

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Е. Коломин
М.П.  «23»  2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ МНОГОКАНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ
SPIDER

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 204/3-17-2022

г. Москва
2022 г.

АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАНИЯМИ МНОГОКАНАЛЬНАЯ
ЦИФРОВАЯ SPIDER
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 204/3-17-2022

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Настоящая методика распространяется на аппаратуру управления виброиспытаниями многоканальную цифровую SPIDER (далее – аппаратура), изготовленную Crystal Instruments Corporation, США, и устанавливает порядок и объем ее первичной и периодической поверок.

Аппаратура управления виброиспытаниями многоканальная цифровая SPIDER предназначена для измерений параметров вибрации (виброускорения, виброскорости, виброперемещения), напряжения переменного тока, задания и управления режимом испытаний.

Аппаратура управления виброиспытаниями многоканальная цифровая SPIDER выпускается в исполнении SPIDER-80Xi.

Аппаратура модификации SPIDER-80Xi представляет собой многоблочный корпус прямоугольной формы из анодированного алюминия. В блочном корпусе находятся две измерительные платы. Каждая измерительная плата имеет по восемь входных каналов. На лицевой стороне аппаратуры расположены шестнадцать входных и два выходных канала с байонетом BNC, кнопка запуска выбранной программы работы (START) и кнопка активизации контактного аварийного выключателя (STOP) для управления аппаратурой, кнопка включения/выключения питания и жидкокристаллический дисплей (далее - ЖК-дисплей), индицирующий состояние испытания, системную информацию и сетевые настройки IP адреса, клавиши управления для изменения IP-адреса и управления информацией.

Аппаратура соединяется с персональным компьютером через стандартный интерфейс Ethernet.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2772 с применением эталонов заимствованных из других поверочных схем.

Используемые эталоны прослеживаются к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 года № 1053 и к государственному первичному эталону времени и частоты по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 г. № 1621.

Допускается возможность поканальной поверки и поверки в сокращенном объеме в поддиапазонах рабочих частот с указанием объема выполненной поверки в федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и в свидетельстве о поверке (при необходимости).

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в Таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
1	2	4	5
Требования к условию проведения поверки	2	да	да
Внешний осмотр	6	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерения	8	да	нет
Определение относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости, виброперемещения и напряжения переменного тока на опорной частоте 160 Гц*	9.1	да	да
Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики измерений напряжения переменного тока, виброускорения виброскорости и виброперемещения в диапазоне рабочих частот*	9.2	да	да
Определение относительной погрешности измерения частоты входного сигнала в диапазоне рабочих частот*	9.3	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения амплитудных значений напряжения переменного тока на базовой частоте 160 Гц	9.4	да	да
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики воспроизведения переменного напряжения в диапазоне рабочих частот	9.5	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения частоты сигнала в диапазоне рабочих частот	9.6	да	да
Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	10	да	да

* Так как виброускорение, виброскорость и виброперемещение рассчитывается в аппаратуре путем деления измеренного значения напряжения переменного тока на запрограммированный коэффициент преобразования, то рассчитанная погрешность измерений будет одинакова для всех параметров, включая погрешность измерений напряжения переменного тока. Соответственно поверку аппаратуры достаточно проводить по одному, любому из параметров измерения (напряжение, виброускорение, виброскорость, виброперемещение).

2. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5
- относительная влажность окружающего воздуха, % 60 ± 20
- атмосферное давление, кПа 101 ± 4

Измерения температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха и атмосферного давления проводить при помощи прибора комбинированного Testo 622.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

3.1 К поверке допускаются лица, имеющие необходимые навыки по работе с подобными СИ и ознакомленные с эксплуатационной документацией.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки необходимо применять основные и вспомогательные средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Средства поверки

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
2.1	Средство измерений температуры от -10 °C до $+60\text{ °C}$ с погрешностью не более $\pm 1\text{ °C}$; Диапазоны: измерения температуры от -10 до $+60\text{ °C}$, ПГ $\pm 0,4\text{ °C}$; измерения относительной влажности от 10 до 95 %, ПГ $\pm 3\text{ %}$; измерения абсолютного давления от 300 до 1200 гПа, ПГ $\pm 5\text{ гПа}$	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
10.1-10.2	Генератор сигналов диапазон установки амплитуды переменного напряжения синусоидальной формы от 5 мкВ до 20 В в диапазоне частот от 0,01 Гц до 200 кГц, предел абсолютной погрешности установки частоты $\pm(25 \cdot 10^{-6} \cdot F + 0,004)\text{ Гц}$, предел абсолютной погрешности установки уровня не более $\pm 1\text{ %}$, неравномерность АЧХ не более $\pm 1\text{ дБ}$	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360, рег. № 45344-10
	Рабочий Эталон (далее – РЭ) 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 года № 1053 в диапазоне измерения напряжения и в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры	Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07 Вольтметр универсальный В7-28, рег. № 6457-78

Номер пункта поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.3	РЭ 4-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 г. №1621 в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры	Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS 360, рег. № 45344-10
10.4-10.5	РЭ 3-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 года № 1053 в диапазоне воспроизведения напряжения и в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры	Мультиметр цифровой Agilent 34411A, рег. № 33921-07 Вольтметр универсальный В7-28, рег. № 6457-78
10.6	РЭ 4-го разряда по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.07.2018 г. №1621 в диапазоне частот работы поверяемой аппаратуры	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-38 (рег. № 3433-73)

4.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, поверенные средства измерений утвержденного типа, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные в ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.2.091-2012 и эксплуатационной документации фирмы-изготовителя.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа, комплектности и маркировки, а также отсутствие механических повреждений корпусов, соединительных кабелей и разъемов.

6.2. В случае несоответствия хотя бы одному из выше указанных требований, аппаратура считается непригодной к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1.1 Подготовка к проведению поверки должна включать в себя следующие действия:

- подключение заземлений к используемым техническим средствам в соответствии с эксплуатационной документацией;
- прогрев технических средств, используемых при поверке, в течении времени, предусмотренного эксплуатационной документацией.

7.1.2 Опробование аппаратуры провести по следующей схеме:

Включить и прогреть аппаратуру в соответствии с эксплуатационной документацией.

- Подключить аппаратуру к персональному компьютеру (далее – ПК) согласно эксплуатационной документации и запустить программу EDM от имени администратора.
- В стартовом окне EDM выбрать подпрограмму FTT Spectral Analysis (рисунок 3) и настроить новое испытание согласно эксплуатационной документации, как показано на рисунке 4.

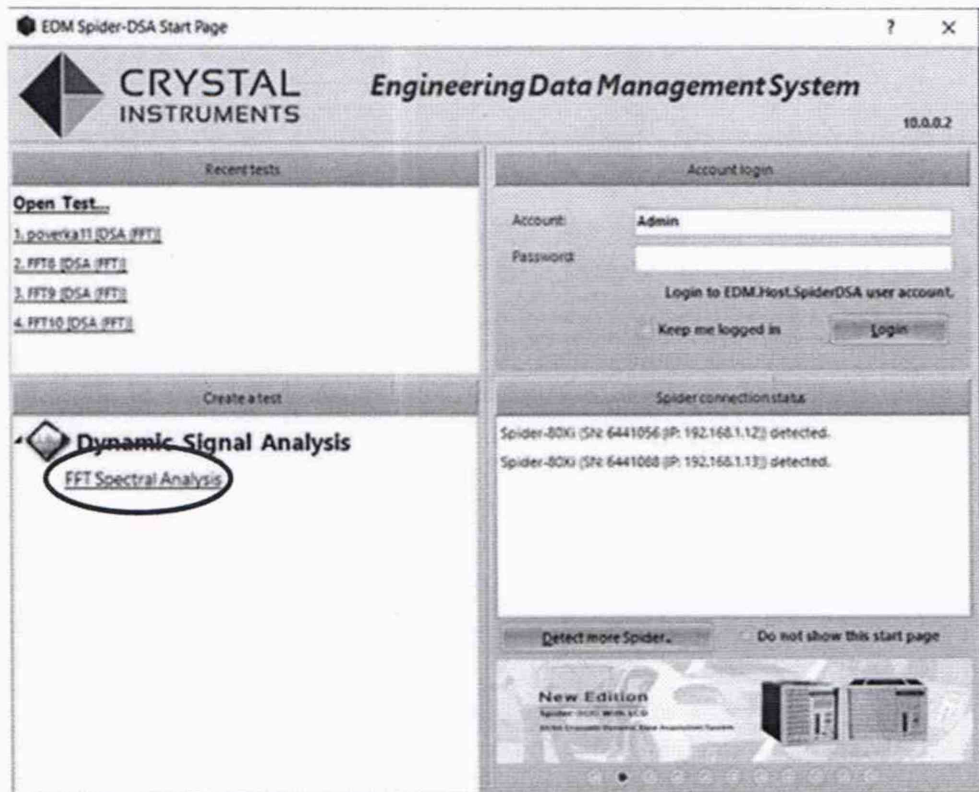


Рисунок 3 – Запуск подпрограммы FTT Spectral Analysis

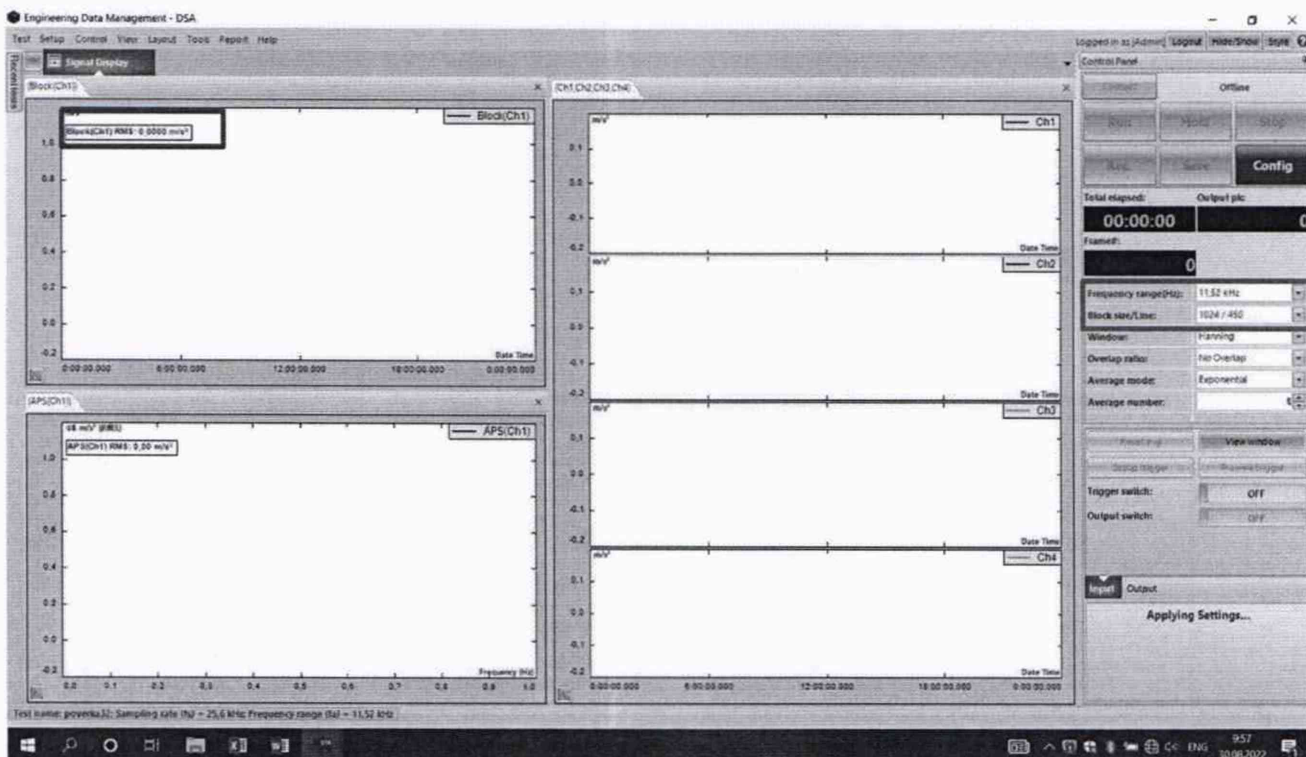


Рисунок 4 – Вид базового окна нового испытания

- В открывшейся программе базового окна нового испытания выполнить последовательность операций: Setup – Engineering Units – Custom Engineering Units в соответствии с рисунком 5.

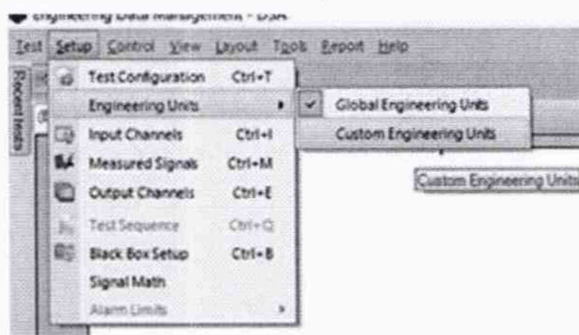


Рисунок 5 – последовательность операций настроек единиц измерения.

- В открывшейся вкладке поменять единицы измерения на метрические, в соответствии с рисунком 6.

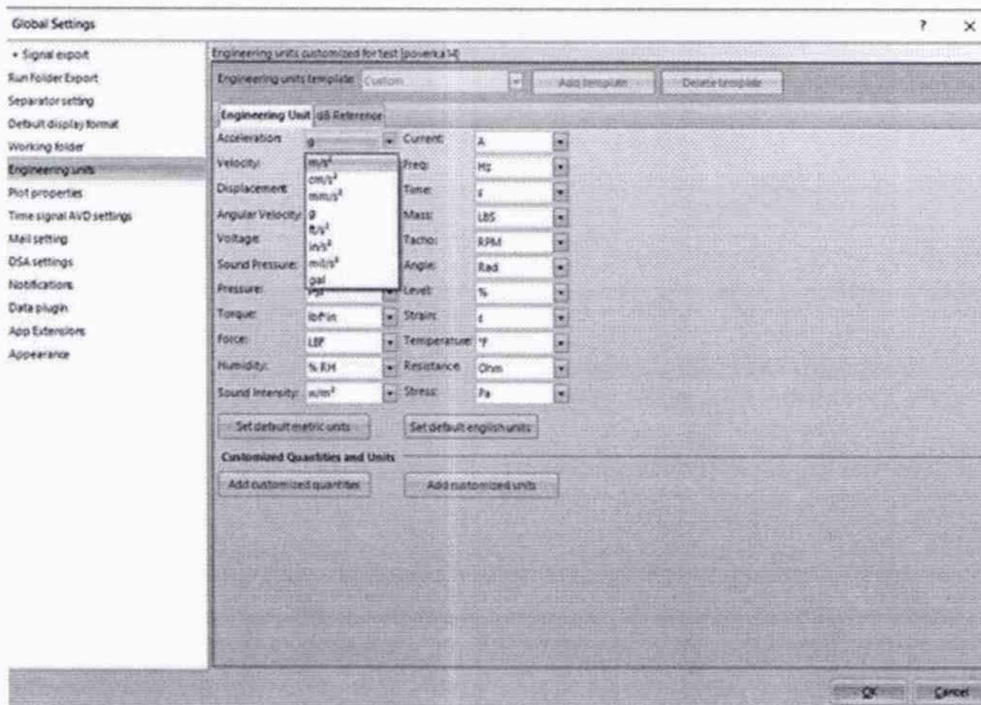


Рисунок 6 – настройка единиц измерения

- В окне нового испытания выполнить последовательность операций: Setup – Input Channels в соответствии с рисунком 7.

On/Off	Location ID	Module	ChP	Measurement quantity	Engineer's unit	Sensitivity	Input mode	Sensor	Max. sensor range	High-Pass filter Fc (Hz)
<input type="checkbox"/>	Ch1	CH1MSI 514 64...		Acceleration	m/s ²	10,0000 (m/s ² /V)	DC-Single End	User Def...	10,0000 (V)	Off
<input checked="" type="checkbox"/>	Ch2	CH1MSI 514 64...		Acceleration	m/s ²	10,0000 (m/s ² /V)	DC-Single End	User Def...	10,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch3	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch4	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch5	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch6	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch7	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch8	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch9	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch10	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch11	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch12	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch13	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch14	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch15	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off
<input type="checkbox"/>	Ch16	CH1MSI 514 64...		Velocity	m/s	1000,0000 (m/s/V)	DC-Single End	User Def...	20,0000 (V)	Off

Рисунок 7 – настройка каналов измерений аппаратуры.

В открывшемся окне, приведенном на рисунке 7 провести следующие операции:

- активировать все доступные каналы, подлежащие поверке;
- выставить Max sensor range, равным 20 В, для всех каналов подлежащих поверке;
- установить характеристику измеряемой величины:

- при выборе проведения поверки по напряжению, необходимо запрограммировать коэффициент преобразования равный 1000 мВ/В;
- при выборе проведения поверки по виброускорению (виброскорости, виброперемещения) запрограммировать коэффициент преобразования, равным 10 мВ/м·с⁻² (мм/с⁻¹, мкм).

- Нажать кнопку RUN в окне нового испытания и подтвердить правильность настроек в появившемся окне, нажав кнопку ОК. На рабочем экране должны появиться временные графики и частотный спектр сигналов на входе каналов (шум холостого хода каналов/наводка с линии связи).

- Результаты считаются положительными, если при подключении аппаратуры к ПК выполняются вышеуказанные настройки и условия.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения на соответствие таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	автономное ПО	встроенное ПО
Идентификационное наименование ПО	Engineering Data Management (EDM)	DSP application
Номер версии (идентификационный номер) ПО	10.0.0.2	Соответствует версии автономного ПО

Версия автономного программного обеспечения отображается при запуске программы EDM и в верхнем правом углу запущившегося окна в соответствии с рисунком 1.

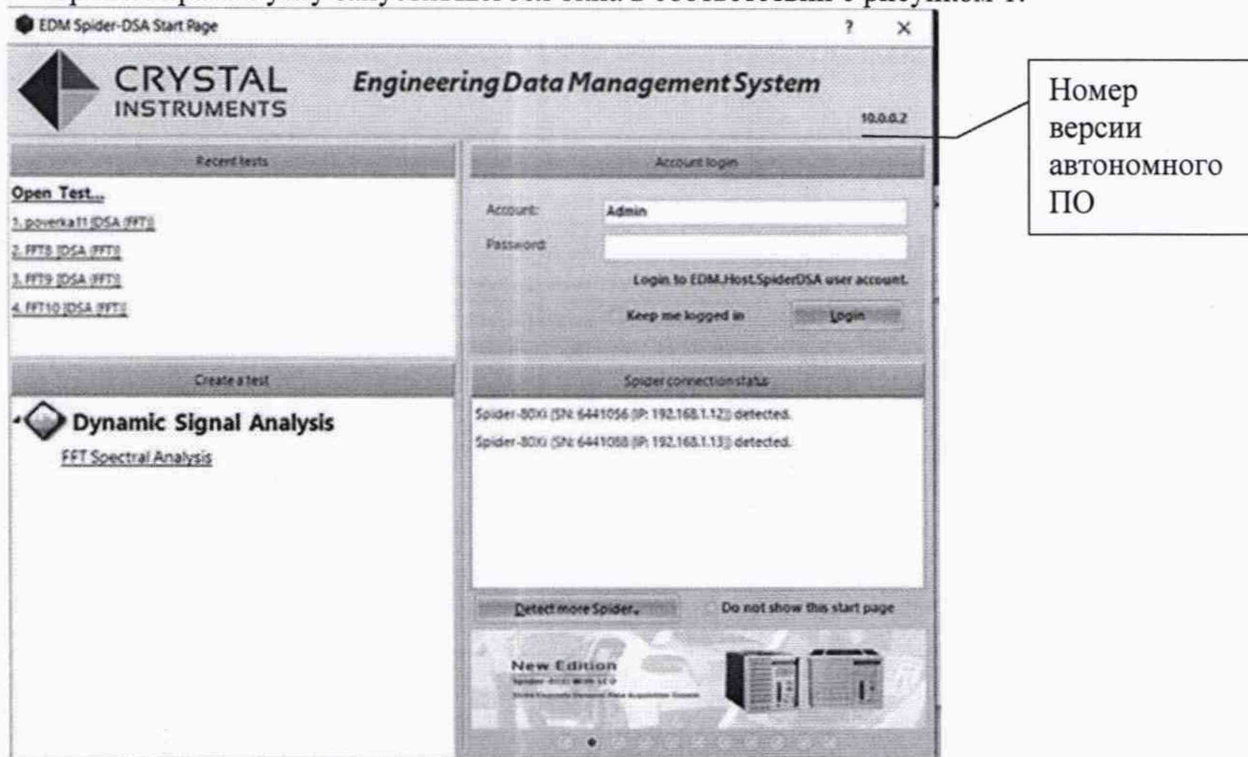


Рисунок 1 – Проверка номера версии автономного ПО

Номер версии встроенного ПО так же можно посмотреть по ЖК-дисплею аппаратуры в соответствии с рисунком 2.

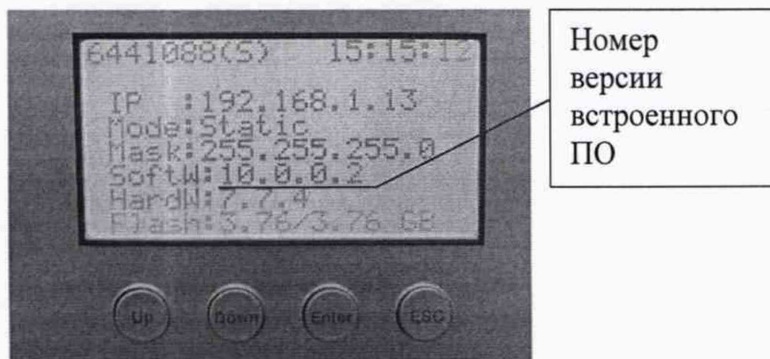


Рисунок 2 – Проверка номера версии встроенного ПО

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости, виброперемещения и напряжения переменного тока на опорной частоте 160 Гц.

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к входному каналу измерения генератор сигналов. Параллельно подключить мультиметр в режиме измерений переменного напряжения, для контроля подаваемого значения напряжения.

В базовом окне задать значение Frequency range равным 4,608 кГц и значение Block size/Line равным 32768/14400 (выделено зеленым цветом на рисунке 4).

С генератора сигналов, контролируя подаваемое напряжение по мультиметру, поочередно на каждый поверяемый канал задать значения напряжения равные: 0,1; 0,5; 1; 2; 5; 7; 12 и 14,14 В (средне-квадратическое значение).

Измеряемое значение напряжения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) отображается в аппаратуре в левом верхнем графике, в месте, выделенном синей рамкой на рисунке 4. Единицы измерения будут отображаться в соответствии с тем, на какой параметр настроена аппаратура в пункте опробования МП.

При проведении поверки по напряжению записать результаты в таблицу 4.

При проведении поверки по виброускорению (виброскорости, виброперемещения) полученные значения записать в таблицу 5 (6 или 7 соответственно).

Таблица 4 –при проведении поверки по напряжению.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), В	Задаваемое напряжение (СКЗ), В	Измеренное значение напряжения (СКЗ), В	Относительная погрешность измерений, %
160	0,141	0,1		
160	0,707	0,5		
160	1,414	1		
160	2,828	2		
160	7,071	5		
160	9,899	7		
160	16,971	12		
160	19,997	14,14		

Таблица 5 – При проведении поверки по виброускорению.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/(м*с ⁻²)	Заданное значение виброускорения, м/с ²	Измеренное значение виброускорения, м/с ²	Относительная погрешность измерений, %
160	141,421	100	10	10		
160	707,107	500	10	50		
160	1414,214	1000	10	100		
160	2828,427	2000	10	200		
160	7071,068	5000	10	500		
160	9899,495	7000	10	700		
160	16970,563	12000	10	1200		
160	19996,980	14140	10	1414		

Таблица 6 – При проведении поверки по виброскорости.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/(мм*с ⁻¹)	Заданное значение виброскорости, мм/с	Измеренное значение виброскорости, мм/с	Относительная погрешность измерений, %
160	141,421	100	10	10		
160	707,107	500	10	50		
160	1414,214	1000	10	100		
160	2828,427	2000	10	200		
160	7071,068	5000	10	500		
160	9899,495	7000	10	700		
160	16970,563	12000	10	1200		
160	19996,980	14140	10	1414		

Таблица 7 – При проведении поверки по виброперемещению.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/мкм	Заданное значение виброперемещения, мкм	Измеренное значение виброперемещения, мкм	Относительная погрешность измерений, %
160	141,421	100	10	10		
160	707,107	500	10	50		
160	1414,214	1000	10	100		
160	2828,427	2000	10	200		
160	7071,068	5000	10	500		
160	9899,495	7000	10	700		
160	16970,563	12000	10	1200		
160	19996,980	14140	10	1414		

Относительная погрешность измерений напряжения переменного тока (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) рассчитывается по формуле 1

$$\delta = \frac{D_{\text{изм}} - D_{\text{зад}}}{D_{\text{зад}}} * 100\% \quad (1)$$

где:

$D_{\text{зад}}$ – Задаваемое значение измеряемого параметра напряжения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения), В (м/с²; мм/с; мкм).

$D_{\text{изм}}$ – Измеренное значение измеряемого параметра напряжения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения), В (м/с²; мм/с; мкм).

Аналогичную процедуру повторить для каждого поверяемого измерительного канала.

9.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики измерений напряжения переменного тока, виброускорения виброскорости и виброперемещения в диапазоне рабочих частот.

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к входному каналу измерения генератор сигналов и параллельно подключить мультиметр в режиме измерения напряжения переменного тока, для контроля подаваемого значения напряжения.

В базовом окне значение Frequency range и значение Block size/Line выставить равным значениям, приведенным в таблицах 8, 9, 10 и 11 (в зависимости от выбранного поверяемого параметра).

С генератора сигналов, контролируя подаваемое напряжение по мультиметру, задать значение напряжения равное 0,1 В на следующих частотах: 0,1; 1; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 1000; 2000; 5000; 7000; 10000; 13000; 15000; 17000; 18000; 20000 Гц.

Измеренное значение напряжения (виброускорения, виброскорости, виброперемещения) отображается в аппаратуре в левом верхнем графике, в синей рамке на рисунке 4, единицы измерения будут отображаться в соответствии с тем, на какую характеристику настроена аппаратура в пункте опробования МП.

При проведении поверки по напряжению записать результаты в таблицу 8.

При проведении поверки по виброускорению (виброскорости, виброперемещения) полученные значения записать в таблицу 9 (10 или 11 соответственно).

Таблица 8 – при проведении поверки по напряжению

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), В	Задаваемое напряжение (СКЗ), В	Frequency range	Block size/Line	Измеренное значение напряжения (СКЗ), В	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %
0,1	0,141	0,1	1,758 Гц	512/225		
1	0,141	0,1	36 Гц	1024/450		
3	0,141	0,1	36 Гц	1024/450		
5	0,141	0,1	36 Гц	1024/450		
10	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
20	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
40	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
80	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
160	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
320	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
1000	0,141	0,1	4,608 кГц	32768/14400		
2000	0,141	0,1	11,52 кГц	32768/14400		
5000	0,141	0,1	11,52 кГц	32768/14400		
7000	0,141	0,1	11,52 кГц	32768/14400		
10000	0,141	0,1	11,52 кГц	32768/14400		
13000	0,141	0,1	18,432 кГц	32768/14400		
15000	0,141	0,1	18,432 кГц	32768/14400		
17000	0,141	0,1	28,8 кГц	32768/14400		
18000	0,141	0,1	28,8 кГц	32768/14400		
20000	0,141	0,1	28,8 кГц	32768/14400		

Таблица 9 – При проведении поверки по виброускорению.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/(м*с ⁻²)	Frequency range	Block size/Line	Заданное значение виброускорения, м/с ²	Измеренное значение виброускорения, м/с ²	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %
0,1	141	100	10	1,758 Гц	512/225	10		
1	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
3	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
5	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
10	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
20	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
40	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
80	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
160	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
320	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
1000	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
2000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
5000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
7000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
10000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
13000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
15000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
17000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
18000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
20000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		

Таблица 10 – При проведении поверки по виброскорости.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/(мм*с ⁻¹)	Frequency range	Block size/Line	Заданное значение виброскорости, мм/с	Измеренное значение виброскорости, мм/с	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %
0,1	141	100	10	1,758 Гц	512/225	10		
1	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
3	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
5	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
10	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
20	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
40	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
80	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
160	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
320	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
1000	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
2000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
5000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
7000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
10000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
13000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
15000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
17000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
18000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
20000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		

Таблица 11 – При проведении поверки по виброперемещению.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), мВ	Задаваемое напряжение (СКЗ), мВ	Задаваемый коэффициент преобразования, мВ/мкм	Frequency range	Block size/Line	Заданное значение виброперемещения, мкм	Измеренное значение виброперемещения, мкм	Неравномерность амплитудно-частотной характеристики, %
0,1	141	100	10	1,758 Гц	512/225	10		
1	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
3	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
5	141	100	10	36 Гц	1024/450	10		
10	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
20	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
40	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
80	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
160	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
320	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
1000	141	100	10	4,608 кГц	32768/14400	10		
2000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
5000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
7000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
10000	141	100	10	11,52 кГц	32768/14400	10		
13000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
15000	141	100	10	18,432 кГц	32768/14400	10		
17000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
18000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		
20000	141	100	10	28,8 кГц	32768/14400	10		

Неравномерность АЧХ измеряемого параметра рассчитать по формуле (2):

$$\gamma = \frac{D_{\text{изм}} - D_{\text{б}}}{D_{\text{изм}}} * 100\% \quad (2)$$

где:

$D_{\text{изм}}$ - измеренное значение измеряемого параметра напряжения (виброускорения, Виброскорости, виброперемещения) на i -частоте, В (м/с^2 ; мм/с ; мкм).

$D_{\text{б}}$ - Измеренное значение измеряемого параметра напряжения (виброускорения, вибро- скорости, виброперемещения) на базовой частоте 160 Гц, В (м/с^2 ; мм/с ; мкм).

Аналогично провести измерения для каждого поверяемого измерительного канала.

9.3 Определение относительной погрешности измерений частоты входного сигнала в диапазоне рабочих частот.

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к входному каналу измерения генератор сигналов.

В базовом окне значение Frequency range и значение Block size/Line выставить равным значениям, приведенным в таблице 12.

С генератора сигналов подать напряжение, равное 100 мВ на следующих частотах: 0,1; 1; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 1000; 2000; 5000; 7000; 10000; 13000; 15000; 17000; 18000; 20000 Гц.

Определение частоты проводится по левому нижнему графику. Для отображения измеренной частоты необходимо провести следующие действия: сделать клик правой клавиши мышки в левом нижнем графике и выбрать в меню Add Cursor/Marker – Peak Markers в соответствии с рисунком 8.

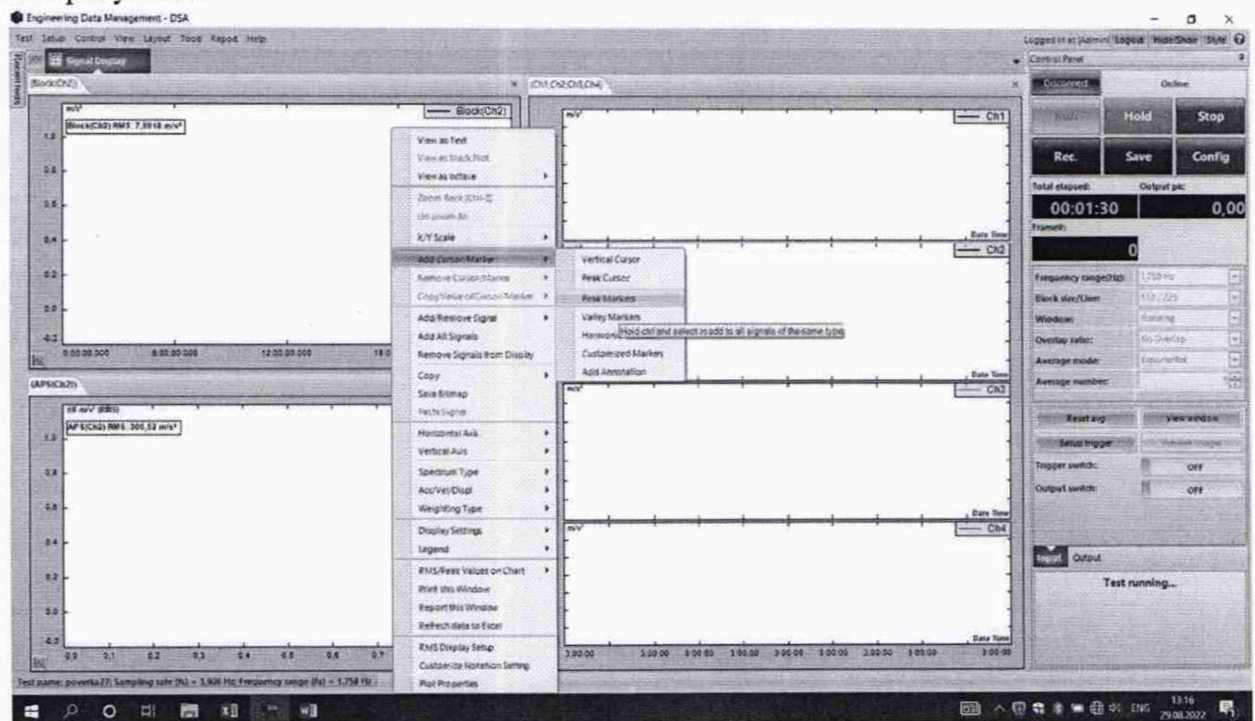


Рисунок 8- настройка измерения задаваемой частоты

Измеренное значение частоты отобразится в графике в месте, отмеченном желтой рамкой на рисунке 9.

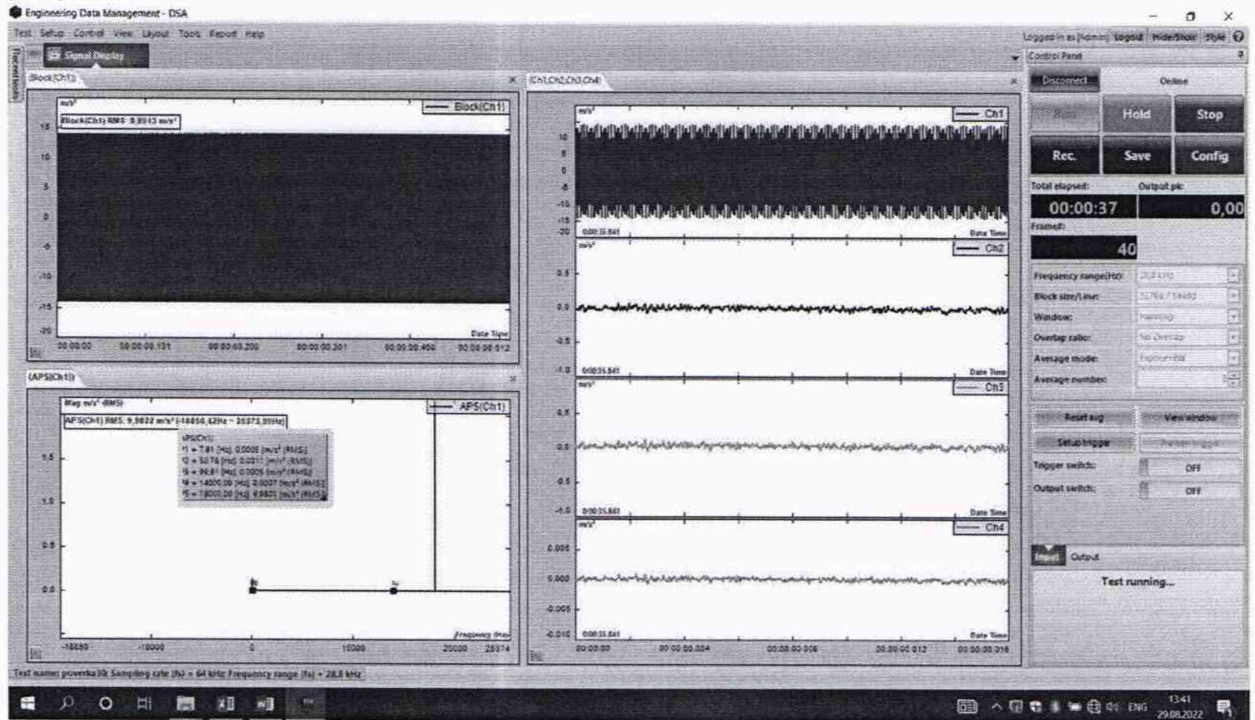


Рисунок 9 – Отображения задаваемой частоты

При проведении поверки по напряжению (виброускорению, виброскорости, виброперемещению) полученные значения записать в таблицу 12.

Таблица 12

Задаваемое значение частоты, Гц	Измеренное значение частоты, Гц	Относительная погрешность измерения, %	Frequency range	Block size/Line
0,1			18 Гц	4096/1800
1			18 Гц	4096/1800
3			18 Гц	4096/1800
5			4,608 кГц	32768/14400
10			4,608 кГц	32768/14400
20			4,608 кГц	32768/14400
40			4,608 кГц	32768/14400
80			4,608 кГц	32768/14400
160			4,608 кГц	32768/14400
320			4,608 кГц	32768/14400
1000			4,608 кГц	32768/14400
2000			4,608 кГц	32768/14400
5000			46,08 кГц	32768/14400
7000			46,08 кГц	32768/14400
10000			46,08 кГц	32768/14400
13000			46,08 кГц	32768/14400
15000			46,08 кГц	32768/14400
17000			46,08 кГц	32768/14400
18000			46,08 кГц	32768/14400
20000			46,08 кГц	32768/14400

Относительная погрешность измерения частоты рассчитывается по формуле 3

$$\delta = \frac{D_{\text{изм}} - D_{\text{зад}}}{D_{\text{зад}}} * 100\% \quad (3)$$

где:

$D_{\text{зад}}$ – Задаваемое значение частоты, Гц

$D_{\text{изм}}$ – Измеренное значение частоты, Гц

Аналогичные измерения провести для каждого поверяемого измерительного канала.

9.4 Определение относительной погрешности воспроизведения амплитудных значений напряжения переменного тока на базовой частоте 160 Гц

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к выходному каналу подключить мультиметр в режиме измерения переменного напряжения.

В базовом окне выставить значение Frequency range, равное 46,08 кГц и значение Block size/Line, равное 32768/14400 (выделено зеленой рамкой на рисунке 4).

Задание напряжения с выходного канала обеспечивается при запуске аппаратуры и настройке задаваемых параметров (выделено красной рамкой на рисунке 10).

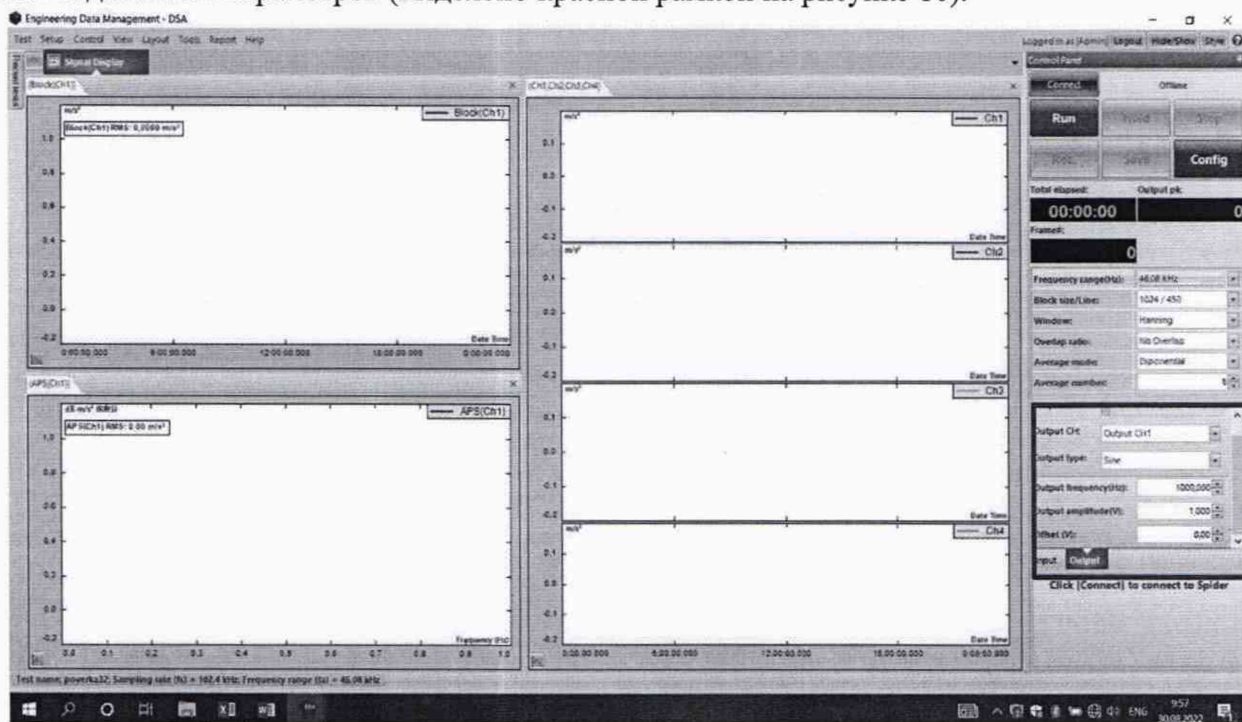


Рисунок 10 – модуль управления выходными каналами аппаратуры.

Задать с выходного канала аппаратуры амплитудные значения синусоидального переменного напряжения на базовой частоте 160 Гц равные 10, 100, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 7000, 10000 мВ.

Измеренное значение напряжения по мультиметру отображается в виде среднеквадратического значения. Для получения амплитудного значения напряжения при синусоидальной форме сигнала необходимо измеренное значение напряжения по мультиметру умножить на $\sqrt{2}$.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), В	Измеренное значение напряжения по мультиметру (СКЗ), В	Измеренное значение напряжения (амплитудное), мВ	Относительная погрешность измерений, %
160	0,01			
160	0,1			
160	0,5			
160	1			
160	2			
160	3			
160	5			
160	7			
160	10			

Относительную погрешность воспроизведения амплитудных значений напряжения переменного тока на базовой частоте 160 Гц рассчитать по формуле (1).

Аналогично данную процедуру провести для каждого выходного канала.

9.5 Неравномерность амплитудно-частотной характеристики воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот.

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к выходному каналу подключить мультиметр в режиме измерения переменного напряжения.

В базовом окне выставить значение Frequency range равное 46,08 кГц и значение Block size/Line равное 32768/14400 (выделено зеленой рамкой на рисунке 4).

Задание напряжения с выходного канала обеспечивается при запуске аппаратуры и настройке задаваемых параметров (выделено красной рамкой на рисунке 10).

Задать с выходного канала аппаратуры амплитудные значения синусоидального переменного напряжения, равное 5 В на частотах 0,1; 1; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 1000; 2000; 5000; 7000; 10000; 13000; 15000; 17000; 18000; 20000 Гц.

Измеренное значение напряжения по мультиметру отображается в форме среднеквадратического значения. Для получения амплитудного значения напряжения при синусоидальной форме сигнала необходимо измеренное значение напряжения по мультиметру умножить на $\sqrt{2}$.

Задаваемая частота, Гц	Задаваемое напряжение (амплитудное значение), В	Измеренное значение напряжения по мультиметру (СКЗ), В	Измеренное значение напряжения (амплитудное), В	Неравномерность АЧХ, %
0,1	5			
1	5			
3	5			
5	5			
10	5			
20	5			
40	5			
80	5			
160	5			
320	5			
1000	5			
2000	5			
5000	5			
7000	5			
10000	5			
13000	5			
15000	5			
17000	5			
18000	5			
20000	5			

Неравномерность АЧХ рассчитать по формуле (2).

Аналогично провести данную процедуру для каждого выходного канала.

9.6 Определение относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот.

Провести настройку аппаратуры согласно опробованию.

Подключить к выходному каналу подключить частотомер.

В базовом окне выставить значение Frequency range, значение равное 46,08 кГц и значение Block size/Line, равное 32768/14400 (выделено зеленой рамкой на рисунке 4).

Задание напряжения с выходного канала обеспечивается при запуске аппаратуры и настройке задаваемых параметров (выделено красной рамкой на рисунке 10).

Задать с выходного канала аппаратуры амплитудные значения синусоидального переменного напряжения равное 5В на частотах 0,1; 1; 3; 5; 10; 20; 40; 80; 160; 320; 1000; 2000; 5000; 7000; 10000; 13000; 15000; 17000; 18000; 20000 Гц.

Задаваемое значение частоты, Гц	Измеренное значение частоты по частотомеру, Гц	Относительная погрешность измерения, %
0,1		
1		
3		
5		
10		
20		
40		
80		
160		
320		
1000		
2000		
5000		
7000		
10000		
13000		
15000		
17000		
18000		
20000		

Относительную погрешность воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот рассчитать по формуле (3)

Аналогично провести данную процедуру для каждого выходного канала.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Аппаратура считается пригодной к применению (соответствующей метрологическим требованиям) если:

- полученные значения относительной погрешности измерений виброускорения, виброскорости, виброперемещения и напряжения переменного тока по п. 9.1 на опорной частоте 160 Гц не превышают: $\pm 0,5\%$

- полученная неравномерность амплитудно-частотной характеристики измерения по п. 9.2 напряжения переменного тока, виброускорения виброскорости и виброперемещения в диапазоне рабочих частот не превышает:

- | | |
|--|-------------|
| - в диапазоне частот от 0,1 до 2 Гц включ. | $\pm 3\%$ |
| - в диапазоне частот св. 2 до 10 Гц включ. | $\pm 0,7\%$ |
| - в диапазоне частот св. 10 до 7000 Гц включ. | $\pm 0,2\%$ |
| - в диапазоне частот св. 7000 до 17000 Гц включ. | $\pm 0,5\%$ |
| - в диапазоне частот св. 17000 до 20000 Гц | $\pm 0,8\%$ |

- полученная погрешность измерения частоты входного сигнала в диапазоне рабочих частот по п. 9.3 не превышает: $\pm 0,5\%$.

- полученная погрешность воспроизведения амплитудных значений напряжения переменного тока на базовой частоте 160 Гц по п. 10.4 не превышает: $\pm 0,8\%$;

- полученная неравномерность амплитудно-частотной характеристики воспроизведения по п 9.5 напряжения переменного тока в диапазоне рабочих частот не превышает:

- в диапазоне частот от 5 до 7000 Гц	$\pm 0,3\%$
- в диапазоне частот св. 7000 до 15000 Гц вкл.	$\pm 1\%$
- в диапазоне частот от 0,1 до 20000 Гц	$\pm 3\%$

- полученная погрешность воспроизведения частоты сигнала в диапазоне рабочих частот по п. 9.6 не превышает: $\pm 0,5\%$.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1. Аппаратура, прошедшая поверку с положительным результатом, признается пригодной к эксплуатации и допускаются к применению.

Результаты поверки аппаратуры передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений.

11.2. При отрицательных результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ на аппаратуру (или отдельные каналы аппаратуры) оформляется извещение о непригодности к применению.

11.3. По результатам поверки оформляется протокол в произвольной форме.

Начальник лаборатории 204/3



А.Г. Волченко