



**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДАМИ**

**ZET 017-U**

**РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА**

**ЗТМС.03000-27 34 01**



УТВЕРЖДЕН  
ЗТМС.03000-27 34 01-ЛУ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОСТЕНДАМИ  
ZET 017-U

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взаим. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Руководство оператора

ЗТМС.03000-26 34 01

Листов 44

Москва, Зеленоград

2011



## Оглавление

Оглавление.....	1
Введение .....	3
1 Назначение.....	4
2 Условия выполнения.....	5
3 Включение анализатора и подготовка к работе .....	6
3.1 Включение анализатора .....	6
3.2 Схема соединения и заземления элементов.....	7
3.3 Запуск панели управления ZETLab.....	9
3.4 Настройка параметров входов (АЦП) и выходов (ЦАП) анализатора .....	10
3.5 Настройка конфигурации измерительных трактов.....	12
3.6 Настройка параметров вибростенда.....	14
3.7 Опробование.....	16
3.8 Определение амплитудно-частотных характеристик, рабочего частотного диапазона и резонансных частот вибростенда .....	20
3.9 Определение коэффициента передачи .....	23
4 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации качанием частоты по диапазону.....	24
4.1 Описание программы «Синусоидальная вибрация».....	24
4.2 Подготовка к проведению испытаний .....	25
4.3 Проведение испытаний .....	32
4.4 Сообщения оператору .....	36
5 Испытание на воздействие широкополосной случайной вибрации (ШСВ).....	40
5.1 Описание программы «ШСВ».....	40
5.2 Подготовка к проведению испытаний .....	41
5.3 Проведение испытаний .....	47
5.4 Сообщения оператору .....	51
6 Испытание на воздействие классического удара .....	54
6.1 Описание программы .....	54
6.2 Подготовка к проведению испытаний .....	55
6.3 Проведение испытаний .....	60
6.4 Сообщения оператору .....	64
7 Испытание на воздействие виброудара .....	67

7.1	Описание программы.....	67
7.2	Подготовка к проведению испытаний.....	68
7.3	Проведение виброиспытаний.....	71
7.4	Сообщения оператору.....	76
8	Мониторинг параметров вибрации во время испытания.....	79
9	Использование дополнительной защиты - функция «ВИБРОСТОП».....	81

## Введение

Настоящий документ является руководством оператора системы управления вибростендами ZET 017-U (далее по тексту СУВ). СУВ разработана ЗАО "Электронные технологии и метрологические системы", г. Москва, г. Зеленоград и предназначена для эксплуатации различных электродинамических вибростендов.

Компания ЗАО «ЭТМС» постоянно стремится улучшать свои изделия. Из-за обновления программного обеспечения данное руководство пользователя может немного не соответствовать вашему изделию. Поэтому ЗАО «ЭТМС» сохраняет за собой право вносить изменения в данное руководство пользователя или отозвать его в любое время без предварительного уведомления.

В настоящем описании 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»

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».

## 1 Назначение

СУВ выполнена на базе анализатора спектра ZET 017-U4 или ZET 017-U8 и программного обеспечения ZETLab. СУВ предназначена для проведения виброиспытаний на электродинамических вибростендах с одной степенью свободы с использованием дополнительных усилителей мощности.

СУВ позволяет проводить следующие типы виброиспытаний:

- Синусоидальная вибрация с качанием частоты и на фиксированных частотах по заданному профилю по ГОСТ 28203-89 «Испытания. Испытание Fc и руководство: вибрация (синусоидальная)» (программа «Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)»);
- Широкополосная случайная вибрация с заданной спектральной плотностью мощности ускорения по частоте по ГОСТ Р 51502-99 «Испытания на воздействие широкополосной случайной вибрации с использованием цифровой системы управления испытаниями» (программа «Генератор с ОС (ШСВ)»);
- Классический удар синусоидальной, треугольной, прямоугольной, трапецеидальной и пилообразной формы по ГОСТ 28213-89 «Испытания. Испытание Ea и руководство: одиночный удар» и ГОСТ 28215-89 «Испытание Eb и руководство: многократные удары» (программа «Генератор с ОС (Классический удар)»);
- Виброудар одиночного и многократного действия по ГОСТ РВ 20.39.304-98 «Требования стойкости к внешним воздействующим факторам», удар с синтезом ударного спектра, имитация стрелково-пушечного вооружения (программа «Генератор с ОС (Виброудар)»).

Помимо проведения виброиспытаний программное обеспечение, поставляемое в комплекте с анализатором спектра, позволяет проводить спектральный анализ сигналов, корреляционный анализ сигналов, анализ нелинейных искажений, модальный анализ, измерение различных параметров и физических величин.

## 2 Условия выполнения

Для работы СУВ необходимо выполнить в соответствии с ГОСТ 8.395-80 следующие условия внешней среды и питания:

- температура окружающей среды  $20 \pm 10$  °С;
- относительная влажность воздуха 30-80 %;
- атмосферное давление 630 – 795 мм рт.ст.;
- частота питающей сети  $50 \pm 0,5$  Гц;
- напряжение питающей сети переменного тока  $220 \pm 22$  В.

Для остальных элементов, участвующих в проведении виброиспытаний, нормальные условия работы необходимо взять из эксплуатационной документации.

## 3 Включение анализатора и подготовка к работе

### 3.1 Включение анализатора

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

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

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

После подсоединения анализатора к компьютеру, включения питания и загрузки операционной системы, либо после подсоединения анализатора к компьютеру с уже включенным питанием и загруженной операционной системой в панели задач операционной системы (внизу экрана) появится значок подключенного USB-устройства (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Значок подключенного USB-устройства

Если в панели задач операционной системы не появился значок подключенного USB-устройства, а открылось диалоговое окно **Мастер нового оборудования**, то необходимо произвести одно из двух действий:

1. При уже установленном программном обеспечении **ZETLab** указать в окне **Мастер нового оборудования** путь к драйверам анализатора – «[директория\_установки]\ZetLab\drivers\». Далее, следуя указаниям **Мастера нового оборудования** установить необходимые драйвера (если операционная система сообщит, что драйвера не имеют цифровой подписи, это сообщение необходимо проигнорировать и продолжить установку);

2. Если программное обеспечение не было установлено на ПЭВМ, то необходимо, руководствуясь документом «**Программное обеспечение ZETLab. Руководство оператора Часть 1**», установить программное обеспечение с оригинального компакт-диска, входящего в комплектацию анализатора.

**Внимание!** При перезагрузке или выключении компьютера, к которому подключен анализатор ZET 017, необходимо в первую очередь выключить анализатор ZET 017.

### 3.2 Схема соединения и заземления элементов

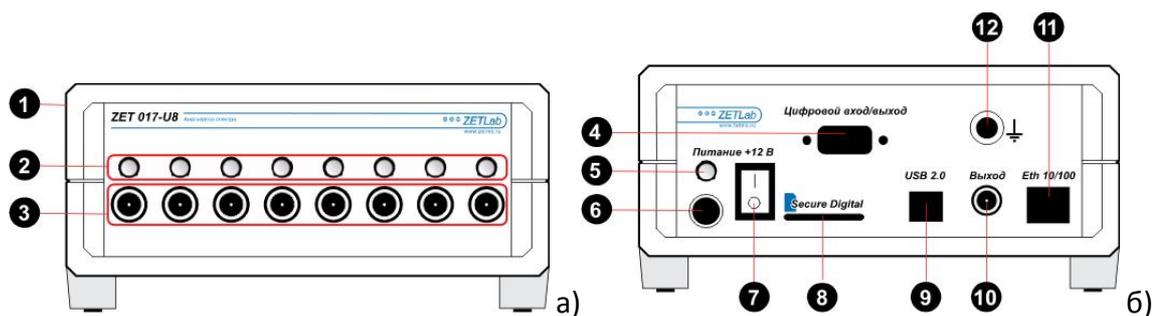


Рисунок 3.2.1. Анализатор спектра ZET 017: а) передняя панель, б) задняя панель.

- 1) Корпус Устройства
- 2) Индикаторы работы измерительного канала
- 3) Разъемы для подключения датчиков
- 4) Цифровой порт устройства
- 5) Индикатор наличия питания и связи с компьютером
- 6) Разъем для подключения блока питания
- 7) Тумблер включения Устройства
- 8) Разъем для подключения Flash накопителя
- 9) Интерфейс USB 2.0
- 10) Выход генератора (ЦАП)
- 11) Интерфейс промышленный Ethernet
- 12) Клемма заземления

Для правильного соединения элементов измерительной и вибрационной аппаратуры необходимо пользоваться схемой, показанной на рисунке 3.2.2.

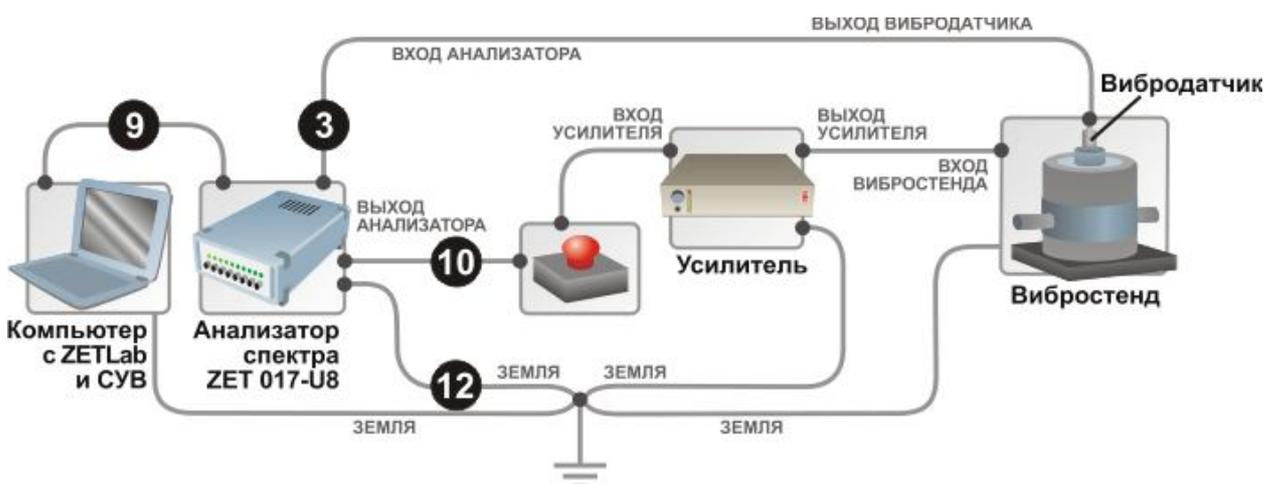


Рисунок 3.2.2. Схема соединения элементов измерительной и вибрационной аппаратуры

В связи с использованием в схеме усилителей мощности необходимо заземлять все элементы в схеме. Вибростенд и усилитель заземляются согласно соответствующим эксплуатационным документам. Системный блок компьютера заземляется за

специальное «ушко» на задней стороне или за один из винтов, которым крепится блок питания к корпусу. Анализатор ZET 017 заземляется за специальное гнездо. Все провода заземления необходимо соединить в одной физической точке (в качестве общей точки можно использовать клемму заземления усилителя) и соединить общую точку с шиной заземления.

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

Для аварийной остановки виброиспытаний используется элемент «красная кнопка», выполненная в виде небольшого блока с красной кнопкой и двумя входами BNC. К одному из входов кнопки с помощью кабеля подключается выход анализатора, к другому входу – вход усилителя мощности. При нажатии на кнопку происходит размыкание выхода анализатора и входа генератора и вибростенд останавливается. Если программы СУВ не остановились автоматически их необходимо остановить вручную. Для замыкания входов необходимо повернуть кнопку по стрелке до щелчка.

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

### 3.3 Запуск панели управления ZETLab

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



Рисунок 3.3.1 Значок ZETLab на рабочем столе.

Загрузка программы сопровождается окном ожидания (рисунок 3.3.2).

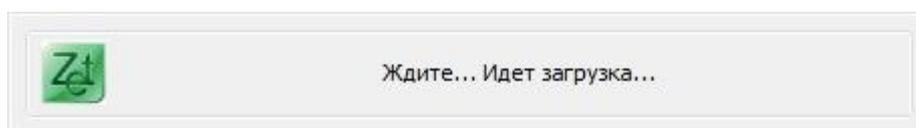


Рисунок 3.3.2. Окно ожидания

Сверху экрана появится панель управления **ZETLab** (рисунок 3.3.3)



Рисунок 3.3.3. Панель управления ZETLab

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

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

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

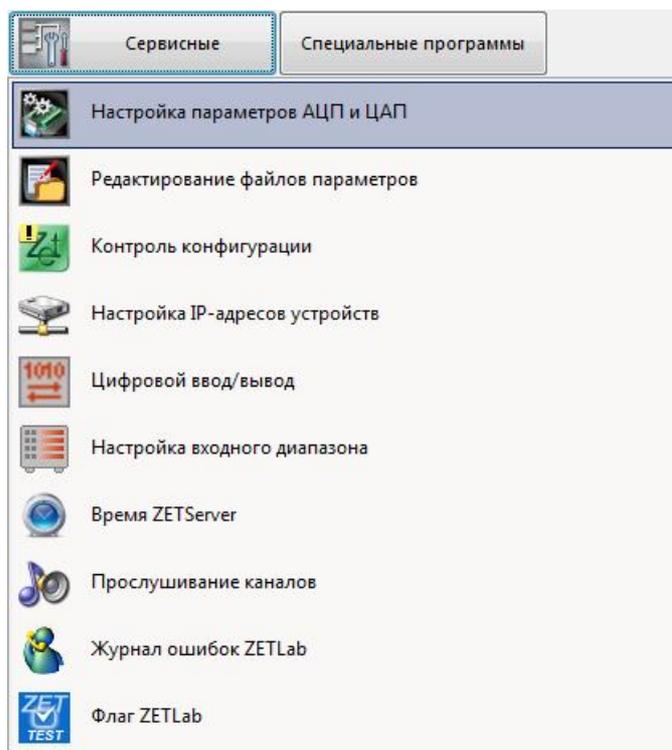


Рисунок 3.4.1 Список программ меню «Сервисные»

Далее необходимо проверить частоту дискретизации каналов АЦП и количество активированных каналов. Рекомендуемая частота АЦП для работы программ СУВ 25 кГц, частота ЦАП 100 кГц. (Для программы «Генератор с ОС (Классический удар)» эти частоты являются необходимыми для правильной работы.) Выбор необходимой частоты дискретизации АЦП/ЦАП осуществляется с помощью выпадающих списков «**Частота дискретизации, Гц**» в соответствующих блоках (рисунок 3.4.2). Для запоминания текущих настроек каналов АЦП/ЦАП нажать кнопку «**Сохранить**». При последующем использовании анализатора все параметры будут установлены в соответствии с сохраненными настройками и нет необходимости запускать программу настройки параметров АЦП и ЦАП снова.

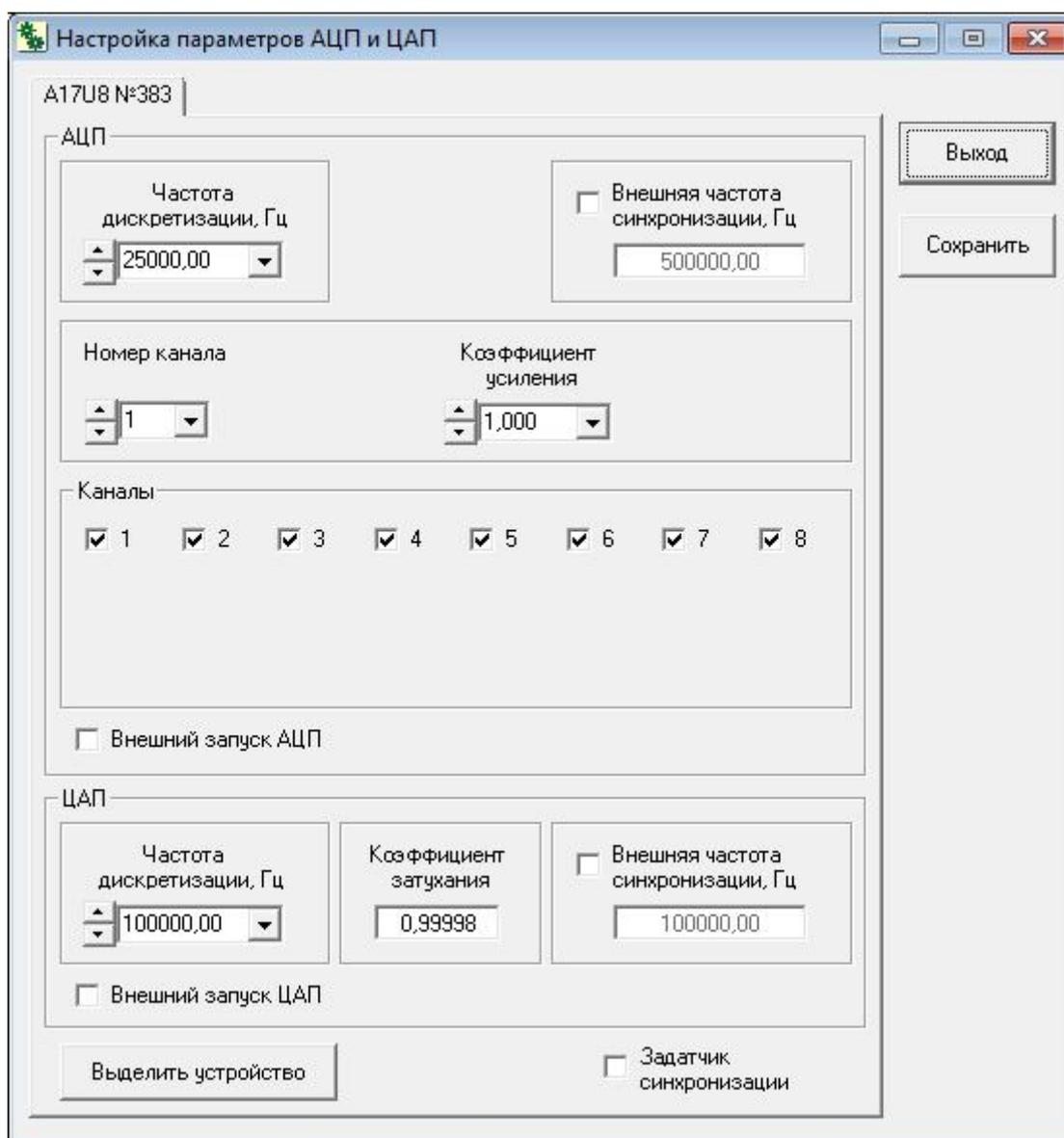


Рисунок 3.4.2. Окно настройки параметров АЦП и ЦАП

### 3.5 Настройка конфигурации измерительных трактов

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

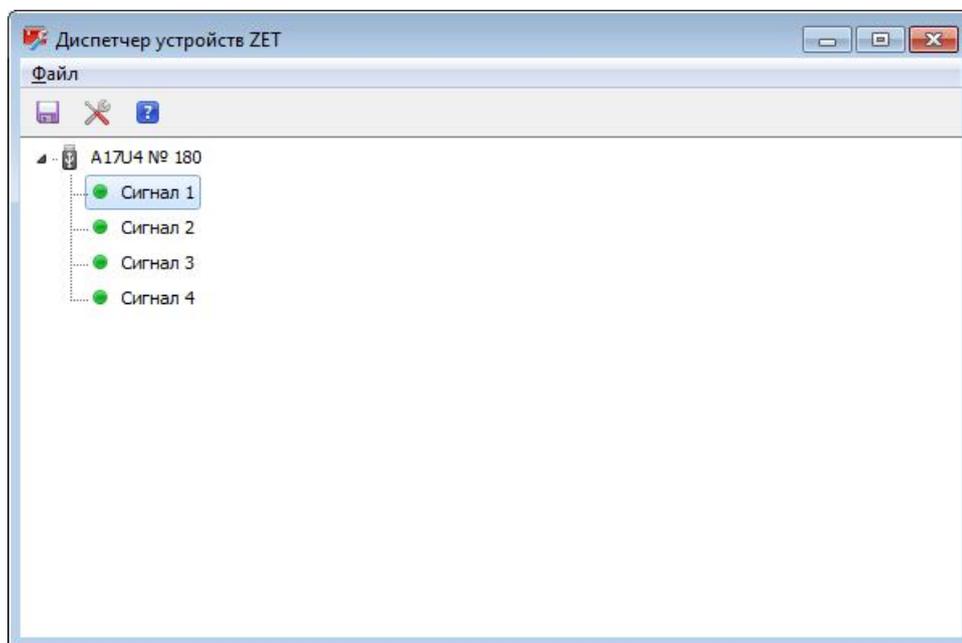


Рисунок 3.5.1. Окно настроек измерительных каналов

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

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

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

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

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

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

выставляется автоматически в соответствии с ГОСТом.

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

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

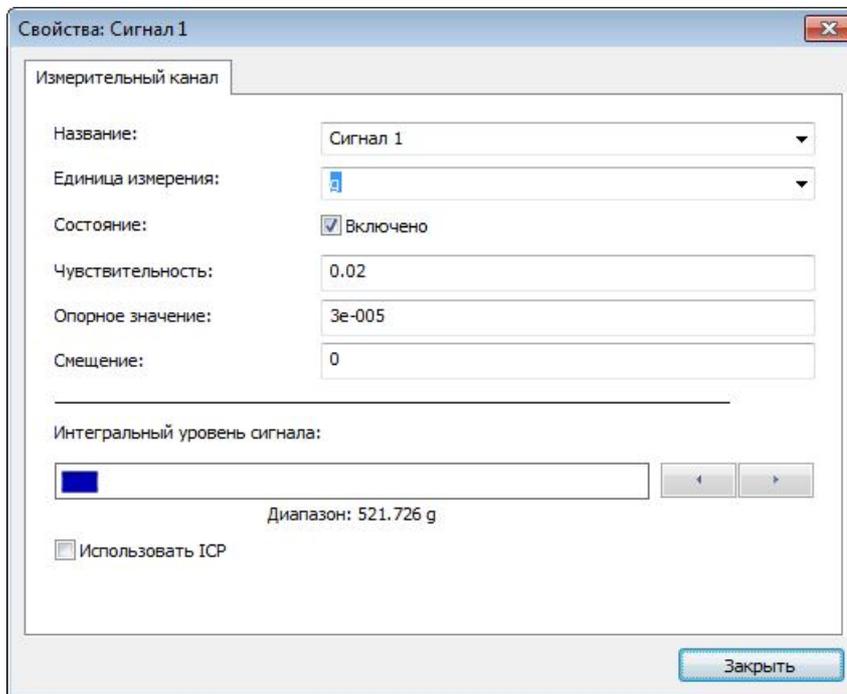


Рисунок 3.5.2. Окно ввода параметров выделенного измерительного канала.

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

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

**Примечание:** В окне свойств измерительного канала имеется шкала «Интегральный уровень сигнала». Она показывает отношение текущего уровня сигнала к максимальному возможному значению, указанному в диапазоне. Если никакого воздействия на датчик нет, то она показывает уровень собственных шумов. Если уровень собственных шумов превышает требуемые значения, то необходимо уменьшить максимальный диапазон.

### 3.6 Настройка параметров вибростенда

Для настройки параметров вибростендов необходимо указать пороговые значения воспроизводимых величин используемого вибростенда (виброускорение, виброскорость, виброперемещение и т.д.). Заданные параметры используются всеми программами СУВ для постоянного контроля на предмет превышения пороговых значений и отключения генераторов при превышении.

Для настройки параметров вибростенда необходимо в меню «Генераторы» (рисунок 3.6.1) нажать на кнопку «Редактор параметров вибростендов». Появится окно программы, показанное на рисунке 3.6.2. В каждом столбце таблицы необходимо указать предельные значения в соответствии с инструкцией (паспортом) на используемый вибростенд.

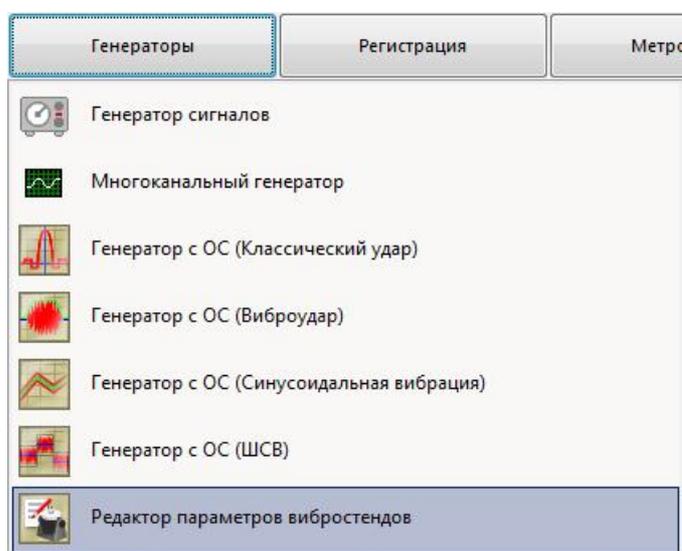


Рисунок 3.6.1. Список программ меню «Генераторы»

В столбце «**Макс. перемещ. (+), мм**» указать максимальное положительное перемещение вибростенда в миллиметрах.

В столбце «**Макс. перемещ. (-), мм**» указать максимальное отрицательное перемещение вибростенда в миллиметрах.

В столбце «**Макс. скорость, м/с**» указать максимальную скорость вибростенда в метрах в секунду.

В столбце «**Макс. ускорение, g**» указать максимальное ускорение вибростенда в единицах g.

В столбце «**Мин. частота, Гц**» указать минимальную частоту вибростенда в герцах.

В столбце «**Макс. частота, Гц**» указать максимальную частоту вибростенда в герцах.

В столбце «**Макс. напряжение, В**» указать максимальное напряжение в вольтах, которое будет подано с выхода генератора на вход усилителя мощности вибростенда.

**Примечание:** Помимо данных, указанных в инструкции (паспорте) на вибростенд минимальную и максимальную частоты (рабочий частотный диапазон вибростенда) целесообразно определять при помощи программы «Измерение АЧХ» из состава ZETLab (см. п. 3.8).

Для выбора параметров стенда из таблицы необходимо кликнуть на соответствующей строке, нажать кнопку «Выбрать стенд» и после кнопку «Сохранить параметры стенда». Для редактирования элемента из таблицы необходимо сделать двойной клик по ячейке, исправить содержимое и кликнуть один раз в любом другом месте. Для добавления новой записи необходимо нажать кнопке «Добавить строку». Для удаления строки необходимо нажать кнопку «Удалить строку», если при этом будет выделена какая-либо строка, то она будет удалена, если ни одна строка не будет выделена, то удалена будет последняя строка в таблице. Для сохранения таблицы вибростендов необходимо нажать кнопку «Сохранить базу стендов».

Максимальное перемещение, (+) мм	Минимальное перемещение, (-) мм	Максимальная скорость, м/с	Максимальное ускорение, g	Минимальная частота, Гц	Максимальная частота, Гц	Максимальное напряжение, В	Ориентация в пространстве (гор./верт.)	Название виброустановки
1.0	1.0	0.1	5.0	5.0	1000.0	7.0	Верт.	ВСВ-133
1.0	1.0	0.1	5.0	5.0	1000.0	7.0	Верт.	ВСВ-133
17.6	17.6	1.6	100.0	5.0	9000.0	7.0	Верт.	ВЭДС-10МК(V-406)
19.0	19.0	1.8	117.0	5.0	7500.0	7.0	Верт.	ВЭДС-20МК(V-455)
25.4	25.4	1.8	100.0	0.0	6300.0	7.0	Верт.	ВЭДС-100МК(V-555)
25.4	25.4	1.8	74.0	0.0	5000.0	7.0	Верт.	ВЭДС-200МК(V-650)
25.4	25.4	1.8	110.0	0.0	4000.0	7.0	Верт.	ВЭДС-400МК(V-780)
50.8	50.8	1.6	60.0	0.0	3000.0	7.0	Гориз.	ВЭДС-1500МК(V-850)
50.8	50.8	1.8	110.0	0.0	3000.0	7.0	Гориз.	ВЭДС-3000МК(V-875)
25.0	25.0	1.2	40.0	2.0	4500.0	7.0	Верт.	ВСВ-201-150-1
25.0	25.0	1.6	80.0	2.0	4500.0	7.0	Верт.	ВСВ-202-150
40.0	40.0	1.4	25.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-202-230
25.0	25.0	1.6	100.0	2.0	4000.0	7.0	Верт.	ВСВ-203-150
40.0	40.0	1.4	35.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-203-230
25.0	25.0	1.6	100.0	2.0	3500.0	7.0	Верт.	ВСВ-206-200
50.8	50.8	1.4	50.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-206-230
51.0	51.0	1.8	100.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-210-240
51.0	51.0	1.8	100.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-220-320
51.0	51.0	1.6	80.0	2.0	3000.0	7.0	Верт.	ВСВ-220-445

Рисунок 3.6.2. Окно редактирования параметров вибростенда

**Примечание:** максимальное выходное напряжение анализатора спектра ZET 017 составляет 10 В, если в столбце «Макс. напряжение, В» будет значение более 10 В, то ЦАП будет «обрезать» превышающие значения и на осциллограмме будет идти синусоидальный сигнал с «полочками» или прямоугольный сигнал при значительном превышении. Программа не позволяет пользователю ввести недопустимые значения, предупреждая его об этом сообщением в строке в самом низу окна программы. По каждому столбцу таблицы существуют ограничения на максимальное допустимое значение.

### 3.7 Опробование

Для определения правильности подключения вибродатчиков и настройки измерительных каналов перед началом испытаний необходимо опробовать систему. В меню **Анализ сигналов** (рисунок 3.7.1) необходимо выбрать команду **Узкополосный спектр**.

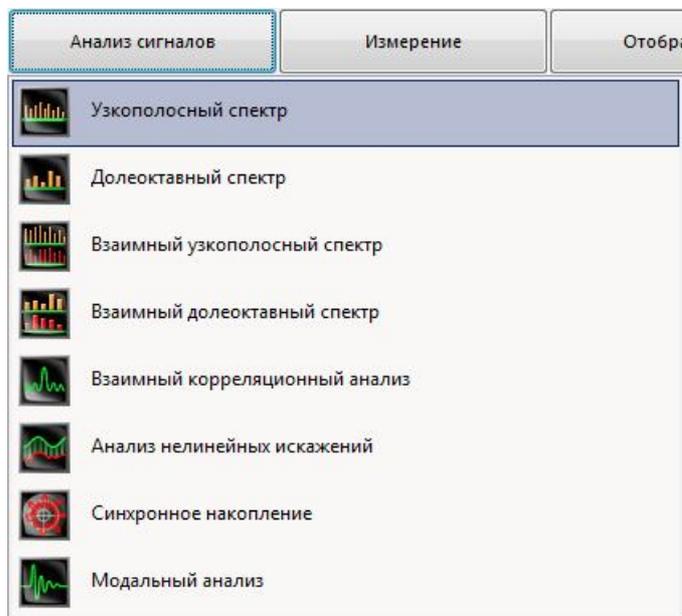


Рисунок 3.7.1 Список программ меню «Анализ сигналов»

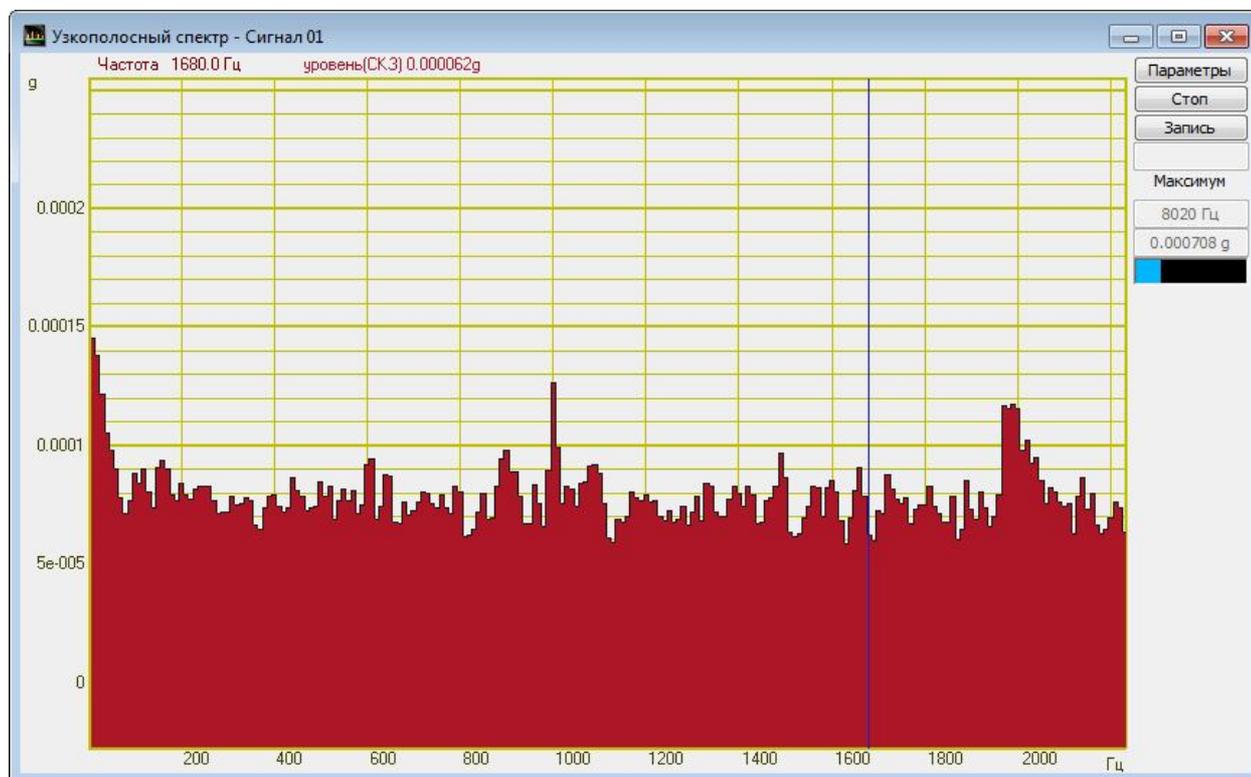


Рисунок 3.7.2. Окно программы «Узкополосный спектр»

В появившемся окне программы **Узкополосный спектр** (рисунок 3.7.2) нажать кнопку **«Параметры»** и в дополнительном окне (рисунок 3.7.3) в списке **«Канал измерений»** выбрать канал, к которому подключен контрольный вибродатчик.

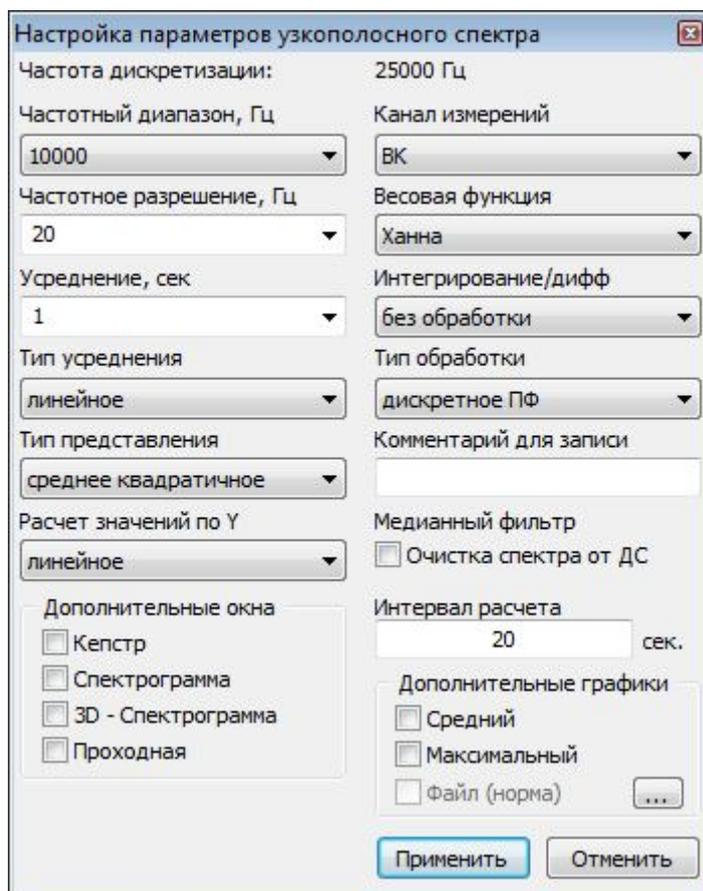


Рисунок 3.7.3 Окно параметров узкополосного спектра

Далее в главном окне программы **Узкополосный спектр** необходимо убедиться в отсутствии характерного пика на частоте 50 Гц (сетевая помеха) и ее гармоник. В случае присутствия сетевой помехи необходимо убедиться в правильности заземления всех элементов измерительной системы (анализатора) и виброаппаратуры (усилитель, вибростенд). При отсутствии сетевой помехи или после ее устранения необходимо приступить к следующему этапу опробования – подаче тестового сигнала с выхода генератора анализатора на вход усилителя мощности виброустановки. Для этого в меню **Измерение** панели управления **ZETLab** (рисунок 3.7.4) выбрать команду **Вольтметр переменного тока**. В меню **Генераторы** (рисунок 3.6.1) выбрать команду **Генератор сигналов**. В появившемся окне программы **Вольтметр переменного тока** выбрать канал измерений, к которому подключен контрольный вибродатчик (рисунок 3.7.5).

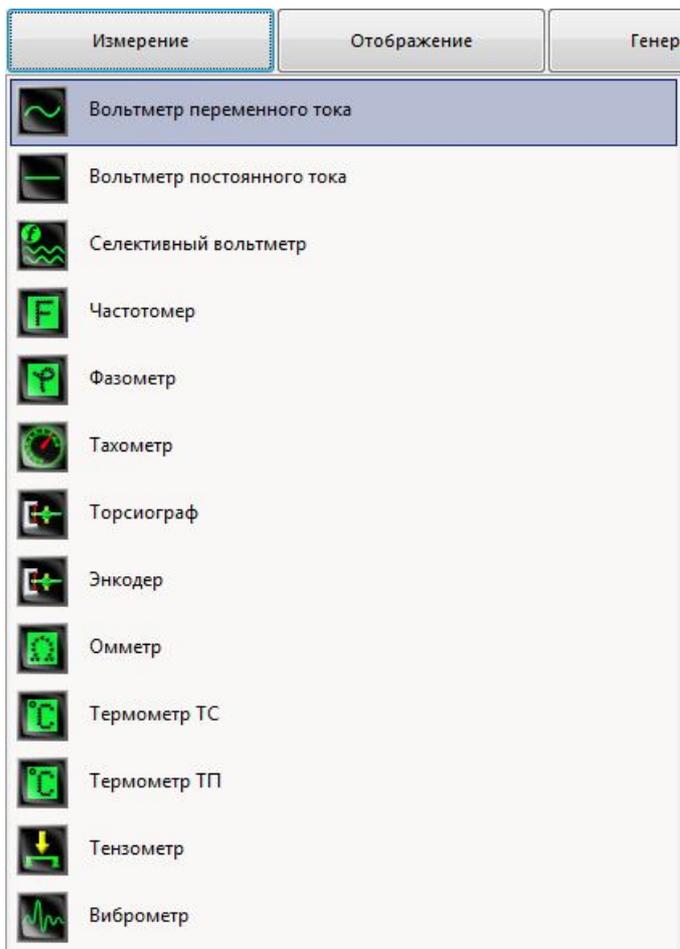


Рисунок 3.7.4. Список программ меню «Измерение»



Рисунок 3.7.5. Окно вольтметра переменного тока

В окне программы **Генератор сигналов** (рисунок 3.7.6) выбрать закладку «**Синус**», установить частоту сигнала 1000 Гц, уровень сигнала 0,05 В, нулевое смещение постоянной составляющей (при чувствительности по каналу 0,07 g/V) и нажать на кнопки «**Включить**» и «**Добавить**». Проконтролировать, что значение ускорения, измеряемое программой **Вольтметр переменного тока** (рисунок 3.7.7) увеличилось по отношению к наблюдаемому ранее значением вибрационного шума. Также в окне программы **Узкополосный спектр** должен появиться пик на заданной в генераторе частоте – 1000 Гц (рисунок 3.7.8).

После решения, что система правильно реагирует на подаваемый тестовый сигнал,

необходимо выключить **Генератор сигналов** и закрыть все программы.

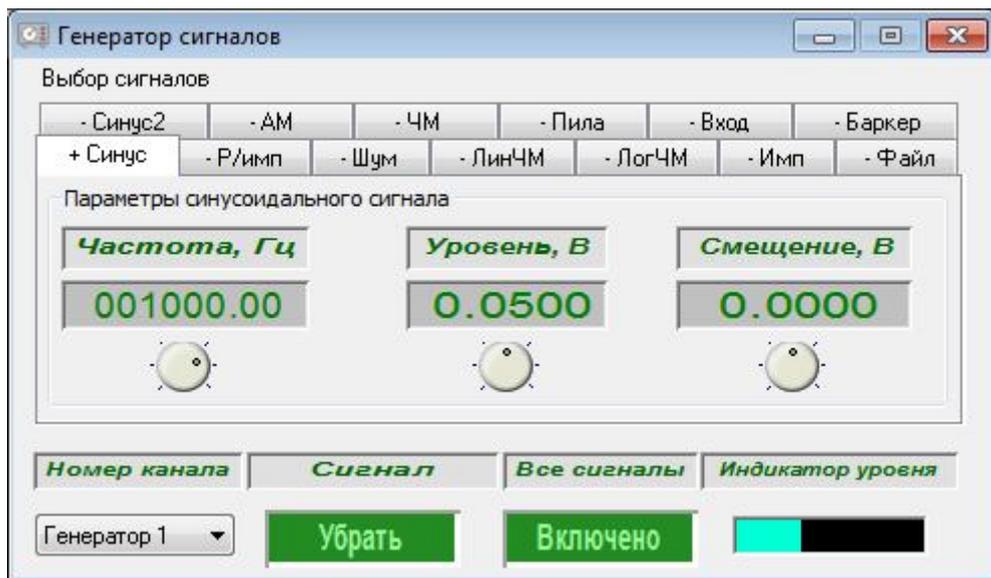


Рисунок 3.7.6. Окно генератора сигналов



Рисунок 3.7.7. Измерение ускорения по выбранному каналу

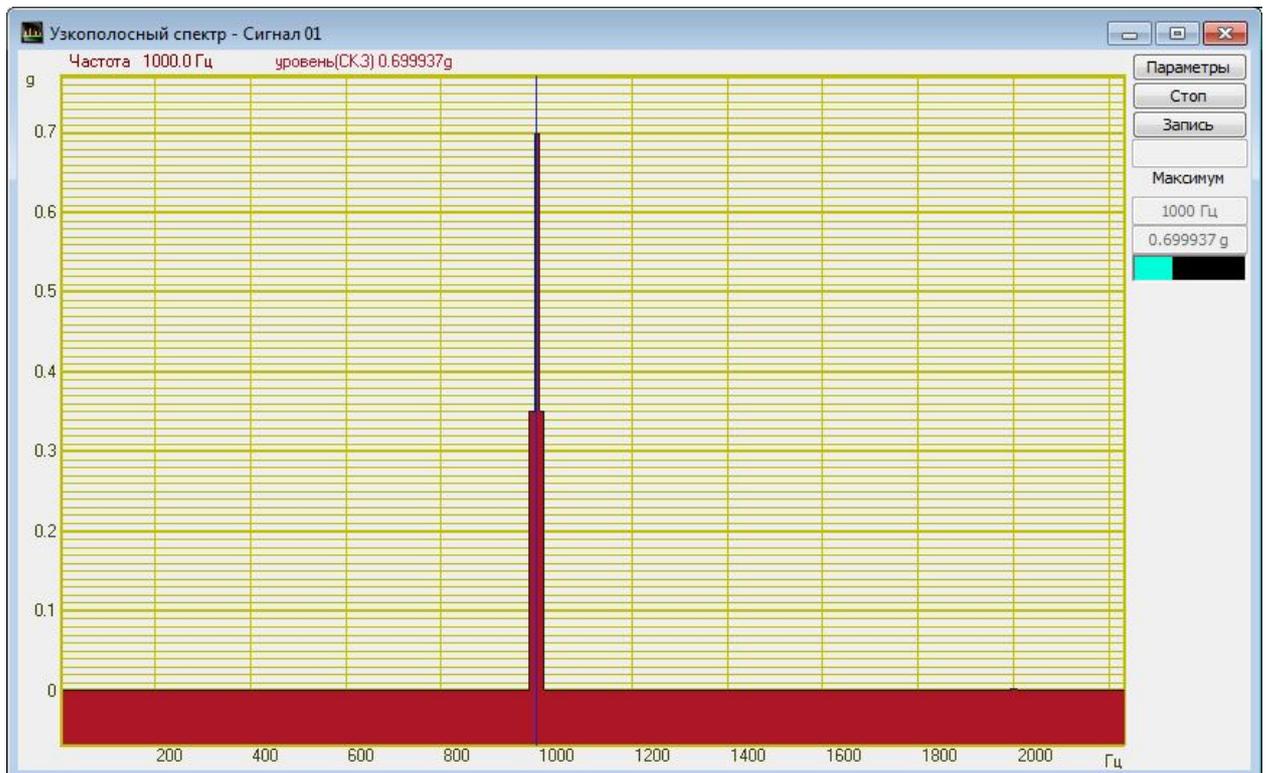


Рисунок 3.7.8. Спектр сигнала

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

Для запуска программы по снятию АЧХ ускорения необходимо из меню **Метрология** (рисунок 3.8.1) панели управления **ZETLab** нажать кнопку **АЧХ (8 каналов)**.

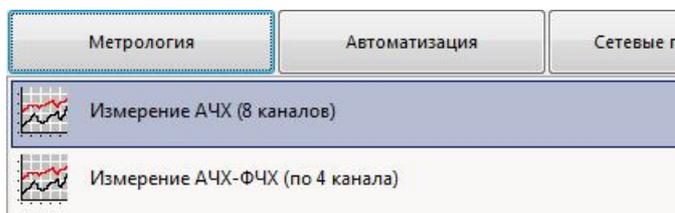


Рисунок 3.8.1. Список программ меню «Метрология»

В открывшемся окне программы **Измерение АЧХ (8 каналов)** (рисунок 3.8.2) необходимо в рамке **«Параметры генератора»** задать:

- в списке **«Тип сигнала»** – «Лин» (частотно модулированный с линейной разверткой по частоте) или «Лог» (частотно модулированный с логарифмической разверткой по частоте);
- в окошке **«Нач. частота, Гц»** – начальную частоту частотного диапазона, в котором будет производиться снятие АЧХ;
- в окошке **«Кон. частота, Гц»** – конечную частоту частотного диапазона, в котором будет производиться снятие АЧХ;
- в окошке **«Уровень, В»** – напряжение выходного сигнала в Вольтах с генератора анализатора, который будет подаваться на вибростенд (выходной уровень остаётся постоянным и устанавливается на такую величину, чтобы ускорение и перемещение не превышали предельно допустимых значений.);
- в окошке **«Длительность, с»** – длительность развертки в секундах;
- в рамке **«Параметры измерения АЧХ»** установить флажок возле надписи 1-й, и в ставшем доступным внизу списке каналов выбрать канал к которому подключен контрольный вибродатчик;
- в рамке **«Расчёт по Y»** выбрать «Лин.» для измерения абсолютных величин в заданных по каналам единицах измерения или «Лог.(дБ)» для измерения относительных величин в децибелах;
- в рамке **«Значения по Y»** выбрать тип измерений «СКЗ» для измерения среднеквадратичных значений или «Пиковое» для измерения пиковых величин.

После настройки программы необходимо нажать кнопку **«Запуск»**, расположенную в верхнем правом углу программы. По окончании измерения программа остановится, в низу программы появится надпись "Измерения закончены...", а в поле графика будет отображена кривая АЧХ ускорения.

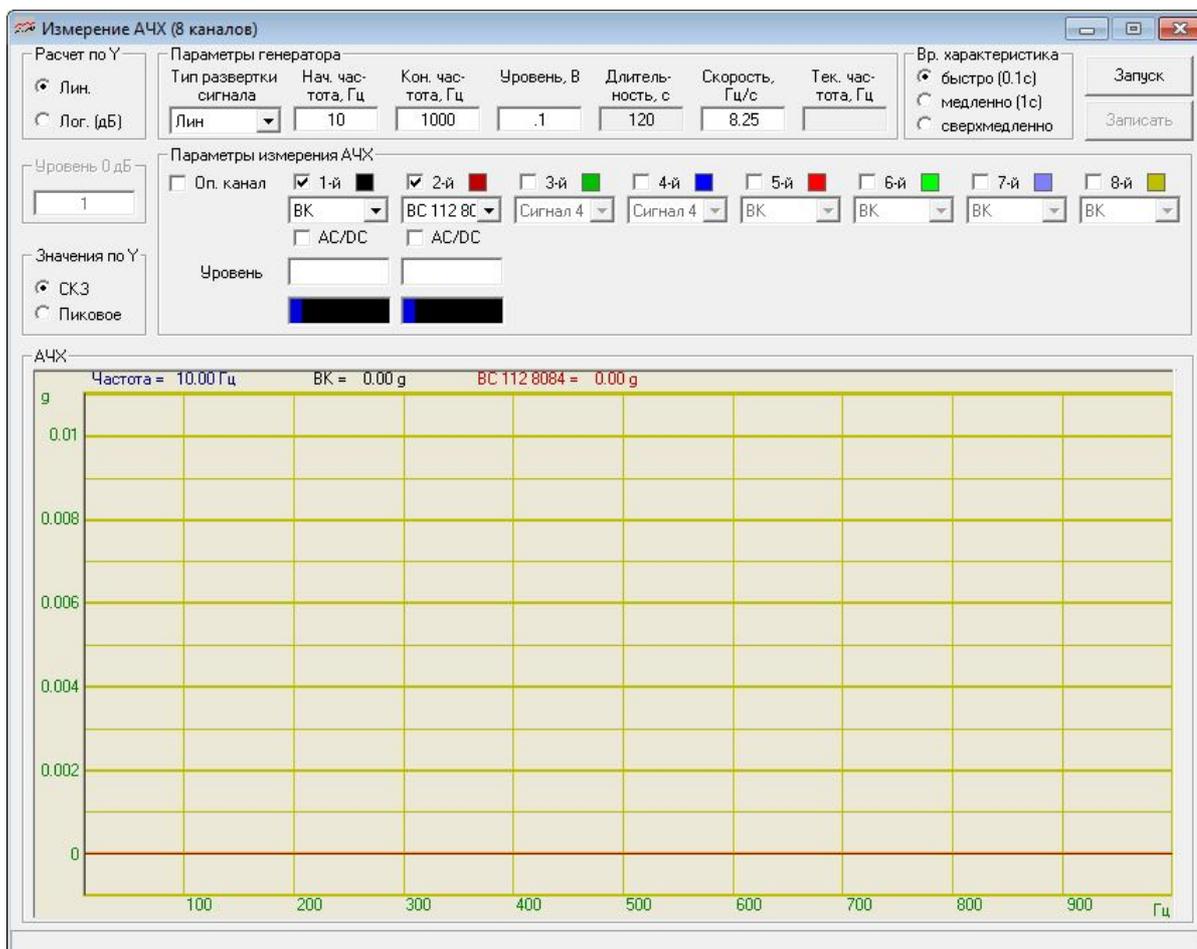


Рисунок 3.8.2. Окно программы «Измерение АЧХ (8 каналов)»

Внешний вид программы после снятия АЧХ показан на рисунке 3.8.3. Установив курсор (вертикальная синяя линия) на частоту 400 Гц, фиксируем показания ускорения на этой частоте. При установке курсора на конкретную частоту значение этой частоты и ускорение на ней будут отображены над полем графика. Далее, устанавливая курсор на первый по частоте пик ускорения, определяем резонансную частоту подвески, при этом пик ускорения должен не менее чем в 1,5 раза превышать ускорение на частоте 400 Гц. Устанавливая курсор на первый после резонансной частоты подвески пик ускорения, определяем резонансную частоту подвижной системы, при этом пик ускорения должен не менее чем в 5 раз превышать ускорение на частоте 400 Гц. По графику, отображаемому в программе, можно сделать выводы о значениях резонансных частот, а также определить рабочий частотный диапазон вибростенда.

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

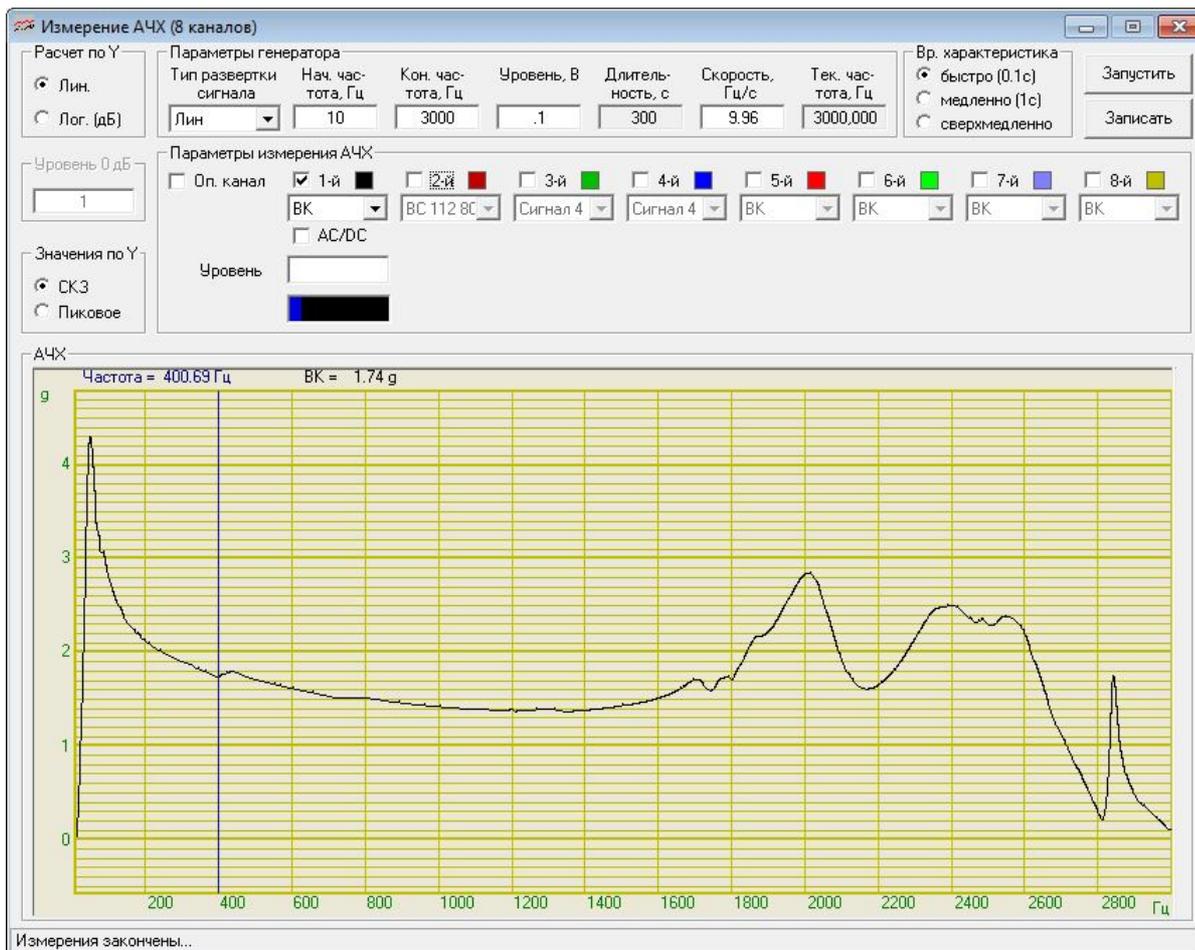


Рисунок 3.8.3. Измеренная АЧХ

### 3.9 Определение коэффициента передачи

Для определения коэффициента (КП) передачи необходимо использовать программу **Измерение АЧХ (8 каналов)** и проводить относительные измерения АЧХ. Для этого необходимо установить галочку «**Оп. Канал**» и в появившемся списке выбрать канал одного из датчиков (обычно того, который стоит на столе вибростенда, либо на переходном столе). Измерения проводятся аналогичным образом, что и в п. 3.8.

На рисунке 3.9 представлен результат измерения коэффициента передачи относительно датчика «Brüel&Kjær», который закреплён на столе вибростенда. Датчик BC 112 установлен на переходном столе. График коэффициента передачи датчика BK (чёрный) представляет собой ровную горизонтальную линию на уровне 1.0, что вполне закономерно. График коэффициента передачи датчика BC (красный) показывает относительное расхождение показаний на датчиках. Кроме того по графику КП датчика BC можно оценить переходной стол или оснастку изделия.

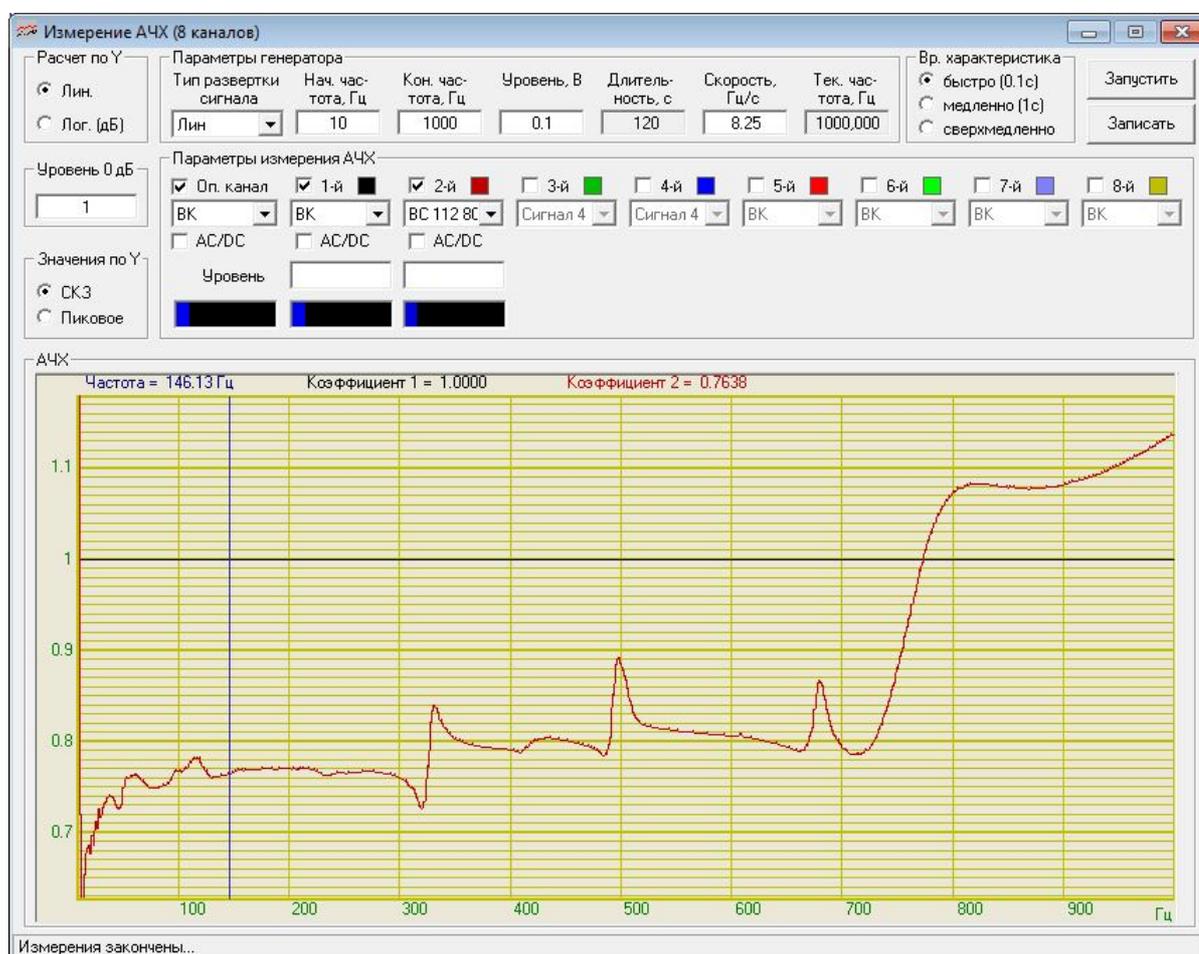


Рисунок 3.9. Передаточная характеристика

## 4 Испытание на воздействие синусоидальной вибрации качанием частоты по диапазону

### 4.1 Описание программы «Синусоидальная вибрация»

Для испытания изделий на устойчивость к воздействию вибрации на различных частотах и в различных диапазонах используется программа **Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)**.

Для запуска программы необходимо открыть меню **Генераторы** панели управления **ZETLab** и выбрать пункт **Генератор с ОС (Синусоидальная вибрация)** (рисунок 4.1.1)

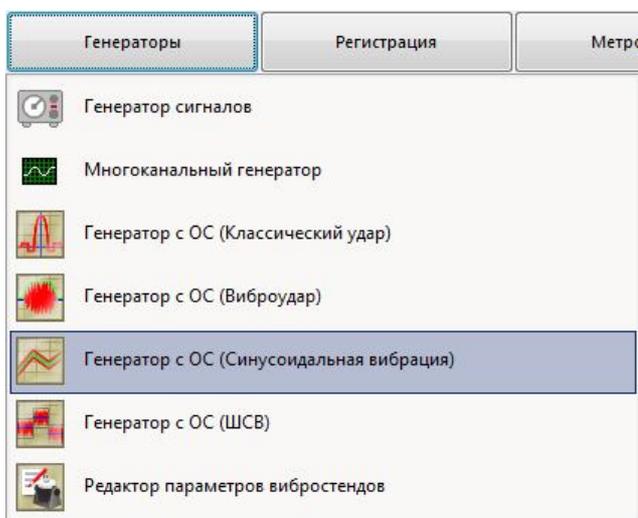


Рисунок 4.1.1 Выбор программы из главного меню

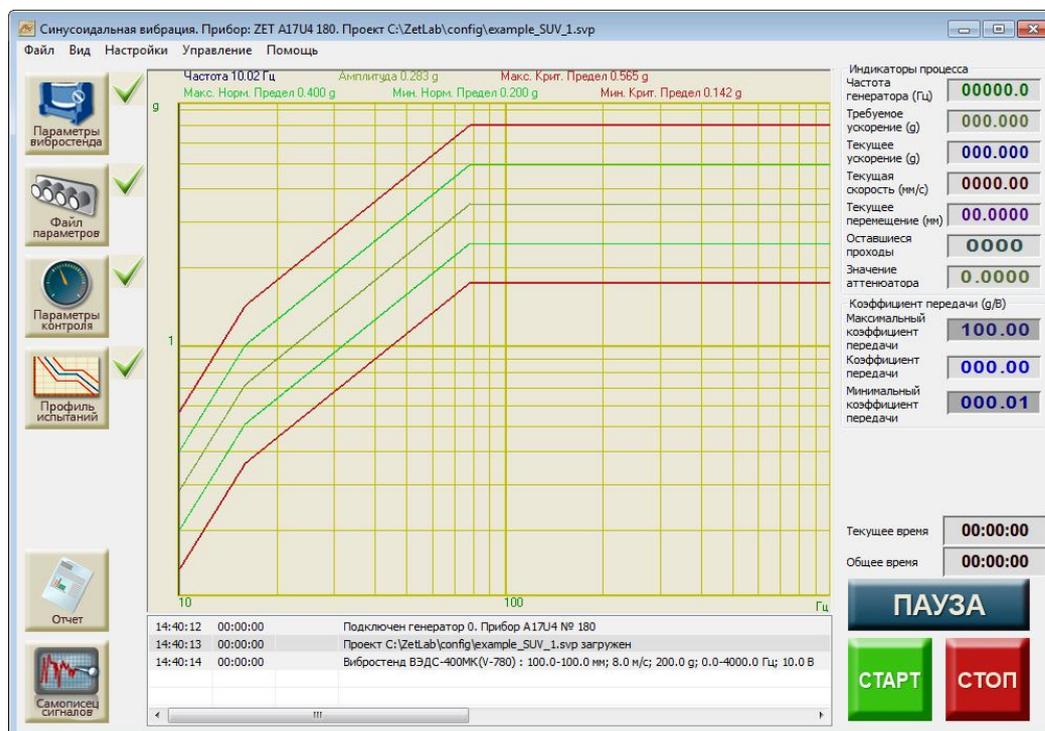


Рисунок 4.1.2. Рабочее окно программы

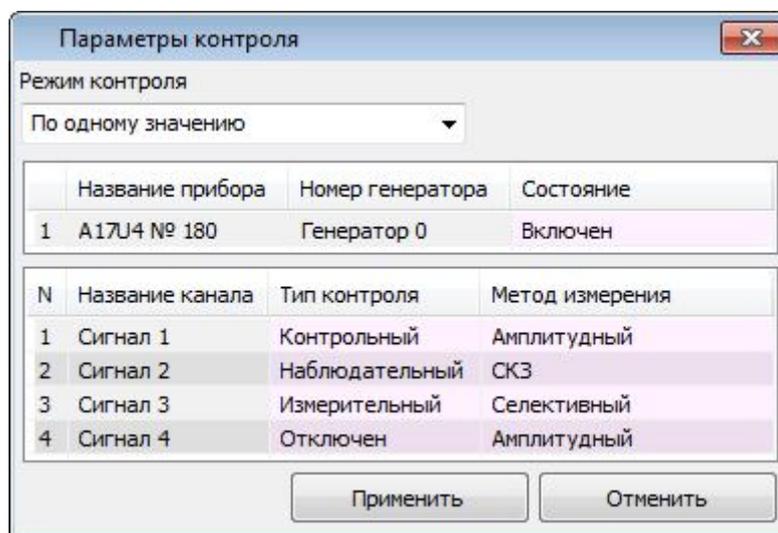
## 4.2 Подготовка к проведению испытаний

Для того, чтобы начать виброиспытания, необходимо задать все требуемые параметры: **параметры вибростенда, параметры каналов, параметры контроля и профиль испытаний**. Если требуемые параметры отсутствуют, то рядом с кнопками, отвечающими за вызов окон настроек, будут стоять «красные крестики» . Если требуемые параметры заданы верно, то появится «зелёная галочка» .

Для задания параметров вибростенда необходимо нажать кнопку «**Параметры вибростенда**». Описание параметров вибростенда описано выше в пункте 3.6.

Для задания параметров измерительных каналов необходимо нажать кнопку «**Файл параметров**». Описание программы конфигурации измерительных каналов смотри выше в пункте 3.5.

Для задания параметров контроля необходимо нажать кнопку «**Параметры контроля**». Окно редактирования контрольных параметров на рисунке 4.2.1:



	Название прибора	Номер генератора	Состояние
1	A17U4 № 180	Генератор 0	Включен

N	Название канала	Тип контроля	Метод измерения
1	Сигнал 1	Контрольный	Амплитудный
2	Сигнал 2	Наблюдательный	СКЗ
3	Сигнал 3	Измерительный	Селективный
4	Сигнал 4	Отключен	Амплитудный

Buttons: Применить, Отменить

Рисунок 4.2.1. Окно редактирования параметров контроля

В окне «Параметры контроля» выбирается режим контроля, задающий генератор и контрольные каналы.

Для запуска виброиспытаний необходимо выбрать хотя бы один из каналов в качестве контрольного. Для этого необходимо щёлкнуть правой кнопкой мыши на ячейку в столбце «**Тип контроля**» и выбрать пункт «**Контрольный**». Значения контрольного канала используются системой управления виброиспытаниями в качестве обратной связи. При выходе их за пределы «коридора» виброиспытания будут остановлены. Остальным каналам можно выбрать тип контроля «**Наблюдательный**» или «**Измерительный**». В этом случае они так же, как и контрольный будут отображаться на графике, но они не будут включены в обратную связь и выход измерений по ним за пределы «коридора» не остановит виброиспытания (но по «**Наблюдательному**» каналу программа будет следить за превышением параметров вибростенда). Отключенные каналы не используются в программе и не отображаются на графике.

Режим контроля может быть выбран один из трёх:

- 1) **По одному значению.** В этом случае контрольный канал только один.
- 2) **Среднее по всем контрольным.** В этом случае контрольных каналов может быть несколько. В качестве обратной связи берётся среднее арифметическое значений всех контрольных каналов. Значения отображаются отдельным графиком.
- 3) **Максимальное по всем контрольным.** В этом случае контрольных каналов может быть несколько. В качестве обратной связи берётся максимальное значение всех контрольных каналов. Значения отображаются отдельным графиком.

Значения контрольных и наблюдательных каналов проверяются на превышение параметров вибростенда. Отключенные каналы не отображаются на графике и не контролируются.

По каждому каналу можно выбрать метод измерения величины входного сигнала. Метод измерения виброускорения может быть выбран один из трёх:

- 1) **Амплитудный.** В этом случае измеряется разность между положительной и отрицательной амплитудами сигнала.
- 2) **СКЗ.** В этом случае вычисляется среднеквадратичное значение по отсчетам сигнала и умножается на коэффициент 1,414.
- 3) **Селективный.** В этом случае вычисляется свёртка измеренного сигнала с сигналами идущими по виртуальным каналам «генератор синус» и «генератор косинус» (синхронно с генератором), выделяя таким образом из всего спектра сигнала только возбуждаемую генератором частоту.

**Примечание:** При наличии значительных внешних помех метод измерения «Амплитудный» будет самым неустойчивым. Методы измерения «СКЗ» и «Селективный» более устойчивы к помехам.

При контроле за виброиспытаниями с помощью внешних виброметров необходимо учитывать, что аналоговые виброметры имеют в своей схеме полосовой фильтр. Поэтому измерения по каналам без фильтрации в программе Синусоидальной вибрации могут расходиться с показаниями аналоговых виброметров до 3 дБ.

В системах управления виброиспытаниями может быть использовано более одного анализатора спектра ZET 017-UХ, работающих синхронно. В этом случае список доступных генераторов будет больше и появится возможность выбирать задающий генератор. Выбор осуществляется из контекстного меню, появляющегося при клике левой кнопкой мыши по соответствующей ячейке таблицы. Задающий генератор может быть только один.

**Примечание:** если в строке какого-то генератора обозначено, что он «**Не доступен**», то это значит, что у генератора отсутствует аттенюатор, и он не может быть использован в качестве задающего при виброиспытаниях.

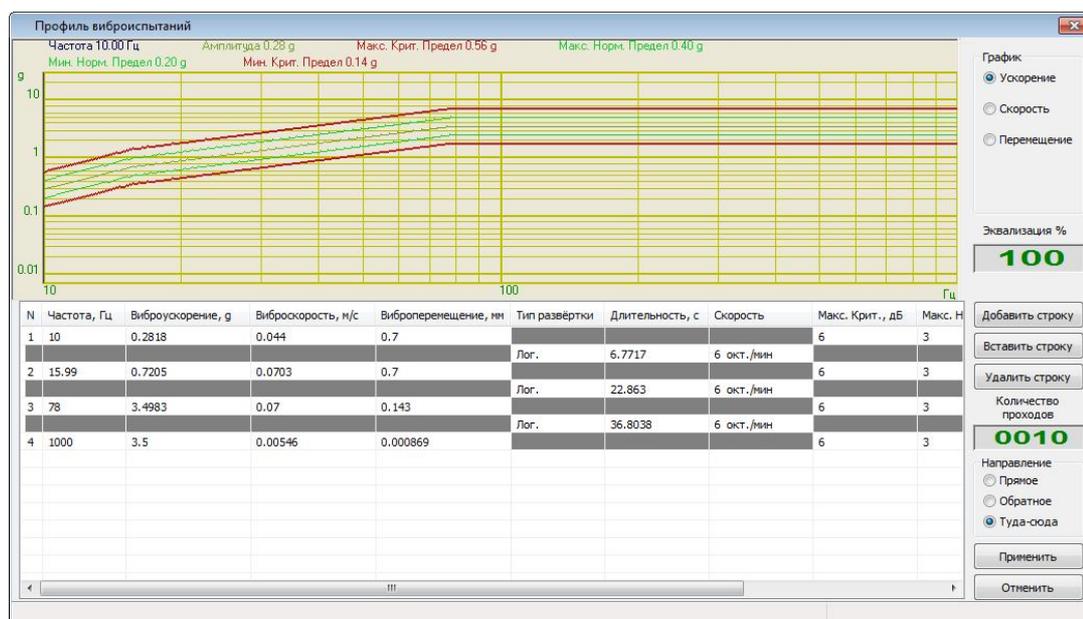


Рисунок 4.2.2. Окно редактирования профиля испытаний

Для задания профиля испытаний необходимо нажать кнопку «**Профиль испытаний**». Окно редактирования профиля на рисунке 4.2.2:

Профиль виброиспытаний состоит из набора контрольных точек. Каждая контрольная точка имеет 4 основных параметра (первые 4 столбца в таблице): «**Частота**», «**Виброускорение**», «**Виброскорость**» и «**Виброперемещение**». Виброускорение, виброскорость и виброперемещение параметры взаимно зависимые и при введении одного из них программа автоматически пересчитывает остальные по следующим формулам:

$$D = d \quad (\text{мм})$$

$$V = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot d \quad (\text{мм/с})$$

$$A = \frac{(2 \cdot \pi \cdot f)^2}{1000} d \quad (\text{м/с}^2)$$

Кроме того, каждая контрольная точка имеет 4 параметра, определяющих допустимый коридор для проведения виброиспытаний (последние 4 столбца в таблице). При выходе параметров виброиспытаний за пределы нормального диапазона («**Макс. Норм.**» и «**Мин. Норм.**») программа выдаст предупреждение. При выходе параметров виброиспытаний за критические пределы («**Макс. Крит.**» и «**Мин. Крит.**») программа остановит испытания.

Между контрольными точками располагаются сегменты. Каждый сегмент имеет 4 параметра: «**Тип сегмента**», «**Длительность**», «**Тип развёртки**», «**Скорость**». Длительность определяет время на прохождение виброиспытаний по сегменту. Тип сегмента может быть логарифмический или линейный. Тип развёртки совпадает с типом сегмента. Скорость рассчитывается исходя из длительности и разности значений частот стартовой точки сегмента и конечной его точки. Скорость измеряется в герцах в минуту,

если тип сегмента указан линейный, или в октавах в минуту, если тип сегмента логарифмический.

Справа от таблицы и графика находятся элементы управления. Сверху находится группа кнопок, отвечающая за вид графика. Ниже находится селектор «**Эквализация %**». Он отвечает за пропорциональное изменение контрольных параметров при виброиспытаниях. По умолчанию он установлен в 100%, то есть испытания пойдут по заданным параметрам. Ниже находятся кнопки редактирования профиля: «**Добавить строку**», «**Вставить строку**», «**Удалить строку**». Кнопка «**Добавить строку**» добавляет контрольную точку в конец таблицы или две точки, если таблица пуста. Кнопка «**Вставить строку**» вставляет контрольную точку после выделенной строки. Кнопка «**Удалить строку**» удаляет последнюю строку, либо выделенную, если такая есть. Селектор «**Количество проходов**» определяет количество циклов виброиспытаний. Ниже группа кнопок «**Направление**» определяет каким образом будут считаться циклы виброиспытаний. «**Прямое**» направление означает, что виброиспытания начнутся с первой точки до последней (то есть с меньшей частоты до большей). Потом амплитуда сигнала уменьшится до амплитуды первой точки при частоте последней точки, и только после этого частота вернётся к значению в первой точке. «**Обратное**» направление запускает испытания с последней точки до первой (то есть, начиная с большей частоты и заканчивая меньшей). К стартовой точке программа вернётся схожим образом – сначала увеличит частоту, а потом амплитуду сигнала. Направление «**Туда-сюда**» запускает испытания с первой точки до последней, а по достижении последней точки испытания идут в обратном направлении по тому же профилю. Проход считается выполненным при достижении стартовой точки, кроме последнего прохода.

**Примечание:** в некоторых случаях требуется провести испытания на фиксированных частотах. Для этого необходимо задать профиль испытаний соответствующим образом. Для каждой фиксированной частоты необходимо задать две строки в профиле виброиспытаний с соответствующей частотой и соответствующую длительность интервала, скорость развёртки в этом случае будет равна нулю (Рисунок 4.2.3).

Во время перехода от одной частоты к другой возможно попадание в область высокочастотного резонанса, который программа не сможет удержать, или переход от одной частоты к другой на высоком уровне виброускорения запрещён нормативными документами. В этом случае для каждой фиксированной частоты необходимо задать по четыре строки в профиле виброиспытаний с соответствующей частотой (Рисунок 4.2.4). В первой строке необходимо задать уровень ускорения, на котором осуществляется переход между частотами (не более чем 10% от уровня испытаний), во второй и третьей требуемое ускорение и в четвёртой снова уровень перехода. Таким образом, первый сегмент (между первой и второй строкой) отвечает за плавное нарастание уровня, а третий сегмент (между третьей и четвёртой строкой) за плавное снижение уровня сигнала. Второй сегмент (между второй и третьей строкой) будет отвечать непосредственно за проведение виброиспытаний на указанной частоте, длительность его необходимо задать в соответствии с нормативной документацией. Длительности первого

ЗТМС.03000-27 34 01 РОИспытание на воздействие синусоидальной вибрации качанием частоты по диапазону и третьего интервала можно задать произвольно.

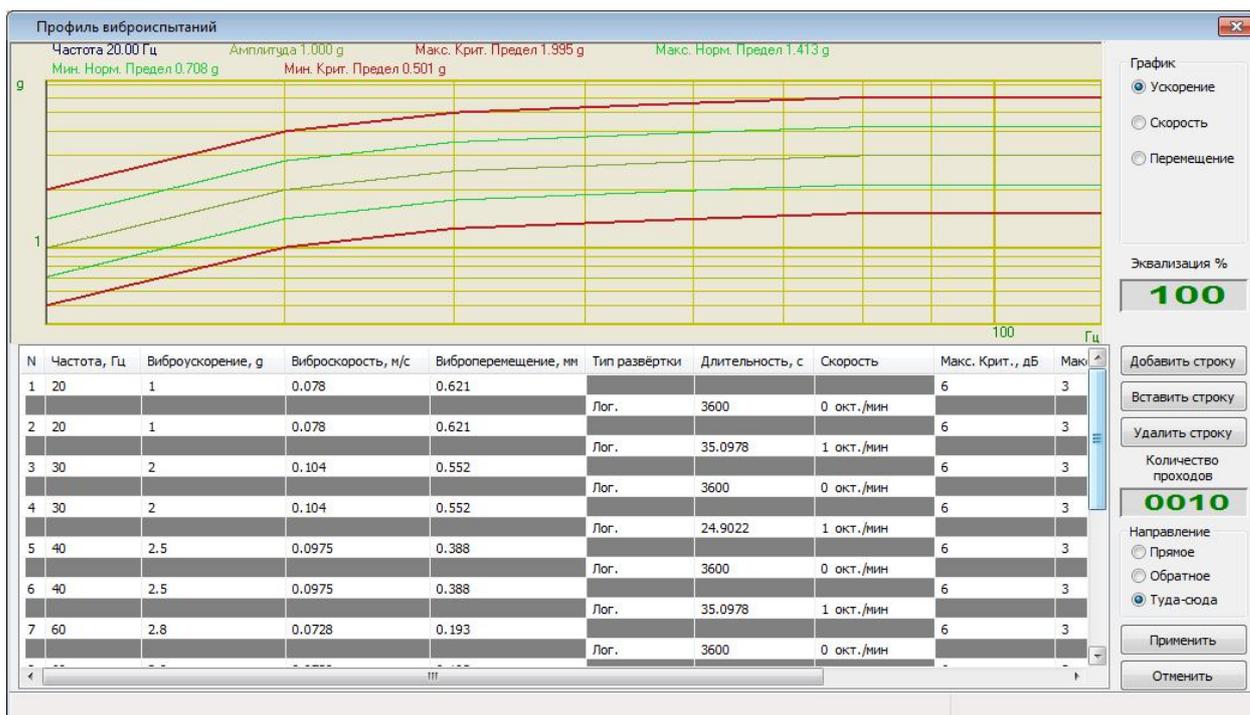


Рисунок 4.2.3. Пример задания профиля виброиспытаний на фиксированных частотах.

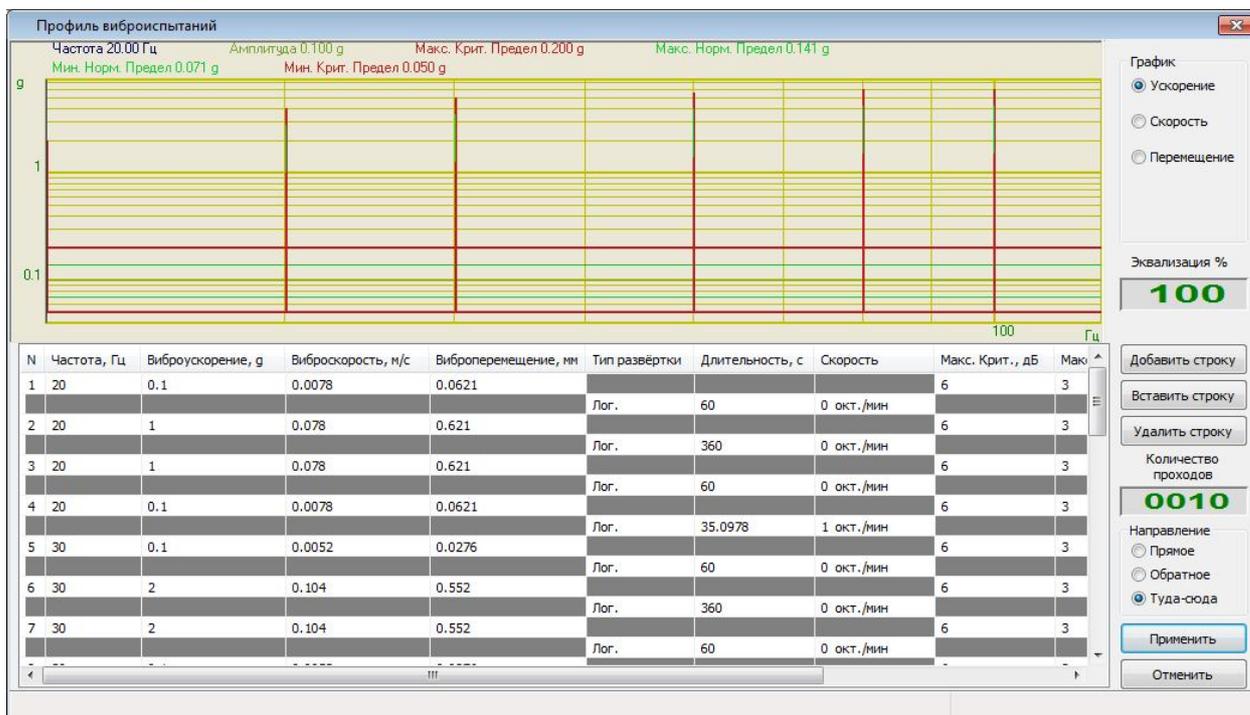


Рисунок 4.2.4. Пример задания профиля виброиспытаний на фиксированных частотах.

В основном окне программы имеется основное меню. В пункте меню «Вид» находятся подпункты «Передаточная характеристика» и «Управляющие коэффициенты». Подпункт «Передаточная характеристика» управляет отображением

поля «**Коэффициент передачи**» содержащим индикатор «**Коэффициент передачи**» и регуляторы «**Максимальный коэффициент передачи**» и «**Минимальный коэффициент передачи**». Подпункт «**Управляющие коэффициенты**» управляет отображением регуляторов «**Коэффициент выхода на режим**» и «**Коэффициент управления**» (Рисунок 4.2.5). По-умолчанию при запуске программы регуляторы передаточной характеристики отображаются, а регуляторы управляющих коэффициентов нет. Передаточный коэффициент вычисляется как отношение текущего ускорения к напряжению на выходе ЦАП. По-умолчанию максимальный передаточный коэффициент равен 1.0, минимальный равен 0.0001. Коэффициенты изменяются в пределах от 0.0000 до 9.0000. Коэффициент выхода на режим по умолчанию равен 1.3, а коэффициент управления равен 5.0. Изменяются коэффициенты в пределах от 1.000 до 9.000.

«**Коэффициент выхода на режим**» определяет скорость нарастания сигнала при старте испытаний. Чем больше коэффициент, тем быстрее возрастает амплитуда сигнала и наоборот. При коэффициенте равном 1.000 программа никогда не выйдет на заданный уровень. При коэффициенте большем 2.000 программа может слишком быстро выйти на режим и по инерции выйти за допустимые пределы профиля, либо начать работу с сильными колебаниями. Использование коэффициента выхода на режим отличного от 1.3 не рекомендуется.

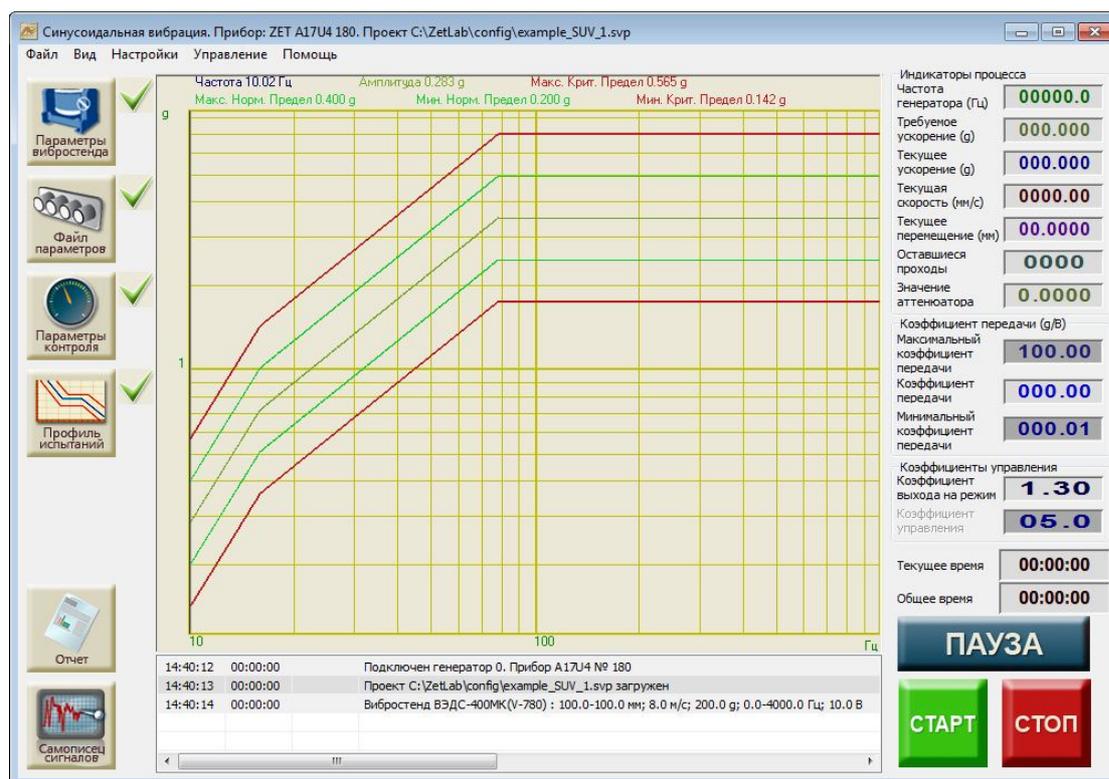


Рисунок 4.2.5. Все доступные индикаторы и регуляторы

«**Коэффициент управления**» определяет время устранения разности требуемого ускорения и реального ускорения. Чем больше коэффициент, тем медленнее программа «возвращает» контрольный параметр к заданному по профилю значению. При коэффициенте управления меньше 3.0 возникает эффект перерегулирования системы,

ЗТМС.03000-27 34 01 РОИспытание на воздействие синусоидальной вибрации качанием частоты по диапазону который выражается в колебаниях контрольного сигнала около профиля и может привести к выходу контрольного сигнала за допустимые пределы. При коэффициенте управления больше 7.0 контрольный сигнал отклоняется от заданного профиля в одну сторону и чем больше коэффициент управления, скорость развёртки и изменение амплитуды сигнала, тем больше будет отклонение.

После задания всех необходимых параметров можно приступать к виброиспытаниям.

### 4.3 Проведение испытаний

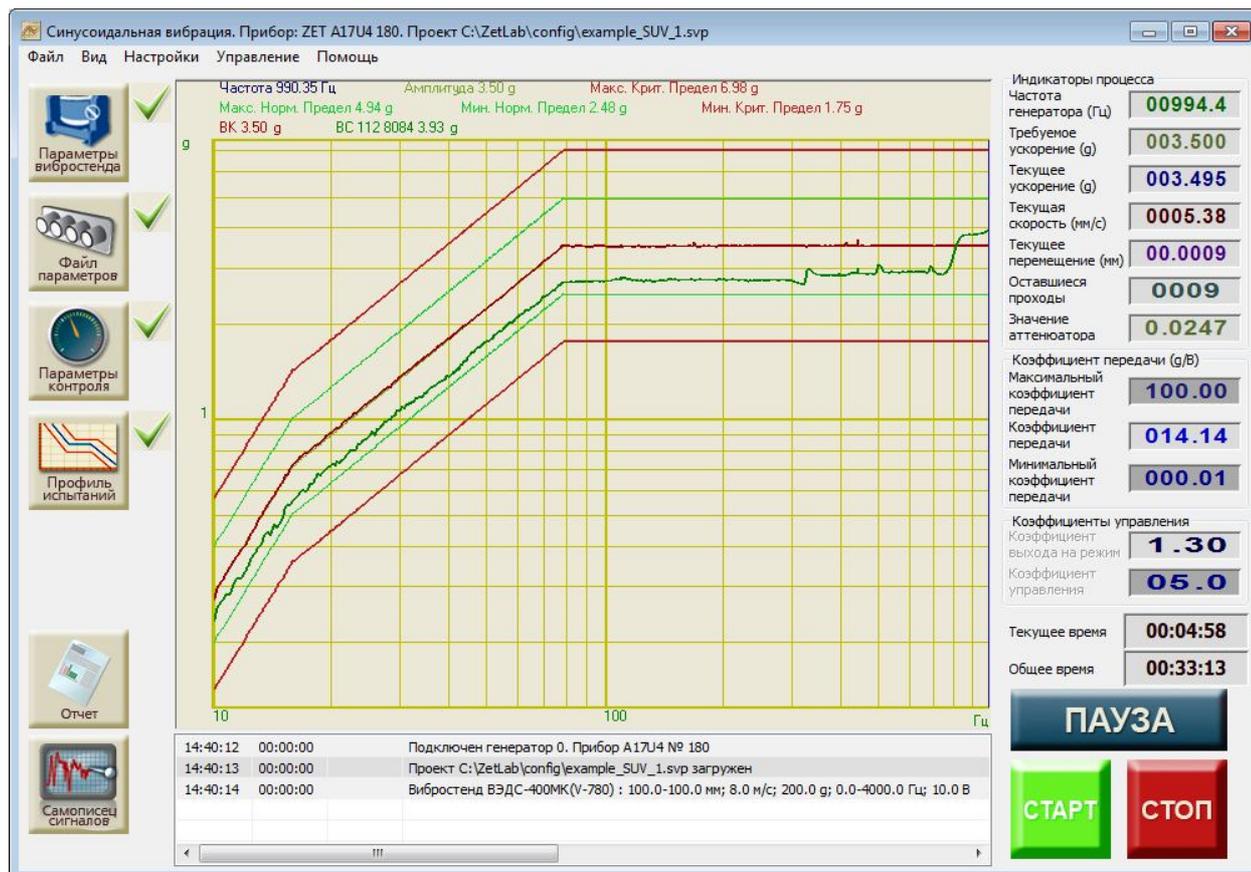


Рисунок 4.3.1. Прохождение виброиспытаний

На графике отображаются график профиля виброиспытаний - «Амплитуда», критические пределы - «Макс. Крит. Предел» и «Мин. Крит. Предел», нормальные пределы - «Мин. Норм. Предел» и «Макс. Норм. Предел», графики датчиков (на рисунке 4.3.1 видны графики датчиков «ВК» и «ВС112»), контрольный график (в случае, если контроль идёт по нескольким датчикам). По графику перемещается вертикальная линия – маркер. Маркер показывает текущую частоту генерации сигнала. Над графиком перечислены мгновенные значения всех указанных графиков и текущая частота.

Справа находится поле «Индикаторы процесса», содержащее индикаторы текущего состояния виброиспытаний. Они отображают текущую частоту генератора синусоидального сигнала; требуемое ускорение в текущий момент; текущие виброускорение, виброскорость и виброперемещение контрольного датчика; количество оставшихся итераций; значение аттенюатора. Ниже находится поле «Коэффициент передачи», содержащее индикаторы коэффициента передачи. Индикаторы на тёмном фоне задают максимальный и минимальный коэффициент передачи. Значения на них могут быть изменены. Посередине между ними находится индикатор, отображающий текущий передаточный коэффициент. При выходе текущего передаточного коэффициента за установленные пределы виброиспытания будут остановлены.

Ещё ниже находятся индикаторы времени: «Текущее время» показывает время,

прошедшее со старта виброиспытаний, «**Общее время**» - время на прохождения всех сегментов профиля в одну сторону. Внизу находятся окно с сообщениями для оператора.

Для начала виброиспытаний необходимо нажать большую зелёную кнопку «**СТАРТ**». В течении 30 – 40 секунд программа плавно выводит сигнал на заданный уровень. По достижении 95% от ускорения первой контрольной точки начинаются виброиспытания. Для прекращения виброиспытаний необходимо нажать большую красную кнопку «**СТОП**» или сочетание клавиш «Ctrl+space». Для фиксирования виброиспытаний на текущей частоте необходимо нажать кнопку «**ПАУЗА**». Для возобновления виброиспытаний необходимо нажать кнопку «**ПАУЗА**» снова.

При непредвиденной остановке виброиспытаний (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) появится диалоговое окно «Виброиспытания приостановлены. Возобновить? Да/Нет» (Рисунок 4.3.2). Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо выбрать ответ «Да». Да прекращения виброиспытаний необходимо выбрать ответ «Нет».

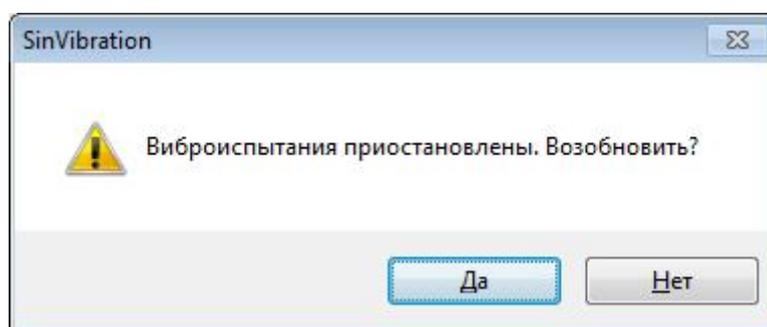


Рисунок 4.3.2. Сообщение об остановке виброиспытаний

Для создания отчёт о виброиспытаниях необходимо нажать кнопку «**Отчёт**» (в левом нижнем углу) – появится окно с отчётом по текущему проекту (рисунок 4.3.3).

В правом верхнем углу окна перечислены названия графиков, которые можно посмотреть – это передаточная функция вибростенда и графики вибродатчиков, выбранных в качестве контрольных или наблюдательных. Цвет графика можно изменить нажатием на цветную кнопку перед названием графика. В правом нижнем углу находится справочная информация о виброиспытаниях: тип и номер прибора, название вибростенда, тип испытаний, диапазон частот и амплитуд, прошедшее с начала испытаний время и суммарное время испытаний, текущую дату и время. В самом верху справа находится галочка «**Расчёт относительно контрольного канала**». При установке этой галочки по всем каналам будет произведён расчёт отношения к контрольному каналу или к общему контрольному каналу.

Для сохранения отчёта необходимо нажать кнопку «**Сохранить отчёт**». При нажатии на неё появится диалоговое окно с предложением сохранить выбранные графики вибродатчиков в файл «dtu» (передаточная функция не сохраняется) или в файл «rtf». Просмотреть файлы с расширением «dtu» можно с помощью программы **Просмотр результатов** и при желании распечатать на принтере.

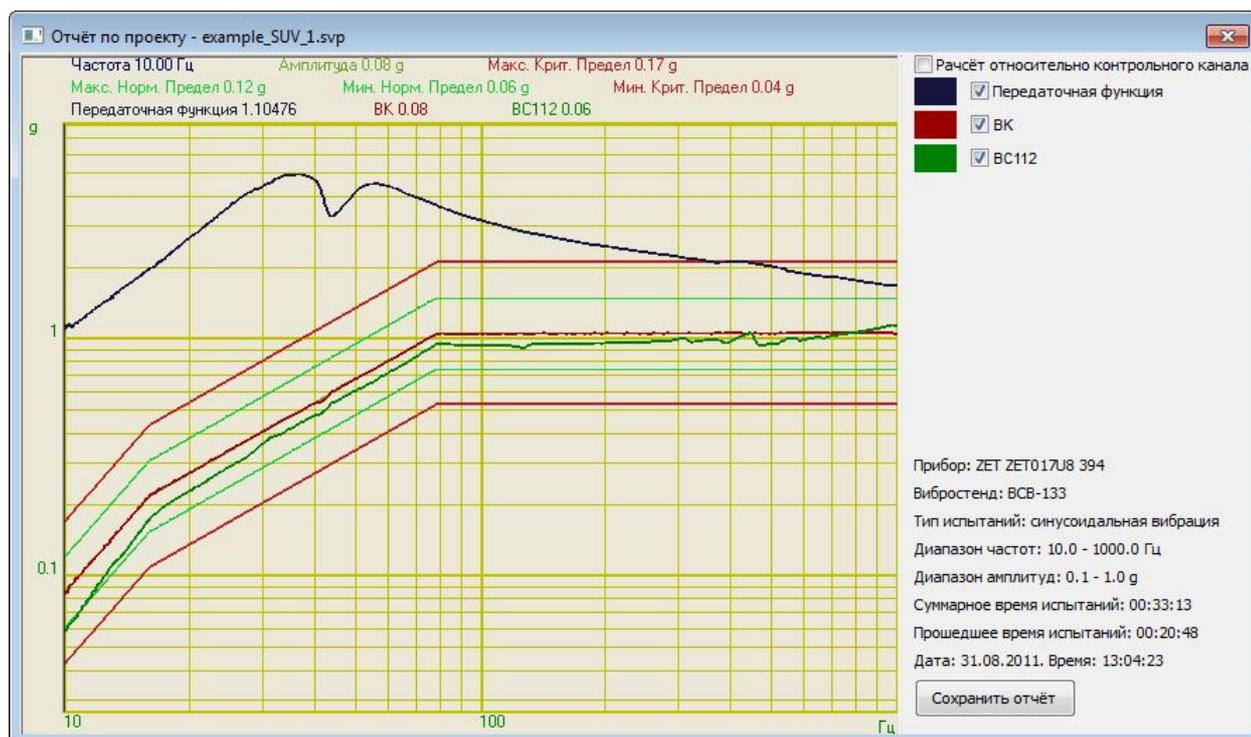


Рисунок 4.3.3. Окно отчёта по проекту с графиком передаточной характеристики

Для сохранения информации о временной реализации сигнала необходимо нажать кнопку **«Самописец сигналов»**. В открывшемся окне «Самописец сигналов» будет представлена информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени.

В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. **«Самописец сигналов»** может отображать графики сигналов за последние 100 секунд или за всё прошедшее время. Для выбора соответствующего режима необходимо нажать кнопку **«100 секунд»** или **«Полностью»** соответственно. Для переключения между отображением времени необходимо установить или снять галочку **«Относительные координаты»**. Если эта галочка установлена, то ось X будет отображать секунды прошедшие с момента старта виброиспытаний. Если галочка снята, то ось X будет отображать системное время. Для сохранения на диск показаний самописца необходимо нажать на кнопку **«Сохранить отчёт»**. Отчёт сохраняется в формате «dtu», который можно просмотреть потом программой **Просмотре результатов** или в формате «rtf», который можно посмотреть в текстовом редакторе. В отчёт сохраняются только отмеченные галочками каналы.

**Примечание.** После запуска виброиспытаний или включения генератора сигналов запускать какие-либо другие программы из состава ZETLab нельзя, так как это может привести к удару на вибростенде.



Рисунок 4.3.4. Окно многоканального самописца

## 4.4 Сообщения оператору

Все сообщения оператору выводятся в специальном окне, расположенном внизу программы. В соответствии с типом сообщения они помечаются определённым цветом, а в сообщениях об ошибке добавляется номер пункта

**Информационные сообщения (помечаются белым или зелёным цветом).**

- 4.4.1 «Подключен генератор X. Прибор SSSS № XXX»
- 4.4.2 «Вибростенд SSSS : XX-XX мм; XX м/с; XX g; XX-XX Гц; XX В»
- 4.4.3 «Генератор X – SSSS № XXX. Контрольный канал SSSS»
- 4.4.4 «Нажата кнопка "СТОП"»
- 4.4.5 «Отжата кнопка "ПАУЗА"»
- 4.4.6 «Нажата кнопка "ПАУЗА"»
- 4.4.7 «Виброиспытания начаты»
- 4.4.8 «Виброиспытания уже идут!»
- 4.4.9 «Виброиспытания возобновляются»
- 4.4.10 «Виброиспытания закончены»
- 4.4.11 «Достигнуто максимальное напряжение генератора»
- 4.4.12 «Напряжение генератора упало до нуля»
- 4.4.13 «Проект SSSS загружен»
- 4.4.14 «Проект сохранен»
- 4.4.15 «Проект сохранен как SSSS»
- 4.4.16 «Выполняется XX-й проход по диапазону»
- 4.4.17 «Контрольный параметр в безопасных пределах»
- 4.4.18 «Контрольный параметр в допустимых пределах»

**Сообщения об ошибках (помечаются красным цветом).**

- 4.4.19 «Анализатор ZET 017 не подключен!»  
Необходимо подключить анализатор спектра из серии ZET 017 к компьютеру. Если анализатор уже подключен необходимо обратиться к разработчикам программ.
- 4.4.20 «Ошибка! Невозможно установить частоту генератора 100 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации генератора. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации ЦАП 100 кГц (см. п. 3.4).
- 4.4.21 «Ошибка! Невозможно установить частоту канала 25 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации измерительных каналов. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации АЦП 25 кГц (см. п. 3.4).
- 4.4.22 «Отсутствует канал генератора!»  
Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Время ZETServer» и проверить наличие канала генератора, относящегося к анализатору. Если он присутствует, то необходимо закрыть все ранее запущенные программы генераторов. Если он отсутствует, то необходимо запустить программу ещё раз и

при аналогичном сообщении об ошибке связаться с разработчиками ПО.

4.4.23 «Отсутствуют параметры вибростенда!»

В окне «Параметры вибростенда» не заполнено одно или несколько окон. Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и заполнить пустующие поля.

4.4.24 «Отсутствуют каналы, измеряющие ускорение!»

В окне «Редактирование файла конфигурации измерительных каналов» отсутствуют каналы измеряющие ускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>». Необходимо нажать кнопку «Файл параметров» и задать необходимые параметры.

4.4.25 «Не выбрано ни одного контрольного канала!»

В окне «Параметры контроля» нет контрольных каналов. Необходимо нажать кнопку «Параметры контроля» и выбрать один или несколько каналов в качестве контрольных.

4.4.26 «Не задан профиль испытаний!»

В окне «Профиль виброиспытаний» отсутствуют строки с параметрами профиля. Необходимо нажать кнопку «Профиль испытаний» и задать как минимум две строки с параметрами профиля.

4.4.27 «Необходимо увеличить максимальное напряжение или увеличить коэффициент усиления»

Для увеличения максимального напряжения необходимо запустить программу из меню «Генераторы – Редакторы параметров вибростендов» и в поле «Максимальное напряжение, В» задать значение большее текущего, но не более 10.0 (максимальное выходное напряжение анализатора) и нажать кнопку «Сохранить».

Для увеличения коэффициента усиления необходимо увеличить мощность внешнего усилителя сигнала.

4.4.28 «Контрольный параметр вышел за допустимые пределы. Ускорение XX g, профиль XX g»

Если измеренное значение ускорения больше значения по профилю, то причиной этому может быть большой уровень шума на столе вибростенда или неравномерности АЧХ испытуемого изделия (резонансы или перепады). Если причиной послужили внешние помехи или шумы, то необходимо изменить метод измерения сигнала по контрольному каналу на «СКЗ» или «Селективный». Если причина в наличии высокочастотных резонансов у испытуемого образца, то необходимо обратиться документации на испытуемый образец или понизить скорость развёртки сигнала на заданном участке.

Если измеренное значение ускорения меньше значения по профилю, то причиной, скорее всего, послужил обрыв кабеля или плохой контакт (определяется исчезновением сигнала на осциллографе) датчика с поверхностью изделия.

4.4.29 «Проверьте крепление датчика SSSS»

Причина возникновения данной ошибки это отсутствие измеримой реакции контрольного датчика при увеличении напряжения на генераторе. Причиной этому

может быть разрыв в кабеле датчика. Для проверки работоспособности датчика необходимо постучать крепёжному столу вибростенда и на «многоканальном осциллографе» наблюдать отклик. При отсутствии реакции датчика необходимо проверить датчик, подключив его к другому каналу анализатора, возможно, испорчен вход анализатора.

Другой причиной может быть низкий коэффициент передачи на низких частотах, данная особенность характерна для многих усилителей с переменным коэффициентом усиления. Для решения этой проблемы необходимо увеличить коэффициент усиления усилителя (одновременно с этим рекомендуется уменьшить максимальное напряжение генератора в программе «Настройка параметров вибростенда»).

Третья причина – рассинхронизация генератора и измерительного канала. Это можно проверить в программе «Время ZETServer». Если текущее время по каналам генератора и измерительным каналам стоит или расходится больше чем на 10 секунд необходимо программы перезапустить.

При отсутствии реакции вибростенда (движение стола, гудение) на подаваемое напряжение необходимо проверить работоспособность всех элементов системы.

#### 4.4.30 «Передачная характеристика меньше нижней границы»

Необходимо проверить подключение контрольного датчика, либо уменьшить нижнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передачной характеристикой.

#### 4.4.31 «Передачная характеристика больше верхней границы»

Необходимо увеличить верхнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передачной характеристикой.

#### 4.4.32 «Ошибка сервера ХХ»

Необходимо закрыть программу и запустить её снова.

#### 4.4.33 «Ускорение вибростенда (ХХ g) превысило максимальное значение (ХХ g). SSSS»

Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и увеличить параметры «Максимальное перемещение» и «Минимальное перемещение», если они не превышают значений, указанных в паспорте вибростенда. Если в параметрах вибростенда указаны значения по паспорту и увеличить их нельзя, то необходимо уменьшить значения в профиле виброиспытаний.

#### 4.4.34 «Скорость вибростенда (ХХ м/с) превысила максимальное значение (ХХ м/с). SSSS»

Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и увеличить параметр «Максимальная скорость», если она не превышает значения, указанного в паспорте вибростенда. Если в параметрах вибростенда указано значение по паспорту и увеличить его нельзя, то необходимо уменьшить соответствующие значения в профиле виброиспытаний.

#### 4.4.35 «Перемещение вибростенда (ХХ мм) превысило максимальное значение (ХХ мм). SSSS»

Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и увеличить параметр «Максимальное ускорение», если оно не превышает значения, указанного в

паспорте вибростенда. Если в параметрах вибростенда указано значение по паспорту и увеличить его нельзя, то необходимо уменьшить соответствующие значения в профиле виброиспытаний.

4.4.36 «Ошибка! Невозможно загрузить файл SSSS»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки.

4.4.37 «Устаревшая версия файла»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки

4.4.38 «Ошибка! Невозможно открыть файл для записи SSSS»

Необходимо указать другое имя файла.

4.4.39 «Ошибка! Невозможно открыть файл логов SSSS»

Отказано в доступе к файлу. Необходимо уменьшить уровень контроля учётных записей.

4.4.40 «Начальное значение по профилю XX g, уровень шума XX g»

Если уровень шума превышает начальное значение по профилю более чем в два раза, то виброиспытания будут начаты сразу после нажатия кнопки «СТАРТ» и будут сразу же остановлены, так как контрольный параметр превышает критический уровень.

Вариантов решения проблемы несколько. Если метод контроля измерения «Амплитудный», то необходимо переключиться на «СКЗ» или «Селективный» («Селективный» метод измерения менее всего подвержен влиянию шума). Также может помочь уменьшение коэффициента усиления внешнего усилителя.

## 5 Испытание на воздействие широкополосной случайной вибрации (ШСВ)

### 5.1 Описание программы «ШСВ»

Для испытаний изделий на устойчивость к воздействию вибрации в широком диапазоне частот используется программа **Генератор с ОС (ШСВ)**.

Для запуска программы необходимо открыть меню **Генераторы** панели управления **ZETLab** и выбрать пункт **Генератор с ОС (ШСВ)** (рисунок 5.1.1)

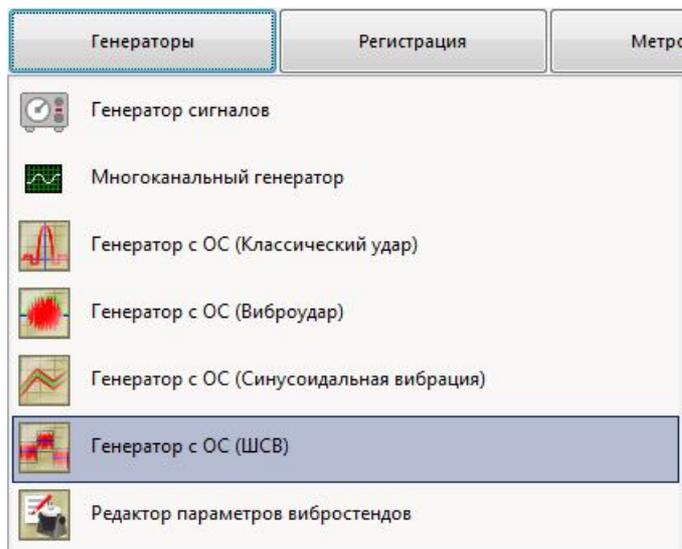


Рисунок 5.1.1. Выбор программы ШСВ из главного меню



Рисунок 5.1.2. Рабочее окно программы

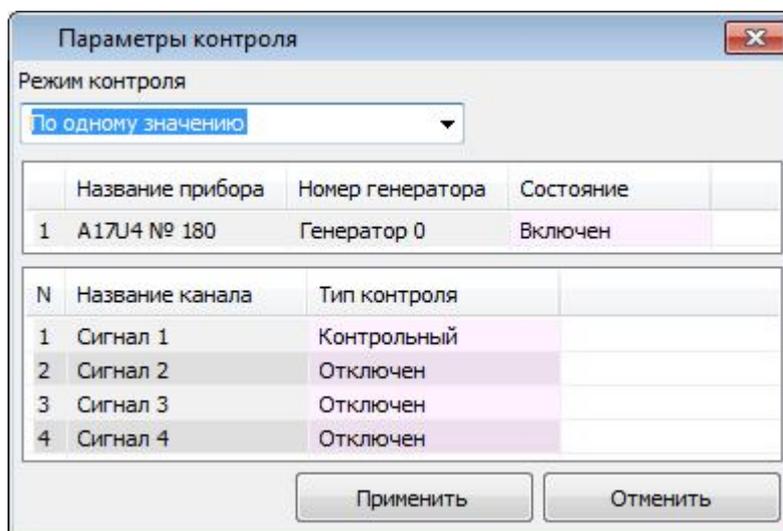
## 5.2 Подготовка к проведению испытаний

Для того, чтобы начать виброиспытания, необходимо задать все требуемые параметры: **параметры вибростенда**, **параметры каналов**, **параметры контроля**, **профиль испытаний** и **временные параметры**. Если требуемые параметры отсутствуют, то рядом с кнопками, отвечающими за вызов окон настроек, будут стоять «красные крестики» . Если требуемые параметры заданы верно, то появится «зелёная галочка» .

Для задания параметров вибростенда необходимо нажать кнопку «**Параметры вибростенда**». Описание параметров вибростенда описано выше в пункте 3.6.

Для задания параметров измерительных каналов необходимо нажать кнопку «**Файл параметров**». Описание программы конфигурации измерительных каналов смотри выше в пункте 3.5.

Для задания параметров контроля необходимо нажать кнопку «**Параметры контроля**». Окно редактирования контрольных параметров на рисунке 5.2.1:



Название прибора	Номер генератора	Состояние
1 A17U4 № 180	Генератор 0	Включен

N	Название канала	Тип контроля
1	Сигнал 1	Контрольный
2	Сигнал 2	Отключен
3	Сигнал 3	Отключен
4	Сигнал 4	Отключен

Рисунок 5.2.1. Окно редактирования параметров контроля

В окне «Параметры контроля» выбирается режим контроля, задающий генератор и контрольные каналы.

Для запуска виброиспытаний необходимо выбрать хотя бы один из каналов в качестве контрольного. Для этого необходимо щёлкнуть левой кнопкой мыши на ячейку в столбце «**Тип контроля**» и выбрать пункт «**Контрольный**». Спектр контрольного канала используются системой управления виброиспытаниями в качестве обратной связи. Остальным каналам можно выбрать тип контроля «**Наблюдательный**» или «**Измерительный**». В этом случае их спектры так же, как и спектр контрольного канала будут отображаться на графике, но они не будут включены в обратную связь. Отключенные каналы не используются в программе и не отображаются на графике.

Режим контроля может быть выбран один из трёх:

- 1) **По одному значению**. В этом случае контрольный канал только один.

- 2) **Среднее по всем контрольным.** В этом случае контрольных каналов может быть несколько. В качестве обратной связи берётся среднее арифметическое значений спектров контрольных каналов по каждой полосе. Усреднённый спектр отображается отдельным графиком.
- 3) **Максимальное по всем контрольным.** В этом случае контрольных каналов может быть несколько. В качестве обратной связи берётся максимальное значение из всех спектров контрольных каналов по каждой полосе. Значения отображаются отдельным графиком.

Пиковые значения контрольных и наблюдательных каналов проверяются на превышение параметров вибростенда и значения предельных перегрузок. Отключенные каналы не отображаются на графике и не контролируются.

В системах управления виброиспытаниями может быть использовано более одного анализатора спектра ZET 017-UX, работающих синхронно. В этом случае список доступных генераторов будет больше и появится возможность выбирать задающий генератор. Выбор осуществляется из контекстного меню, появляющегося при клике левой кнопкой мыши по соответствующей ячейке таблицы. Задающий генератор может быть только один.

**Примечание:** если в строке какого-то генератора обозначено, что он **«Не доступен»**, то это значит, что у генератора отсутствует аттенюатор, и он не может быть использован в качестве задающего при виброиспытаниях.

Для задания профиля испытаний необходимо нажать кнопку **«Профиль испытаний»**. Окно редактирования на рисунке 5.2.2.

В верхней половине окна задаётся спектральная плотность мощности ускорения (СПМУ). Для добавления строк в таблицу нажать на кнопку **«Добавить строку»**. В появившейся строке необходимо ввести параметры, характеризующие точку перегиба, заданные в техническом задании на испытания. Для добавления и редактирования новой строки повторить действия столько раз, сколько точек перегиба указано в техническом задании. (Допуски  $\pm 3$  дБ задаются по-умолчанию, но их можно отредактировать вручную.) Для удаления лишних сигналов необходимо выбрать строку кликом мышки и нажать кнопку **«Удалить строку»**. Для просмотра графика спектральной плотности ускорения с графиками допусков необходимо нажать кнопку **«Построить»**.

Для запуска виброиспытаний необходим профиль, состоящий хотя бы из двух строчек с разной частотой.

Для пропорционального изменения общего уровня шума, необходимо в поле **«Требуемый интегральный уровень»** ввести нужное число и нажать на кнопку **«Привести к уровню»**. Коэффициенты в таблице СПМУ будут автоматически пересчитаны таким образом, чтобы суммарный интегральный уровень совпал с заданным числом.

Выпадающий список **«Количество частотных полос»** задаёт количество частотных полос в спектре. Количество полос всегда является степенью двойки и зависит от выбранной частоты дискретизации АЦП. Ширина полосы равна половине частоты дискретизации, делённой на количество полос.

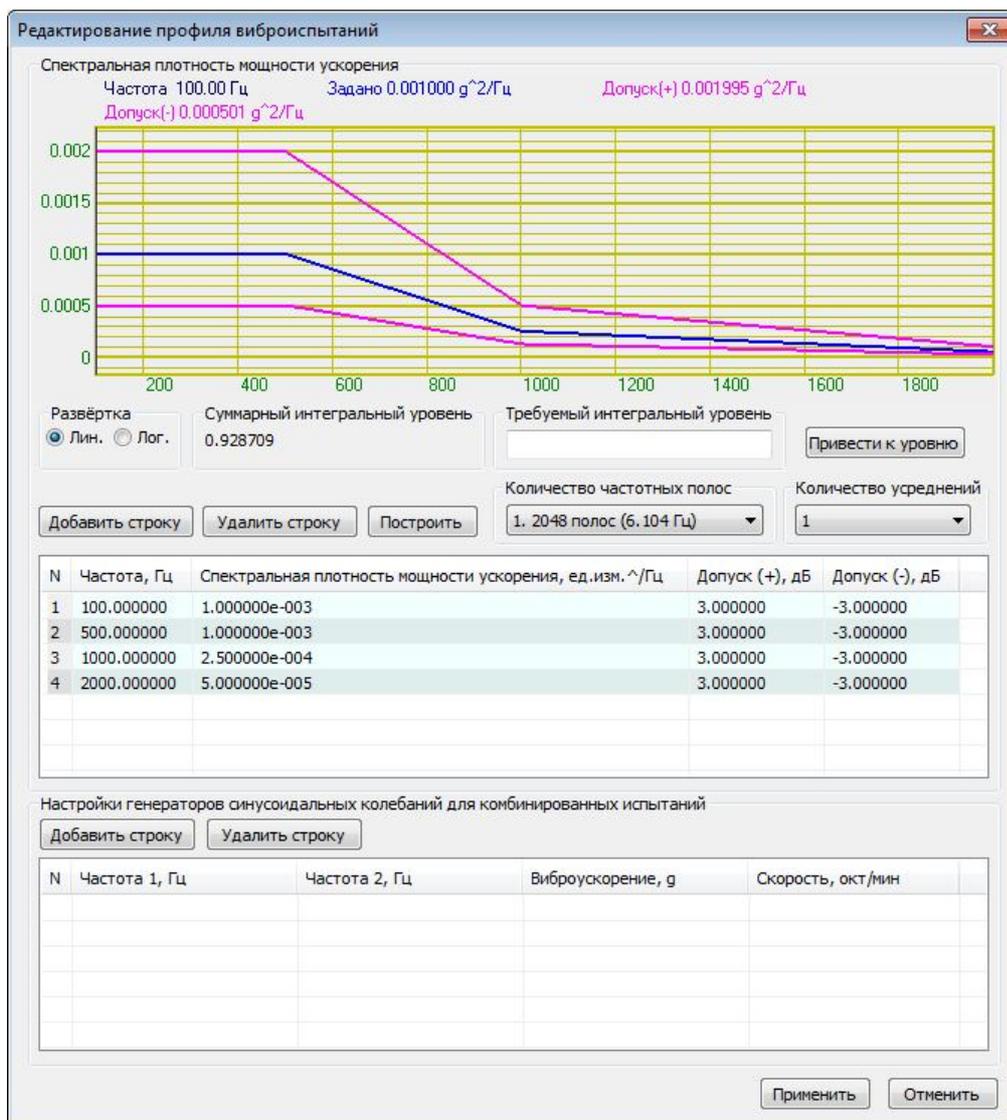


Рисунок 5.2.2. Редактор профиля испытаний на ШСВ

Выпадающий список **«Количество усреднений»** задаёт количество измерений спектра для суммирования и усреднения их значений по каждой полосе.

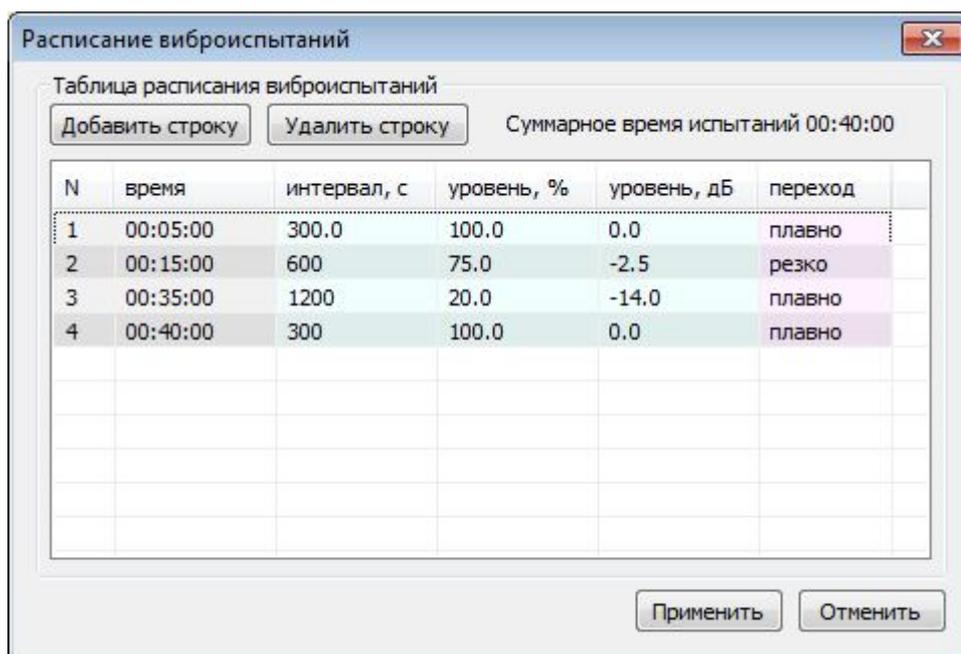
В левом верхнем углу находится поле **«Развёртка»**, в котором указаны два типа **«Лин.»** и **«Лог.»**. При выборе **«Лин.»** вертикальная и горизонтальная шкалы на графике будут отображаться в линейном масштабе. При выборе **«Лог.»** вертикальная и горизонтальная шкалы на графике будут отображаться в логарифмическом масштабе. Кроме того, точки на графике профиля будут рассчитываться таким образом, чтобы график был линейный в логарифмических координатах.

Программа **Генератор с ОС (ШСВ)** позволяет также проводить комбинированные испытания – синус по шуму. Для этого в нижней части окна необходимо задать в таблице параметры синусоидальных сигналов. Для добавления очередного синусоидального сигнала необходимо нажать кнопку **«Добавить строку»**. Далее, двойным кликом выбрать ячейки в таблице и задать стартовую и конечную частоты, амплитуду виброускорения и скорость качания частоты. Всего можно добавить до 10 синусоидальных сигналов с

различными параметрами. Для удаления лишних сигналов необходимо выбрать строку кликом мышки и нажать кнопку «Удалить строку».

Для задания продолжительности испытаний необходимо нажать кнопку «**Временные параметры**». Окно редактирования на рисунке 5.2.3.

Расписание виброиспытаний представляет собой таблицу. Для добавления новой строки в неё необходимо нажать кнопку «**Добавить строку**». Серым цветом обозначаются столбцы, ячейки которых нельзя редактировать – это номер строки и время. Следом идут столбцы синего цвета – в ячейки этих столбцов можно вводить только числа. Столбец «Интервал» отвечает за длительность очередного этапа. Столбец «Уровень, %» и «Уровень, дБ» задают отношение интегрального уровня на текущем этапе к уровню, определяемому профилем испытаний, причём значения одного столбца автоматически пересчитываются по формулам в другом столбце. Столбец «переход» определяет тип перехода от интегрального уровня на предыдущем этапе к следующему. При «плавном» переходе интегральный уровень (скз) будет равномерно снижаться на протяжении всего этапа и дойдёт до указанного отношения в самом его конце. При «резком» переходе сигнал изменит свой интегральный уровень (скз) в течение 2-3 секунд и останется на заданном уровне до окончания этапа.



N	время	интервал, с	уровень, %	уровень, дБ	переход
1	00:05:00	300.0	100.0	0.0	плавно
2	00:15:00	600	75.0	-2.5	резко
3	00:35:00	1200	20.0	-14.0	плавно
4	00:40:00	300	100.0	0.0	плавно

Рисунок 5.2.3. Редактор расписания виброиспытаний

В центре окна программы (рисунок 5.1.2) находится координатная сетка с графиками: «Допуск(+)», «Допуск(-)», «Эквилизация» и «Задано». Также на графике отображаются спектры по всем контрольным, наблюдательным и измерительным каналам (если контрольных каналов больше одно, то отображается ещё общий контрольный спектр).

Слева вверху находятся поле «**Индикаторы процесса**», которое содержит индикаторы текущего состояния виброиспытаний. Индикатор «**Требуемое СКЗ**

**ускорения (g)**» показывает рассчитанное по заданному профилю скз виброускорения. Индикатор **«Эквализованное СКЗ ускорения (g)»** показывает текущий интегральный уровень эквализованного профиля (отображается на графике ярко-зелёным цветом), который меньше заданного профиля в заданное по расписанию (или вручную) число раз. Индикатор **«Текущее СКЗ ускорения (g)»** показывает измеренное скз сигнала по контрольному каналу. Индикатор **«Пик. Значение ускорения (g)»** показывает измеренное пиковое значение сигнала по контрольному каналу. Индикатор **«Напряжение генератора (mV)»** показывает измеренное пиковое значение сигнала генератора.

Ниже находится поле **«Счётчик перегрузок»**, которое содержит индикаторы **«Максимальные пиковые знач. (g)»** и **«Кол-во пиковых значений (ост)»**. Поскольку генерируемый шумовой сигнал является случайным сигналом с распределением плотности вероятности по нормальному закону, то вероятность случайного всплеска с пиковым значением ускорения, превышающим скз в 5 раз, ничтожно мала. Но в ходе реальных испытаний такие всплески могут возникать гораздо чаще и именно они чаще всего являются причиной поломки испытуемого образца. Для включения контроля по счётчику перегрузок необходимо задать на индикаторе **«Максимальное пиковое значение (g)»** максимальное пиковое значение в 5 раз большее скз, а на счётчике ниже задать допустимое количество пиков. Во время испытаний раз в секунду будет осуществляться проверка превышения допустимого уровня, при обнаружении подобного пика число на индикаторе **«Кол-во пиковых значений (ост)»** будет уменьшено на единицу, когда число достигнет нуля испытания будут прерваны. Если контроль по счётчику перегрузок не нужен, необходимо установить **«Кол-во пиковых значений (ост)»** равным нулю.

Следом идёт поле **«Коэффициент передачи (g/B)»**. Индикатор **«Коэффициент передачи»** отображает текущее среднее отношение контрольного спектра к спектру генератора. Над ним и под ним находятся индикаторы **«Максимальный коэффициент передачи»** и **«Минимальный коэффициент передачи»**, задающие диапазон изменений передаточного коэффициента, при выходе за который испытания останавливаются. Для отключения контроля по коэффициенту передачи необходимо в главном меню программы выбрать **«Вид->Передаточная характеристика»**, поле **«Коэффициент передачи (g/B)»** пропадёт вместе со своими индикаторами.

Поле **«Эквализация»** содержит индикаторы **«Коэффициент эквализации, (%)»** и **«Коэффициент эквализации, (дБ)»**. Они задают коэффициент уменьшения эквализованного профиля. При изменении одного из индикаторов второй автоматически пересчитывается. **«Коэффициент эквализации, (%)»** изменяется от 100% до 0.1%; **«Коэффициент эквализации, (дБ)»** изменяется от 0 дБ до -60 дБ соответственно. Если поле **«Эквализация»** отображается, то в течении всего времени испытаний общий уровень шума будет определяться коэффициентами на индикаторах, а не коэффициентами в окне **«Расписание виброиспытаний»**. По-умолчанию поле **«Эквализация»** не отображается, для его отображения необходимо в главном меню программы выбрать **«Вид->Ручная эквализация»**.

Над управляющими кнопками расположены индикаторы времени. Индикатор **«Общее время»** показывает общую длительность испытаний. Индикатор **«Текущее время»** показывает время, прошедшее с выхода программы на установленный режим.

Внизу находится окно с сообщениями для оператора.

### 5.3 Проведение испытаний

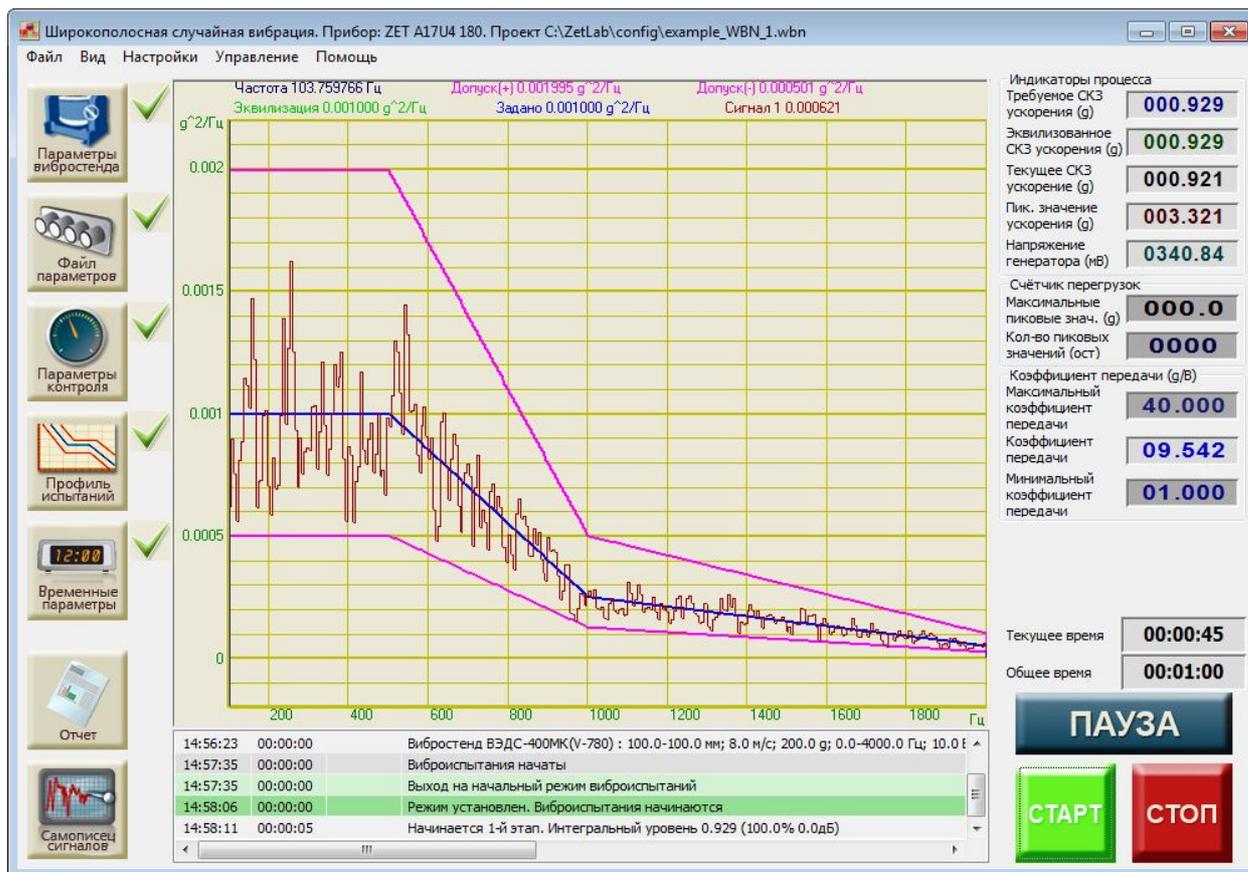


Рисунок 5.3.1. Проведение испытаний

Когда все параметры заданы правильно и рядом с кнопками параметров стоят галочки, то можно начинать виброиспытания. Для начала виброиспытаний необходимо нажать большую зелёную кнопку «СТАРТ» в левом нижнем углу программы. Для остановки испытаний в произвольный момент времени необходимо нажать большую красную кнопку «СТОП». Для временной остановки испытаний необходимо нажать кнопку «ПАУЗА», для возобновления испытаний необходимо нажать её второй раз.

После нажатия на кнопку «СТАРТ» программы будет постепенно выводить испытательную систему на заданный режим. При достижении текущего скз ускорения 95% от требуемого программа начнёт проводить виброиспытания, о чём будет сообщено в логе.

При непредвиденной остановке виброиспытаний (выход за допустимые пределы, превышение максимальных параметров вибростенда и прочих) появится диалоговое окно «Виброиспытания приостановлены. Возобновить? Да/Нет» (Рисунок 4.3.2). Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо выбрать ответ «Да». Для прекращения виброиспытаний необходимо выбрать ответ «Нет».

Во время проведения испытаний или после них можно создать отчёт о виброиспытаниях. Для этого в левом нижнем углу программы находятся кнопки «Отчёт» и «Самописец сигналов».

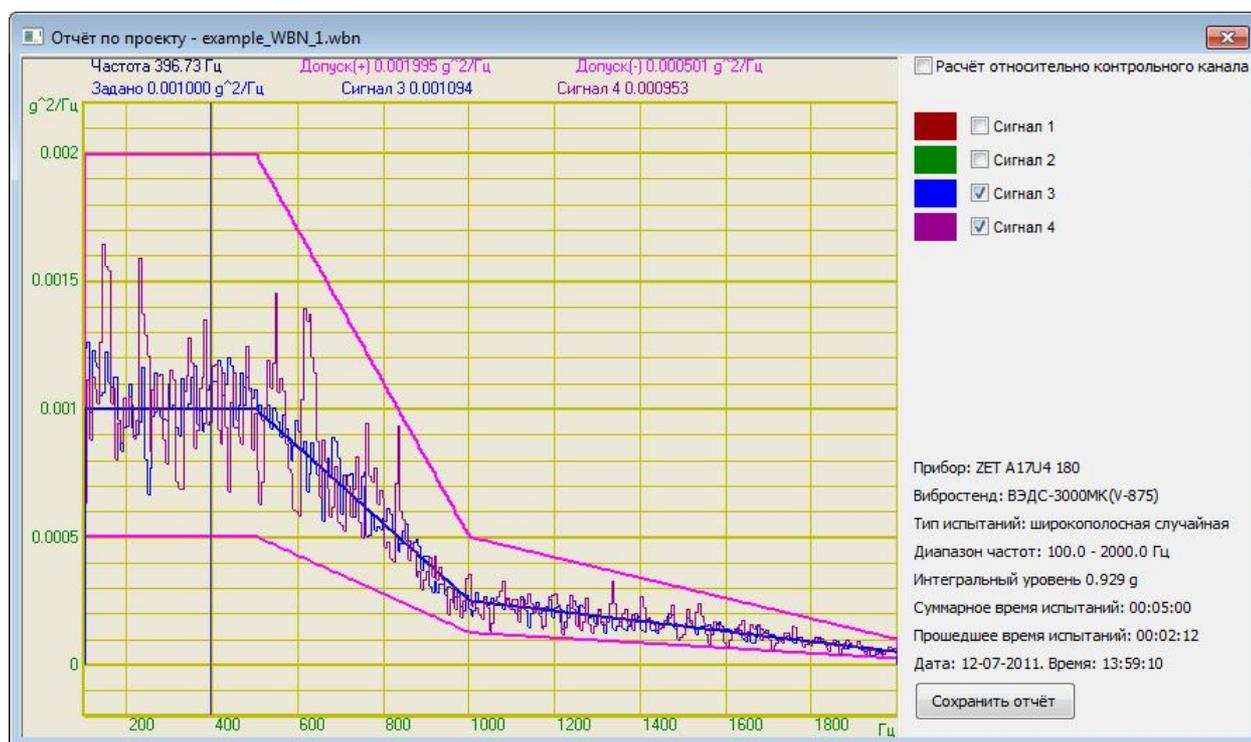


Рисунок 5.3.2. Окно отчёта по проекту

При нажатии на кнопку «Отчёт» появится окно «Отчёт по проекту» с названием файла профиля (рисунок 5.3.2). В правом верхнем углу окна перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть спектр. Цвет графика можно изменить нажатием на цветную кнопку перед названием графика. В правом нижнем углу находится справочная информация о виброиспытаниях: тип и номер прибора, название вибростенда, тип испытаний, диапазон частот и амплитуд, прошедшее с начала испытаний время и суммарное время испытаний, текущую дату и время. В самом верху справа находится галочка «Расчёт относительно контрольного канала». При установке этой галочки по всем каналам будет произведён расчёт отношения к контрольному каналу или к общему контрольному каналу.

Для сохранения отчёта необходимо нажать кнопку «Сохранить отчёт». При нажатии на неё появится диалоговое окно с предложением сохранить выбранные графики вибродатчиков в файл «dtu» или в файл «rtf». Просмотреть файлы с расширением «dtu» можно с помощью программы **Просмотр результатов** и при желании распечатать на принтере.

Для сохранения информации о временной реализации сигнала необходимо нажать кнопку «Самописец сигналов». В открывшемся окне «Самописец сигналов» (Рисунок 5.3.3) будет представлена информация о ходе виброиспытаний в течении прошедшего времени. В правом верхнем углу перечислены названия каналов, по которым можно посмотреть графики. Цвет графика можно изменить, кликнув указателем мыши по цветному прямоугольнику. «Самописец сигналов» может отображать графики сигналов за последние 100 секунд или за всё прошедшее время. Для выбора соответствующего режима необходимо нажать кнопку «100 секунд» или «Полностью»

соответственно. Для переключения между отображением времени необходимо установить или снять галочку «**Относительные координаты**». Если эта галочка установлена, то ось X будет отображать секунды прошедшие с момента старта виброиспытаний. Если галочка снята, то ось X будет отображать системное время. Для сохранения на диск показаний самописца необходимо нажать на кнопку «**Сохранить отчёт**». Отчёт сохраняется в формате «dtu», который можно просмотреть потом программой **Просмотре результатов** или в формате «rtf», который можно посмотреть в текстовом редакторе. В отчёт сохраняются только отмеченные галочками каналы.



Рисунок 5.3.3. Окно самописца сигналов

На рисунке 5.3.3. представлена временная реализация проекта «example\_WBN\_1.wbn» с расписанием, указанным на рисунке 5.3.4.

Расписание виброиспытаний

Таблица расписания виброиспытаний

Добавить строку    Удалить строку    Суммарное время испытаний 00:10:00

N	время	интервал, с	уровень, %	уровень, дБ	переход
1	00:02:00	120	100.0	0.000000	плавно
2	00:04:00	120	25.0	-12.0	плавно
3	00:06:00	120	100.0	0.0	резко
4	00:08:00	120	25.0	-12.0	резко
5	00:10:00	120	100.0	0.0	плавно

Применить    Отменить

Рисунок 5.3.4. Расписание испытаний с переходами по уровню

**Примечание.** После запуска виброиспытаний или включения генератора сигналов запускать какие-либо другие программы из состава ZETLab нельзя, так как это может привести к удару на вибростенде.

## 5.4 Сообщения оператору

Все сообщения оператору выводятся в специальном окне, расположенном внизу программы. В соответствии с типом сообщения они помечаются определённым цветом.

### **Информационные сообщения (помечаются белым или зелёным цветом).**

- 5.4.1 «Подключен генератор X. Прибор SSSS № XXX»
- 5.4.2 «Вибростенд SSSS : XX-XX мм; XX м/с; XX g; XX-XX Гц; XX В»
- 5.4.3 «Частота дискретизации генератора установлена 100 кГц»
- 5.4.4 «Частота дискретизации измерительных каналов установлена 25 кГц»
- 5.4.5 «Нажата кнопка "СТОП"»
- 5.4.6 «Отжата кнопка "ПАУЗА"»
- 5.4.7 «Нажата кнопка "ПАУЗА"»
- 5.4.8 «Виброиспытания начаты»
- 5.4.9 «Выход на начальный режим виброиспытаний»
- 5.4.10 «Режим установлен. Виброиспытания начинаются»
- 5.4.11 «Виброиспытания уже идут!»
- 5.4.12 «Виброиспытания возобновляются»
- 5.4.13 «Виброиспытания закончены»
- 5.4.14 «Достигнуто максимальное напряжение генератора»
- 5.4.15 «Начинается N-й этап. Интегральный уровень XX (XX % XX дБ)»
- 5.4.16 «Проект SSSS загружен»
- 5.4.17 «Проект сохранен»
- 5.4.18 «Проект сохранен как SSSS»

### **Сообщения об ошибках (помечаются красным цветом).**

- 5.4.19 «Анализатор ZET 017 не подключен!»  
Необходимо подключить анализатор спектра к компьютеру или отключить другие устройства, если анализатор спектра уже подключен.
- 5.4.20 «Ошибка! Невозможно установить частоту генератора 100 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации генератора. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации ЦАП 100 кГц (см. п. 3.4).
- 5.4.21 «Ошибка! Невозможно установить частоту канала 25 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации измерительных каналов. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации АЦП 25 кГц (см. п. 3.4).
- 5.4.22 «Отсутствует канал генератора!»  
Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Время ZETServer» и проверить наличие канала генератора, относящегося к анализатору. Если он присутствует, то необходимо закрыть все ранее запущенные программы генераторов. Если он отсутствует, то необходимо запустить программу ещё раз и при аналогичном сообщении об ошибке связаться с разработчиками ПО.

**5.4.23 «Отсутствуют параметры вибростенда!»**

В окне «Параметры вибростенда» не заполнено одно или несколько окон. Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и заполнить пустующие поля.

**5.4.24 «Отсутствуют каналы, измеряющие ускорение!»**

В окне «Редактирование файла конфигурации измерительных каналов» отсутствуют каналы измеряющие ускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>». Необходимо нажать кнопку «Файл параметров» и задать необходимые параметры.

**5.4.25 «Не выбрано ни одного контрольного канала!»**

В окне «Параметры контроля» нет контрольных каналов. Необходимо нажать кнопку «Параметры контроля» и выбрать один или несколько каналов в качестве контрольных.

**5.4.26 «Не задан профиль испытаний!»**

В окне «Профиль виброиспытаний» отсутствуют строки с параметрами профиля. Необходимо нажать кнопку «Профиль испытаний» и задать как минимум две строки с параметрами профиля.

**5.4.27 «Не задано расписание испытаний!»**

В окне «Расписание испытаний» отсутствуют строки с временными интервалами и уровнями сигнала. Необходимо нажать кнопку «Временные параметры» и задать как минимум одну строку с ненулевым интервалом.

**5.4.28 «Время испытаний равно 0!»**

Необходимо нажать кнопку «Временные параметры» и задать как минимум одну строку с ненулевым интервалом.

**5.4.29 «Необходимо увеличить максимальное напряжение или увеличить коэффициент усиления»**

Для увеличения максимального напряжения необходимо запустить программу из меню «Генераторы – Редакторы параметров вибростендов» и в поле «Максимальное напряжение, В» задать значение большее текущего, но не более 10.0 (максимальное выходное напряжение анализатора) и нажать кнопку «Сохранить».

Для увеличения коэффициента усиления необходимо увеличить мощность внешнего усилителя сигнала.

**5.4.30 «Возможна нехватка мощности генератора для выведения испытаний на 100% уровень»**

Если программа не вышла на заданный режим, то необходимо либо увеличить мощность внешнего усилителя или уменьшить суммарный интегральный уровень профиля.

**5.4.31 «Необходимо увеличить усиление или изменить параметры испытаний»**

Необходимо либо увеличить мощность внешнего усилителя или уменьшить суммарный интегральный уровень профиля.

**5.4.32 «Проверьте крепление датчика SSSS»**

Необходимо проверить указанный датчик, его кабель, подключение к анализатору,

крепление к испытываемому образцу. Если ошибка повторяется необходимо проверить наличие реакции датчика и вибростенда на сигнал генератора. При отсутствии реакции датчика необходимо проверить датчик, подключив его к другому каналу анализатора. При отсутствии реакции вибростенда необходимо проверить работоспособность всех элементов системы.

5.4.33 «Передаточная характеристика меньше нижней границы»

Необходимо проверить подключение контрольного датчика, либо уменьшить нижнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

5.4.34 «Передаточная характеристика больше верхней границы»

Необходимо увеличить верхнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

5.4.35 «Ошибка сервера ХХ»

Необходимо закрыть программу и запустить её снова.

5.4.36 «Превышено максимальное число пиковых значений»

Необходимо проверить испытываемое изделие на наличие дефектов и неисправностей, которые могут во время испытаний стучать.

5.4.37 «Ошибка! Невозможно загрузить файл SSSS»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки.

5.4.38 «Устаревшая версия файла»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки

5.4.39 «Ошибка! Невозможно открыть файл для записи %s»

Необходимо указать другое имя файла.

5.4.40 «Ошибка! Невозможно открыть файл логов SSSS»

Отказано в доступе к файлу. Необходимо уменьшить уровень контроля учётных записей.

## 6 Испытание на воздействие классического удара

### 6.1 Описание программы

Для проведения испытаний на воздействие классического удара используется программа **Генератор с ОС (Классический удар)**. Программа позволяет генерировать сигналы разной формы: синусоидальной, треугольной, прямоугольной, пилообразной и трапецеидальной. Для запуска программы необходимо в меню «Генераторы» (рисунок 6.1.1) на панели управления ZETLab и из выпавшего списка выбрать команду «Генератор с ОС (Классический удар)». Рабочее окно программы показано на рисунке 6.1.2.

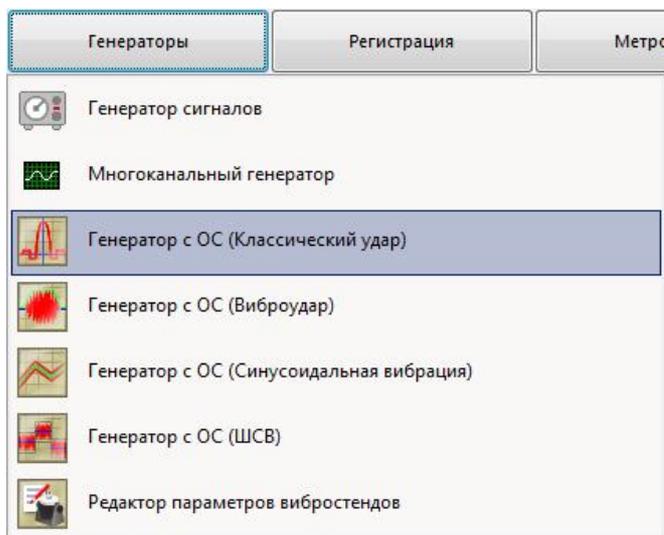


Рисунок 6.1.1. Выбор программы Классический удар из главного меню

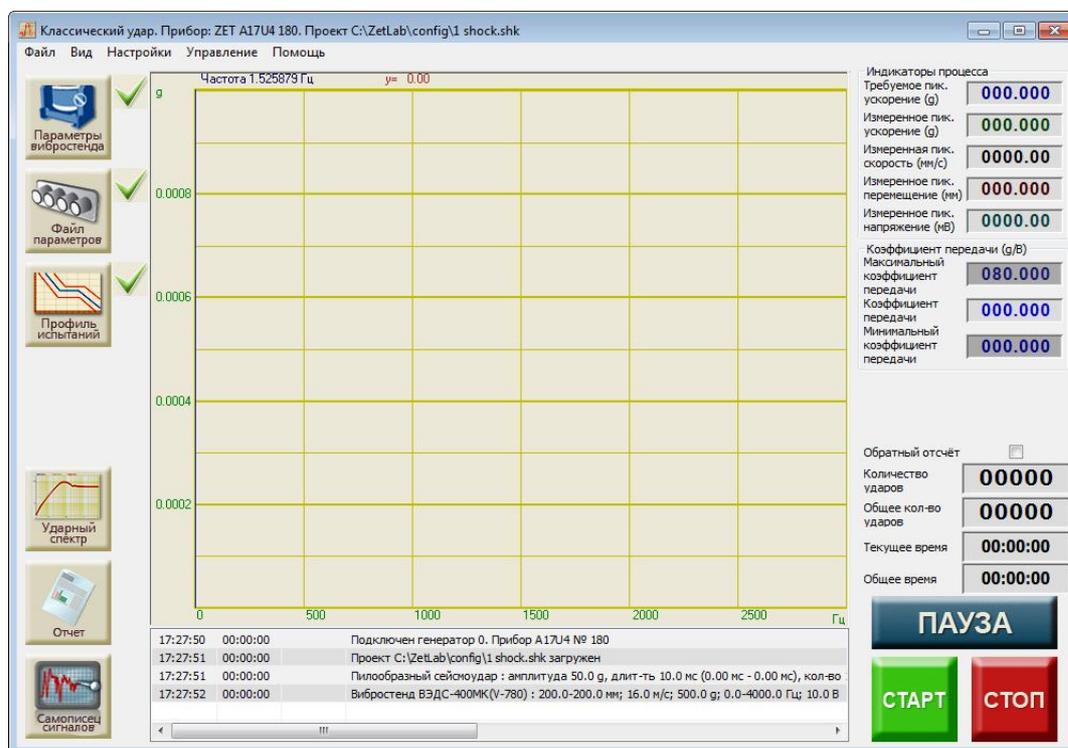


Рисунок 6.1.2. Окно программы «Генератор ударных импульсов»

## 6.2 Подготовка к проведению испытаний

Для того, чтобы начать виброиспытания, необходимо задать все требуемые параметры: **параметры вибростенда, параметры каналов и профиль испытаний**. Если требуемые параметры отсутствуют, то рядом с кнопками, отвечающими за вызов окон настроек, будут стоять «красные крестики» ❌. Если требуемые параметры заданы верно, то появится «зелёная галочка» ✅.

Для задания параметров вибростенда необходимо нажать кнопку «**Параметры вибростенда**». Описание параметров вибростенда описано выше в пункте 3.6.

Для задания параметров измерительных каналов необходимо нажать кнопку «**Файл параметров**». Описание программы конфигурации измерительных каналов смотри выше в пункте 3.5.

Для задания профиля испытаний необходимо нажать кнопку «**Профиль испытаний**». Окно редактирования профиля испытаний показано на рисунке 6.2.1.

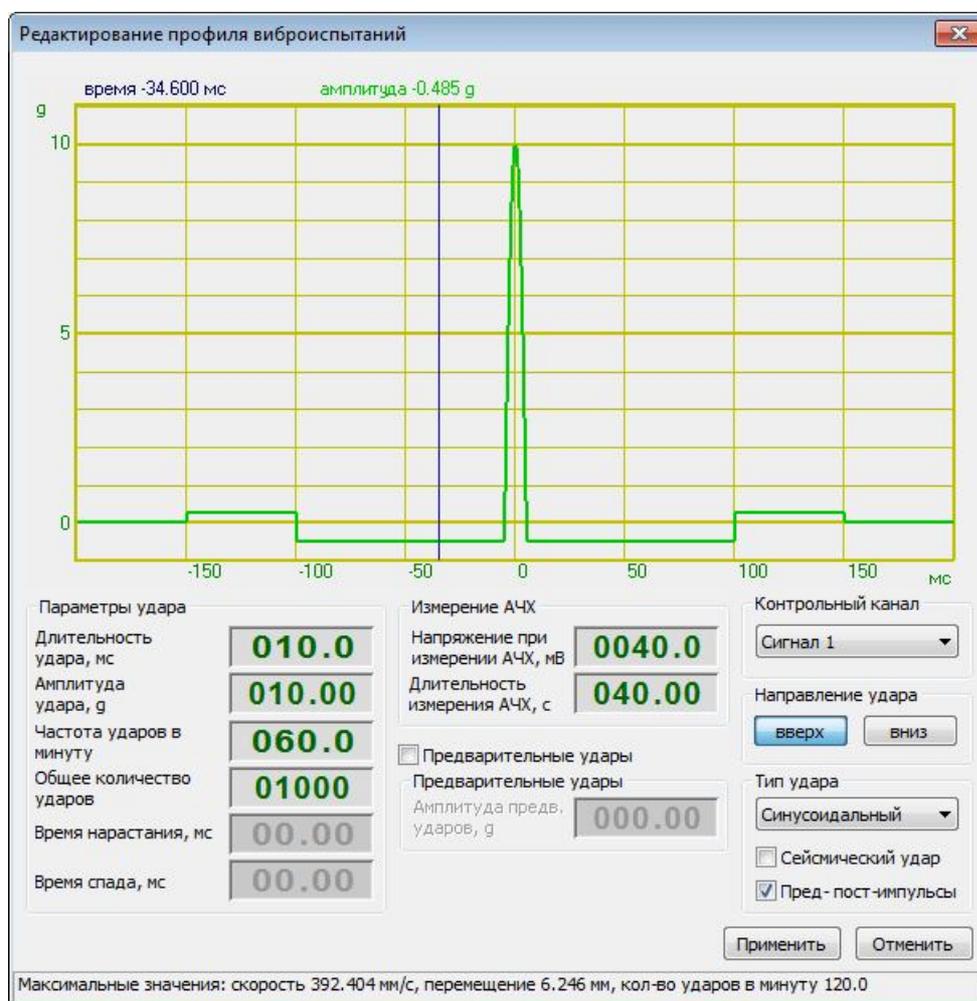


Рисунок 6.2.1. Окно редактирования профиля испытаний

В окне «Редактирования профиля виброиспытаний» задаются следующие параметры ударов:

Селектор «**Длительность удара, мс**» - время действия сигнала соответствующей формы, T.

Селектор «**Амплитуда удара, g**» - пиковое значение виброускорения, A.

Селектор «**Частота ударов в минуту**» - количество ударов в минуту (от 1 до 120).

Селектор «**Общее количество ударов**» - общее количество ударов в испытании.

Селектор «**Время нарастания, мс**» - время достижения максимального значения, для трапецеидального сигнала, T1.

Селектор «**Время спада, мс**» – время спада сигнала до минимального значения, для трапецеидального и пилообразного импульсов, T2.

Селектор «**Напряжение измерения АЧХ, мВ**» - среднеквадратическое значение шумового сигнала, с помощью которого измеряется АЧХ перед испытаниями.

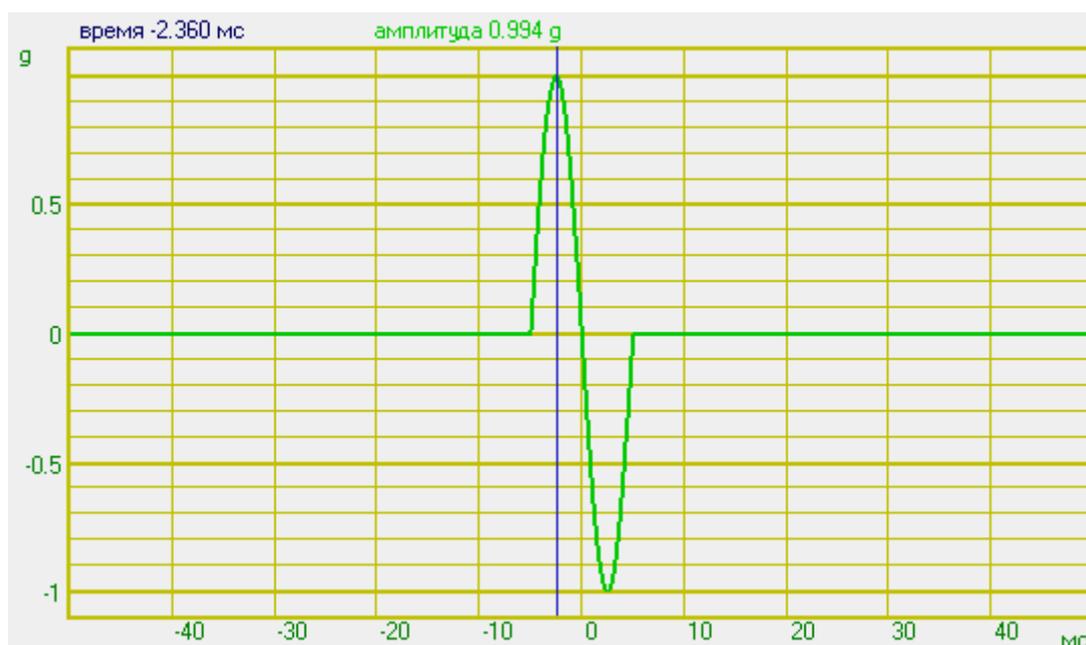
Селектор «**Длительность измерения АЧХ, с**» - длительность временного интервала перед испытаниями, в течение с помощью шумового сигнала которого измеряется АЧХ.

Галочка «**Предварительные удары**» добавляет перед ударами заданной амплитуды, удары с амплитудой не более 10% от заданной, для точного определения требуемого напряжения.

Селектор «**Амплитуда предв. ударов, g**» - амплитуду предварительных ударов, для точного определения требуемого напряжения (не более 10% от амплитуды основных ударов).

Галочка «**Пред-пост-импульсы**» включает наличие предварительных сигналов для уравнивания скорости и перемещения вибростенда.

Галочка «**Сейсмический удар**» включает симуляцию сейсмического удара. От обычного удара сейсмический отличается ускорение в положительном и отрицательном направлении. Форма сейсмического синусоидального сигнала представлена на рисунке 6.2.2.



## Рисунок 6.2.2. График сейсмического удара

Выпадающий список «**Контрольный канал**» показывает список доступных каналов для контроля за виброиспытаниями. В нём указаны только каналы измеряющие ускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>».

Пара кнопок «**Направление удара**» задаёт знак амплитуды ускорения: «**вверх**» – положительный, «**вниз**» – отрицательный.

На рисунках 6.2.3 – 6.2.7 представлены формы акселерограмм генерируемых сигналов с обозначением задаваемых параметров.

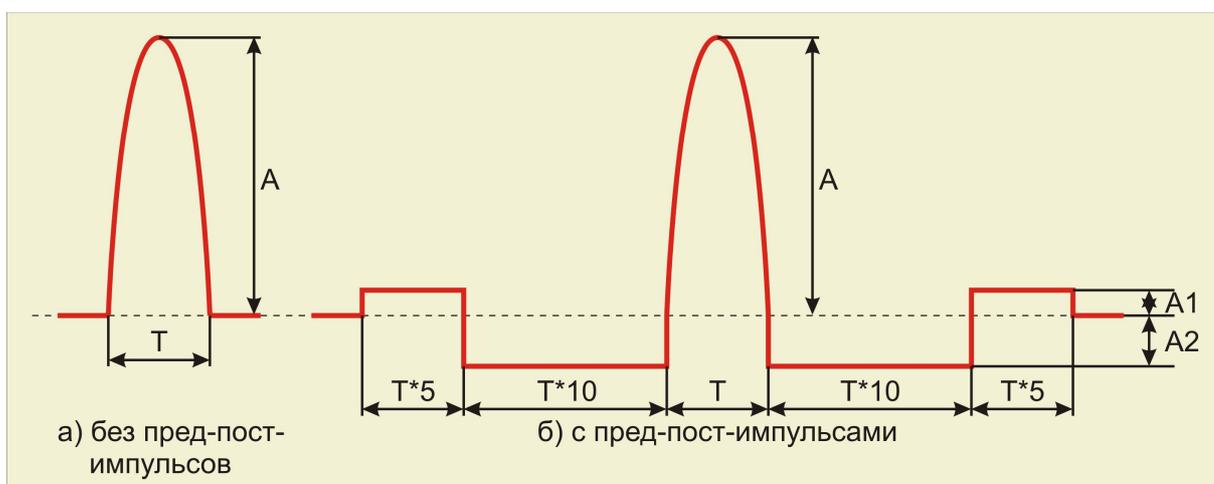


Рисунок 6.2.3. Синусоидальный сигнал

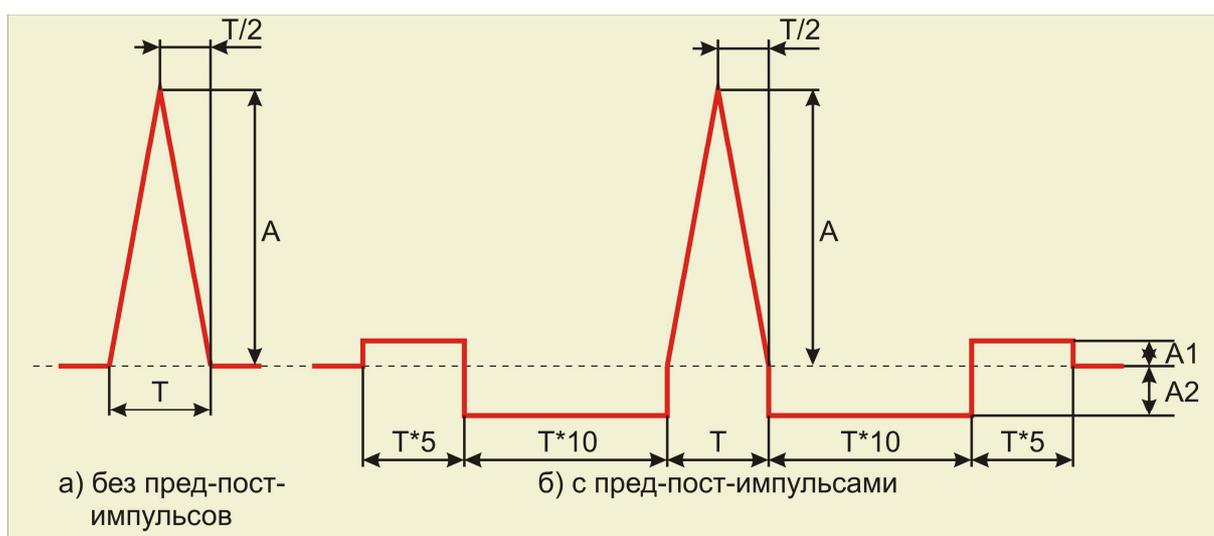


Рисунок 6.2.4. Треугольный сигнал

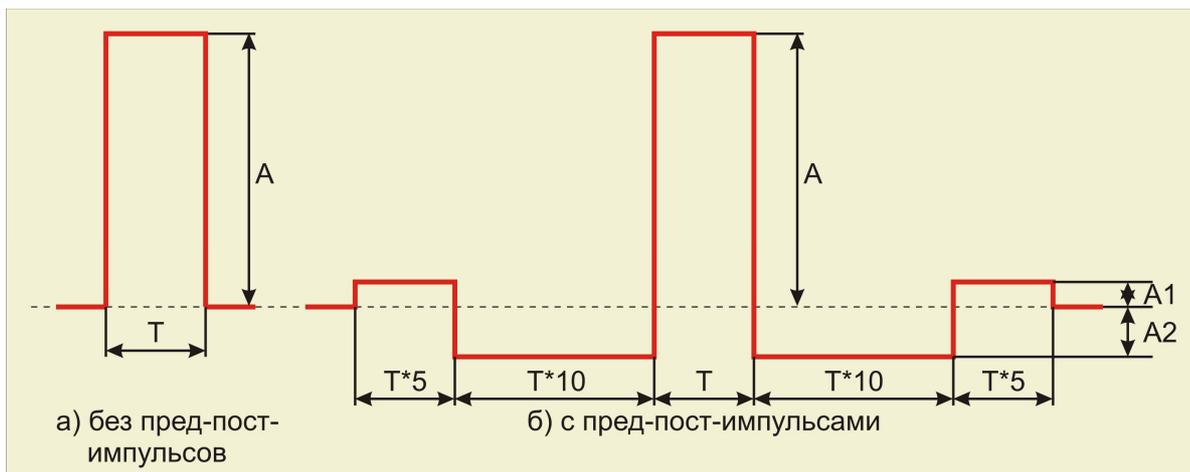


Рисунок 6.2.5. Прямоугольный сигнал

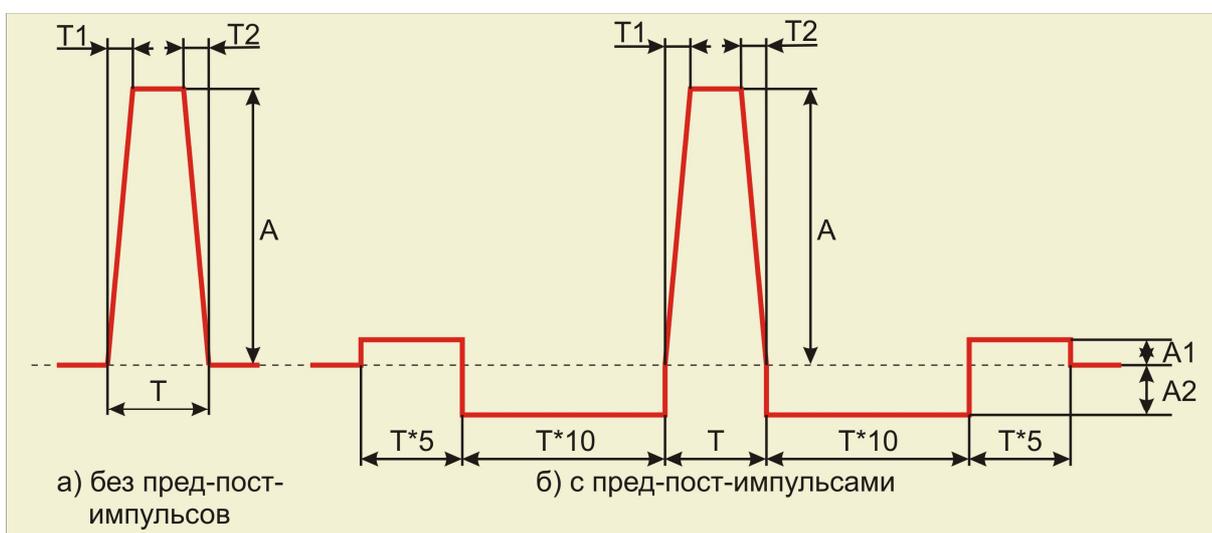


Рисунок 6.2.6. Трапецеидальный сигнал

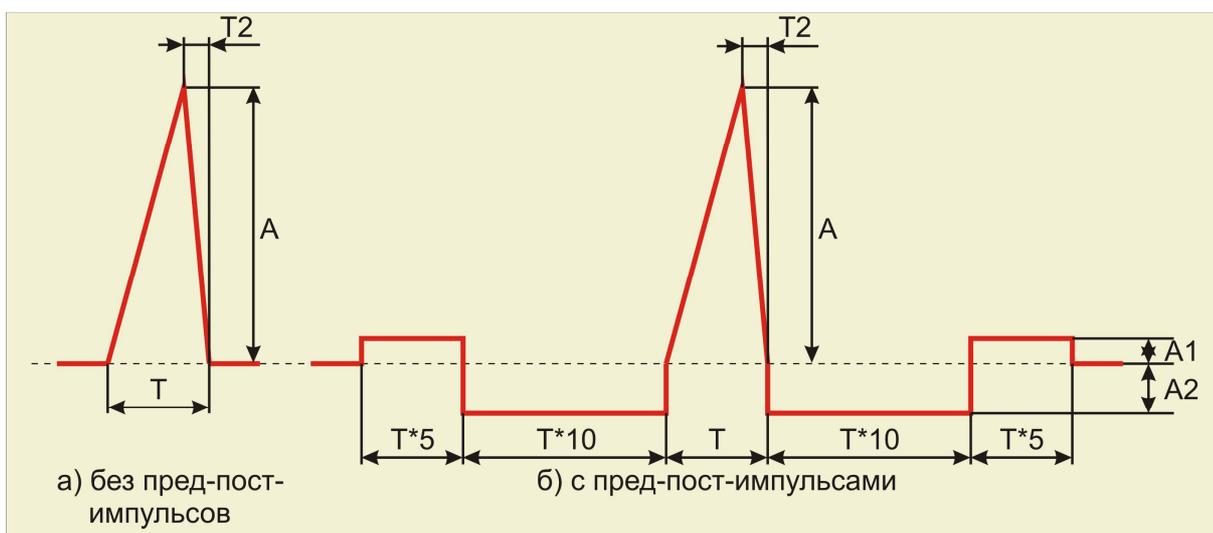


Рисунок 6.2.7. Пилообразный сигнал

После задания всех необходимых параметров (длительность удара и амплитуда удара должны быть больше нуля) необходимо нажать кнопку **«Применить»**.

В центре окна программы находится координатная сетка с графиками. Во время измерения АФЧХ на неё отображаются графики АЧХ и ФЧХ, во время проведения виброиспытаний на ней отображаются графики ускорения последнего зафиксированного удара, минимальный допуск и максимальный допуск.

Справа вверху находится поле **«Индикаторы процесса»**, которое содержит индикаторы текущего состояния виброиспытаний. Индикатор **«Требуемое пик. ускорения (g)»** показывает заданную амплитуду ударных импульсов. Индикатор **«Измеренное пик. ускорения (g)»** показывает пиковое значение последнего зафиксированного ударного импульса. Индикатор **«Максимальная скорость (мм/с)»** показывает рассчитанное максимальное значение виброскорости датчика. Индикатор **«Максимальное перемещение (мм)»** показывает рассчитанное максимальное значение виброперемещения датчика. Индикатор **«Максимальное напряжение (мВ)»** показывает пиковое значение напряжения на генераторе.

Следом идёт поле **«Коэффициент передачи (g/B)»**. Индикатор **«Передаточный коэффициент»** отображает текущее среднее отношение контрольного спектра к спектру генератора. Над ним и под ним находятся индикаторы **«Максимальный передаточный коэффициент»** и **«Минимальный передаточный коэффициент»**, задающие диапазон изменений передаточного коэффициента, при выходе за который испытания останавливаются. Для отключения контроля по коэффициенту передачи необходимо в главном меню программы выбрать **«Вид->Передаточная характеристика»**, поле **«Коэффициент передачи (g/B)»** пропадёт вместе со своими индикаторами.

Справа внизу находятся счётчик ударов и счётчики времени. Счётчик **«Общее время»** показывает общую продолжительность виброиспытаний. Счётчик **«Текущее время»** показывает прошедшее с начала испытаний время. Счётчик **«Количество ударов»** показывает количество зафиксированных ударов. Счётчик **«Общее количество ударов»** показывает требуемое количество ударов за время испытаний. Галочка **«Обратный отсчёт»** при включении изменяет показания счётчика **«Количество ударов»** на количество оставшихся до завершения ударов, а счётчика **«Текущее время»** на оставшееся до завершения виброиспытаний время. Виброиспытания автоматически завершаются, когда счётчик **«Количество ударов»** достигнет значения **«Общего количества ударов»**, либо **«Текущее время»** превысит **«Общее время»**.

Внизу окна программы находится окно с сообщениями для оператора.

### 6.3 Проведение испытаний

Для запуска испытаний необходимо нажать кнопку «СТАРТ». Перед началом самих виброиспытаний будет автоматически произведено измерение АФЧХ (рисунок 6.3.1). В связи с тем, что передаточная характеристика вибростенда не линейна, то при подаче с генератора любого импульса, ответная реакция вибростенда будет совсем не похожа на этот сигнал. Измерение АФЧХ производится для того, чтобы измеренное ускорения совпадало с заданной формой акселерограммы удара.

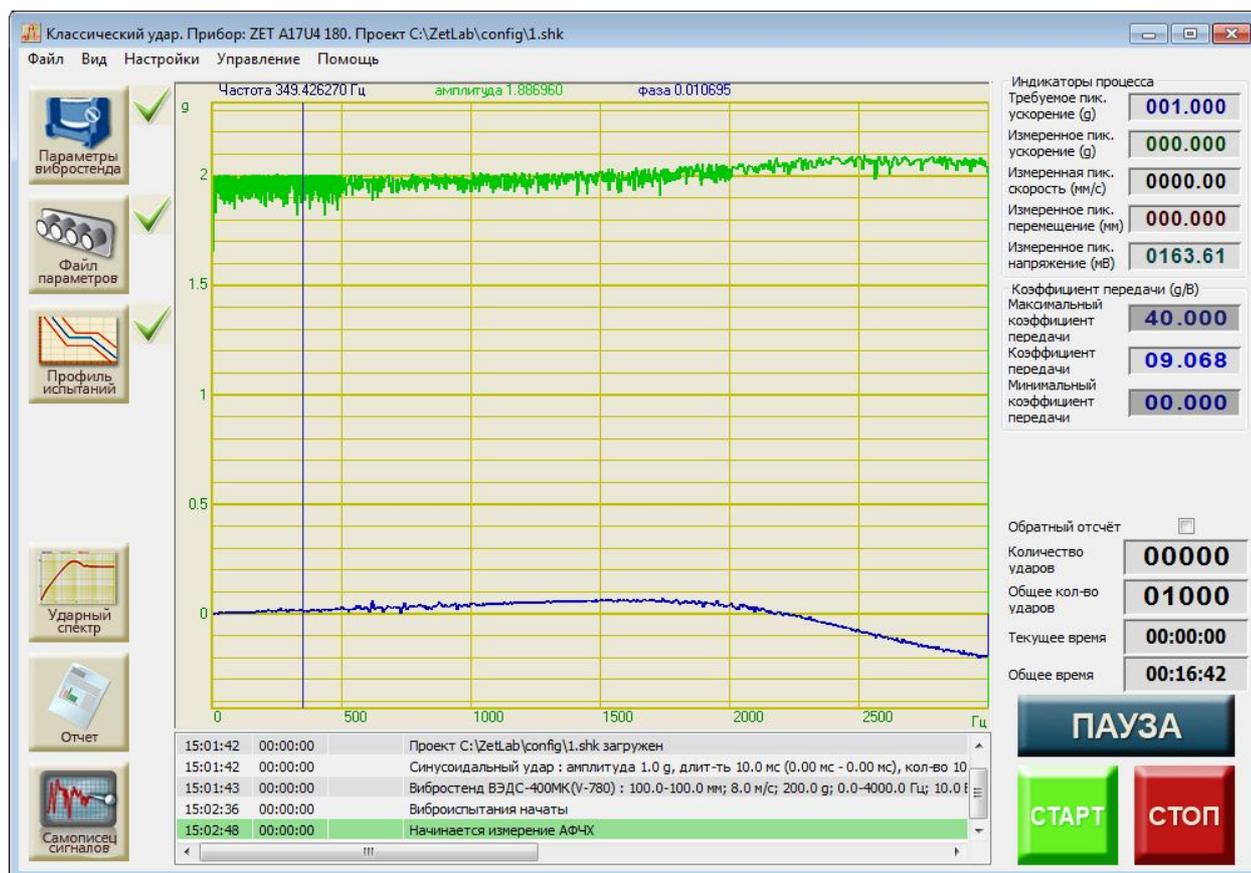


Рисунок 6.3.1. Измерение АФЧХ перед началом виброиспытаний

После нажатия на кнопку «СТАРТ» программа начнёт генерировать шум с скз генератора 40 мВ. Измерения АФЧХ будут продолжаться в течении 1 минуты (первые 10 секунд графики на экране будут отсутствовать). В это время на экране будут отображаться графики АЧХ (зелёный, в десятичных логарифмах) и ФЧХ (синий, в радианах).

После измерения АФЧХ начинаются виброиспытания на воздействие классического удара. Вместо графиков амплитуды и фазы появятся графики допусков и измеренного ускорения (рисунок 6.3.2).

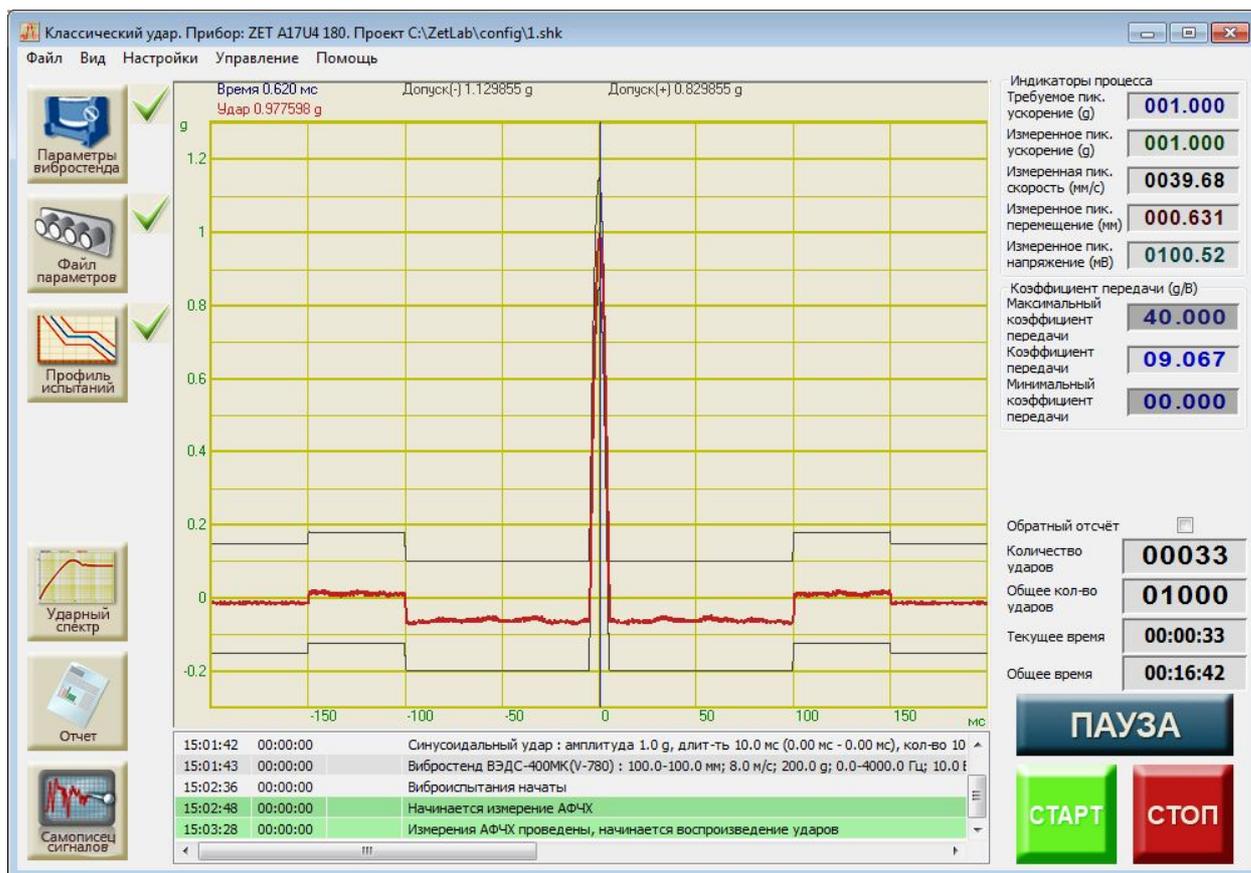


Рисунок 6.3.2. Проведение виброиспытаний

Во время проведения испытаний можно нажать кнопку «**ПАУЗА**» и приостановить виброиспытания. При повторном нажатии кнопки «**ПАУЗА**» испытания будут возобновлены с момента остановки с прежними параметрами. Для прекращения испытаний необходимо нажать кнопку «**СТОП**».

При непредвиденной остановке виброиспытаний (превышение максимальных параметров вибростенда, обрыв связи и прочих) появится диалоговое окно «Виброиспытания приостановлены. Возобновить? Да/Нет» (Рисунок 4.3.2). Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо выбрать ответ «Да». Для прекращения виброиспытаний необходимо выбрать ответ «Нет».

Во время проведения испытаний или после них можно создать отчёт о виброиспытаниях. Для этого в левом нижнем углу программы находятся кнопки «**Ударный спектр**», «**Отчёт**» и «**Самописец сигналов**».

При нажатии на кнопку «**Отчёт**» появится окно «**Отчёт по проекту**» с названием файла профиля (рисунок 6.3.3). В центре находится координатная сетка с графиками допусков и зафиксированного ускорения. Справа находится справочная информация о виброиспытаниях. Справа вверху расположена галочка «**Усреднённый график**». При её включении вместо графика ускорения последнего зафиксированного удара отображается график среднего арифметического всех зафиксированных ударов.

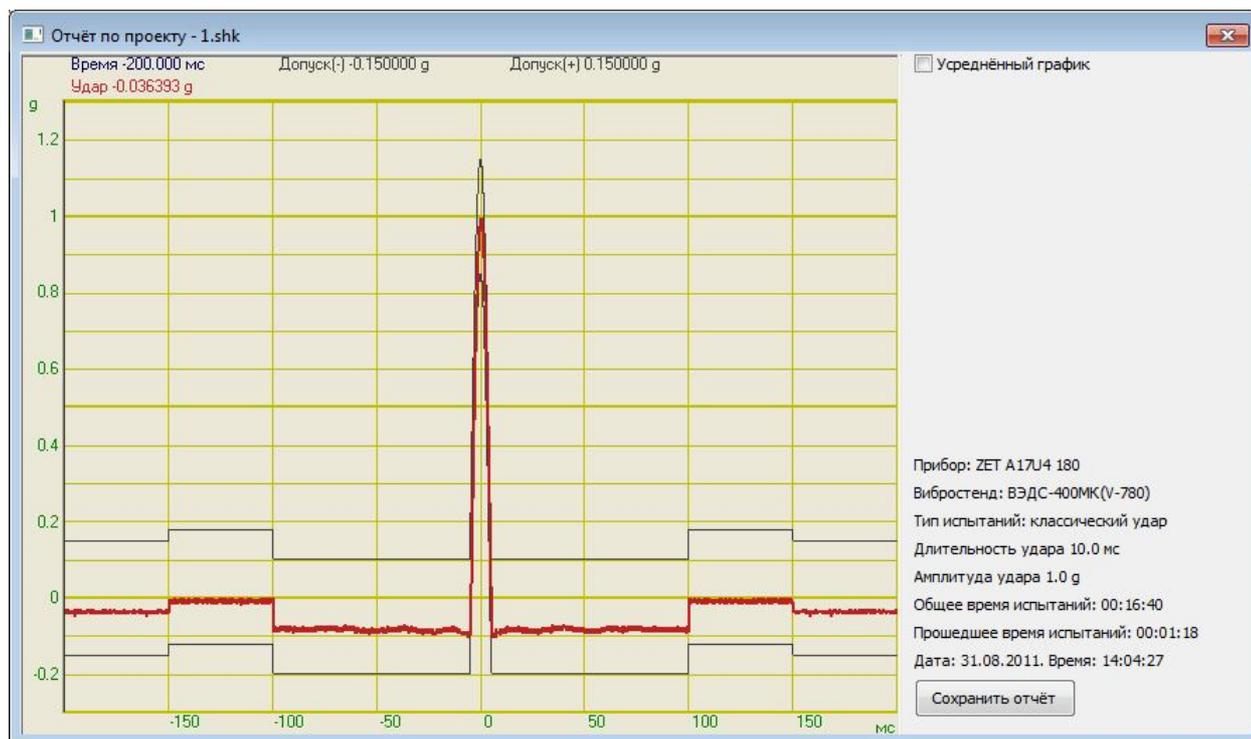


Рисунок 6.3.3. Окно отчёта по проекту

Для сохранения информации о всех зафиксированных ударах необходимо нажать кнопку «**Самописец сигналов**». В открывшемся окне «**Таблица зарегистрированных ударов**» (Рисунок 6.3.4) отображается таблица с параметрами всех зафиксированных ударов за время последнего испытания.

При нажатии на кнопку «**Ударный спектр**» появится окно «**Ударный спектра**» (рисунок 6.3.5). В открывшемся окне находится координатная сетка с графиком ударного спектра, рассчитанного по профилю удара, и графиком ударного спектра, рассчитанного по последнему зарегистрированному удару. Справа находится справочная информация о виброиспытаниях. Справа вверху расположена галочка «**Усреднённый спектр**». При её включении вместо графика ударного спектра последнего зафиксированного удара отображается усреднённый график ударных спектров всех зафиксированных ударов.

Для сохранения отчёта, таблицы ударов или ударного спектра необходимо нажать на кнопку «**Сохранить отчёт**» в соответствующем окне. Отчёт, таблица и ударный спектр сохраняются в формате «**dtu**», который можно просмотреть потом программой **Просмотре результатов** или в формате «**rtf**», который можно посмотреть в текстовом редакторе.

**Примечание.** После запуска виброиспытаний или включения генератора сигналов запускать какие-либо другие программы из состава ZETLab нельзя, так как это может привести к удару на вибростенде.

Номер	Время	Длительность, мс	Ускорение, g	Скорость, мм/с	Перемещение, мм
134	2011/08/31 14:05:22	9.680000	0.996250	40.544346	0.639180
135	2011/08/31 14:05:23	9.680000	1.000799	40.735561	0.641561
136	2011/08/31 14:05:24	9.720000	0.996250	40.560627	0.640822
137	2011/08/31 14:05:25	9.720000	1.000799	40.737244	0.645306
138	2011/08/31 14:05:26	9.720000	1.005348	40.910740	0.643705
139	2011/08/31 14:05:27	9.720000	1.000799	40.730789	0.644782
140	2011/08/31 14:05:28	9.720000	1.000799	40.708660	0.644696
141	2011/08/31 14:05:29	9.680000	1.000799	40.708103	0.640965
142	2011/08/31 14:05:30	9.720000	1.005348	40.888474	0.643162
143	2011/08/31 14:05:31	9.720000	1.005348	40.874847	0.640035
144	2011/08/31 14:05:32	9.720000	1.000799	40.728184	0.645217
145	2011/08/31 14:05:33	9.680000	1.000799	40.727131	0.641379
146	2011/08/31 14:05:34	9.720000	0.996250	40.548283	0.638447
147	2011/08/31 14:05:35	9.680000	1.000799	40.731022	0.640485
148	2011/08/31 14:05:36	9.720000	0.996250	40.550743	0.637237
149	2011/08/31 14:05:37	9.720000	0.996250	40.546291	0.640250
150	2011/08/31 14:05:38	9.720000	0.996250	40.540974	0.639973
151	2011/08/31 14:05:39	9.680000	1.000799	40.708462	0.640633
152	2011/08/31 14:05:40	9.720000	1.000799	40.705849	0.640814
153	2011/08/31 14:05:41	9.680000	1.005348	40.884750	0.640578
154	2011/08/31 14:05:42	9.680000	1.000799	40.708000	0.643918
155	2011/08/31 14:05:43	9.680000	1.000799	40.698055	0.642046
156	2011/08/31 14:05:44	9.720000	1.000799	40.693180	0.644578

Автоматически прокручивать таблицу вниз

Сохранить отчёт

Рисунок 6.3.4. Таблица с параметрами зафиксированных ударов

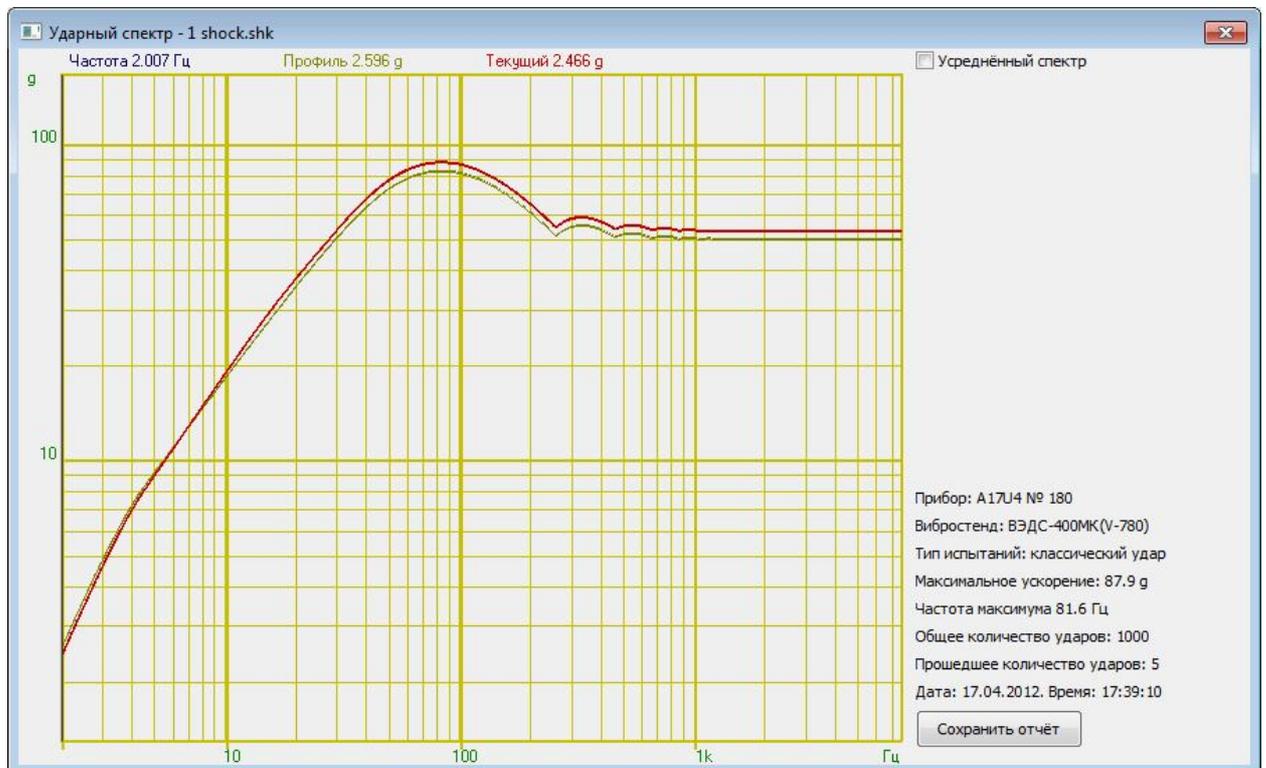


Рисунок 6.3.5. График ударного спектра.

## 6.4 Сообщения оператору

Все сообщения оператору выводятся в специальном окне, расположенном внизу программы. В соответствии с типом сообщения они помечаются определённым цветом.

**Информационные сообщения (помечаются белым или зелёным цветом).**

- 6.4.1 «Подключен генератор X. Тип XXXXXX, номер XXX»
- 6.4.2 «Вибростенд SSSSS : XX-XX мм; XX м/с; XX g; XX-XX Гц; XX В»
- 6.4.3 «SSSS удар: амплитуда XX, длит-ть XX мс (XX мс - XX мс), кол-во XX»
- 6.4.4 «Частота дискретизации генератора установлена 100 кГц»
- 6.4.5 «Частота дискретизации измерительных каналов установлена 25 кГц»
- 6.4.6 «Нажата кнопка "СТОП"»
- 6.4.7 «Отжата кнопка "ПАУЗА". Виброиспытания возобновляются»
- 6.4.8 «Нажата кнопка "ПАУЗА". Виброиспытания приостановлены»
- 6.4.9 «Виброиспытания начаты»
- 6.4.10 «Начинается измерение АФЧХ»
- 6.4.11 «Измерения АФЧХ проведены, начинается воспроизведение ударов»
- 6.4.12 «Виброиспытания уже идут!»
- 6.4.13 «Виброиспытания возобновляются»
- 6.4.14 «Виброиспытания закончены»
- 6.4.15 «Проект SSSSS загружен»
- 6.4.16 «Проект сохранен»
- 6.4.17 «Проект сохранен как SSSSS»

**Сообщения об ошибках (помечаются красным цветом).**

- 6.4.18 «Анализатор ZET 017 не подключен!»  
Необходимо подключить анализатор спектра к компьютеру или отключить другие устройства, если анализатор спектра уже подключен.
- 6.4.19 «Ошибка! Невозможно установить частоту генератора 100 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации генератора. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации ЦАП 100 кГц (см. п. 3.4).
- 6.4.20 «Ошибка! Невозможно установить частоту канала 25 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации измерительных каналов. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации АЦП 25 кГц (см. п. 3.4).
- 6.4.21 «Отсутствует канал генератора!»  
Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Время ZETServer» и проверить наличие канала генератора, относящегося к анализатору. Если он присутствует, то необходимо закрыть все ранее запущенные программы генераторов. Если он отсутствует, то необходимо запустить программу ещё раз и при аналогичном сообщении об ошибке связаться с разработчиками ПО.

**6.4.22 «Отсутствуют параметры вибростенда!»**

В окне «Параметры вибростенда» не заполнено одно или несколько окон. Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и заполнить пустующие поля.

**6.4.23 «Отсутствуют каналы, измеряющие ускорение!»**

В окне «Редактирование файла конфигурации измерительных каналов» отсутствуют каналы измеряющие ускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>». Необходимо нажать кнопку «Файл параметров» и задать необходимые параметры.

**6.4.24 «Не выбрано ни одного контрольного канала!»**

В окне «Параметры контроля» нет контрольных каналов. Необходимо нажать кнопку «Параметры контроля» и выбрать один или несколько каналов в качестве контрольных.

**6.4.25 «Не задан профиль удара!»**

В окне «Редактирование профиля виброиспытаний» длительность удара или амплитуда удара равна нулю. Необходимо нажать кнопку «Профиль испытаний» и задать значения длительности удара и амплитуды удара отличные от нуля.

**6.4.26 «Максимальный уровень на выходе генератора XX мВ превышает допустимый XX мВ»**

Для воспроизведения удара заданной формы рассчитанное напряжение генератора превышает максимальное возможное напряжение генератора анализатора ZET 017. Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара в окне «Редактирование профиля» или нажать кнопке «Параметры вибростенда» и увеличить значение «Максимальное напряжение, В», но не более 10.0 и нажать кнопку сохранить.

Если параметры изменить невозможно, то необходимо увеличить мощность внешнего усилителя.

**6.4.27 «Высокий уровень шумов. Проверьте крепление контрольного датчика»**

Во время измерения АФЧХ уровень сигнала по контрольному датчику не превысил уровень шума. Необходимо убедиться, что с генератора подавался плавно нарастающий шумовой сигнал и вибростенд его воспроизводил. Если сигнал есть, и вибростенд на него реагирует, необходимо проверить крепление контрольного датчика и целостность кабеля. Если вибростенд не реагирует на сигнал генератора, необходимо проверить целостность кабелей генератора.

**6.4.28 «Обрыв связи по каналу!»**

В течении 6 секунд (или 6 периодов) не было зафиксировано ни одного удара. Необходимо проверить с помощью программы «Многоканальный осциллограф» наличие сигнала на генераторе и на контрольном канале. Если на контрольном канале сигнал отсутствует или слабо выражен, необходимо проверить крепление датчика и целостность кабелей.

**6.4.29 «Передаточная характеристика меньше нижней границы»**

Необходимо проверить подключение контрольного датчика, либо уменьшить нижнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

6.4.30 «Передаточная характеристика больше верхней границы»

Необходимо увеличить верхнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

6.4.31 «Максимальное ускорение XX g превышает допустимое XX g»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

6.4.32 «Максимальная скорость XX мм/с превышает допустимую XX мм/с»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

6.4.33 «Максимальное перемещение XX мм превышает допустимое XX мм»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

6.4.34 «Ошибка сервера XX»

Необходимо закрыть программу и запустить её снова.

6.4.35 «Ошибка! Невозможно загрузить файл SSSS»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки.

6.4.36 «Устаревшая версия файла»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки

6.4.37 «Ошибка! Невозможно открыть файл для записи %s»

Необходимо указать другое имя файла.

6.4.38 «Ошибка! Невозможно открыть файл логов SSSS»

Отказано в доступе к файлу. Необходимо уменьшить уровень контроля учётных записей.

## 7 Испытание на воздействие виброудара

### 7.1 Описание программы

Для проведения испытаний на воздействие виброудара одиночного или многократного действия используется программа **Генератор с ОС (Виброудар)**. Программа позволяет генерировать серии ударов с заданными временными параметрами, заполненные шумом в определённом диапазоне частот. Для запуска программы необходимо выбрать пункт меню «Генераторы» (рисунок 7.1.1) на панели управления ZETLab и из выпавшего списка выбрать команду «Генератор с ОС (Виброудар)». Рабочее окно программы показано на рисунке 7.1.2

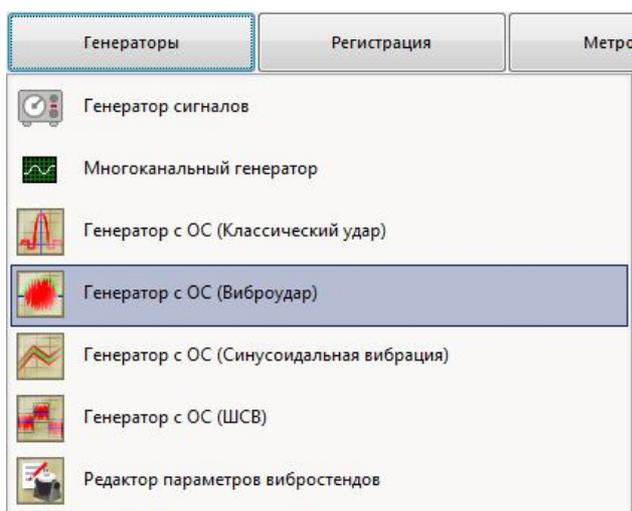


Рисунок 7.1.1. Выбор программы Виброудар из главного меню

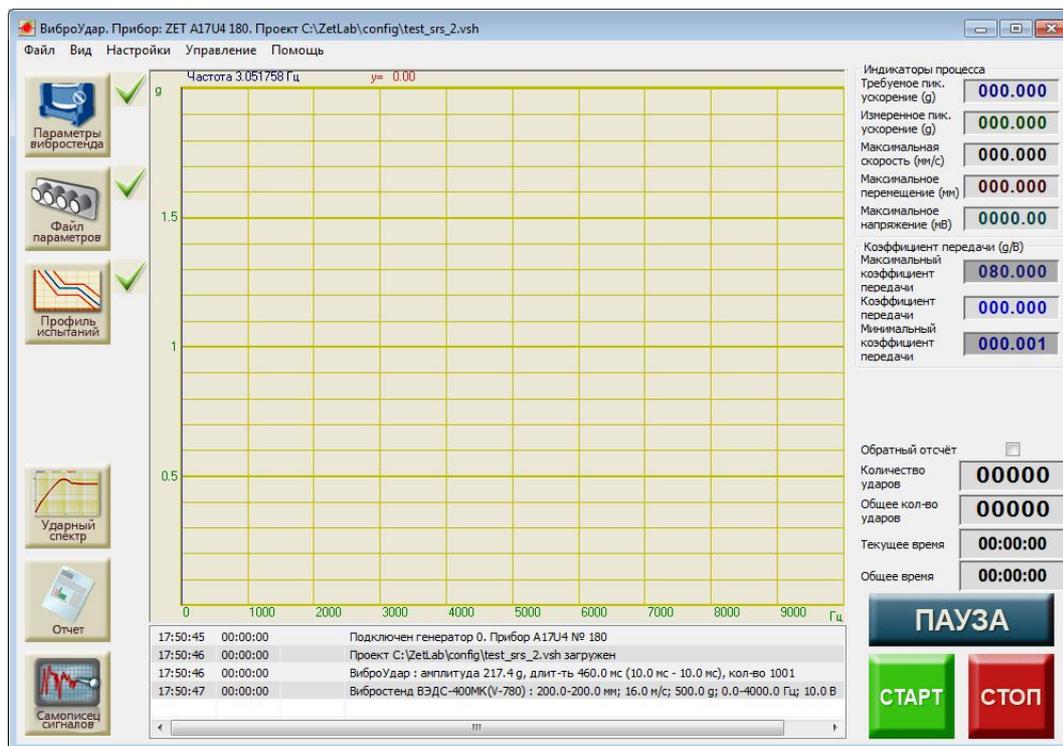


Рисунок 7.1.2. Окно программы Генератор с ОС (Виброудар)

## 7.2 Подготовка к проведению испытаний

Для того, чтобы начать виброиспытания, необходимо задать все требуемые параметры: **параметры вибростенда, параметры каналов и профиль испытаний**. Если требуемые параметры отсутствуют, то рядом с кнопками, отвечающими за вызов окон настроек, будут стоять «красные крестики» ❌. Если требуемые параметры заданы верно, то появится «зелёная галочка» ✅.

Для задания параметров вибростенда необходимо нажать кнопку «**Параметры вибростенда**». Описание параметров вибростенда описано выше в пункте 3.6.

Для задания параметров измерительных каналов необходимо нажать кнопку «**Файл параметров**». Описание программы конфигурации измерительных каналов смотри выше в пункте 3.5.

Для задания профиля испытаний необходимо нажать кнопку «**Профиль испытаний**». Окно редактирования профиля испытаний показано на рисунке 7.2.1.

Редактирование профиля виброиспытаний

Параметры удара

Длительность удара, мс: 0160.0

Период следования ударов, мс: 1000.0

Время нарастания, мс: 0010.0

Время спада, мс: 0010.0

Амплитуда удара (макс.), g: 011.00

Измерение АЧХ

Напряжение при измерении АЧХ, мВ: 0040.0

Контрольный канал: Сигнал 1

Параметры генератора

Общее количество ударов: 01000

Нижняя частота пропускания, Гц: 00010

Верхняя частота пропускания, Гц: 10000

Время измерения АЧХ, с: 020.00

Дисперсия  Ударный спектр  Спектральная плотность

Распределение дисперсий ускорения по частоте

N	Частота 1, Гц	Частота 2, Гц	Дисперсия, %

Добавить строку

Удалить строку

Привести к 100%

Применить Отменить

Рисунок 7.2.1. Окно редактирования профиля виброудара.

В верхней части окна программы находятся элементы управления, которые задают параметры работы программы. Прежде всего, необходимо выбрать контрольный канал. Контрольный канал выбираются из выпадающего списка. В качестве контрольного канала может быть выбран только канал измеряющий виброускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>».

Форма виброудара задаётся с помощью соответствующих селекторов в поле «**Параметры удара**». В общем случае она имеет форму трапеции (рисунок 7.2.2).

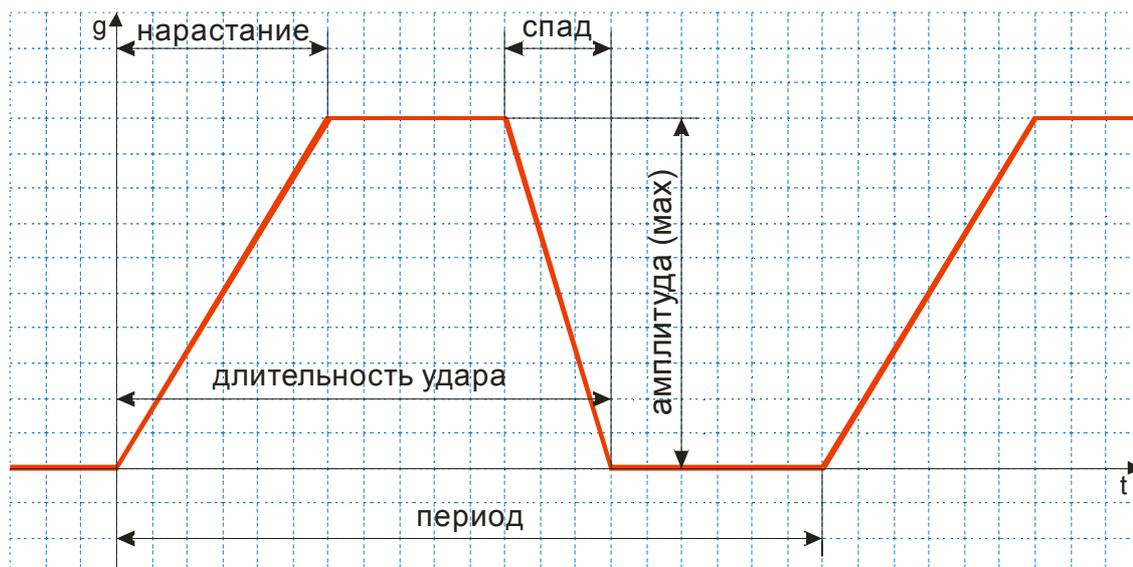


Рисунок 7.2.2. График виброудара

Селектор «Длительность удара, мс» задаёт время действия сигнала.

Селектор «Длительность нарастания, мс» задаёт время нарастания сигнала от 0 до заданного значения.

Селектор «Длительность спада, мс» задаёт время спада сигнала от заданного значения до 0.

Селектор «Период ударов, мс» задаёт период следования виброударов.

Селектор «Амплитуда удара (max), g» задаёт максимальную амплитуду удара.

Справа в поле «Параметра генератора» находятся селекторы дополнительных параметров, необходимых для проведения испытаний.

Селектор «Общее количество ударов» задаёт требуемое для испытаний количество ударов.

Селекторы «Нижняя частота пропускания, Гц» и «Верхняя частота пропускания, Гц» задают крайние частоты полосового фильтра.

Селектор «Напряжение при измерении АЧХ, мВ» задаёт среднеквадратическое значение шумового сигнала, с помощью которого измеряется АЧХ.

Селектор «Время измерения АЧХ, с» задаёт длительность интервала измерения АЧХ.

Для задания распределения дисперсий по частоте необходимо нажать кнопку «Добавить строку», затем в добавленной строке задать начальную и конечную частоты и долю в процентах энергии сигнала в указанной полосе частот от суммарной энергии.

Для удаления лишних строк необходимо выделить строку подлежащую удалению и нажать кнопку «Удалить строку». Если ни одна из строк не была выделена, то будет удалена последняя в таблице строка.

Кнопка **«Привести к 100%»** необходима для проверки правильности задания распределения дисперсии. Если сумма дисперсий отличается от 100%, то все значения в таблице будут пропорционально изменены.

Если таблица распределения пуста, то виброиспытания будут проходить в полосе частот, заданной селекторами **«Нижняя частота пропускания, Гц»** и **«Верхняя частота пропускания, Гц»**. Если в таблице имеются правильно заданные строки, то виброиспытания будут проходить в полосе частот, заданной по таблице распределения дисперсий.

Над таблицей **«Распределение дисперсий»** находятся переключатели задания профиля виброудара: **«Дисперсия»**, **«Ударный спектр»** и **«Спектральная плотность»**. При выборе каждого из них изменяется название таблицы. При выборе последних двух кнопка **«Привести к 100%»** становится неактивной.

При выборе **«Дисперсия»** в таблице задаются отношения спектральной плотности ускорения в процентах по указанным частотным полосам (согласно ГОСТ РВ 20.39.304-98).

При выборе **«Ударный спектр»** в таблице задаются точки на графике требуемого ударного спектра. Рекомендуемая амплитуда виброудара рассчитывается по последнему значению ускорения в таблице.

При выборе **«Спектральная плотность»** в таблице задаются спектральные плотности ускорения в единицах измерения. Рекомендуемая амплитуда рассчитывается в течении задания таблицы.

**Примечание:** для правильного проведения виброиспытаний необходимо установить частоты полосового фильтра, задаваемого селекторами **«Нижняя частота пропускания, Гц»** и **«Верхняя частота пропускания, Гц»**, вне полосы частот, задаваемой в таблице **«Распределение дисперсий ускорения по частоте»**.

### 7.3 Проведение виброиспытаний

Для начала виброиспытаний необходимо нажать кнопку «Старт». Перед началом самих виброиспытаний будет автоматически произведено измерение АФЧХ (рисунок 6.3.1). В связи с тем, что передаточная характеристика вибростенда не линейна, то при подаче с генератора любого импульса, ответная реакция вибростенда будет совсем не похожа на этот сигнал. Измерение АФЧХ производится для того, чтобы спектр генерируемого шума совпал с заданным.

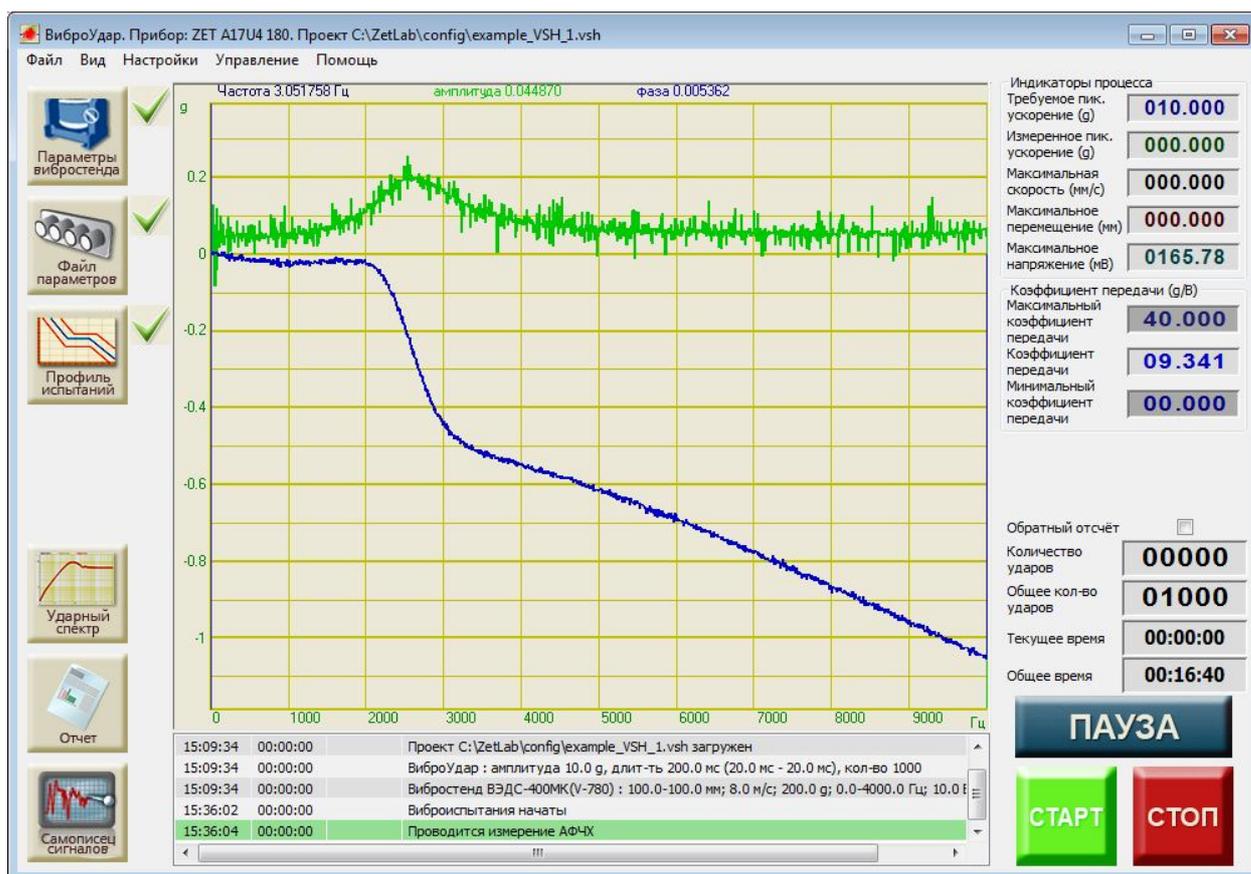


Рисунок 7.3.1. Измерение АФЧХ перед началом виброиспытаний

После нажатия на кнопку «СТАРТ» программа начнёт генерировать шум с скз генератора 40 мВ. Измерения АФЧХ будут продолжаться в течении 20 секунд. В это время на экране будут отображаться графики АЧХ (зелёный, в десятичных логарифмах) и ФЧХ (синий, в радианах).

После измерения АФЧХ (с небольшой паузой) начинается этап предварительных ударов. В течение 10-12 секунд будут идти удары с уменьшенной амплитудой. После проведения предварительных ударов начинается основной этап виброиспытаний с воспроизведением виброударов заданной амплитуды (рисунок 7.3.2).

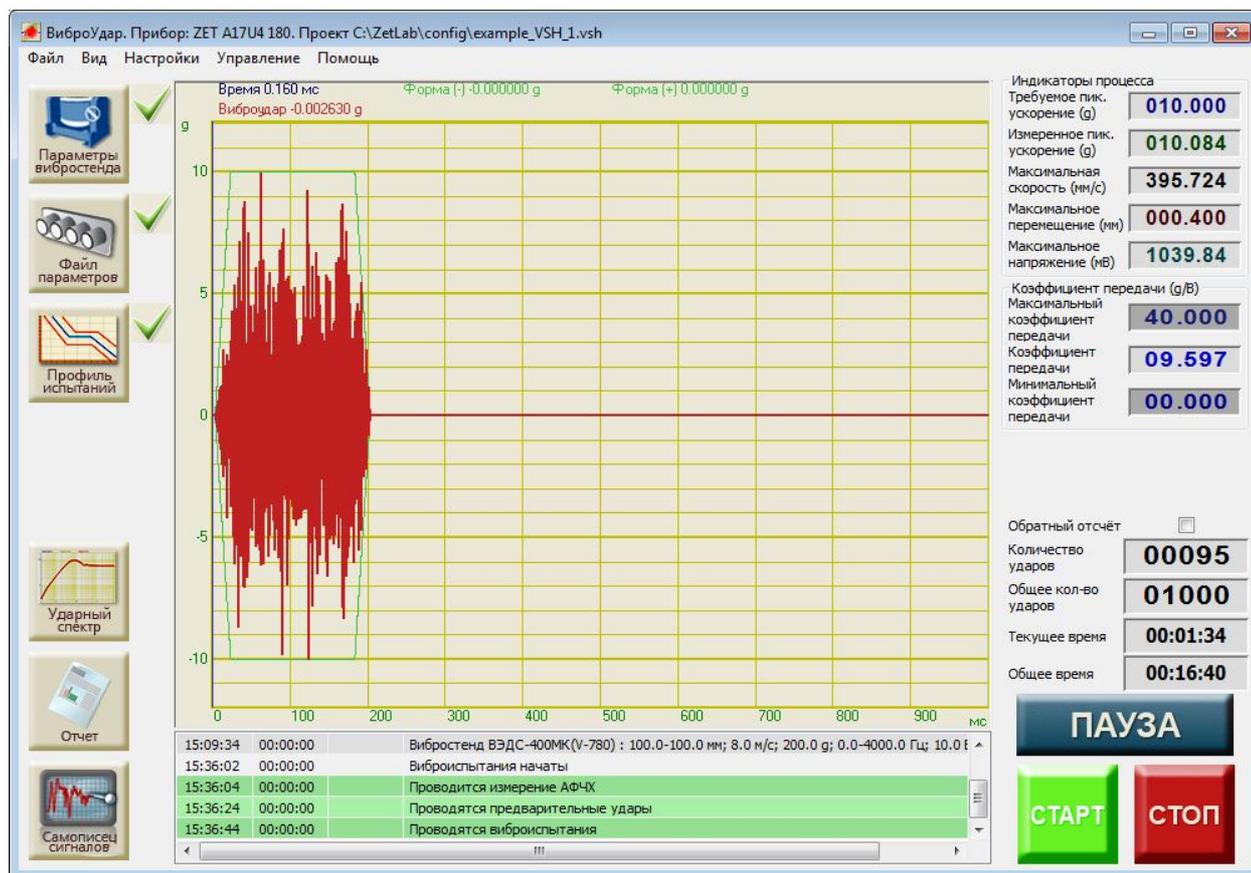


Рисунок 7.3.2. Проведение виброиспытаний

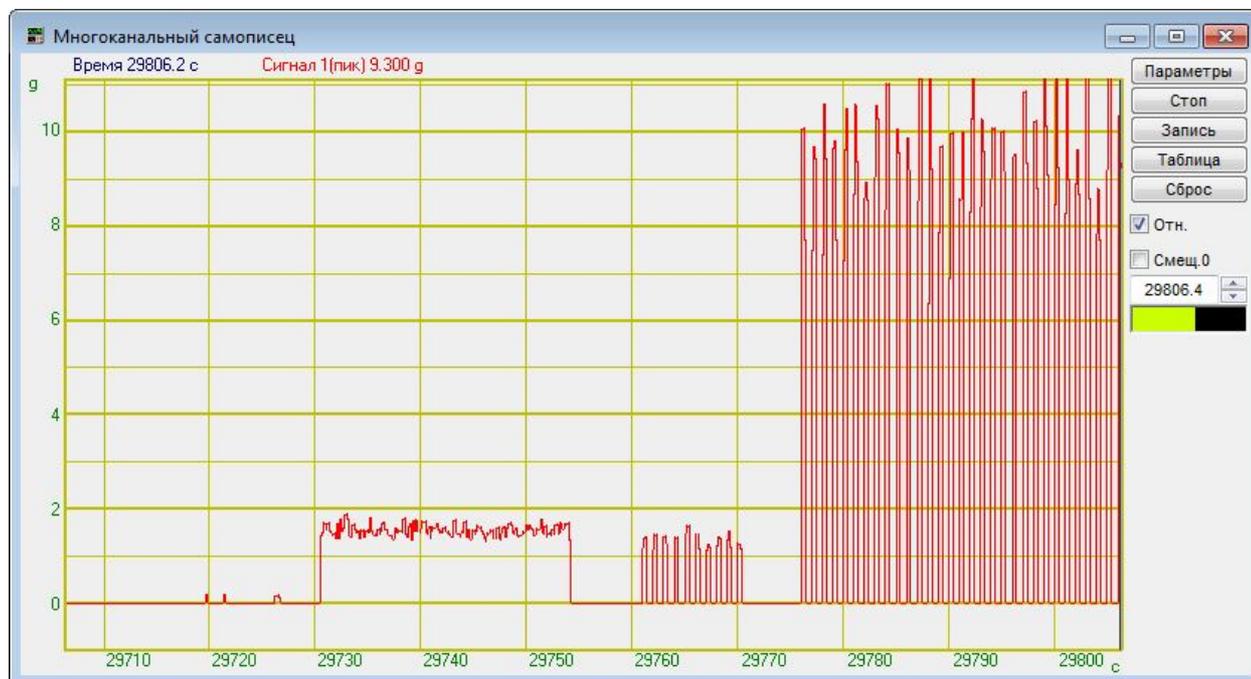


Рисунок 7.3.3. Запись виброиспытаний на многоканальном самописце



Рисунок 7.3.4. Спектр виброудара: мгновенный и усреднённый

Во время проведения испытаний можно нажать кнопку «**ПАУЗА**» и приостановить виброиспытания. При повторном нажатии кнопки «**ПАУЗА**» испытания будут возобновлены с момента остановки с прежними параметрами. Для прекращения испытаний необходимо нажать кнопку «**СТОП**».

При непредвиденной остановке виброиспытаний (превышение максимальных параметров вибростенда, обрыв связи и прочих) появится диалоговое окно «Виброиспытания приостановлены. Возобновить? Да/Нет» (Рисунок 4.3.2). Для возобновления виброиспытаний с момента остановки необходимо выбрать ответ «Да». Для прекращения виброиспытаний необходимо выбрать ответ «Нет».

Во время проведения испытаний или после них можно создать отчёт о виброиспытаниях. Для этого в левом нижнем углу программы находятся кнопки «**Ударный спектр**», «**Отчёт**» и «**Самописец сигналов**».

При нажатии на кнопку «**Отчёт**» появится окно «**Отчёт по проекту**» с названием файла профиля (рисунок 7.3.5). В центре находится координатная сетка с графиками допусков и зафиксированного ускорения. Справа находится справочная информация о виброиспытаниях. Справа вверху расположена галочка «**Усреднённый график**». При её включении вместо графика ускорения последнего зафиксированного удара отображается график среднего арифметического всех зафиксированных ударов.

Для сохранения информации о всех зафиксированных ударах необходимо нажать кнопку «**Самописец сигналов**». В открывшемся окне «**Таблица зарегистрированных ударов**» (Рисунок 7.3.6) отображается таблица с параметрами всех зафиксированных ударов за время последнего испытания.

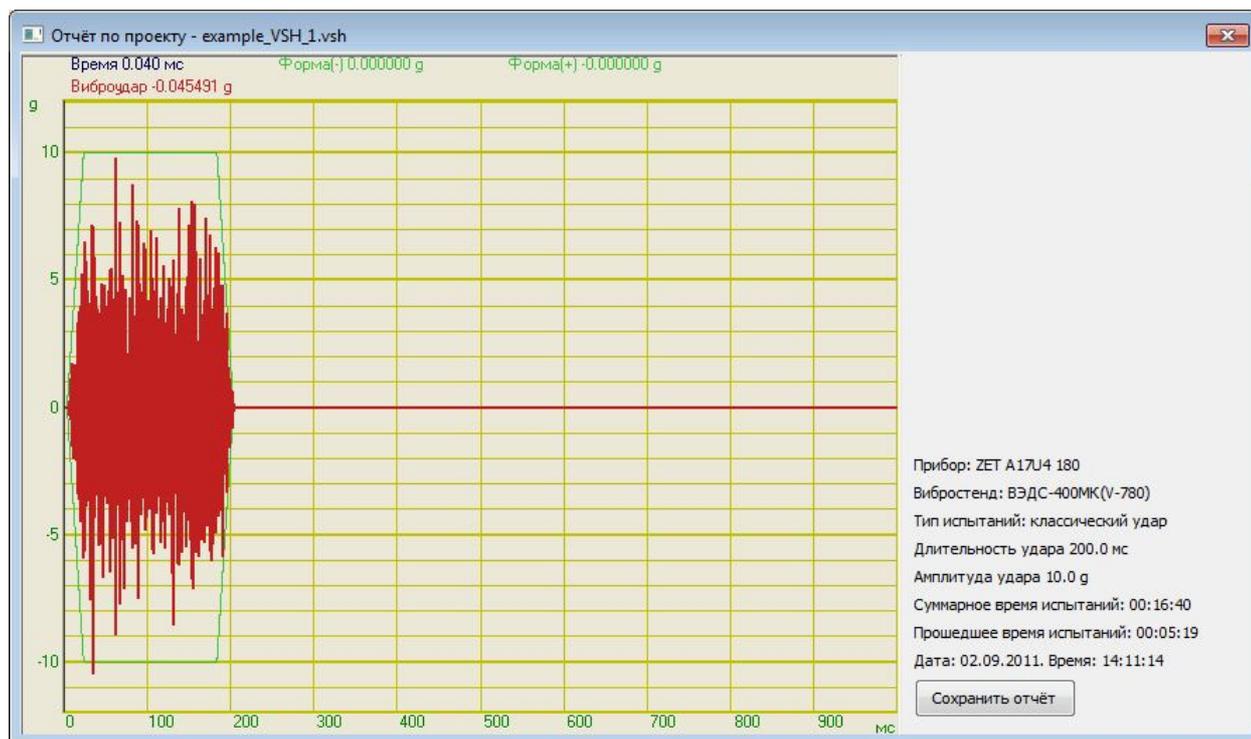


Рисунок 7.3.5. Окно отчёта по проекту

При нажатии на кнопку «**Ударный спектр**» появится окно «**Ударный спектр**» (рисунок 7.3.7). В открывшемся окне находится координатная сетка с графиком ударного спектра, рассчитанного по профилю удара, и графиком ударного спектра, рассчитанного по последнему зарегистрированному удару. Справа находится справочная информация о виброиспытаниях. Справа вверху расположена галочка «**Усреднённый спектр**». При её включении вместо графика ударного спектра последнего зафиксированного удара отображается усреднённый график ударных спектров всех зафиксированных ударов.

Для сохранения отчёта, таблицы ударов или ударного спектра необходимо нажать на кнопку «**Сохранить отчёт**» в соответствующем окне. Отчёт, таблица и ударный спектр сохраняются в формате «dtu», который можно просмотреть потом программой **Просмотре результатов** или в формате «rtf», который можно посмотреть в текстовом редакторе.

**Примечание.** После запуска виброиспытаний или включения генератора сигналов запускать какие-либо другие программы из состава ZETLab нельзя, так как это может привести к удару на вибростенде.

Номер	Время	Длительность, мс	Ускорение, g	Скорость, мм/с	Перемещение, мм
48	2011/09/02 15:45:54	203.119995	9.325625	367.582062	0.302468
49	2011/09/02 15:45:55	203.119995	8.520437	334.017029	0.324454
50	2011/09/02 15:45:56	202.839996	9.475745	370.789246	0.346075
51	2011/09/02 15:45:57	203.160004	10.440151	411.315918	0.316363
52	2011/09/02 15:45:58	201.800003	10.158108	396.994232	0.306854
53	2011/09/02 15:45:59	202.759995	7.992743	315.284943	0.344949
54	2011/09/02 15:46:00	202.759995	10.772235	424.337372	0.332696
55	2011/09/02 15:46:01	203.119995	9.307429	366.853607	0.299335
56	2011/09/02 15:46:02	202.960007	11.645659	455.378326	0.331732
57	2011/09/02 15:46:03	203.119995	9.516687	375.049377	0.340081
58	2011/09/02 15:46:04	203.320007	9.771436	385.056335	0.356986
59	2011/09/02 15:46:05	202.720001	11.040631	431.620331	0.389110
60	2011/09/02 15:46:06	201.960007	10.981493	429.307129	0.423470
61	2011/09/02 15:46:07	203.360001	9.466647	369.871979	0.353244
62	2011/09/02 15:46:08	202.600006	11.531932	454.154816	0.368145
63	2011/09/02 15:46:09	202.440002	9.998890	390.738159	0.363430
64	2011/09/02 15:46:10	202.679993	10.349170	404.473785	0.359811
65	2011/09/02 15:46:11	203.199997	10.385563	405.918671	0.334293
66	2011/09/02 15:46:12	202.720001	9.848770	388.106354	0.347525
67	2011/09/02 15:46:13	202.119995	9.189153	358.991302	0.375992
68	2011/09/02 15:46:14	203.039993	10.476544	412.742157	0.303895
69	2011/09/02 15:46:15	201.919998	9.466647	373.114655	0.334666
70	2011/09/02 15:46:16	202.080002	8.934404	348.986145	0.396064

Автоматически прокручивать таблицу вниз

Сохранить отчёт

Рисунок 7.3.6. Таблица с параметрами зафиксированных ударов



7.3.7. График ударного спектра.

## 7.4 Сообщения оператору

Все сообщения оператору выводятся в специальном окне, расположенном внизу программы. В соответствии с типом сообщения они помечаются определённым цветом.

**Информационные сообщения (помечаются белым или зелёным цветом).**

- 7.4.1 «Подключен генератор X. Тип XXXXXX, номер XXX»
- 7.4.2 «Вибростенд SSSSS : XX-XX мм; XX м/с; XX g; XX-XX Гц; XX В»
- 7.4.3 «Виброудар: амплитуда XX, длит-ть XX мс (XX мс - XX мс), кол-во XX»
- 7.4.4 «Частота дискретизации генератора установлена 100 кГц»
- 7.4.5 «Частота дискретизации измерительных каналов установлена 25 кГц»
- 7.4.6 «Нажата кнопка "СТОП"»
- 7.4.7 «Отжата кнопка "ПАУЗА". Виброиспытания возобновляются»
- 7.4.8 «Нажата кнопка "ПАУЗА". Виброиспытания приостановлены»
- 7.4.9 «Виброиспытания начаты»
- 7.4.10 «Проводится измерение АФЧХ»
- 7.4.11 «Проводятся предварительные удары»
- 7.4.12 «Проводятся виброиспытания»
- 7.4.13 «Виброиспытания уже идут!»
- 7.4.14 «Виброиспытания возобновляются»
- 7.4.15 «Виброиспытания закончены»
- 7.4.16 «Проект SSSSS загружен»
- 7.4.17 «Проект сохранен»
- 7.4.18 «Проект сохранен как SSSSS»

**Сообщения об ошибках (помечаются красным цветом).**

- 7.4.19 «Анализатор ZET 017 не подключен!»  
Необходимо подключить анализатор спектра к компьютеру или отключить другие устройства, если анализатор спектра уже подключен.
- 7.4.20 «Ошибка! Невозможно установить частоту генератора 100 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации генератора. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации ЦАП 100 кГц (см. п. 3.4).
- 7.4.21 «Ошибка! Невозможно установить частоту канала 25 кГц!»  
Программа не смогла автоматически изменить частоту дискретизации измерительных каналов. Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Настройка параметров АЦП и ЦАП» и установить частоту дискретизации АЦП 25 кГц (см. п. 3.4).
- 7.4.22 «Отсутствует канал генератора!»  
Необходимо запустить программу из меню «Сервисные» - «Время ZETServer» и проверить наличие канала генератора, относящегося к анализатору. Если он присутствует, то необходимо закрыть все ранее запущенные программы генераторов. Если он отсутствует, то необходимо запустить программу ещё раз и

при аналогичном сообщении об ошибке связаться с разработчиками ПО.

#### 7.4.23 «Отсутствуют параметры вибростенда!»

В окне «Параметры вибростенда» не заполнено одно или несколько окон. Необходимо нажать кнопку «Параметры вибростенда» и заполнить пустующие поля.

#### 7.4.24 «Отсутствуют каналы, измеряющие ускорение!»

В окне «Редактирование файла конфигурации измерительных каналов» отсутствуют каналы измеряющие ускорение в единицах «g» или «м/с<sup>2</sup>». Необходимо нажать кнопку «Файл параметров» и задать необходимые параметры.

#### 7.4.25 «Не выбрано ни одного контрольного канала!»

В окне «Параметры контроля» нет контрольных каналов. Необходимо нажать кнопку «Параметры контроля» и выбрать один или несколько каналов в качестве контрольных.

#### 7.4.26 «Не задан профиль удара!»

В окне «Редактирование профиля виброиспытаний» длительность удара или амплитуда удара равна нулю. Необходимо нажать кнопку «Профиль испытаний» и задать значения длительности удара и амплитуды удара отличные от нуля.

#### 7.4.27 «Максимальный уровень на выходе генератора XX мВ превышает допустимый XX мВ»

Для воспроизведения удара заданной формы рассчитанное напряжение генератора превышает максимальное возможное напряжение генератора анализатора ZET 017. Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара в окне «Редактирование профиля» или нажать кнопке «Параметры вибростенда» и увеличить значение «Максимальное напряжение, В», но не более 10.0 и нажать кнопку сохранить.

Если параметры изменить невозможно, то необходимо увеличить мощность внешнего усилителя.

#### 7.4.28 «Высокий уровень шумов. Проверьте крепление контрольного датчика»

Во время измерения АФЧХ уровень сигнала по контрольному датчику не превысил уровень шума. Необходимо убедиться, что с генератора подавался плавно нарастающий шумовой сигнал и вибростенд его воспроизводил. Если сигнал есть, и вибростенд на него реагирует, необходимо проверить крепление контрольного датчика и целостность кабеля. Если вибростенд не реагирует на сигнал генератора, необходимо проверить целостность кабелей генератора.

#### 7.4.29 «Обрыв связи по каналу!»

Если ошибка возникла при измерении АФЧХ, то необходимо проверить соединение канал генератора с входом усилителя, подключение датчика. Затем с помощью программы «Многоканальный осциллограф» проверить наличие сигнала генератора и отклик на него контрольного канала. Если отклик на сигнал генератора присутствует в контрольном канале, но не превышает уровень шума, то необходимо увеличить в окне «Редактирование профиля виброиспытаний» «Напряжение при измерении АЧХ, мВ».

Если ошибка возникла во время проведения виброиспытаний (данная ошибка возникает если в течении 6 секунд (или 6 периодов) не было зафиксировано ни одного удара), необходимо проверить с помощью программы «Многоканальный осциллограф» наличие сигнала на генераторе и на контрольном канале. Если на контрольном канале сигнал отсутствует или слабо выражен, необходимо проверить крепление датчика и целостность кабелей.

7.4.30 «Передаточная характеристика меньше нижней границы»

Необходимо проверить подключение контрольного датчика, либо уменьшить нижнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

7.4.31 «Передаточная характеристика больше верхней границы»

Необходимо увеличить верхнюю границу и возобновить испытания. Можно отключить контроль за передаточной характеристикой.

7.4.32 «Максимальное ускорение XX g превышает допустимое XX g»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

7.4.33 «Максимальная скорость XX мм/с превышает допустимую XX мм/с»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

7.4.34 «Максимальное перемещение XX мм превышает допустимое XX мм»

Необходимо уменьшить амплитуду или длительность удара.

7.4.35 «Ошибка сервера XX»

Необходимо закрыть программу и запустить её снова.

7.4.36 «Ошибка! Невозможно загрузить файл SSSS»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки.

7.4.37 «Устаревшая версия файла»

Необходимо выбрать другой файл профиля для загрузки

7.4.38 «Ошибка! Невозможно открыть файл для записи %s»

Необходимо указать другое имя файла.

7.4.39 «Ошибка! Невозможно открыть файл логов SSSS»

Отказано в доступе к файлу. Необходимо уменьшить уровень контроля учётных записей.

7.4.40 «Полоса пропускания меньше 10 Гц!»

Необходимо увеличить разность между нижней и верхней частотой пропускания в профиле испытаний.

## 8 Мониторинг параметров вибрации во время испытания

Для длительного мониторинга параметров вибрации в контролируемых точках необходимо использовать программу **Самописец сигналов** из меню «Регистратор» (рисунок 8.1) панели управления **ZETLab**. Внешний вид программы показан на рисунке 8.2.

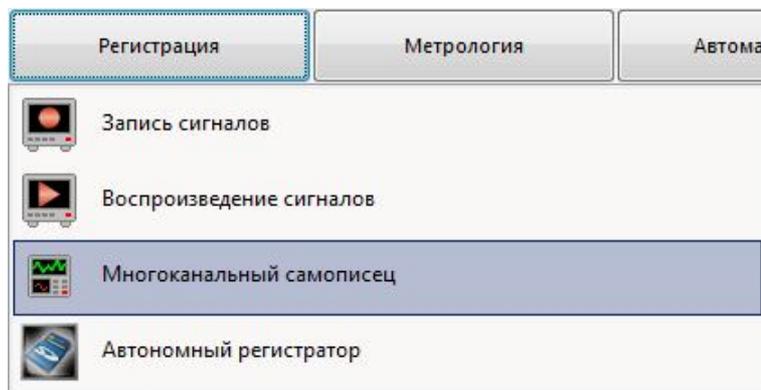


Рисунок 8.1. Список программы меню «Регистратор»

При нажатии на кнопку «**Параметры**» программы **Самописец сигналов** появляется дополнительное окно настройки параметров самописца (рисунок 7.3). В поле «**Количество измерительных каналов**» окна «**Настройка параметров самописца**» при помощи стрелок вверх-вниз необходимо установить количество каналов для мониторинга.



Рисунок 8.2. Окно программы многоканальный самописец

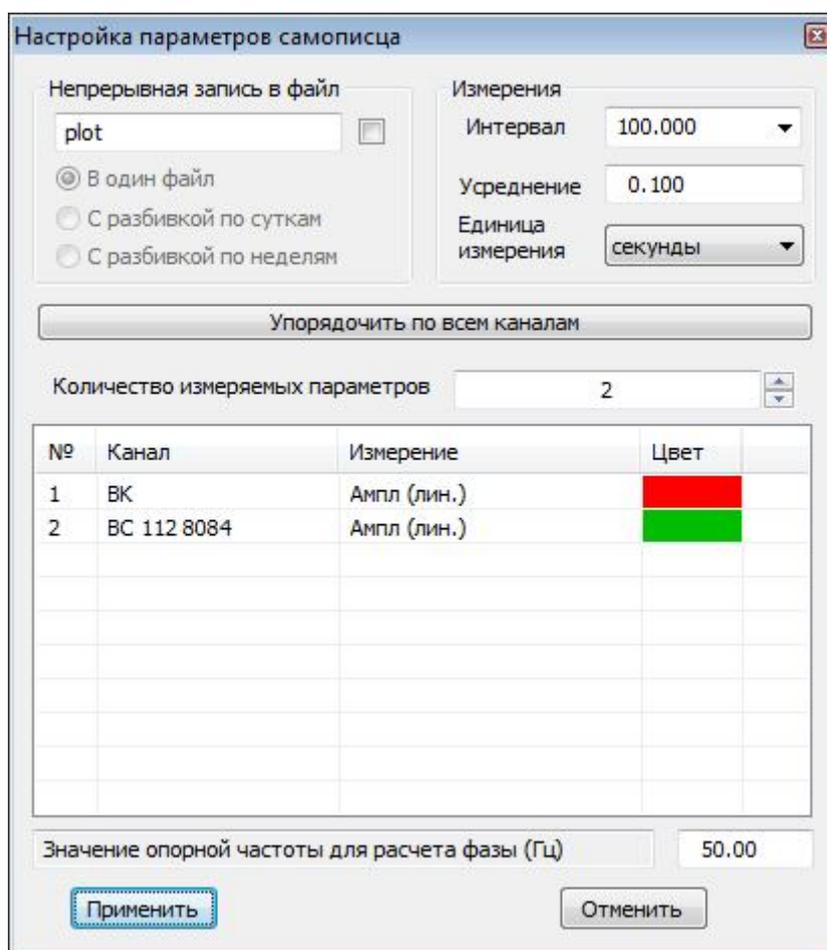


Рисунок 8.3. Окно параметров многоканального самописца

В таблице ниже для каждой строки канала регистрации выбрать название канала и контролируемый параметр (СКЗ – среднеквадратическое значение). В рамке «Измерения» установить интервал измерения, усреднение и единицу измерения времени. После установки необходимых значений нажать на кнопку «Применить». В главном окне программы **Самописец сигналов** начнется отображение выбранных параметров выбранных каналов (рисунок 8.2).

Для регистрации параметров сигналов в течение длительного времени можно воспользоваться функцией «**Непрерывной запись в файл**». Необходимо выбрать имя записываемого файла и один из вариантов разбивки результатов измерений: без разбивки, с разбивкой по суткам или с разбивкой по неделям. После нажатия кнопки «Применить» начнется запись в указанный файл. Если указанный файл уже существует, то запись будет производиться в конец файла.

**Примечание:** кнопка «Сброс» в окне программы обнуляет результаты измерений только в окне программы, записи в файле останутся прежними.

## 9 Использование дополнительной защиты - функция «ВИБРОСТОП»

Для обеспечения дополнительной безопасности во время испытаний можно использовать функцию «Вибростоп» СУВ. Для этих целей предназначена программа **Виброметр** из состава ZETLab. Для запуска программы в меню «Измерение» панели управления ZETLab (рисунок 9.1) необходимо нажать на кнопку «Виброметр».

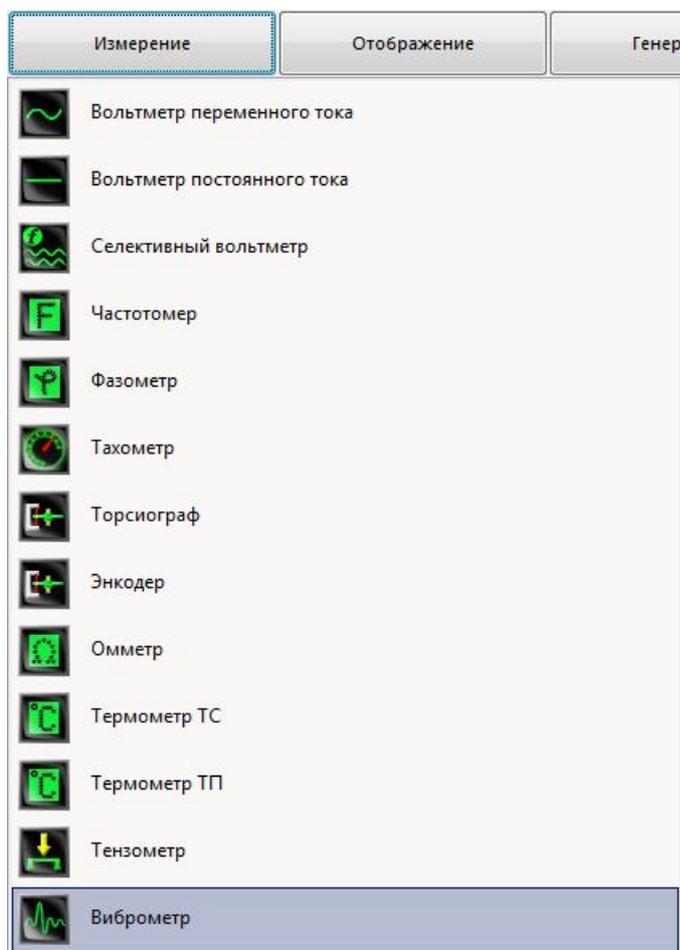


Рисунок 9.1. Список программ меню «ИЗМЕРЕНИЕ»

Запустится программа, главное окно которой показано на рисунке 9.2. В ниспадающем списке каналов измерения необходимо выбрать канал, по которому будут производиться измерения. **Примечание:** виброметр использует только каналы, измеряющие ускорение в единицах «м/с<sup>2</sup>» или «g». Для повышения безопасности необходимо выбирать канал, отличный от канала обратной связи, используемого в программах Генераторов с обратной связью. Выбор канала, отличного от канала обратной связи необходим для той ситуации, когда, например, оборвется линия обратной связи или контрольный датчик отвалится/упадет с изделия. В этом случае, помимо защиты по коэффициенту передачи, сработает защита по установленным порогам в программе **Виброметр**.

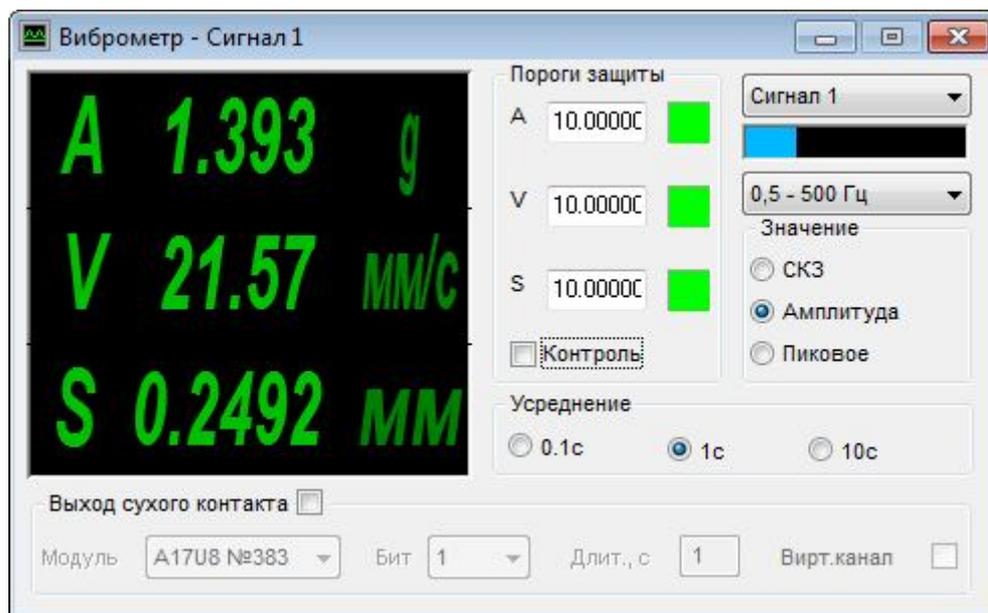


Рисунок 9.2. Окно программы «Виброметр»

В рамке «**Пороги**» необходимо установить предельно допустимые значения виброускорения (A), виброскорости (V) и виброперемещения (S). В рамке «**Значение**» необходимо выбрать тип контролируемой (измеряемой) величины. Это могут быть среднеквадратические (СКЗ), амплитудные или пиковые значения. В выпадающем меню под индикатором уровня необходимо выбрать полосу измерений. Первое число в паре показывает частоту среза фильтра низких частот, второе показывает частоту среза фильтра верхних частот. Виброметр может занижать показания на частотах близких к частотам среза, особенно при синусоидальной вибрации. В рамке «**Усреднение**» необходимо выбрать временной интервал усреднения измеряемых значений. В случае измерения среднеквадратических (СКЗ) значений возможно «**Быстрое (0,1 с)**» или «**Медленное (1 с)**» усреднение. В случае измерения **пиковых** значений возможно только «**Быстрое (0,1 с)**» усреднение. Далее необходимо включить галочку «**Контроль**». Справа от каждого заданного порога находятся индикатор состояния. Зеленый индикатор означает, что измеряемый параметр не превышает заданный порог. При превышении порога по любой из величин индикатор меняет цвет на красный (рисунок 9.3). При этом система управления автоматически выключает выходной сигнал с Генератора.

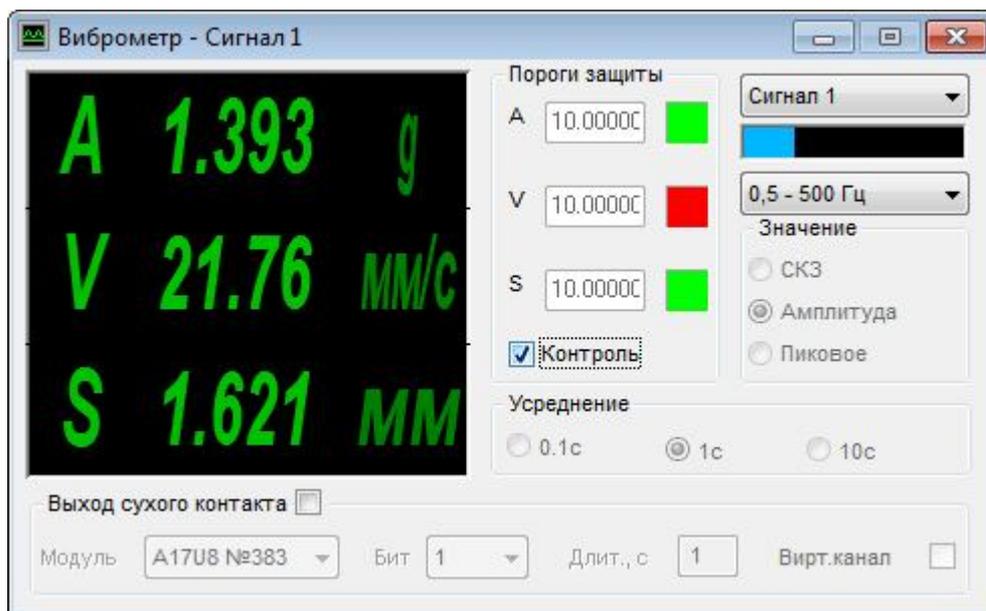


Рисунок 9.3. Реакция программы «Виброметр» на превышение контрольного уровня

Для прерывания любых испытаний используется также сочетание клавиш «**Ctrl+Space**», которое выключает любой генератор.