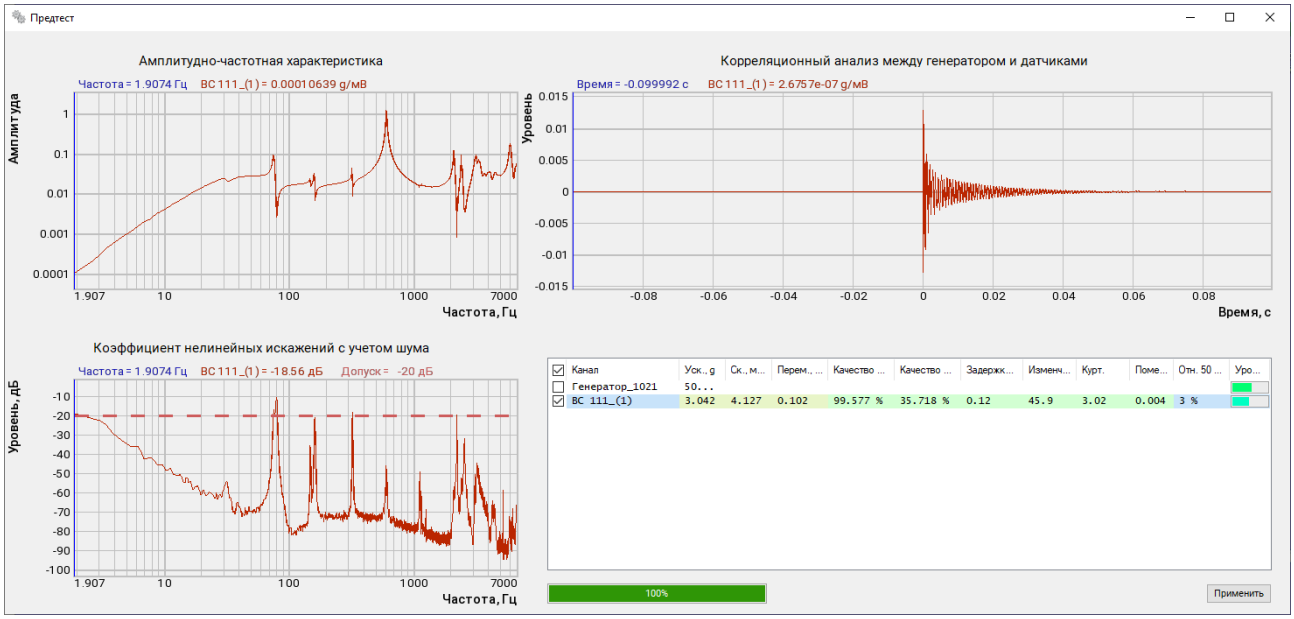


Рис. 9.69 Окно «Предтест»

По графику в поле «Амплитудно-частотная характеристика» можно оценить резонансные частоты, зафиксированные при проведении предтеста. После предварительной оценки результатов предтеста следует ☝ активировать кнопку «Применить», для его сохранения.

По результатам проведенного предтеста в окне «Предтест и поиск резонансов» (*Рис. 9.70*) приводится раскраска полей статусов («Контроль» «Слежение» «Обзор») доступных измерительному каналу и кнопки «Рекомендации».

Если по результатам предтеста программное обеспечение не выявило замечаний у подготовленной к испытаниям системе, то кнопка «Рекомендации» окрашивается в зеленый цвет, в противном случае (кнопка «Рекомендации» окрашена красным) следует ознакомиться с рекомендациями и устранив замечания пройти предтест повторно.

При положительном результате предтеста измерительному каналу назначить статус «Контроль», после чего ☝ активировать кнопку «Применить» для сохранения результатов предтеста с учетом выбора статуса измерительного канала.

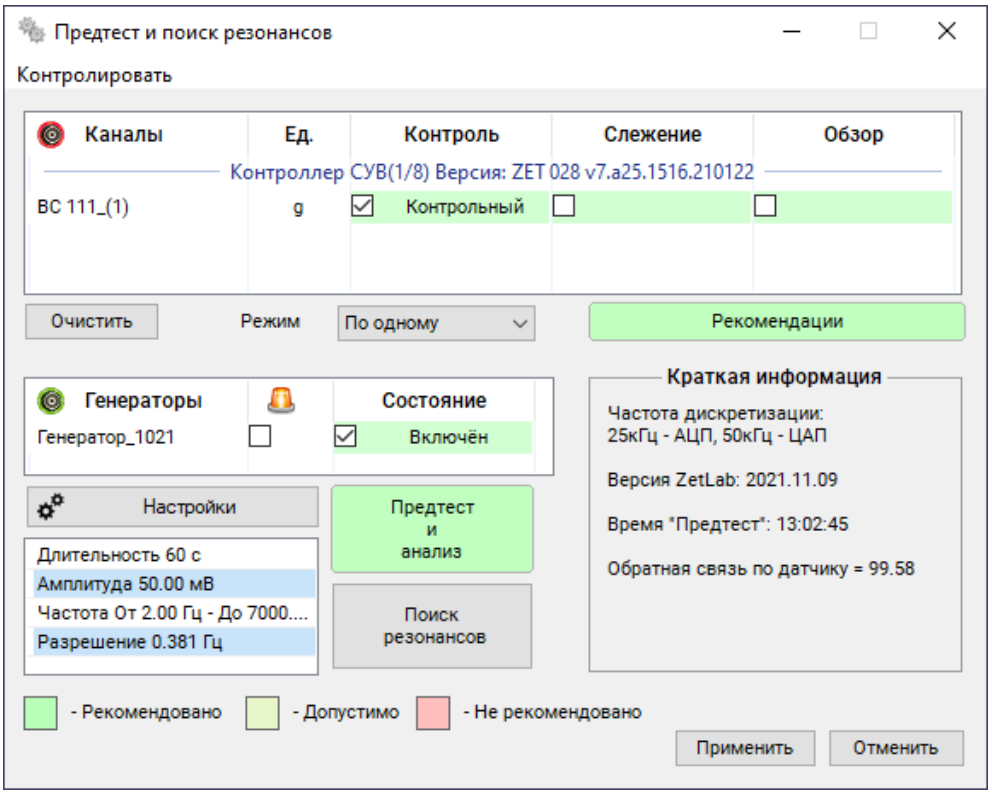


Рис. 9.70 Окно «Предтест и поиск резонансов»

На этапе испытаний необходимо из панели СУВ запустить программу «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.71*) в окне которой ☝ активировать кнопку «Редактирование профиля».

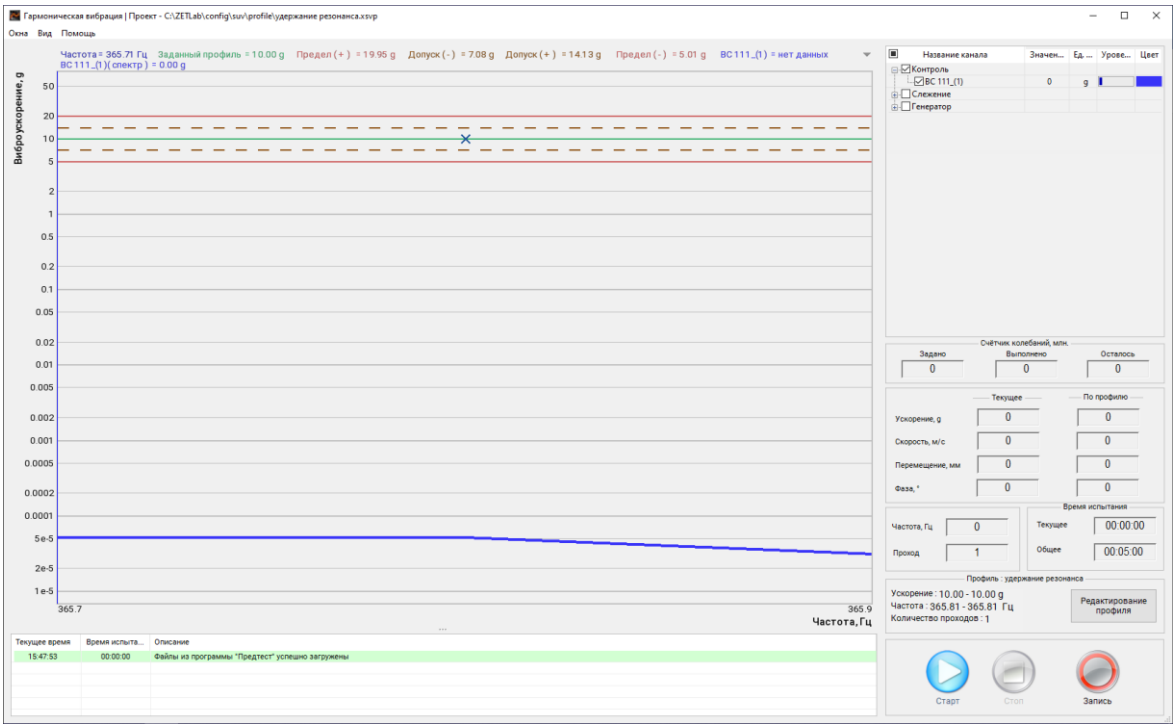


Рис. 9.71 Окно «Гармоническая вибрация»

В окне программы «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Резонансы» (*Рис. 9.72*) выбрать частоту резонанса и масштабировать в частотной области график таким образом, чтобы в окне остался фрагмент графика с выбранным резонансом (*Рис. 9.73*), а в «Таблице резонансов» осталась лишь соответствующая выбранному резонансу запись.

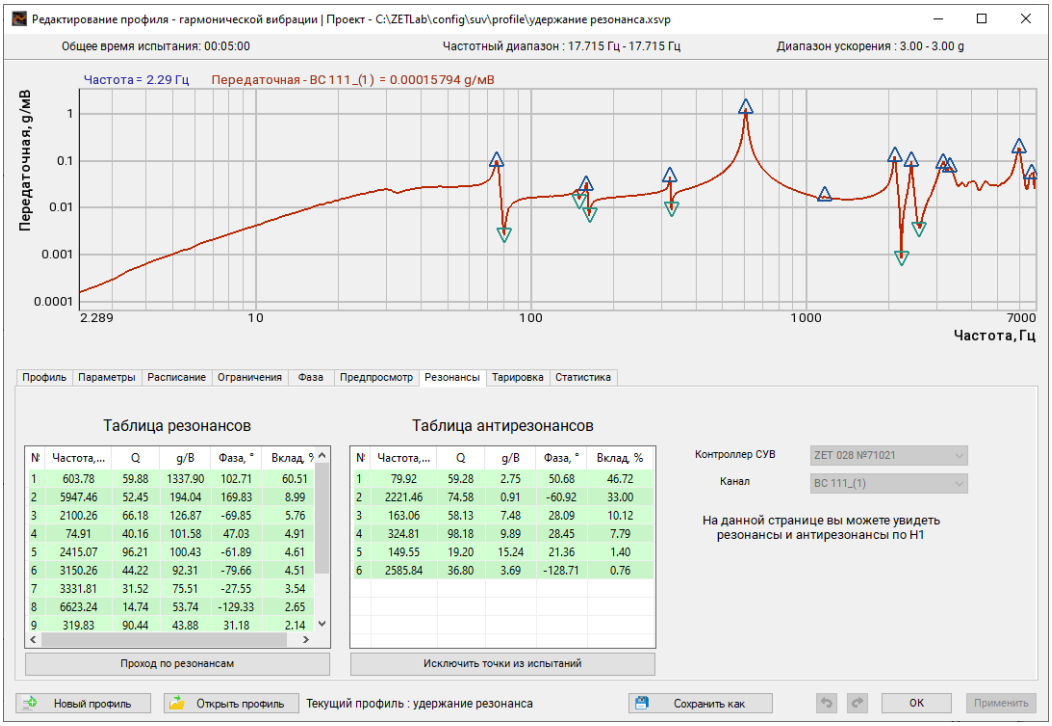


Рис. 9.72 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

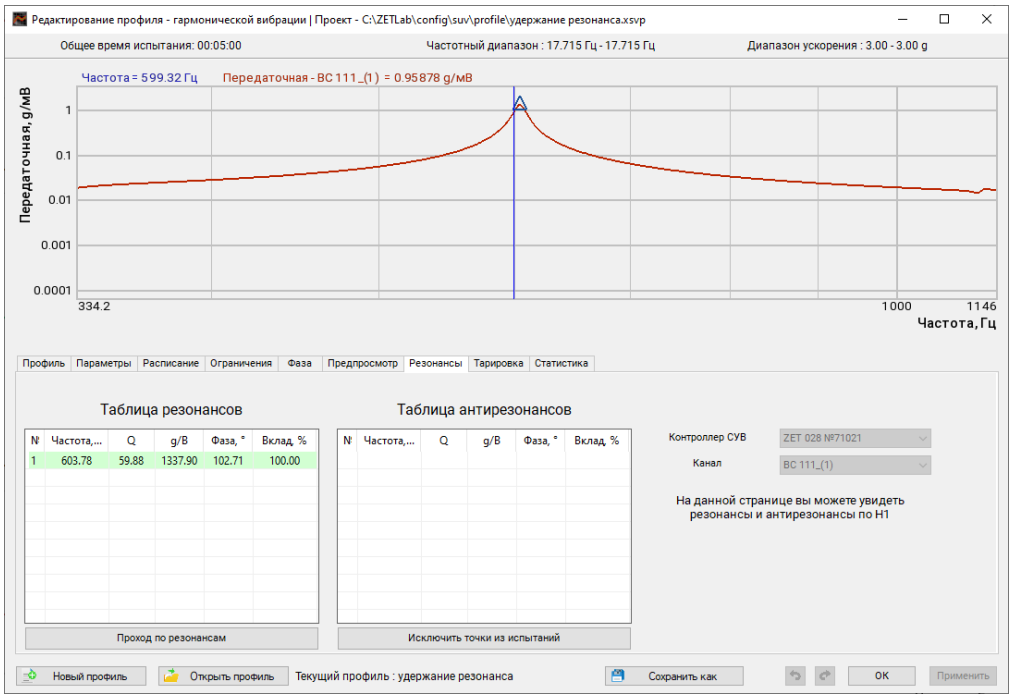


Рис. 9.73 Окно «Редактирование профиля - гармонической вибрации» вкладка «Резонансы»

После чего ☝ активировать кнопку «Проход по резонансам» и в окне «SinVibrationProfile» подтвердить создание профиля ☝ активировав кнопку «Да» (*Рис. 9.74*).

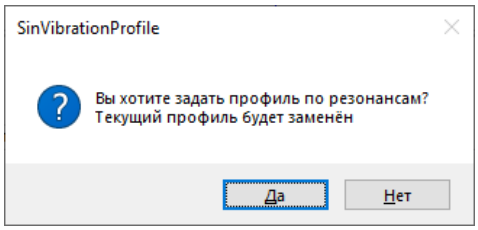


Рис. 9.74 Окно «SinVibrationProfile

В окне «Редактирование профиля – гармонической вибрации» во вкладке «Профиль» (*Рис. 9.75*) следует указать значение амплитуды виброускорения, на которой будет проводится испытание и время проведения испытаний (в примере амплитуда виброускорения 30 g, время испытаний 6 часов).

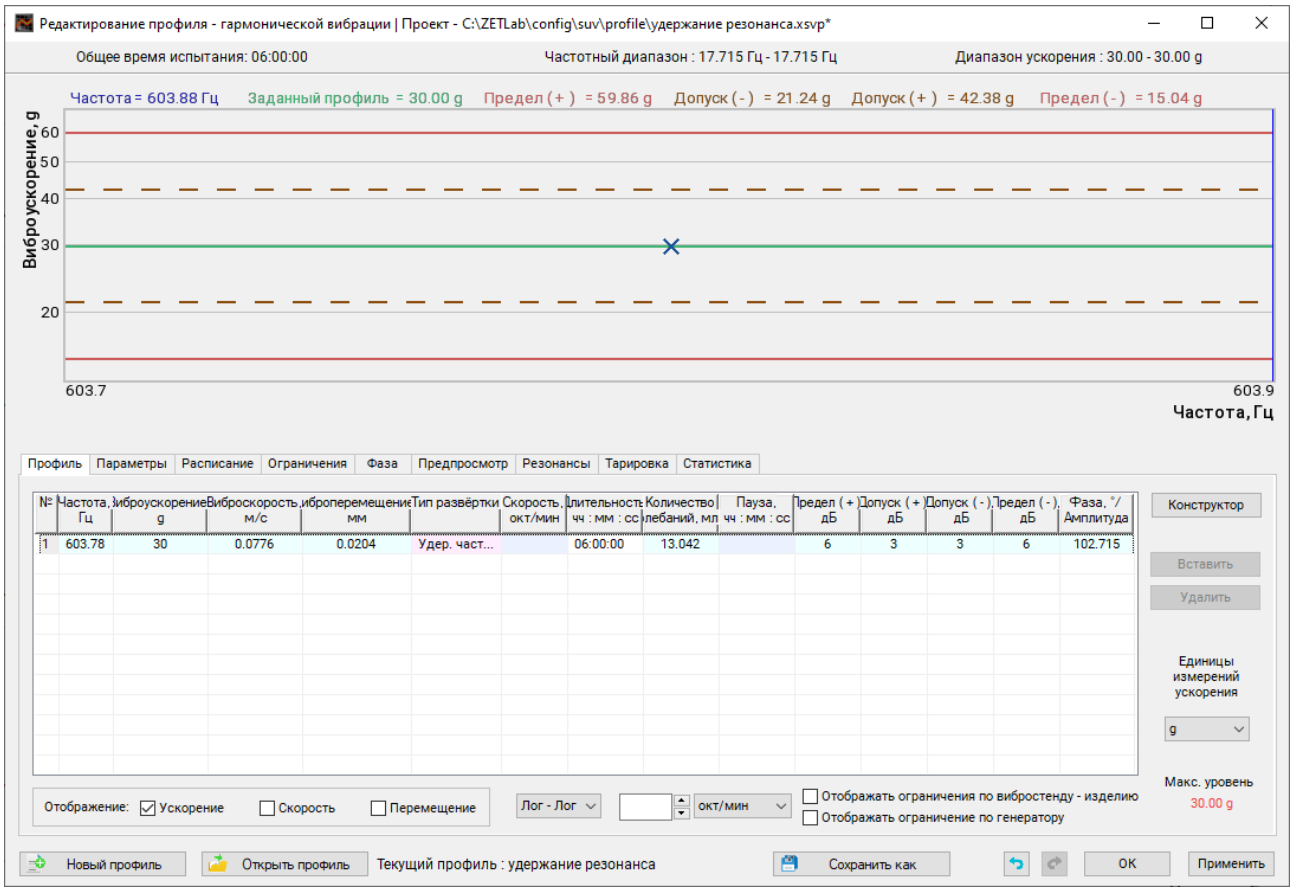


Рис. 9.75 Окно «Редактирование профиля- гармонической вибрации» вкладка «Профиль»

В окне «Редактирование профиля» во вкладке «Параметры» установить значения параметров в соответствии с приведенными на рисунке (*Рис. 9.76*), после чего ☝ активировать кнопку «ОК» для сохранения профиля испытаний.

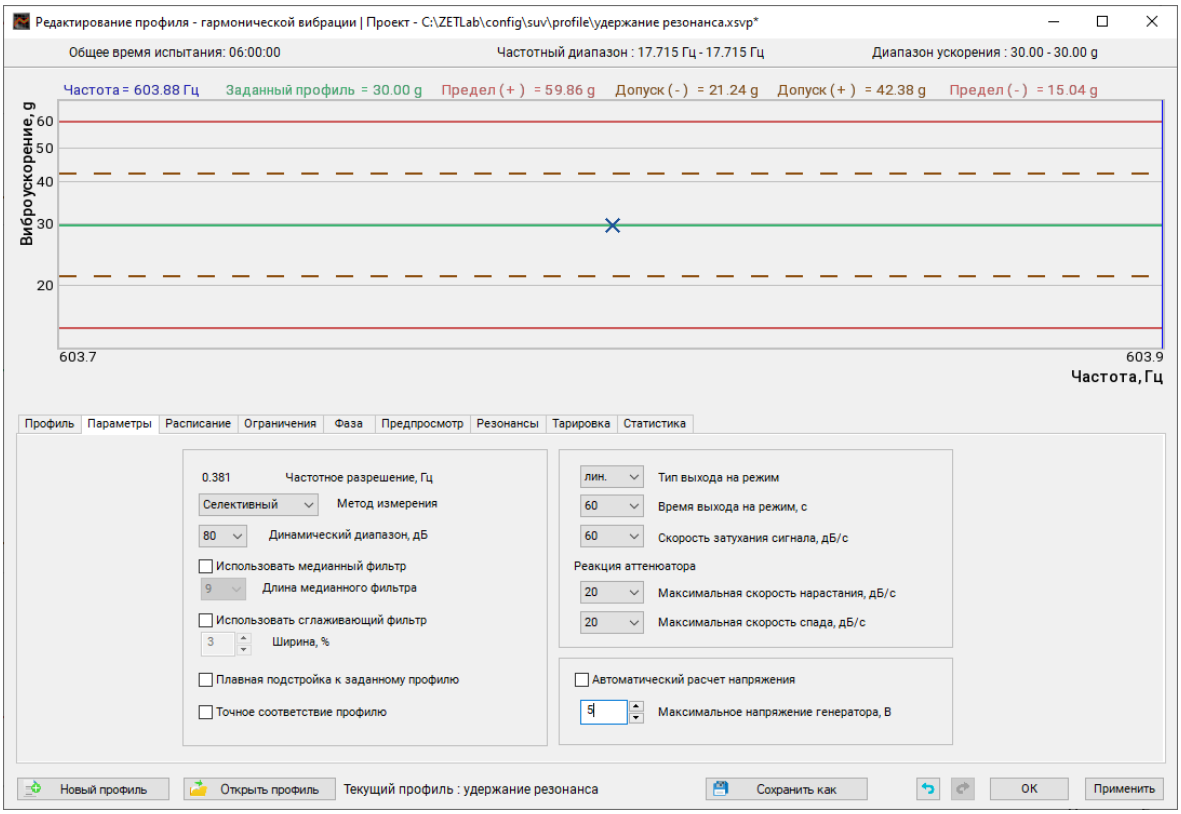


Рис. 9.76 Окно «Редактирование профиля-гармонической вибрации» вкладка «Параметры»

Запустить сконфигурированный профиль на выполнение для этого в окне программы «Гармоническая вибрация» ☝ активировать кнопку «Старт» после чего начнется выполнения профиля с удержанием резонанса по заданному профилю (*Рис. 9.77*).

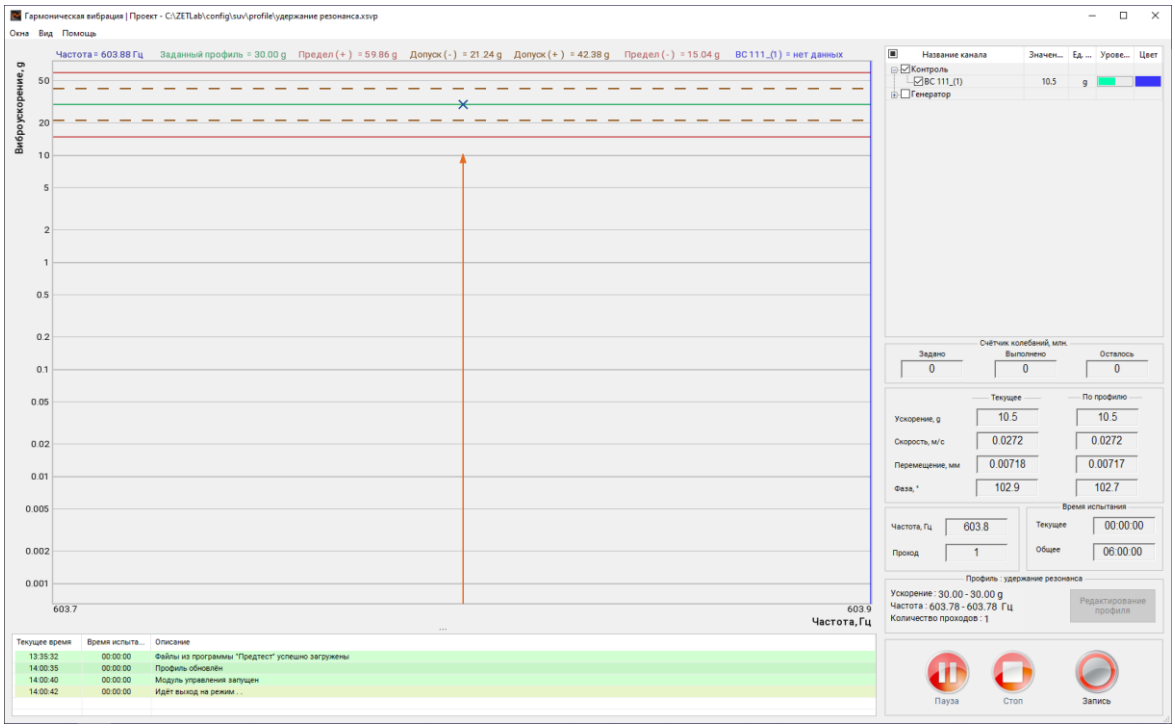


Рис. 9.77 Окно «Гармоническая вибрация»

Контроль за текущими значениями параметров регистрируемых при проведении испытаний можно выполнять как в окне «Гармоническая вибрация» (*Рис. 9.77*) так и в окне «Таблица индикаторов» (*Рис. 9.78*)

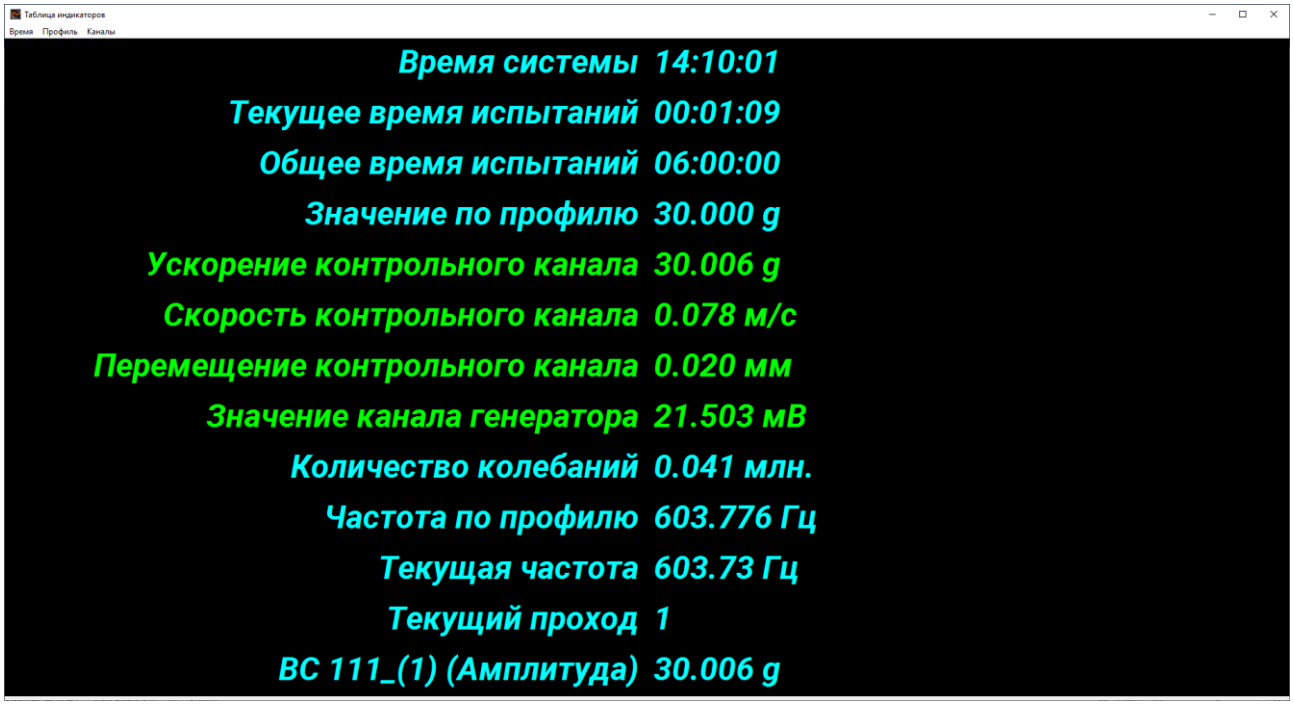


Рис. 9.78 Окно программы «Таблица индикаторов»

Разделы «Время», «Профиль» и «Каналы» в окне «Таблица индикаторов» позволяют сформировать необходимый состав отображаемых в окне параметров.

Вызов окна «Таблица индикаторов» выполняется из меню «Окна» (*Рис. 9.79*) расположенного в окне «Гармоническая вибрация».

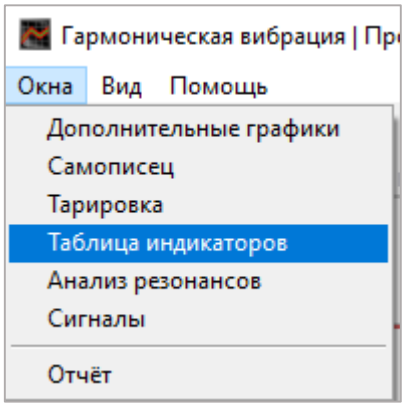


Рис. 9.79 Список меню «Окна»

Контроль за изменением регистрируемых параметров в течении времени выполняется в окне программы «Самописец» (*Рис. 9.80*), в которой для визуализации как графической, так и числовой форме доступны различные типы регистрируемых параметров.

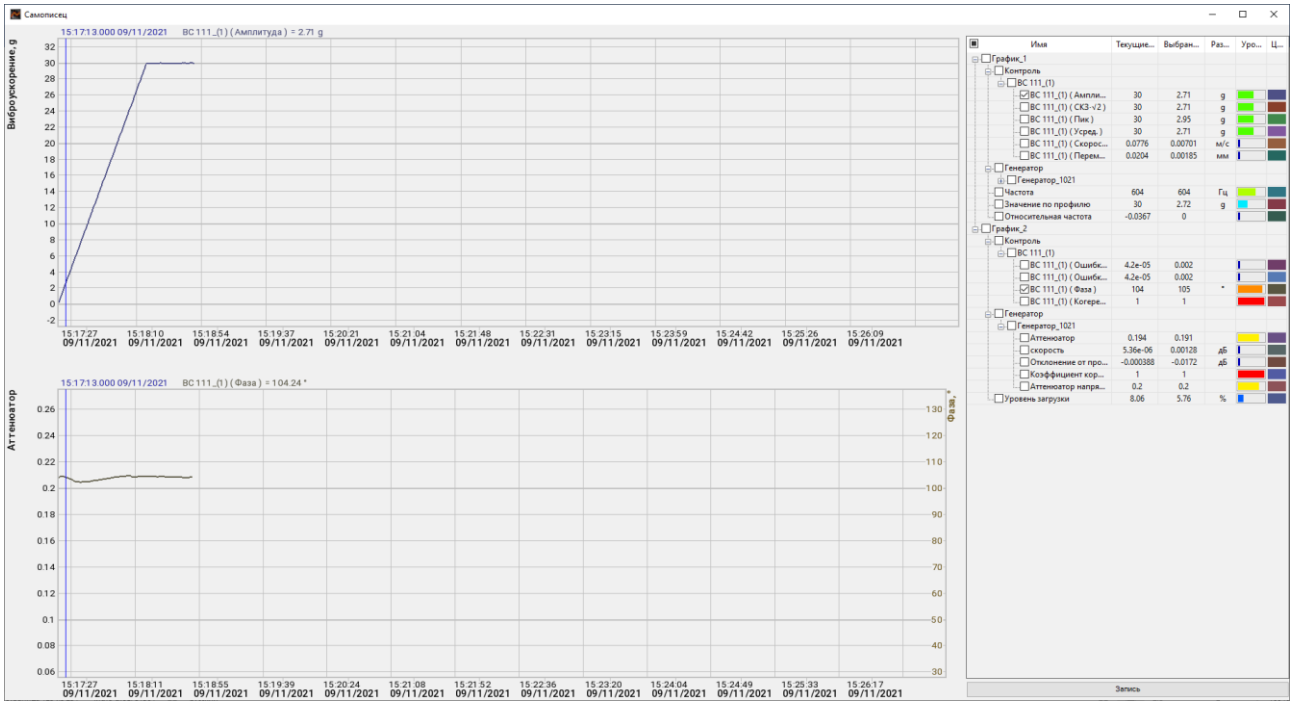


Рис. 9.80 Окно программы «Самописец»

При проведении испытаний следует исключить из визуализации графики тех параметров, за которыми контроль не требуется (в примере контролируется амплитуда и фаза регистрируемого сигнала).

9.14.3 Пример настройки сигнала «Стробоскоп».

Сигнал «Стробоскоп» формируется на контакте №8 разъема цифрового порта контроллера СУВ и представляет из себя (TTL совместимую по уровню сигнала) последовательность импульсов, синхронизированных с синусоидальным сигналом, сформированным на канале управления (канале генератора). Однако учитывая то, что стробоскопу требуется время перезарядки для формирования вспышки, для синхронизирующих импульсов выполняется прореживание путем деления частоты генератора по следующему правилу: частота импульсов сигнала «Стробоскоп» равна частоте генератора, деленной на число целых значений, полученных от деления частоты генератора на значение 30. Пример: Для значения частоты генератора равной 100 Гц целое значение от деления на 30 составит «3» (100/30=3.333) таким образом частота сигнала «Стробоскоп» составит 100/3=33.33 Гц.

Примечание: *цепь GND заведена на контакт №9 цифрового порта*

Для включения сигнала «Стробоскоп» необходимо в файле «pidRegulator.cfg» (*Рис. 9.81*) для параметра «Синхросигнал на цифровом порту» установить значение «1».

```
<?xml version="1.0"?>
<PID_REGULATOR version="3.34">
    <!--Значения по умолчанию :
        !!! ЭТО КОММЕНТАРИИ !!!        <Use_Pid_Regulator>1</Use_Pid_Regulator>        <Proportional
        <Integral_Coefficient>0.5< / Integral_Coefficient>
        <Differential_Coefficient>0</Differential_Coefficient>
        <Start_Coefficient>0.33</Start_Coefficient>
        <Dinamic_Coefficient>1</Dinamic_Coefficient>
        <Count_Period_Herzl>0.2</Count_Period_Herzl>
        <Count_Min_N>3</Count_Min_N>
        <Get_Data>0.05</Get_Data>

        !!!Если файла нет то он создаётся автоматически с параметрами по умолчанию !!!
-->
    <!--Флаг использования ПИД регулятора [0:1]-->
    <Use_Pid_Regulator>1</Use_Pid_Regulator>
    <!--Пропорциональный коэффициент-->
    <Proportional_Coefficient>0.03</Proportional_Coefficient>
    <!--Интегральный коэффициент-->
    <Integral_Coefficient>0.02</Integral_Coefficient>
    <!--Дифференциальный коэффициент-->
    <Differential_Coefficient>0.02</Differential_Coefficient>
    <!--Начальное значение коэффициента аттенюатора [0,05:1]-->
    <Start_Coefficient>0.2</Start_Coefficient>
    <!--Флаг использования автоматической подстройки коэффициента [1:0]-->
    <Dinamic_Coefficient>1</Dinamic_Coefficient>
    <!--Период Герцеля [0,001:1,6]-->
    <Count_Period_Herzl>0.4</Count_Period_Herzl>
    <!--Период обновления данных с сервера [0,001:1]-->
    <Get_Data>0.01</Get_Data>
    <!--Минимальное количество колебаний [1:5]-->
    <Count_Min_N>2</Count_Min_N>
    <!--Количество Get_Data для усреднения [1:300]-->
    <Count_Get_Data_For_Aver>40</Count_Get_Data_For_Aver>
    <!--Весовая функция ( 2(win_Attack), 1(win_Hann_Hanning), 0(not) )-->
    <Weight_Function>1</Weight_Function>
    <!--Синхросигнал на цифровом порту : 0 - отключен, 1 - режим стробоскопа, 2 - режим COLA-->
    <Use_Strobe>1</Use_Strobe>
    <!--Длительность импульса [0:100000]-->
    <Period_Strobe>1000</Period_Strobe>
    <!--Смещение частоты стробоскопа относительно текущей частоты [-1, 1]-->
    <Strobe_Freq_Delta>-1</Strobe_Freq_Delta>
    <!--Коррекция импульсной (2(div),1(multi),0(none)-->
    <Correction_Imp>0</Correction_Imp>
    <!--сглаживание импульсной (2(attack),1(cos),0(no)-->
    <Smotting_Imp>1</Smotting_Imp>
    <!--Коэффициент поправки частоты [0,0001,0,1] при удержании резонанса по амплитуде-->
```

Рис. 9.81 Файл «pidRegulator.cfg»

Примечание: *файл «pidRegulator.cfg» расположен в директории C:\ZETLab\config\suv*

Параметр «Длительность импульса» определяет в единицах измерения «мкс» длительность положения сигнала на уровне логической единицы (TTL). Например, при значении параметра 1000 длительность импульса на уровне логической единицы составит 1 мс.

Параметр «Смещение частоты стробоскопа относительно текущей частоты» позволяет сдвигать частоту стробоскопа относительно частоты генератора на один Гц вверх либо вниз.

9.14.4 Пример настройки сигнала COLA.

COLA (Constant Output Level Amplitude) формируется на контакте №8 разъема цифрового порта контроллера СУВ и представляет из себя импульсы постоянной амплитуды (TTL совместимые по уровню сигнала) формируемые синхронно с частотой канала управления (канале генератора).

Примечание: *цепь GND заведена на контакт №9 цифрового порта*

Для включения сигнала «COLA» необходимо в файле «pidRegulator.cfg» (*Рис. 9.82*) для параметра «Синхросигнал на цифровом порту» установить значение «2».

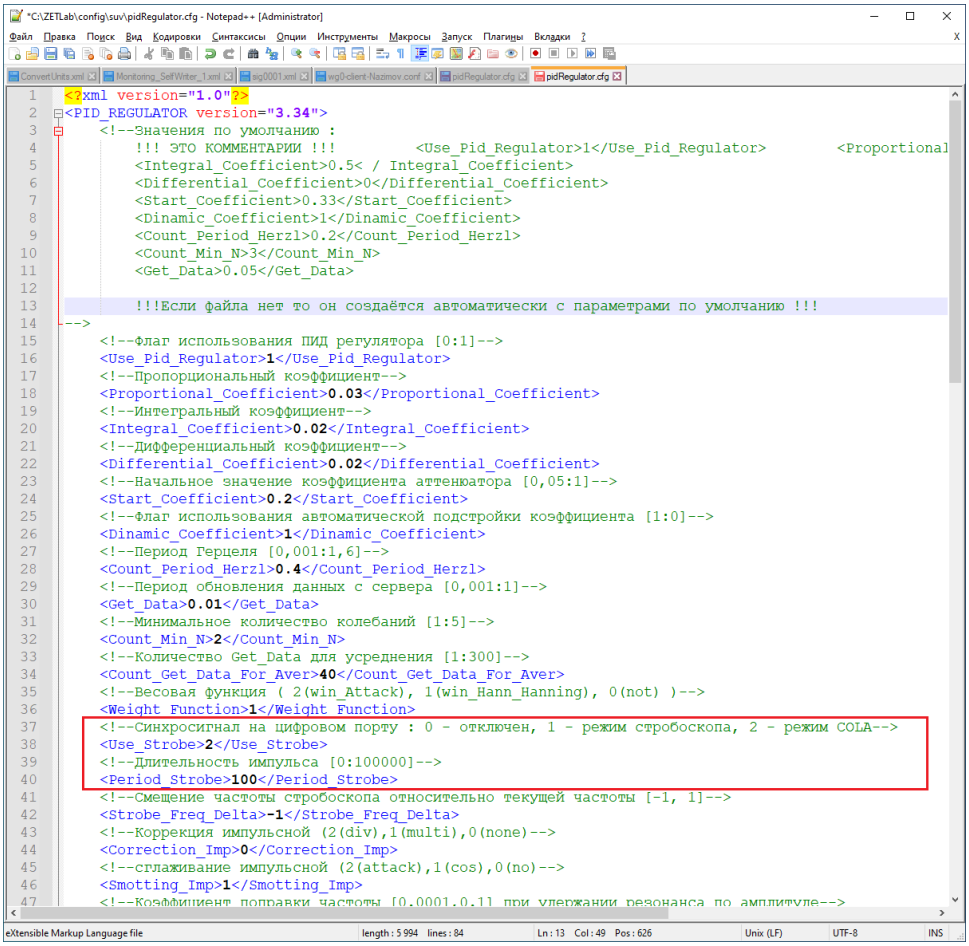


Рис. 9.82 Файл «pidRegulator.cfg»

Примечание: *файл «pidRegulator.cfg» расположен в директории C:\ZETLab\config\suv*

Параметр «Длительность импульса» определяет в единицах измерения «мкс» длительность положения сигнала на уровне логической единицы (TTL).

<u>Внимание!</u> *не задавайте для параметра длительность импульса значение больше половины длительности периода синусоидальной вибрации, рассчитанного для максимальной частоты испытаний. Пример для испытания на частотах до 8 кГц (период составляет 125 мкс) значение параметра не должно превышать «67» (125/2=67.5).*

10 Программа «Широкополосная случайная вибрация» (Random)

10.1 Назначение программы

Для испытаний изделий на устойчивость к воздействию вибрации в широком диапазоне частот используется программа СУВ – широкополосная случайная вибрация (ШСВ).

Программа позволяет обеспечить требования ГОСТ 28220-89 при проведении испытаний с целью определение способности изделий, элементов и аппаратуры выдерживать воздействие ШСВ заданной степени жесткости, а также выявление возможных механических повреждений и ухудшения заданных характеристик изделий для решения вопроса о пригодности образца.

10.2 Подготовка к проведению испытаний

Во время проведения испытаний образец подвергают воздействию ШСВ с заданным уровнем в пределах широкой полосы частот. Вследствие сложной механической реакции образца и его крепления это испытание требует особой тщательности при его подготовке.

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

В процессе подготовки к проведению испытаний на ШСВ необходимо задать (если не заданы) следующие параметры: параметры вибростенда, параметры изделия, параметры измерительных каналов (см. разделы 5-7), после чего провести предтест (см. раздел 8).

Для перехода к окну программы «Широкополосная случайная вибрация» необходимо на «Панели СУВ» (Рис. *4.1*) ☝ активировать кнопку «Случайная вибрация». На экране монитора отобразится окно программы «Широкополосная случайная вибрация» (*Рис. 10.1*).

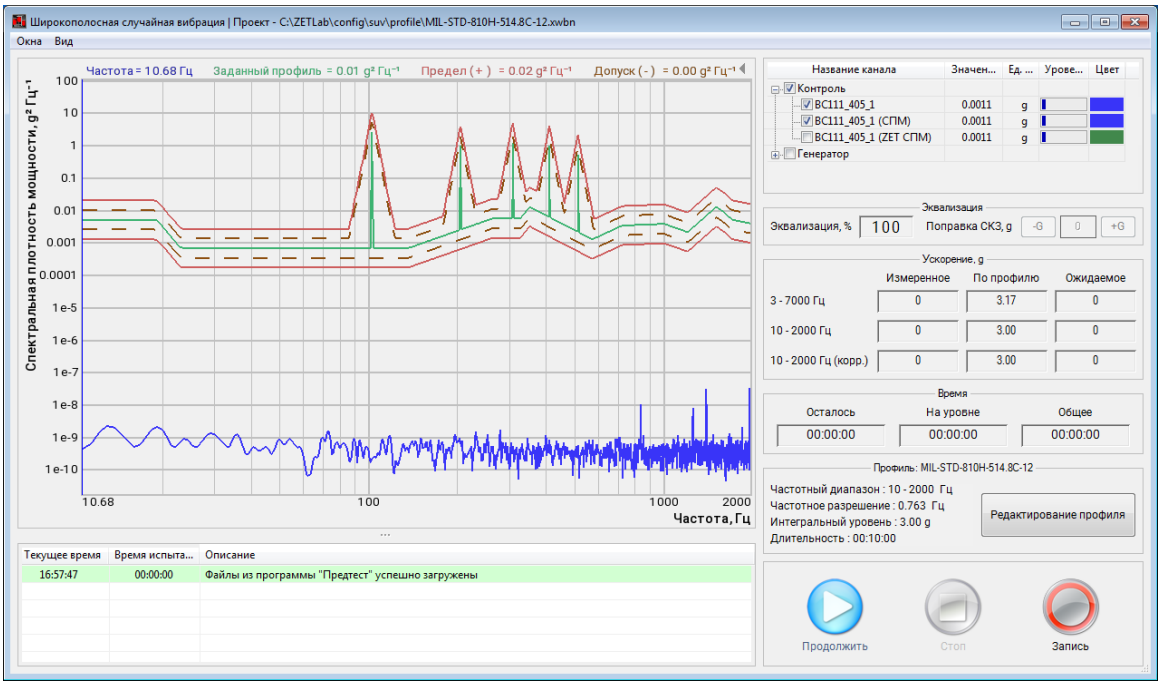


Рис. 10.1 Окно программы «Широкополосная случайная вибрация»

Внимание! *Кнопка «Случайная вибрация» на панели СУВ будет доступна для активации только при условии детектирования программой наличия результатов предтеста.*

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

10.3 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Профиль»

При запуске программы «Редактирование профиля» окно программы «Редактирование профиля – ШСВ» открывается на вкладке «Профиль» (*Рис. 10.2*).

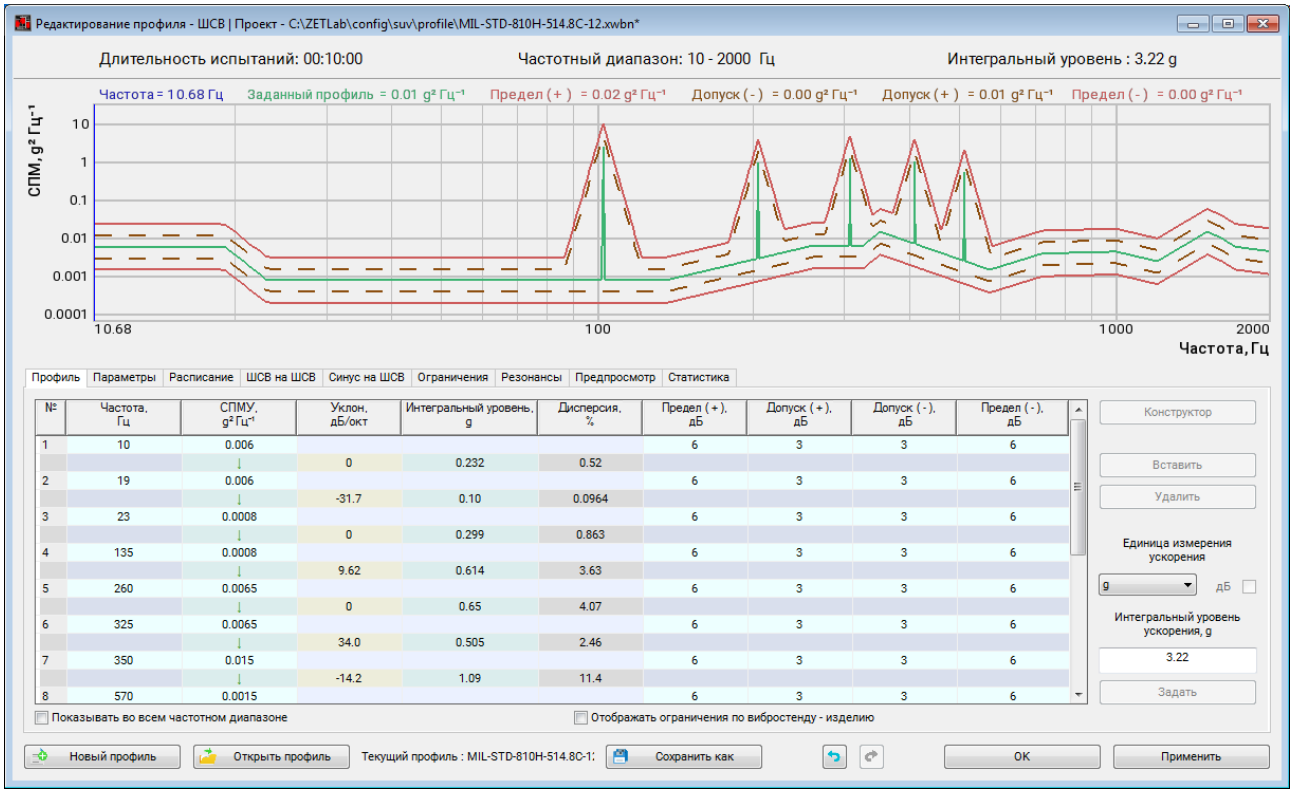


Рис. 10.2 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Профиль»

Во вкладке «Профиль» в таблице устанавливаются параметры профиля испытаний ШСВ. Для добавления новых строк в таблицу следует выделить область в таблице куда необходимо добавить строку и ☝ активировать кнопку «Вставить. В появившейся строке необходимо ввести параметры, характеризующие точку перегиба. Для удаления строки необходимо выбрать строку кликом мышки и ☝ активировать кнопку «Удалить». Для запуска виброиспытаний необходим профиль, состоящий хотя бы из двух строчек с различной частотой.

Кроме того, каждая контрольная точка имеет 4 параметра, определяющих допустимый коридор для проведения виброиспытаний «Допуск (+)», «Допуск (-)», «Предел (+)», «Предел (-)». При превышении значений параметров «Предел (+)», «Предел (-)» по контрольному каналу будут прерываться испытания. Параметры устанавливают допуски интегрального уровня

ускорения в каждой точке испытаний согласно профилю. По умолчанию допуски установлены на отметке ±3, ±6 дБ соответственно, но их можно отредактировать вручную.

Параметр «Единица измерения ускорения» устанавливает единицу измерения ускорения «g» или «м/с^2» для графика профиля испытаний.

Для пропорционального изменения общего уровня шума в поле «Интегральный уровень ускорения» ввести необходимое значение и активировать на кнопку «Задать». Коэффициенты в таблице СПМУ будут автоматически пересчитаны таким образом, чтобы суммарный интегральный уровень совпал с заданным числом.

Активация параметра «Показывать во всем частотном диапазоне» позволяет отображать на графике спектра весь частотный диапазон, установленный при проведении предтеста.

При выборе параметра «Отображать ограничения по вибростенду – изделию» на графике спектра в окне «Широкополосная случайная вибрация» дополнительно отобразятся графики максимально и минимально допустимых значений профиля (коридор допустимых профилей).

Примечание: *Графики максимально и минимально допустимых значений профиля рассчитываются с учетом параметров вибростенда и изделия, а также результатов предтеста.*

График спектральной плотности мощности ускорения с графиками допусков отображаются в верхней части окна программы «Редактор профиля для виброиспытаний».

10.4 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Параметры»

Во вкладке «Параметры» расположены настройки расчёта и отображения графиков спектра (*Рис. 10.3*).

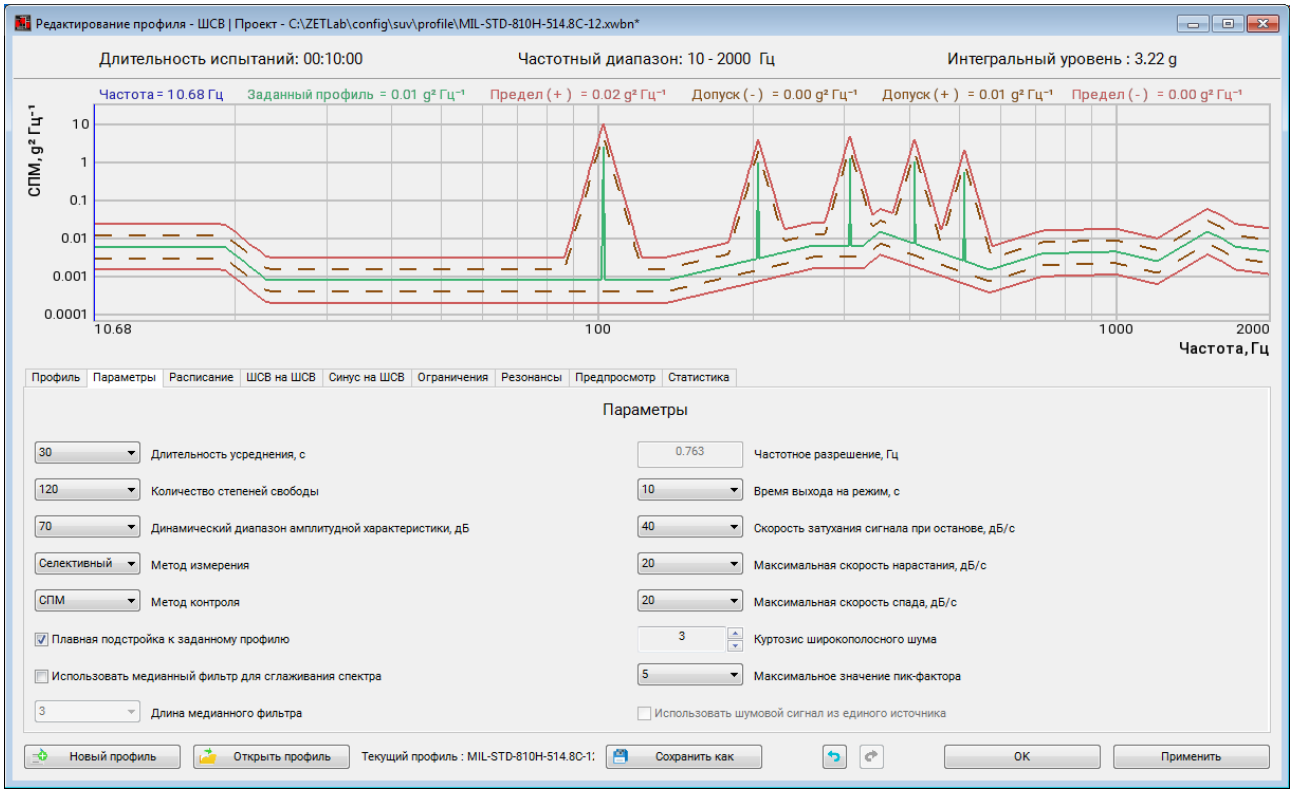


Рис. 10.3 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Параметры»

Параметр «Длительность усреднения» устанавливает длительность интервала усреднения значений на графике спектра. Таким образом на графике спектра отображаются усреднённые значения за установленный промежуток времени.

Параметр «Количество степеней свободы» определяет время накопления данных при расчете спектра с учетом заданного частотного разрешения. Данный параметр является произведением время накопления и частотного разрешения. Таким образом, чем меньше значение частотного разрешения, тем больше значение времени накопления данных при одинаковом количестве степеней свободы.

Для параметра «Динамический диапазон амплитудной характеристики» следует выбрать значение, устанавливающее разницу между максимальным и минимальным значениями спектра амплитудной характеристики.

Параметр «Метод измерения» устанавливает метод расчета значений СПМ – «Селективный» или «Эффективный». При «Селективном» методе измерений расчет значений СПМ будет осуществляться по передаточной характеристике H1 (при расчете СПМ учитывается только сигнал отклика на формируемое воздействие). При «Эффективном» методе измерений

расчет значений СПМ будет осуществляться по передаточной характеристике Hv (при расчете СПМ учитывается весь регистрируемый сигнал).

Параметр «Метод контроля» устанавливает метод по которому будет контролироваться и отображаться СПМ регистрируемого сигнала – «СПМ» или «ZET СПМ». В «СПМ» методе контроля в качестве контролируемой величины используется спектральная мощность регистрируемого сигнала. В «ZET СПМ» методе контроля дополнительно включена цифровая обработка спектральной плотности мощности, позволяющая быстрого сглаживать и очищать от шумов график спектральной плотности мощности при недостаточной степени усреднения, а также уменьшить ошибки управления.

При выборе параметра «Плавная подстройка к заданному профилю» позволяет графику спектра возвращаться к профилю испытаний при изменении передаточной характеристики, вызванным физическими изменениями испытуемого изделия или оснастки.

Параметр «Использовать медианный фильтр для сглаживания спектра» позволяет устранить возникающие импульсы на графике спектра. Чем больше значение параметра «Размер медианного фильтра», тем более широкий импульс может быть срезан.

Параметр «Использовать шумовой сигнал из единого источника» применяется в случаях, когда в испытательной системе задействовано несколько вибростендов, управление которыми осуществляется с разных контроллеров. Для воспроизведения синхронных колебаний со всех вибростендов необходимо ☝ активировать данный параметр.

Параметр «Частотное разрешение» отображает значение частотного разрешения, установленное в окне «Настройки» программы «Предтест и поиск резонансов».

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

Параметр «Скорость затухания сигнала при останове» определяет с какой скорость будет производится снижение сигнала при окончании испытаний.

Параметры «Максимальная скорость нарастания» и «Максимальная скорость спада» определяют максимальную скорость увеличения и уменьшения уровня сигнала в процессе проведении испытаний.

Параметр «Куртозис широкополосного шума» (Kurtosion) обеспечивают индивидуальную настройку вероятности распределения шумовых выбросов (импульсов) для генерируемой формы сигнала. Увеличение уровня куртозиса ведёт к значительному увеличению количества шумовых выбросов (импульсов) высокой мощности.

Параметр «Максимальное значение пик-фактора» ограничивает максимально допустимое значение пик-фактора сигнала во время проведения виброиспытаний.

10.5 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Расписание»

На вкладке «Расписание» устанавливается расписание виброиспытаний: количество этапов виброиспытаний, время каждого этапа, эквализация, включение/отключение функции наложения синуса и шума. (*Рис. 10.4*).

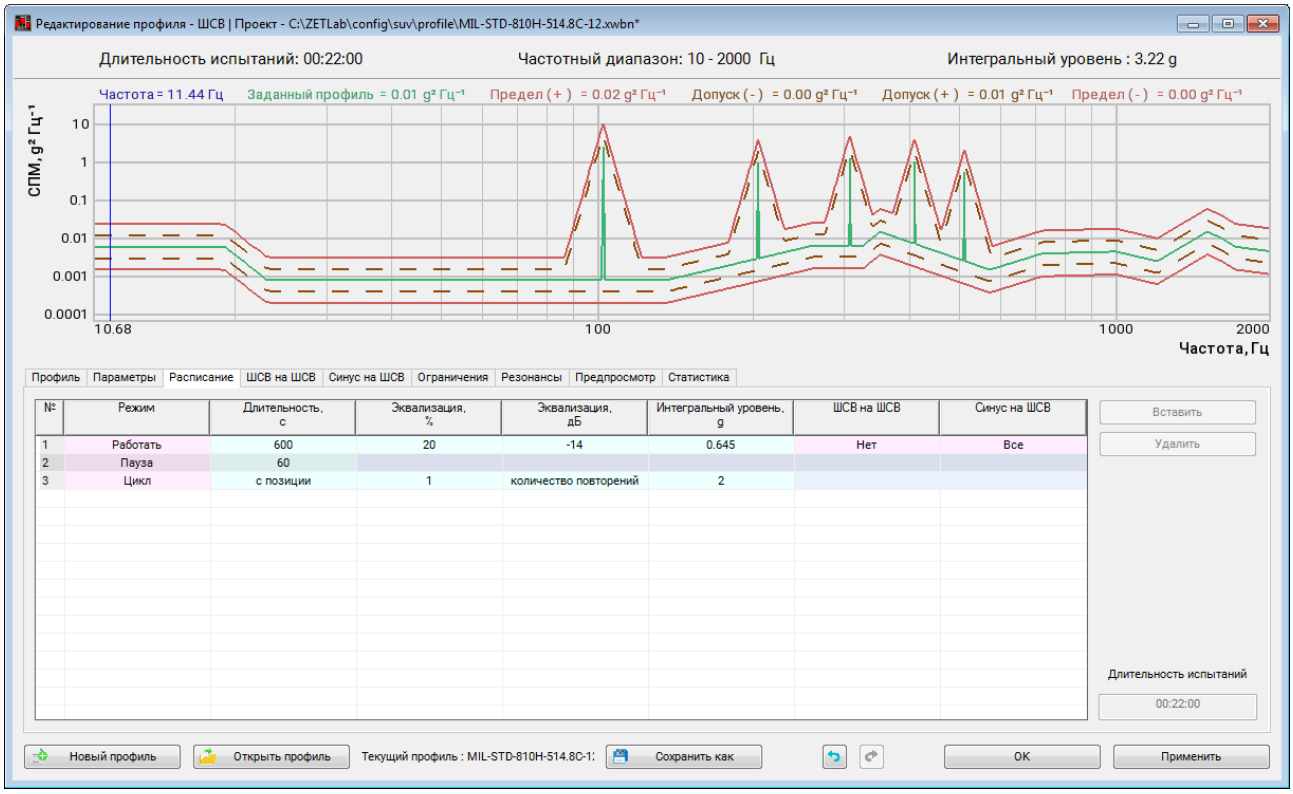


Рис. 10.4 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Расписание»

Расписание виброиспытаний представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует ☝ активировать кнопку «Вставить». Если этапов виброиспытаний несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого этапа испытания настройка производится индивидуально.

Параметр «Режим» имеет несколько состояний:

- «Работать» – в данном режиме программа выполняет испытания согласно профилю;
- «Пауза» – в данном режиме программа приостанавливает испытания на заданное время;
- «Цикл» – в данном режиме программа повторяет действия с заданной позиции установленное количество раз.

Параметр «Длительность» устанавливает длительность этапов виброиспытания.

Параметры «Эквализация, %», «Эквализация, дБ» и «Интегральный уровень, g» задают отношение интегрального уровня ускорения на текущем этапе испытания к уровню, определяемому профилем испытаний, при этом значения одного столбца автоматически пересчитывают значения другого столбца.

Параметры «ШСВ на ШСВ» и «Синус на ШСВ» добавляют функции наложения на ШСВ узкополосного шума или синусоидальных колебаний в соответствии с настройками, произведенными на одноименных вкладках профиля виброиспытаний. Для добавления сегментов с наложением узкополосного шума и синусоидальных колебаний на ШСВ (Sine-and-Random-on-Random) необходимо левой кнопкой мыши щелкнуть в соответствующих ячейках и выбрать требуемые сегменты (*Рис. 10.5*).

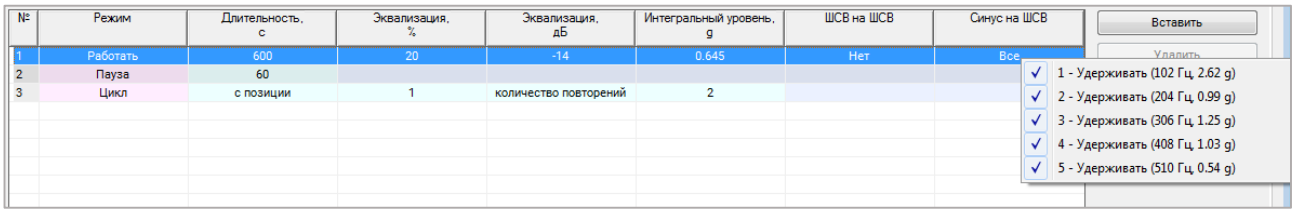


Рис. 10.5 Выбор сегментов для наложения Синус на ШСВ

10.6 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «ШСВ на ШСВ»

Для того чтобы включить функцию наложения узкополосного шума на ШСВ (Random-on-Random) при проведении виброиспытаний следует перейти на вкладку «ШСВ на ШСВ» (*Рис. 10.6*).

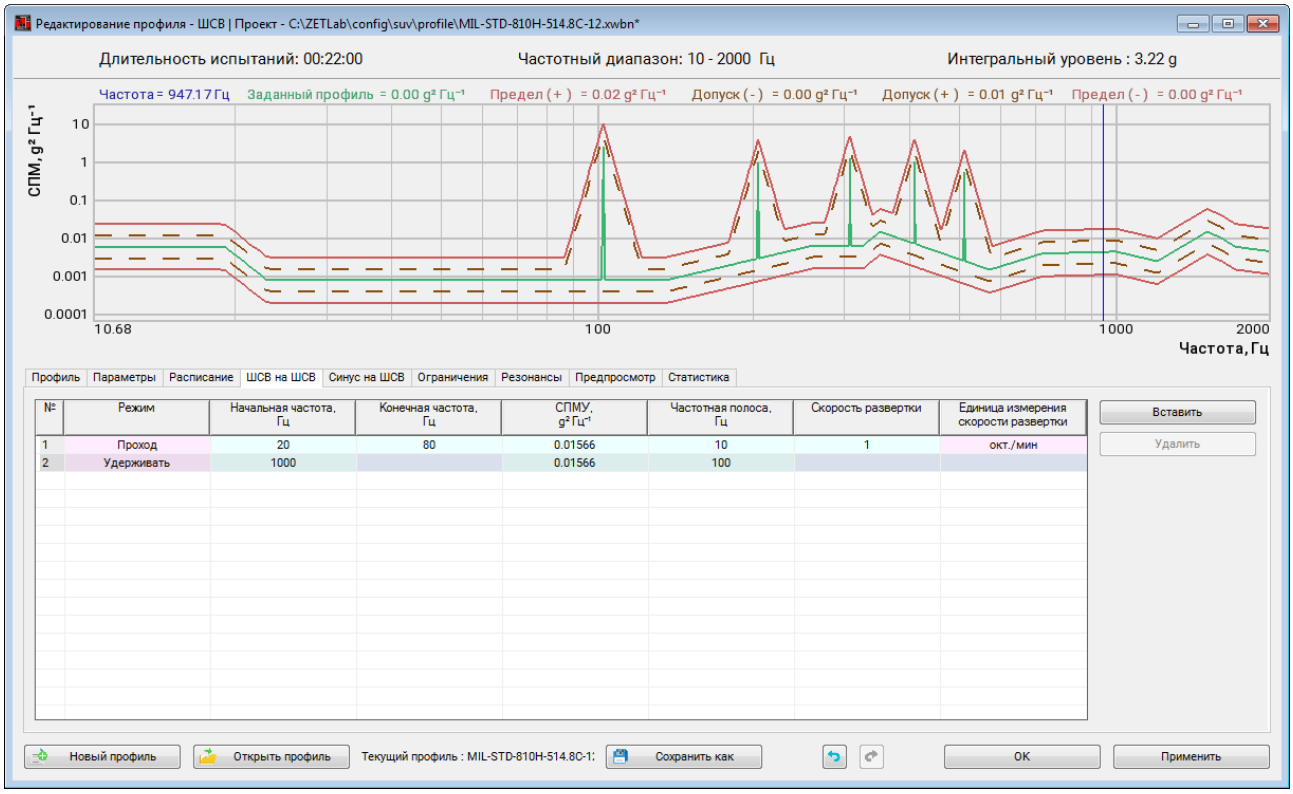


Рис. 10.6 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «ШСВ на ШСВ»

Параметры функции наложения узкополосного шума на ШСВ представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если сегментов несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого сегмента испытания настройка производится индивидуально.

Функция наложения узкополосного шума на ШСВ имеет два режима:

- Режим «Проход» – при данном режиме узкополосный шум с заданной частотной полосой последовательно перемещается от начальной частоты до конечной и обратно. В таблице необходимо установить значения начальной и конечной частоты, частотную полосу, СПМУ и скорость развертки;
- Режим «Удерживать» – при данном режиме узкополосный шум удерживается в заданной частотной полосе. В таблице необходимо установить значения начальной частоты, частотной полосы и СПМУ.

10.7 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Синус на ШСВ»

Для того чтобы включить функцию наложения синусоидальных колебаний на ШСВ (Sine-on-Random) при проведении виброиспытаний следует перейти на вкладку «Синус на ШСВ» (*Рис. 10.7*).

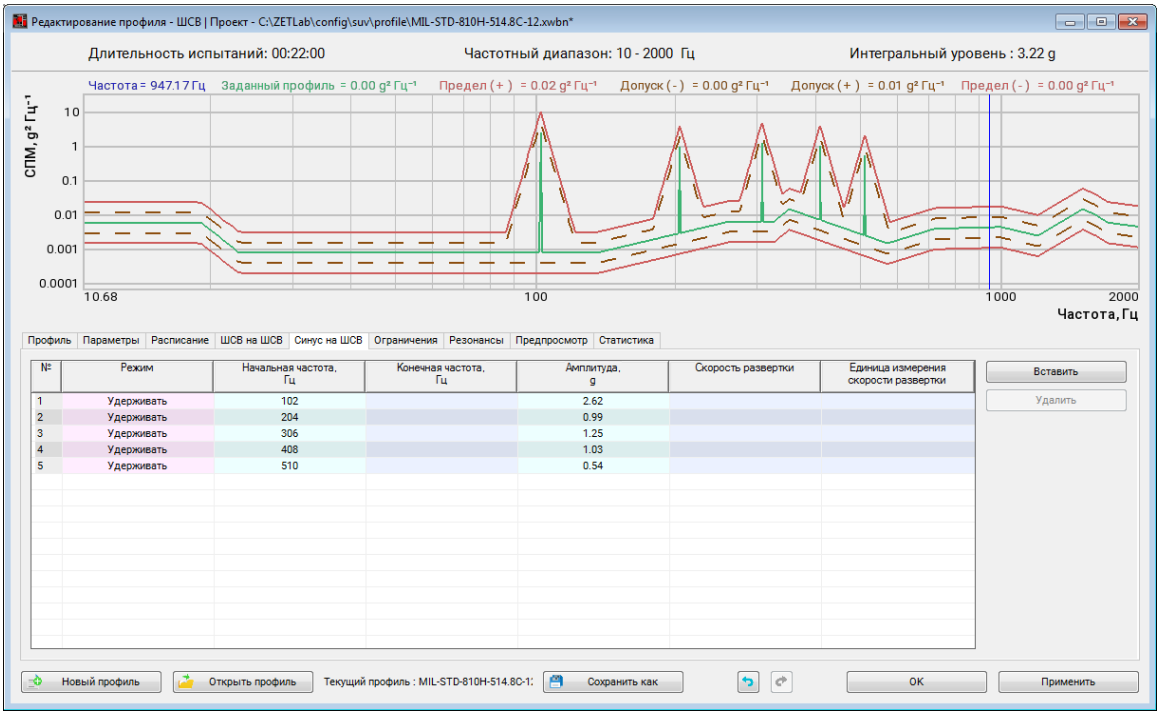


Рис. 10.7 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Синус на ШСВ»

Параметры функции наложения синусоидальных колебаний на ШСВ представляет собой таблицу данных. Для добавления новых строк в таблицу следует активировать кнопку «Вставить». Если сегментов несколько, то следует добавить соответствующее количество строк в таблицу. Для каждого сегмента испытания настройка производится индивидуально.

Функция наложения синусоидальных колебаний на ШСВ имеет два режима:

- Режим «Проход» – при данном режиме синусоидальные колебания с заданной амплитудой последовательно перемещаются от начальной частоты до конечной и обратно. В таблице необходимо установить значения начальной и конечной частоты, амплитуду и скорость развертки;
- Режим «Удерживать» – при данном режиме синусоидальные колебания удерживаются на заданной частоте. В таблице необходимо установить значения начальной частоты и амплитуды.

График спектральной плотности мощности ускорения с наложенным синусом, а также графики допусков отображаются в верхней части окна программы «Редактирование профиля виброиспытаний».

10.8 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Ограничения»

На вкладке «Ограничения» (*Рис. 10.8*) задаются допустимые пределы испытаний для контрольных и следящих измерительных каналов. По тем параметрам, по которым контроль активирован (в процессе проведения испытаний) будет отслеживаться превышение установленных значений параметров и в случае их превышения испытания будут экстренно остановлены.

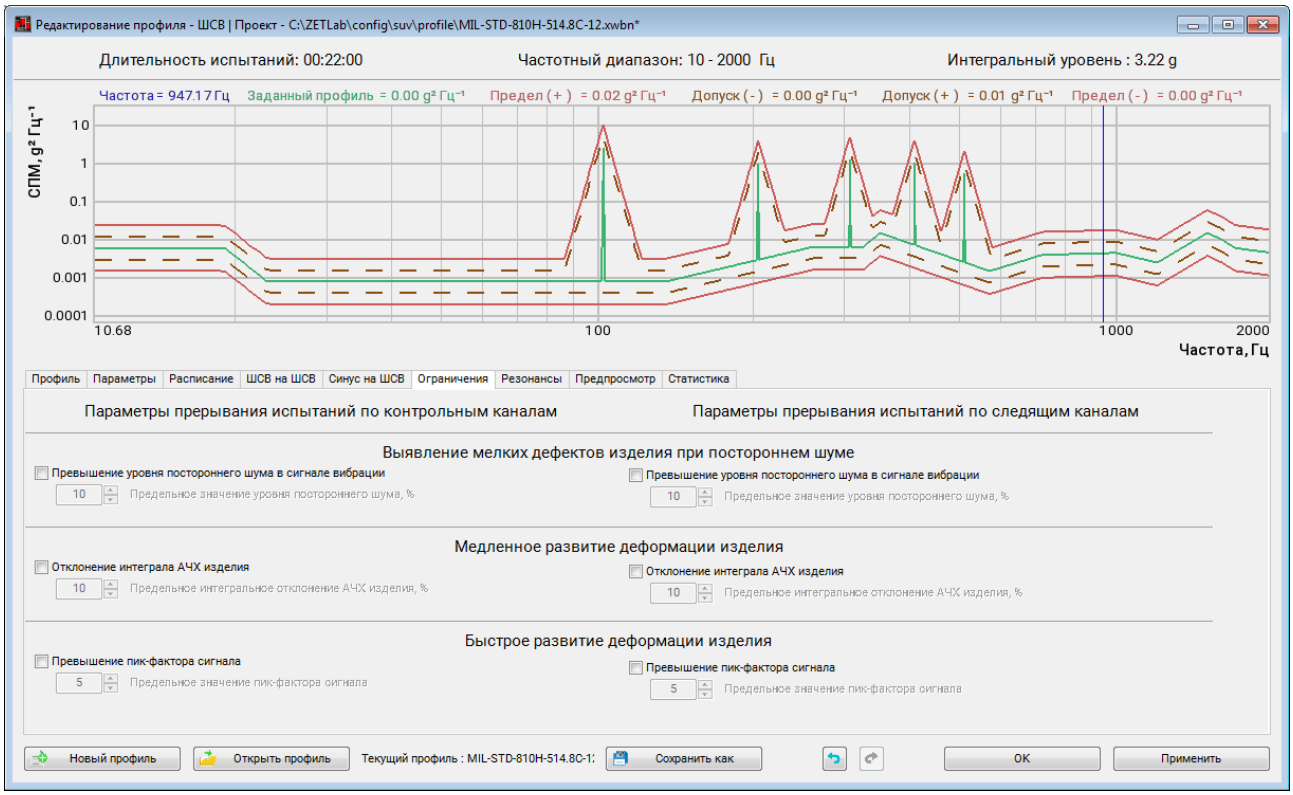


Рис. 10.8 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Ограничения»

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

Возможно установить ограничения по контрольным и следящим каналам для следующих параметров:

- «Превышение уровня постороннего шума в сигнале вибрации;
- «Отклонение интеграла АЧХ»;
- «Превышение пик-фактора сигнала».

10.9 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Резонансы»

Вкладка «Резонансы» содержит статистическую информацию, рассчитанную на основании результатов предтеста. Вкладка позволяет оператору оценить наличие резонансов и антирезонансов на амплитудной характеристике (*Рис. 10.9*).

Примечание: *при необходимости (для более подробного рассмотрения) масштабируйте амплитудную характеристику по частотной шкале к интересуемой области, при этом в таблице останется список только тех резонансов и антирезонансов, которые попадают в визуализируемую область графика*

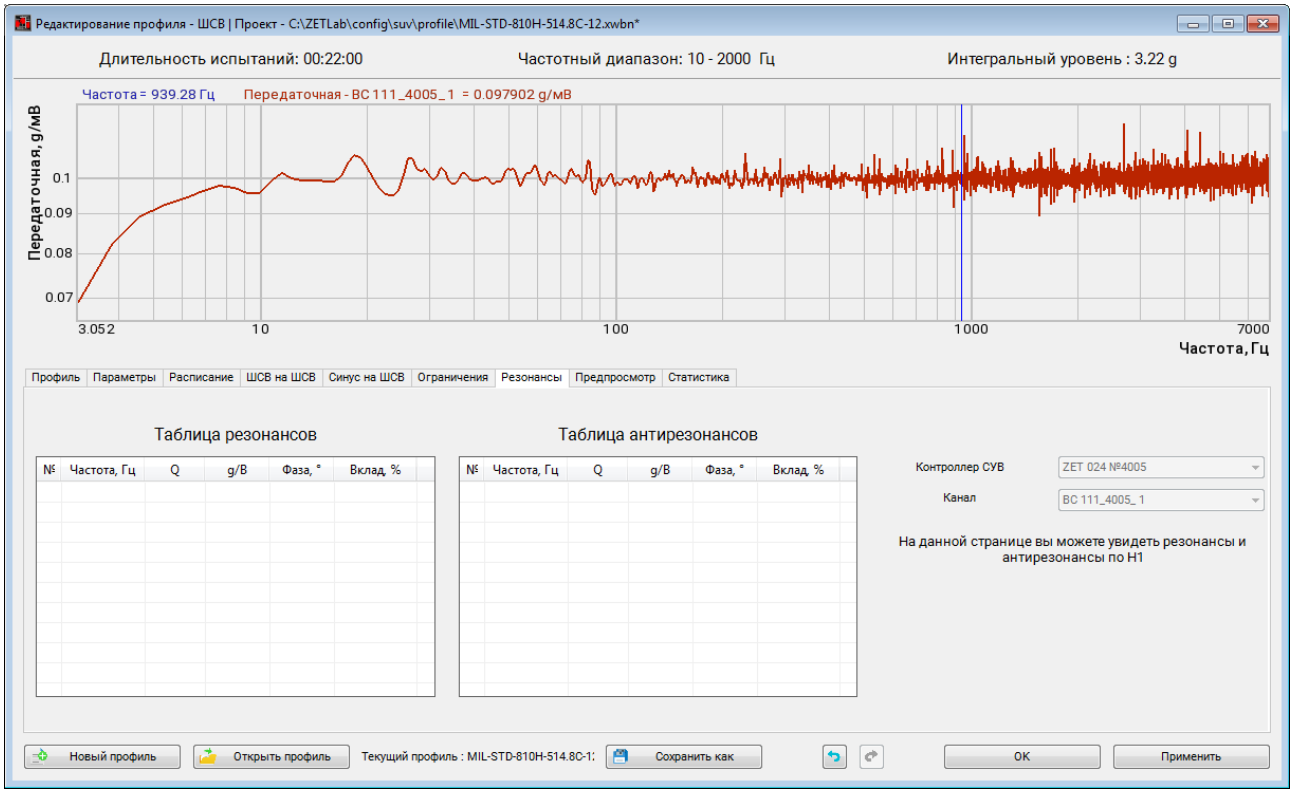


Рис. 10.9 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Резонансы»

10.10 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Предпросмотр»

На вкладке «Предпросмотр» можно ознакомиться с предварительными графиками виброиспытаний по заданному профилю, полученными расчетным путем на основе данных из предтеста (*Рис. 10.10*).

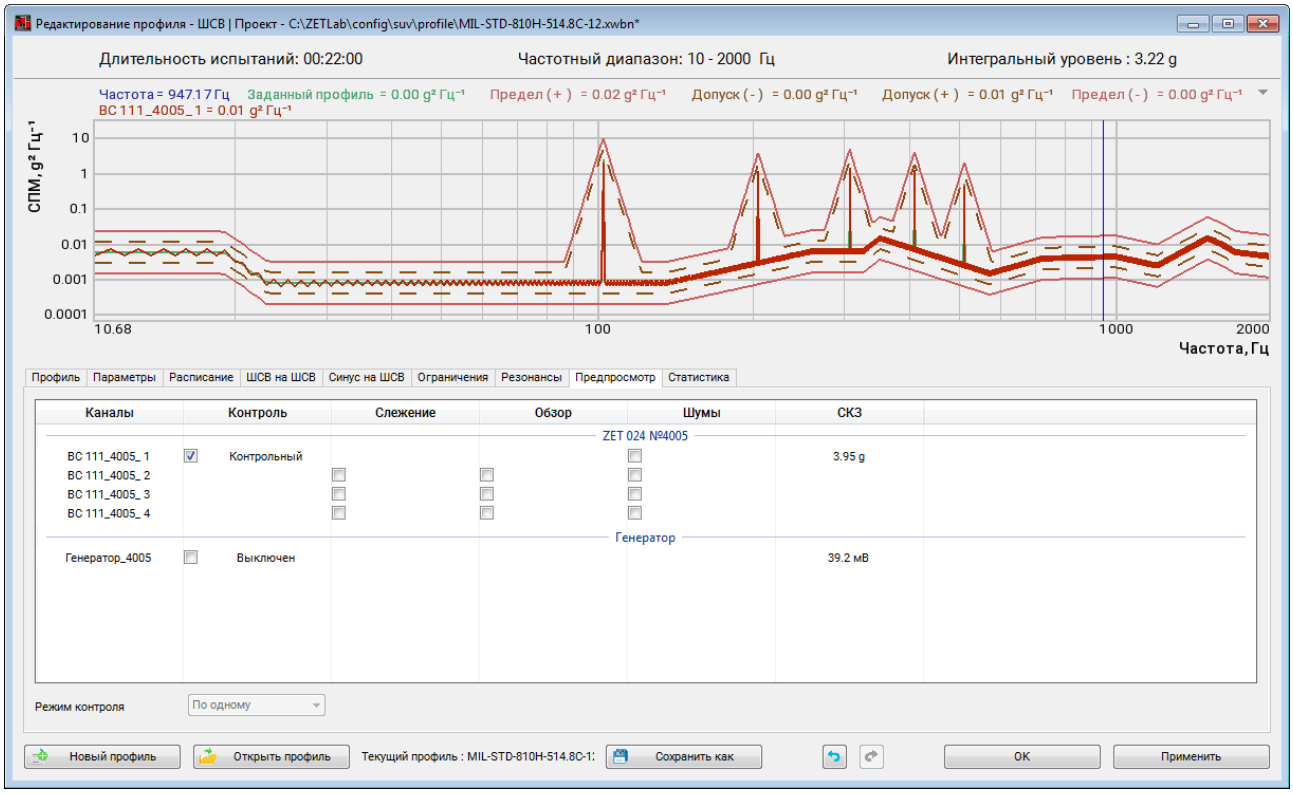


Рис. 10.10 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Предпросмотр»

Графики представлены по всем измерительным каналам контроллера СУВ, при этом каждому из измерительных каналов можно назначить произвольный тип контроля (контроль, слежение, обзор, а также проверить уровень шума по каналу. Для отображения желаемого графика вибрации необходимо установить отметку в соответствующей ячейке таблицы.

Примечание: *Информация на графиках является ознакомительной и предназначена для информирования пользователя СУВ о предполагаемых результатах, которые будут получены при проведении виброиспытаний по заданному профилю.*

10.11 Окно программы «Редактирование профиля» вкладка «Статистика»

Вкладка «Статистика» содержит статистическую информацию, предоставляя пользователю возможность оценить степень нагрузки на вибростенд при проведении виброиспытаний (*Рис. 10.11*).

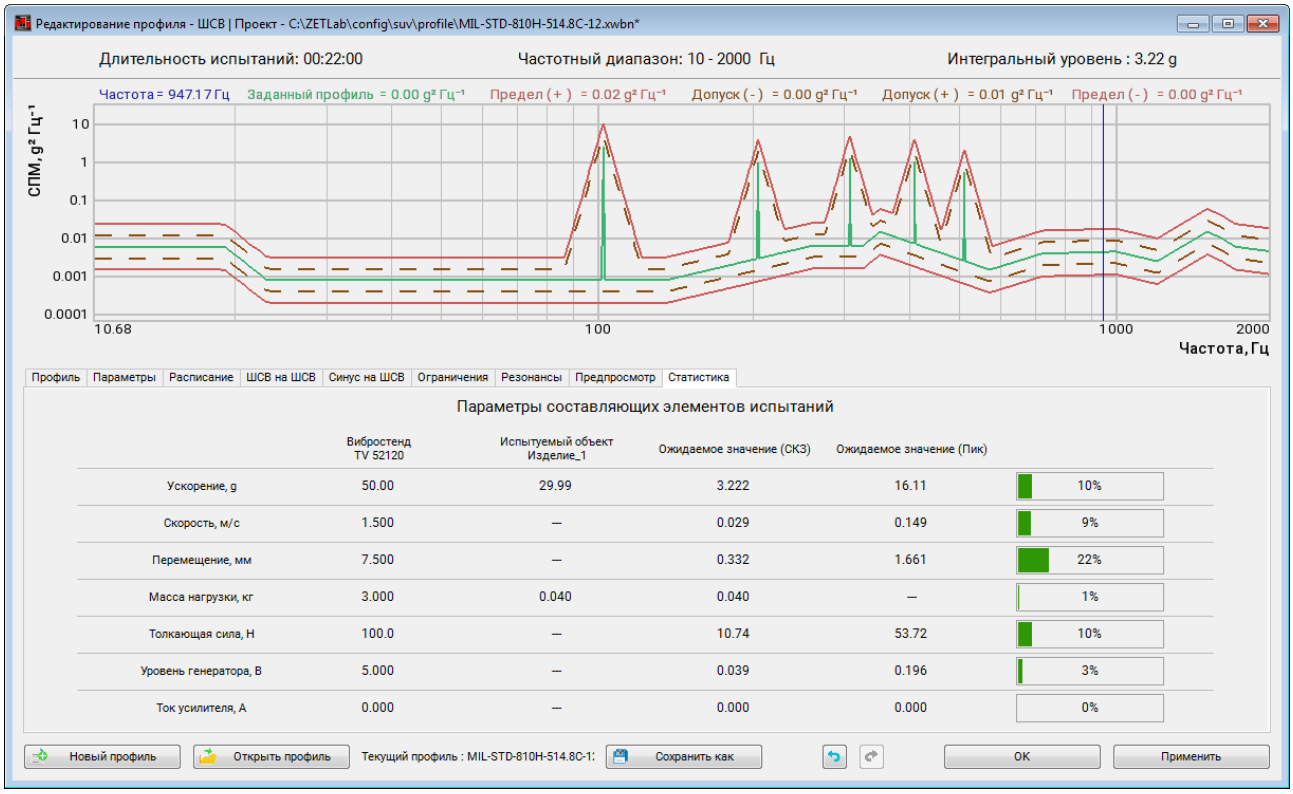


Рис. 10.11 Окно «Редактор профиля для виброиспытаний» – вкладка «Статистика»

10.12 Сохранение и загрузка профилей испытаний

Для сохранения настроек, произведенных в окне программы «Редактирование профиля - ШСВ», необходимо ☝ активировать кнопку «Применить»

В окне программы «Редактирование профиля - ШСВ» пользователю предоставляется возможность как сохранять текущий отредактированный профиль испытаний в виде файла, так и открывать ранее сохраненные профили для редактирования или для проведения испытаний.

Для сохранения текущего профиля испытаний необходимо в окне программы «Редактирование профиля - ШСВ» ☝ активировать панель «Сохранить как» (*Рис. 10.12*).

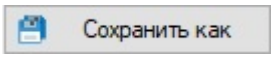


Рис. 10.12 Панель для сохранения профиля

В открывшемся окне «Сохранить профиль» (*Рис. 10.13*) требуется задать имя сохраняемого профиля испытаний и выбрать директорию его сохранения, после чего ☝ активировать кнопку «Сохранить».

Примечание: *Сохранение текущего профиля можно производить с любой вкладки окна «Редактирование профиля - гармонической вибрации».*

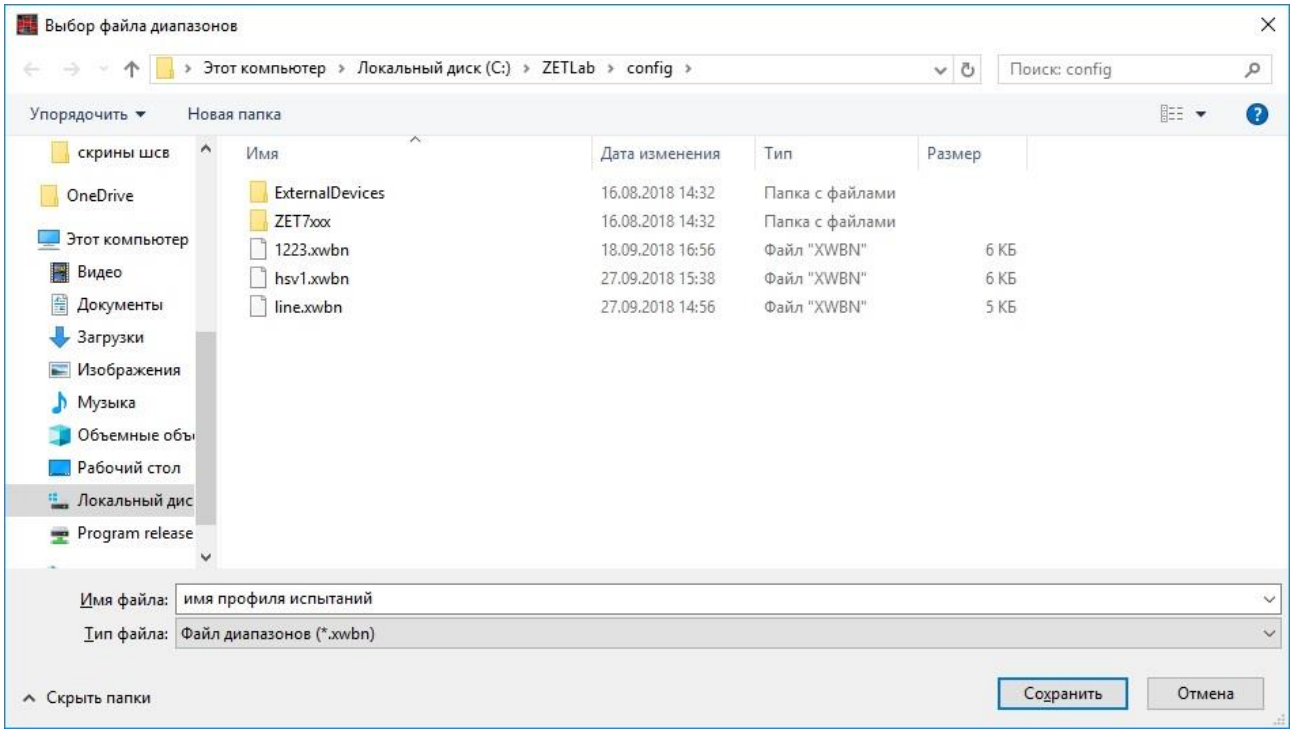


Рис. 10.13 Сохранение профиля

Для загрузки ранее сохраненного профиля испытаний необходимо выбрать функцию «Открыть профиль». В открывшемся окне следует выбрать нужный файл профиля испытаний и ☝ активировать кнопку «Открыть».

Для загрузки (открытия) ранее сохраненного профиля испытаний необходимо ☝ активировать панель «Открыть профиль» (*Рис. 10.14*).

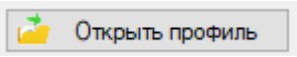


Рис. 10.14 Панель для открытия профиля испытаний

В открывшемся окне «Открыть профиль» (*Рис. 10.15*) следует выбрать нужный файл профиля испытаний и ☝ активировать кнопку *«Открыть»*.

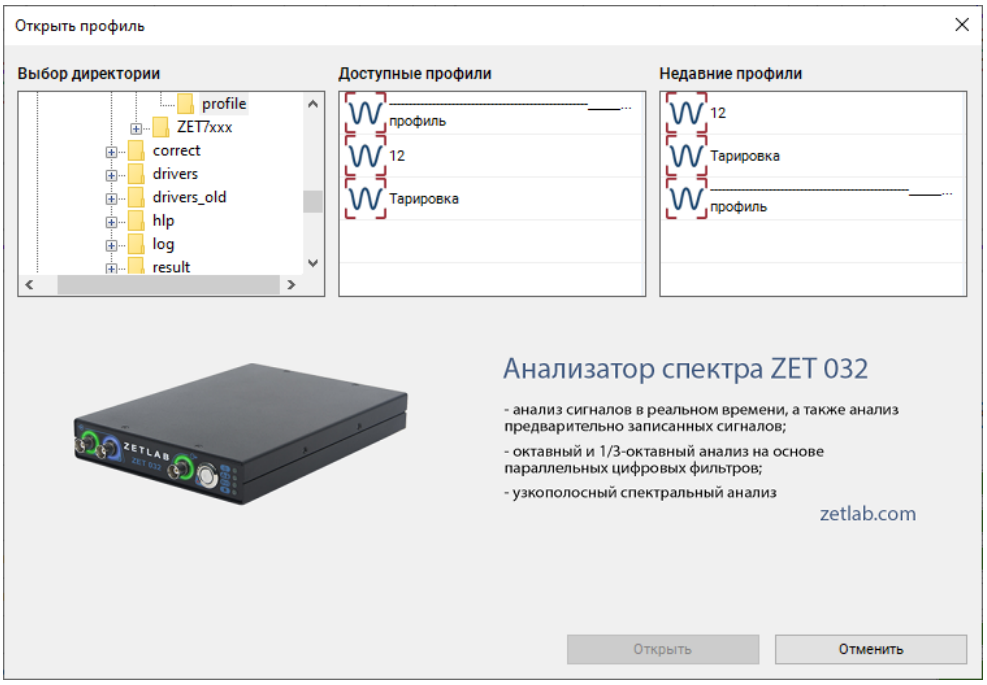


Рис. 10.15 Окно «Открыть профиль»

При активации панели «Новый профиль» (*Рис. 10.16*) программа предложит заменить текущий профиль на профиль с параметрами по умолчанию (базовый профиль).

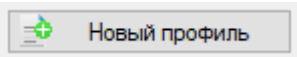


Рис. 10.16 Панель для создания нового профиля

10.13 Проведение испытаний

В нижний части программы «Широкополосная случайная вибрация» отображается журнал событий, куда сохраняется важная информация при работе с программой. После запуска программы в журнале событий должна отобразиться информация о успешной загрузке файлов предтеста (*Рис. 10.17*).

Текущее время	Время испыта...	Описание
14:56:49	00:00:00	Файлы предтеста успешно загружены

Рис. 10.17 Журнал событий

Управление виброиспытаниями осуществляется из специального меню, расположенного в правом нижнем углу программы (*Рис. 10.18*).

Рис. 10.18 Меню управления виброиспытаниями

Кнопка *«Старт»* предназначена для запуска или возобновления виброиспытаний.

Кнопа *«Стоп»* предназначена для остановки виброиспытаний в произвольный момент времени.

Кнопка *«Пауза»* предназначена для удержания испытаний при условиях, соответствующих текущему этапу. То есть при нажатии кнопки «Пауза» испытания будут продолжаться, но время испытаний по текущему этапу будет приостановлено до момента повторного нажатия кнопки «Старт».

Кнопка «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).

Для начала виброиспытаний следует ☝ активировать кнопку «Старт», после чего программа будет постепенно выводить испытательную систему на заданный режим (*Рис. 10.19*).

Текущее время	Время испыта...	Описание
15:35:33	00:00:00	Файлы предтеста успешно загружены
15:35:39	00:00:00	Идёт запуск модуля управления
15:35:39	00:00:00	Модуль управления запущен
15:35:49	00:00:00	Идёт выход на режим

Рис. 10.19 Журнал событий

При достижении требуемого СКЗ ускорения программа начнёт проводить виброиспытания, о чём будет сообщено в информационном поле (*Рис. 10.20*).

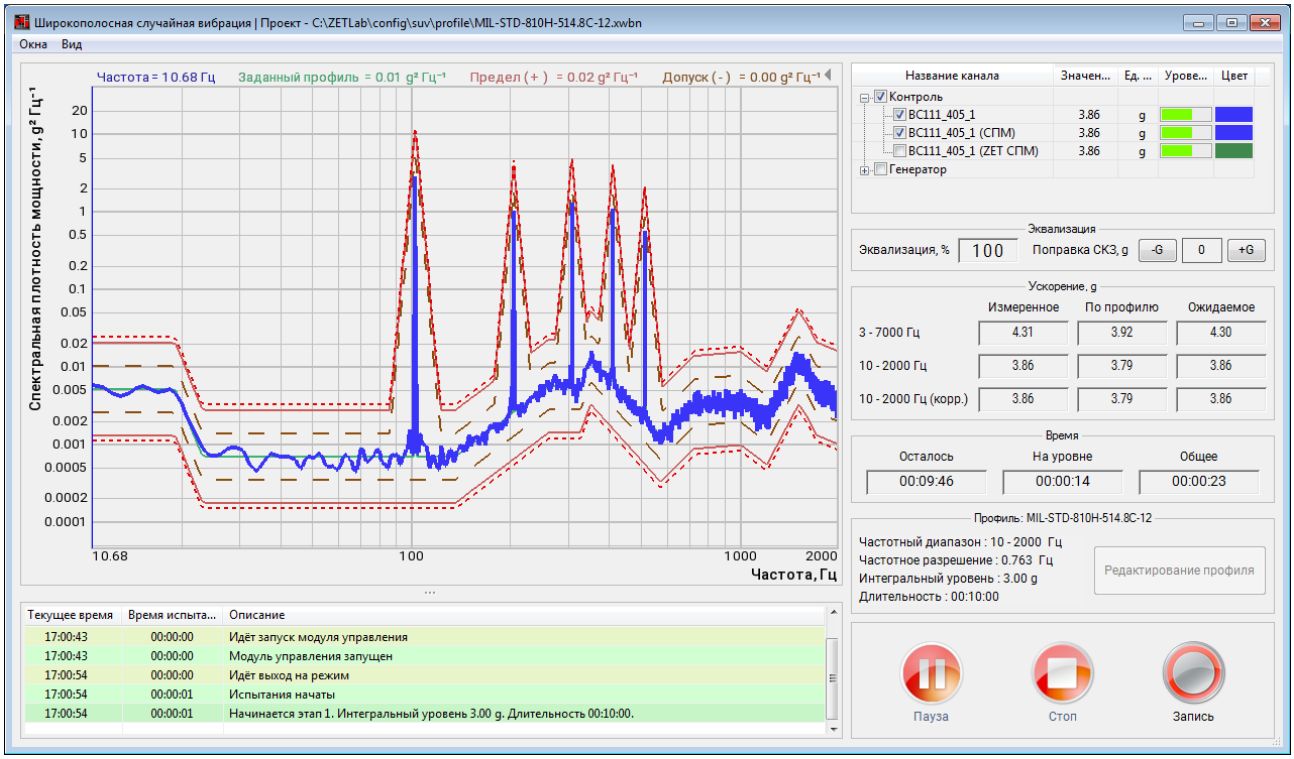


Рис. 10.20 Запуск виброиспытаний

Для отображения измерительного канала на графике следует выбрать его из списка каналов, расположенного в правой части окна программы (*Рис. 10.21*). В состав данного списка входят все измерительные каналы, для которых в программе «Предтест и поиск резонансов» был выбран один из типов контроля за испытаниями («Контроль», «Слежение», «Обзор»). В одной строке с измерительным каналом также отображается информация о текущем ускорении и интегральном уровне загрузки по данному каналу.

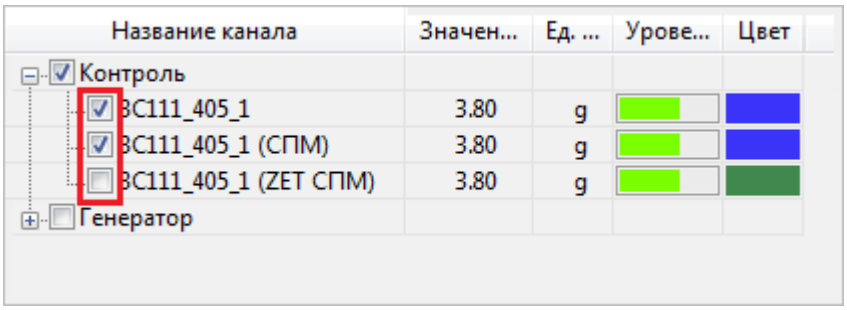


Рис. 10.21 Меню выбора каналов для отображения на графике

Если в программе «Предтест и поиск резонансов» в качестве контрольных было определенно несколько измерительных каналов, то в списке каналов программы «Широкополосная случайная вибрация» отобразится дополнительный канал «Общий (Средний)» или «Общий (Макс.)» в зависимости от заданных параметров (*Рис. 10.22*).

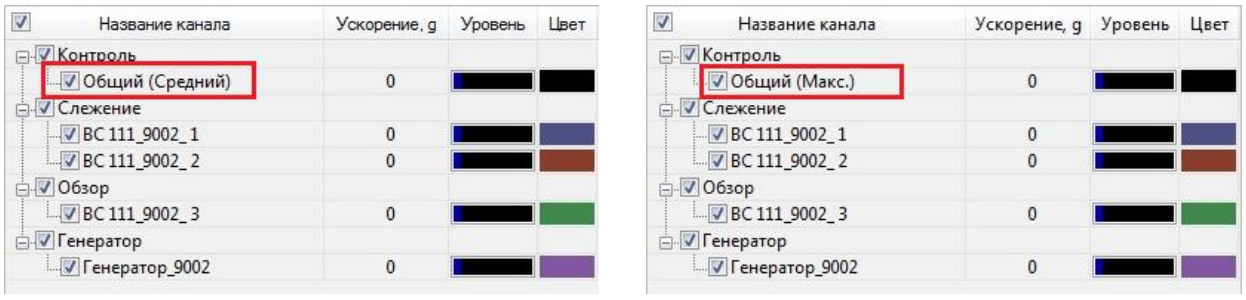


Рис. 10.22 Контрольные каналы «Общий (Средний)» и «Общий (Макс.)»

Примечание! *В случае выбора режима контроля по среднему или максимальному значениям, каналы, выбранные в качестве контрольных, меняют свой статус на следящие, а контрольным становится канал, формируемый соответственно по средним или максимальным значениям.*

В случае выхода значения контрольного канала за установленные ограничения (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) испытания будут остановлены. В журнале сообщения отобразиться информация о причинах прерывания испытаний. Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо нажать кнопку «Продолжить» (***Рис.*** *10.23*).

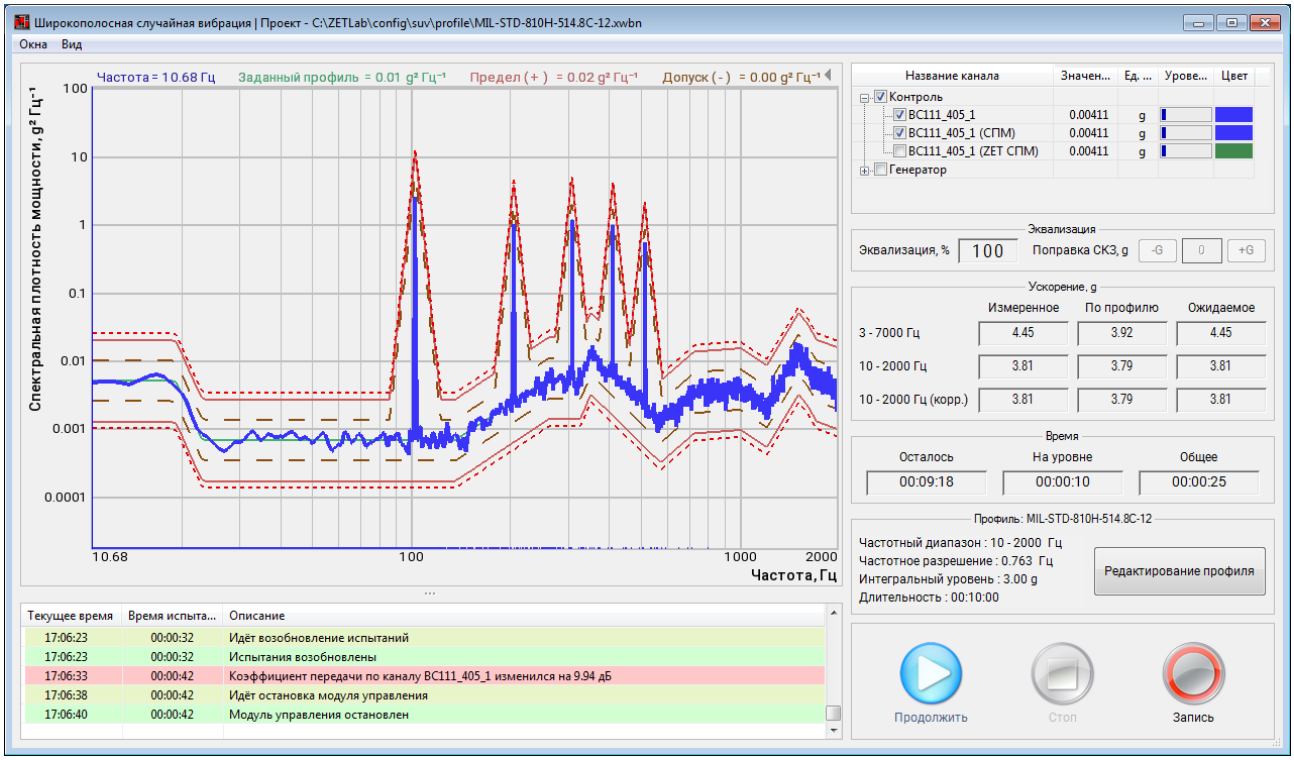


Рис. 10.23 Остановка виброиспытаний

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. 10.24*).

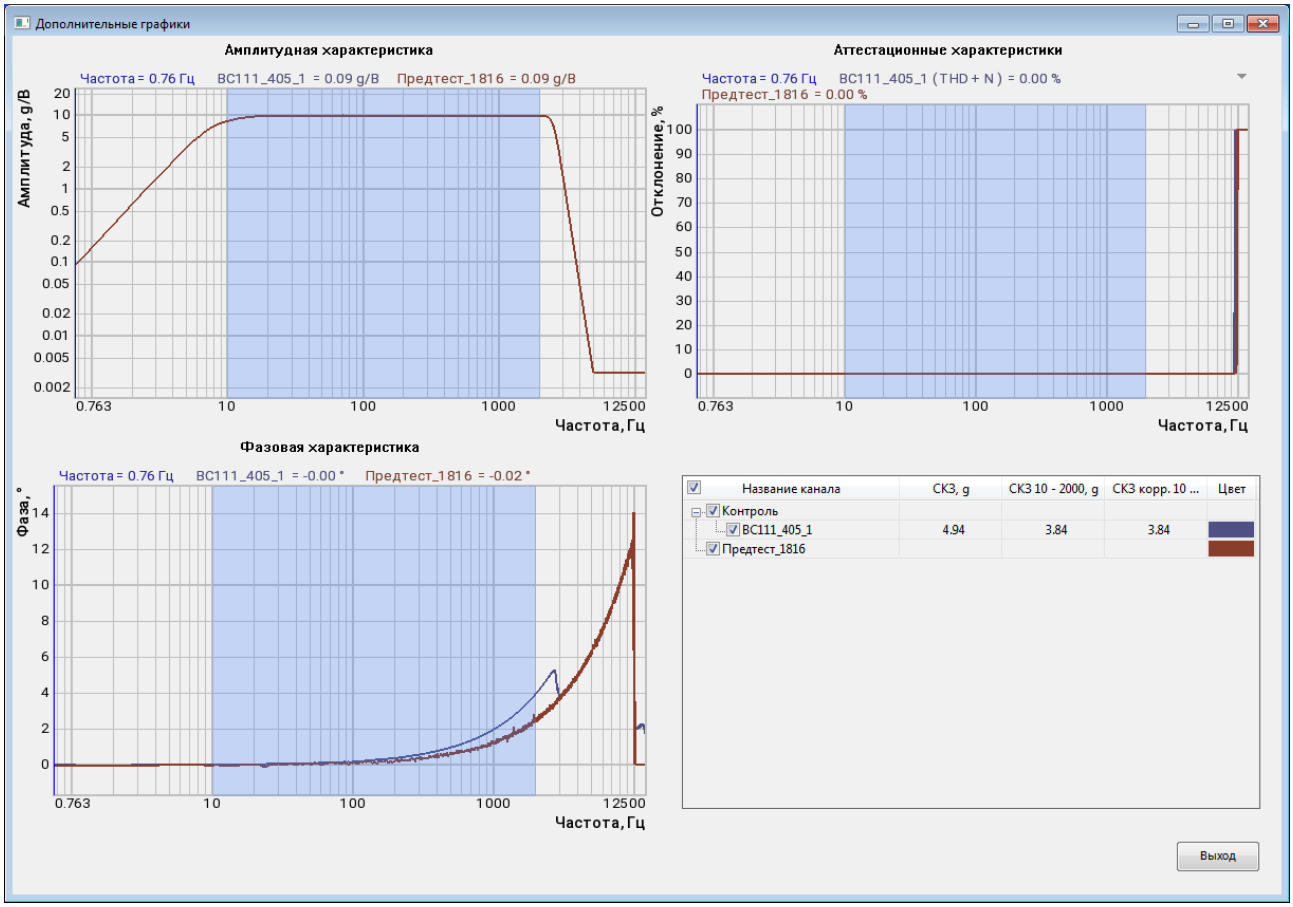


Рис. 10.24 Окно программы «Дополнительные графики»

На графиках программы «Дополнительные графики» отображаются отклонения текущих значений параметров спектра выбранного канала от значений параметров спектра контрольного канала, сформированных в профиле испытаний после прохождения предтеста.

Для отображения информации о временной реализации параметров сигналов необходимо запустить программу «Самописец» из меню «Окна» программы «Широкополосная случайная вибрация». В открывшемся окне «Самописец» (*Рис. 10.25*) будет отображаться информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

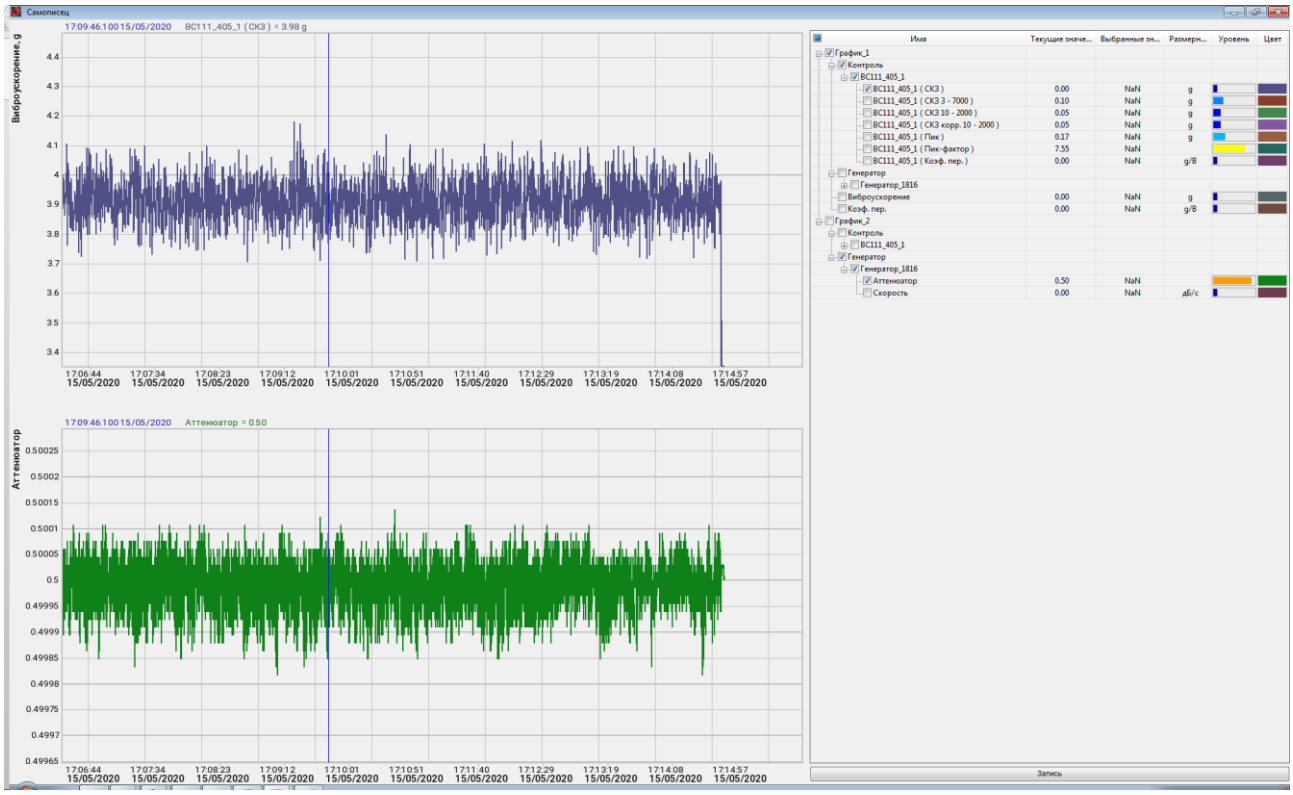


Рис. 10.25 Окно программы «Самописец»

В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. Для сохранения показаний самописца необходимо активировать на кнопку «Запись». Сохраняется только выбранные графики, которые можно просмотреть программой Просмотр результатов».

***Примечание**: В случаях проблем с проведением испытаний: испытания прервались по непонятной причине, испытания не запускаются, на графике профиля присутствуют значительные искажения и т.п., для выявления причины отправьте нам на электронную почту* **info@zetlab.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 «Широкополосная случайная вибрация». В открывшемся окне необходимо задать имя файла отчета и указать директорию его сохранения, после чего активировать кнопку «Сохранить» (*Рис. 10.26*).

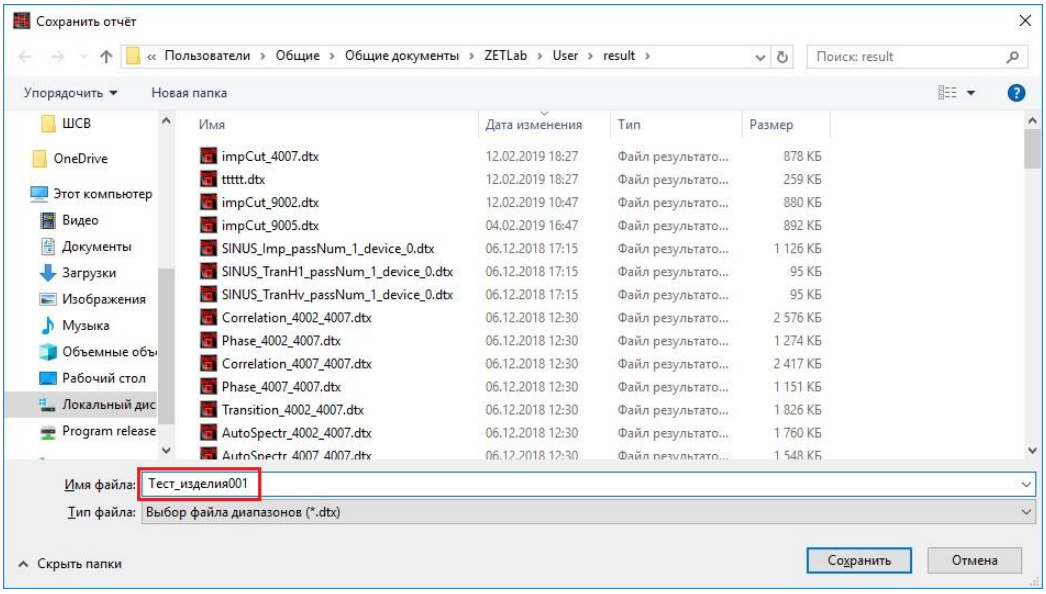


Рис. 10.26 Указание имени файла при сохранении отчета с результатами испытаний

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. 10.27*).

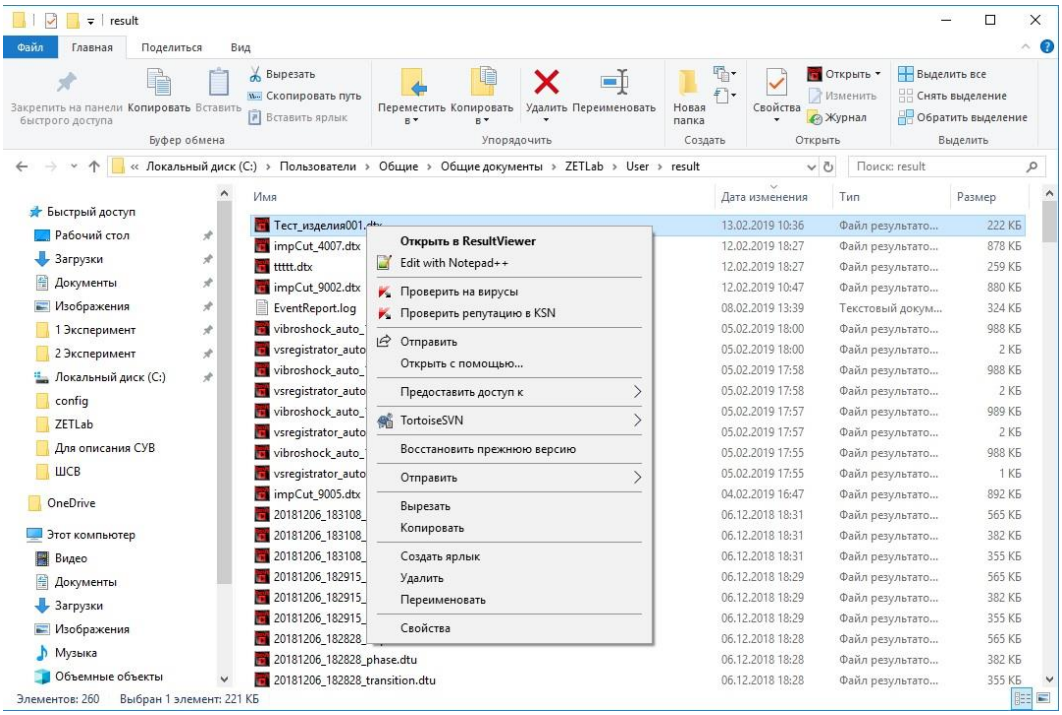


Рис. 10.27 Выбор файла из директории с результатами испытаний

В программе «Просмотр результатов» на вкладке «График» отобразится графическая часть отчета по выполненному испытанию (*Рис. 10.28*).

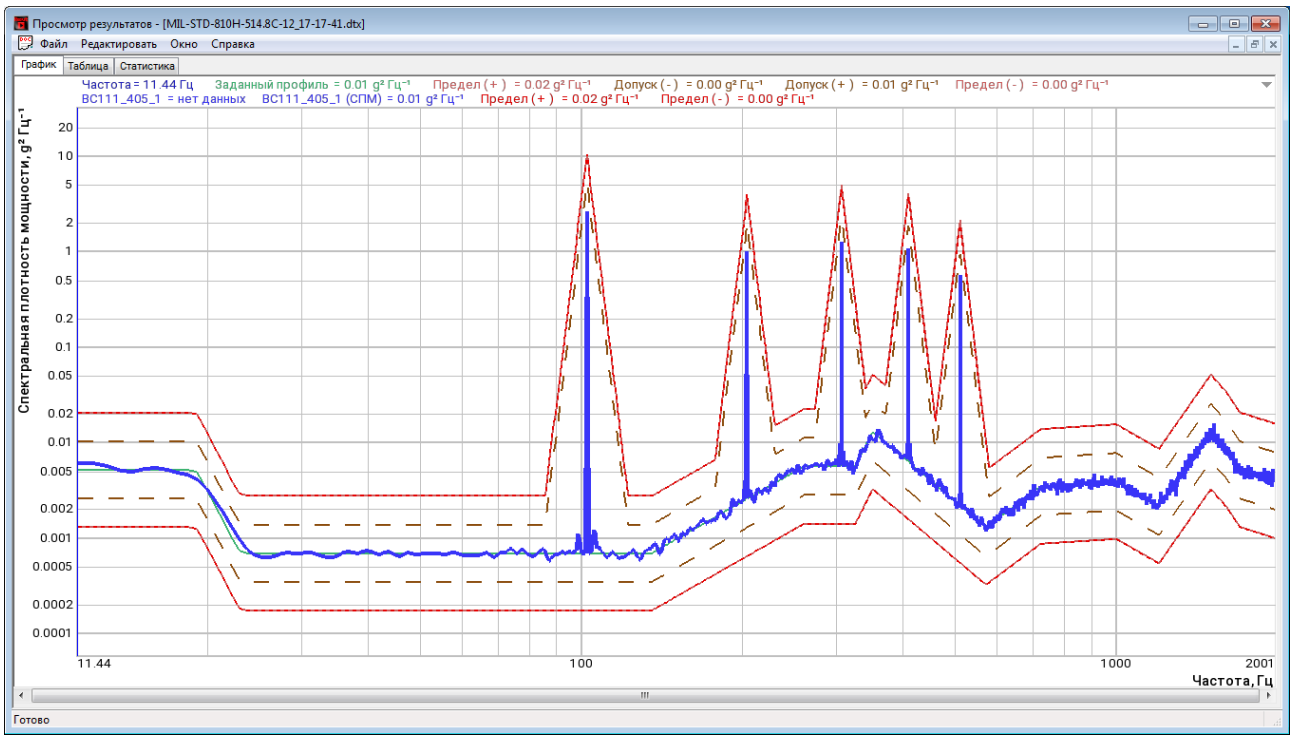
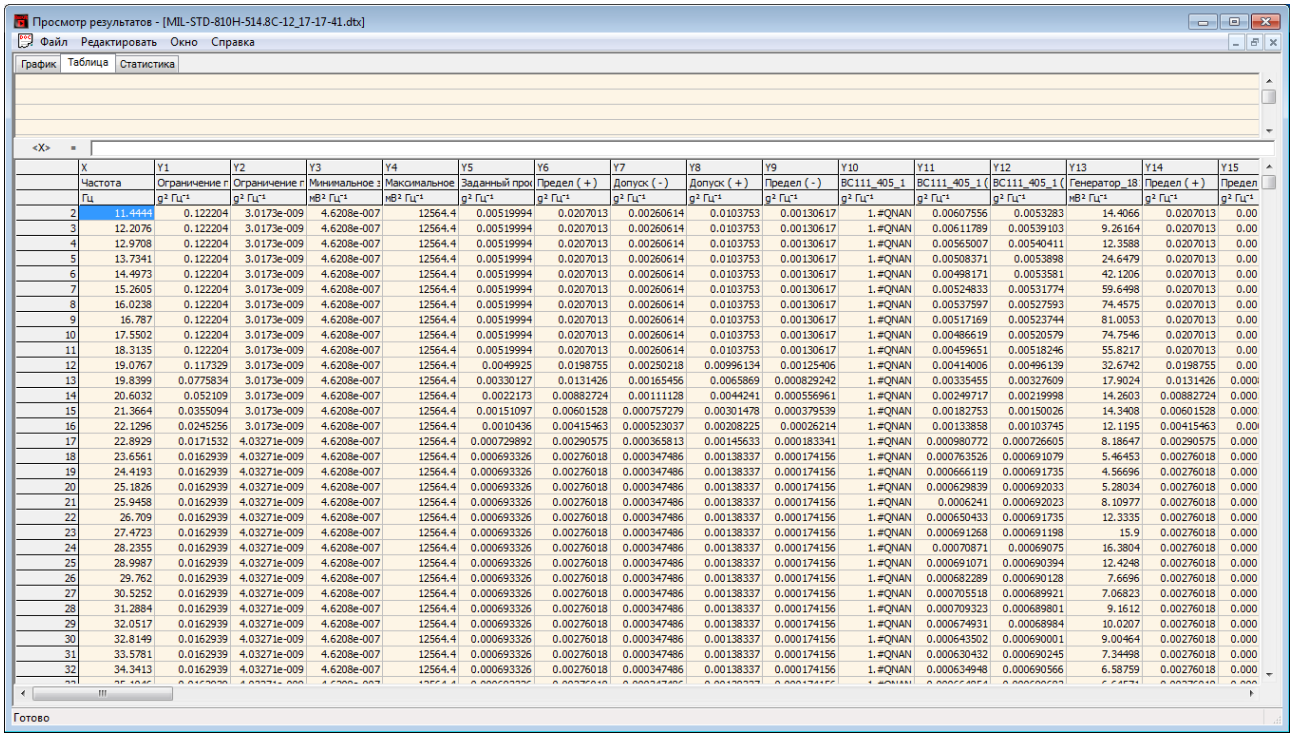


Рис. 10.28 Вкладка «График» окна «Просмотр результатов»

Для просмотра значений графика в табличном виде следует перейти на вкладку «Таблица» (*Рис. 10.29*).



	X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15
	Частота	Ограничение г	Ограничение г	Минимальное з	Максимальное	Заданный прок	Предел (+)	Допуск (-)	Допуск (+)	Предел (-)	BC111_405_1	BC111_405_1 (	BC111_405_1 (	Генератор_18	Предел (+)	Предел
	Гц	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	мВ² Гц⁻¹	мВ² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	мВ² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹	g² Гц⁻¹
2	11.4444	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00607556	0.0053283	14.4066	0.0207013	0.00
3	12.2076	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00611789	0.00539103	9.26164	0.0207013	0.00
4	12.9708	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00565007	0.00540411	12.3588	0.0207013	0.00
5	13.7341	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00508371	0.0053898	24.6479	0.0207013	0.00
6	14.4973	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00498171	0.0053581	42.1206	0.0207013	0.00
7	15.2605	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00524833	0.00531774	59.6498	0.0207013	0.00
8	16.0238	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00537597	0.00527593	74.4575	0.0207013	0.00
9	16.787	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00517169	0.00523744	81.0053	0.0207013	0.00
10	17.5502	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00486619	0.00520579	74.7546	0.0207013	0.00
11	18.3135	0.122204	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00519994	0.0207013	0.00260614	0.0103753	0.00130617	1.#QNAN	0.00459651	0.00518246	55.8217	0.0207013	0.00
12	19.0767	0.117329	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.0049925	0.0198755	0.00250218	0.00996134	0.0125406	1.#QNAN	0.00414006	0.00496139	32.6742	0.0198755	0.00
13	19.8399	0.0775834	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00330127	0.0131426	0.00165456	0.0065869	0.000829242	1.#QNAN	0.00335455	0.00327609	17.9024	0.0131426	0.000
14	20.6032	0.052109	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.0022173	0.00882724	0.00111128	0.0044241	0.000556961	1.#QNAN	0.00249717	0.00219998	14.2603	0.00882724	0.000
15	21.3664	0.0355094	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.00151097	0.00601528	0.000757279	0.00301478	0.000379539	1.#QNAN	0.00182753	0.00150026	14.3408	0.00601528	0.000
16	22.1296	0.0245256	3.0173e-009	4.6208e-007	12564.4	0.0010436	0.00415463	0.000523037	0.00208225	0.00026214	1.#QNAN	0.00133858	0.00103745	12.1195	0.00415463	0.00
17	22.8929	0.0171532	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000729892	0.00290575	0.000365813	0.0145633	0.000183341	1.#QNAN	0.000980772	0.000726605	8.18647	0.00290575	0.000
18	23.6561	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000763526	0.000691079	5.46453	0.00276018	0.000
19	24.4193	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000666119	0.000691735	4.56696	0.00276018	0.000
20	25.1826	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000629839	0.000692033	5.28034	0.00276018	0.000
21	25.9458	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.0006241	0.000692023	8.10977	0.00276018	0.000
22	26.709	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000650433	0.000691735	12.3335	0.00276018	0.000
23	27.4723	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000691268	0.000691198	15.9	0.00276018	0.000
24	28.2355	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.00070871	0.00069075	16.3804	0.00276018	0.000
25	28.9987	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000691071	0.000690394	12.4248	0.00276018	0.000
26	29.762	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000682289	0.000690128	7.6696	0.00276018	0.000
27	30.5252	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000705518	0.000689921	7.06823	0.00276018	0.000
28	31.2884	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000709323	0.000689801	9.1612	0.00276018	0.000
29	32.0517	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000674931	0.00068984	10.0207	0.00276018	0.000
30	32.8149	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000643502	0.000690001	9.00464	0.00276018	0.000
31	33.5781	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000630432	0.000690245	7.34498	0.00276018	0.000
32	34.3413	0.0162939	4.03271e-009	4.6208e-007	12564.4	0.000693326	0.00276018	0.000347486	0.00138337	0.000174156	1.#QNAN	0.000634948	0.000690566	6.58759	0.00276018	0.000

Рис. 10.29 Вкладка «Таблица» окна «Просмотр результатов»

10.14 Примеры к разделу 10

10.14.1 Теория испытаний

Для испытаний образца (изделия) на воздействие вибрации требуется определенная степень воспроизводимости, особенно для квалификационных и приемочных испытаний, проводимых для испытания одного и того же типа образцов различными организациями, такими как поставщик и потребитель изделий электронной техники.

Как сказано в ГОСТ 28220-89 слово «Воспроизводимость» не означает сходимости результатов, полученных в условиях испытаний и в условиях эксплуатации образца (реальных условиях), а подразумевается получение аналогичных результатов испытаний, полученных в разных испытательных центрах различным обслуживающим испытания персоналом.

Большое расхождение требований к различным значениям допусков при определенном уровне жесткости, а также обеспечение достоверности результатов испытаний приводит к введению трех воспроизводимостей: высокая, средняя и низкая. Для каждой воспроизводимости можно сделать выбор метода подтверждения, принимая во внимание как динамические характеристики испытуемого образца, так и наличие испытательного оборудования.

Требования обеспечения воспроизводимости включают в себя контроль за уровнем вибрации в пределах узкой полосы частот. Несмотря на то, что выравнивание частот в узкой полосе обеспечивает лучшую воспроизводимость, чем в широкой полосе, выравнивание частот в узкой полосе в меньшей мере учитывает влияние окружающей среды на испытуемый образец. Однако выравнивание в широкой полосе частот приводит к тому, что резонанс внутри образца изменяет испытательный уровень настолько, что могут возникать пики и провалы. При эксплуатации условия окружающей среды обычно способствует возникновению пиков и провалов в следствии влияния окружающей среды на образец. Кроме того, мало вероятно, чтобы эти пики и провалы совпали с пиками и провалами, возникающими при испытаниях в лаборатории.

При высокой и средней воспроизводимости образец следует подвергать воздействию синусоидальной вибрации для снятия частотной характеристики. При этом испытание синусоидальной вибрацией проводят в обоих направлениях по всему частотному диапазону испытаний.

В нормативно-технической документации также может встречаться требование испытаний на обнаружение резонансов, а также проверки механических характеристик перед выдержкой.

В процессе испытаний образец подвергают вибрации в соответствии с требованиями ГОСТ на соответствующий вид испытаний.

После завершения испытаний проводятся заключительные измерения, при которых выполняется проверка механических характеристик образца, для сравнения с результатами проверки механических характеристик, полученных до проведения испытаний.