

## СОГЛАСОВАНО



Заместитель генерального директора  
ФБУ «Тест-С. Петербург»

Р. В. Павлов

2023 г.

«ГСИ. Аппаратура измерения и контроля вибрации многоканальная СИЭЛ-2200.  
Методика поверки»

ТПКЦ.421451.221 МП

г. Санкт-Петербург

2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру измерения и контроля вибрации многоканальную СИЭЛ-2200 (далее – виброаппаратура), изготавливаемую обществом с ограниченной ответственностью «Компания СИЭЛ», г. С.-Петербург, и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверок.

Виброаппаратура состоит из измерительных модулей, используемых для обработки определенного типа сигналов. Кроме измерительных, в состав виброаппаратуры входят модули питания 2241 (2241К), используемые для подключения к виброаппаратуре напряжения питания, модули вывода дискретных сигналов 2223 (2223К), формирующие четыре программируемых выходных релейных сигнала, и модули доступа 2211 (2211К), предназначенные для обеспечения доступа к измеренным значениям и параметрам модулей, для разделения информационной шины модулей и сети и для передачи данных в систему верхнего уровня.

Виброаппаратура изготавливается в двух конструктивных исполнениях: в одном случае объединение модулей осуществляется с помощью соединителей шинных, во втором – измерительные модули устанавливаются в конструктив шинный; модули из состава виброаппаратуры, предназначенные для установки в конструктив шинный, имеют в своем обозначении литеру К.

В каждый комплект виброаппаратуры входят модуль питания, модуль доступа, а также от одного до восьми измерительных модуля различного назначения. Измерительные модули включают по четыре измерительных канала.

Измерительный канал абсолютной вибрации для измерения и контроля виброускорения и соответствующей виброскорости: модуль 2251N используется для подключения усилителей заряда от пьезоэлектрических вибропреобразователей, модуль 2251VA предназначен для подключения акселерометров со встроенным электронным усилителем (IEPE), универсальный модуль 2251K предназначен для подключения обоих типов преобразователей;

Измерительный канал зазора, виброперемещения и частоты вращения: модули измерения относительной вибрации 2252N (2252K) и модули ввода сигналов фазовых отметчиков 2253N (2253K) с подключенными преобразователями линейных перемещений предназначены;

Измерительный канал тока и напряжения: модули ввода аналоговых сигналов 2261 (2261K) для подключения источников тока (от 4 до 20 мА) и 2262 (2262K) для подключения источников напряжения (от 0 до 10 В);

Измерительный канал температуры: модули ввода сигналов термосопротивлений 2231 (2231K) для подключения термометров сопротивления по трех- или четырехпроводной схеме с номинальными значениями сопротивления при температуре 0 °C от 1 до 1000 Ом.

По каждому измерительному каналу модули измерения абсолютной и относительной вибрации формируют следующие значения сигналов: среднее квадратическое значение (далее – СКЗ), среднее, максимальное, минимальное, размах и спектр сигнала. При использовании совместно с модулем 2253N (2253K) виброаппаратура дополнительно осуществляет расчет по измерительным каналам абсолютной и относительной вибрации СКЗ и фазы первых четырех гармоник, а также субгармоники сигнала. Каждый измерительный канал соответствующего параметра имеет возможность установки коэффициентов преобразования сигнала.

Поверяемая виброаппаратура должна иметь прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 58-2018 «Государственный первичный эталон единиц длины, скорости и ускорения при колебательном движении твердого тела» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения, утвержденной приказом Росстандарта от 27.12.2018 № 2772; к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360; к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока», согласно государственной поверочной

схемы для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне  $1 \cdot 10^{-16} \div 100$  А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091; к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2001 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3457; к государственному первичному специальному эталону ГЭТ 89-2008 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот  $10-3 \cdot 10^7$  Гц» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 № 1942; к государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014 «Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456; а также к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 °C до 3200 °C» и ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253 с учётом требований ГОСТ 6651-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний».

Для обеспечения реализации методики поверки, при определении метрологических характеристик устройств, применяются методы прямых и косвенных измерений.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр виброаппаратуры	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения модулей из состава виброаппаратуры	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений виброускорения и виброскорости на базовой частоте	Да	Да	10.1
Определение диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) при измерении виброускорения и виброскорости	Да	Да	10.2
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений статического зазора, а также размаха виброперемещения на базовой частоте	Да	Да	10.3
Определение диапазона частот при измерении виброперемещения и неравномерности АЧХ	Да	Да	10.4
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения	Да	Да	10.5

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	Да	Да	10.6
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и амплитуды напряжения переменного тока	Да	Да	10.7
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений температуры	Да	Да	10.8
Подтверждение соответствия вибромодулям метрологическим требованиям	Да	Да	11

Операции по пп. 10.1, 10.2 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2251Н, 2251ВА или 2251К.

Операции по пп. 10.3, 10.4 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2252Н или 2252К.

Операции по п. 10.5 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2253Н или 2253К.

Операции по п. 10.6 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2261 или 2261К.

Операции по п. 10.7 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2262 или 2262К.

Операции по п. 10.8 проводятся для вибромодуля, имеющей в своём составе модули 2231 или 2231К.

Проверка вибромодуля прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, вибромодуль признают не прошедшей поверку.

При проведении поверки вибромодуля поверка производится только тех модулей, которые входят в состав комплекта представленной на поверку вибромодуля.

Предусмотрена возможность поверки вибромодуля в сокращенном объеме.

На основании письменного заявления владельца вибромодуля в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России от 30.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» поверке могут подлежать только часть измерительных каналов модулей или только часть модулей из состава вибромодуля.

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5);
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа не устанавливается;
- напряжение питающей сети для вибромодуля, выполненной в конструктиве шинном, В от 187 до 242;
- напряжение питания постоянного тока для вибромодуля, выполненной на соединителе шинном, В от 20 до 32.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки по эксплуатационной документации.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки, рекомендуемых при проведении поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	3	2
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью измерений не более <math>\pm 1</math> °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью измерений не более <math>\pm 2</math> %</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 187 до 242 В, с относительной погрешностью измерений не более <math>\pm 1</math> %;</p> <p>Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц, с абсолютной погрешностью измерений не более <math>\pm 0,1</math> Гц;</p> <p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от 20 до 32 В с относительной погрешностью не более <math>\pm 1</math> %</p>	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 44744-10
пп.10.1–10.4, 10.7 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений виброускорения, виброскорости и виброперемещения на базовой частоте, амплитуды напряжения переменного тока, а также статического зазора и напряжения постоянного тока; определение диапазона частот инервномерности АЧХ при измерении виброускорения, виброскорости и виброперемещения	<p>Вольтметры, применяемые в качестве эталонов единицы электрического напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по приказу Росстандарта от 03.09.2021 №1942, в диапазоне измеряемых значений от 3 мВ до 8 В, в диапазоне частот от 3 Гц до 20 кГц</p> <p>Вольтметры, применяемые в качестве эталонов единицы электрического напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3457 в диапазоне измеряемых значений от 0 до 20 В</p>	Мультиметры 34401A, рег. № 16500-97
	<p>Генераторы синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 3 Гц до 5 кГц с относительной погрешностью установки частоты не более <math>\pm 2,5 \cdot 10^{-5}</math> в диапазоне значений напряжения на высокомомной нагрузке от 3 мВ до 8 В;</p> <p>Средства воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне значений от 0 до 20 В</p>	Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, рег. № 45344-10

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения	Частотомеры, применяемые в качестве эталонов единицы частоты, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда по приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне измеряемых значений от 50 мГц до 1 кГц  Генераторы синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 50 мГц до 1 кГц с относительной погрешностью установки частоты не более $\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$ в диапазоне значений от 10 В до 20 В, с постоянным напряжением смещения $\pm 10$ В, с относительной погрешностью воспроизведения напряжения не более $\pm 1$ %	Частотомеры универсальные СНТ-90, рег. № 41567-09  Генераторы сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360, рег. № 45344-10
п.10.6 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	Калибраторы силы постоянного тока, применяемые в качестве эталонов единицы силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 1 разряда по приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне воспроизводимых значений от 0 до 20 мА	Калибраторы многофункциональные МСХ-ИИР, рег. № 21591-07
п.10.8 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений температуры	Меры электрического сопротивления многозначные, применяемые в качестве эталонов единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда по приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 в диапазоне воспроизводимых значений от 10,00 до 400,00 Ом	Меры электрического сопротивления Р3026-1, рег. № 8478-81
Все операции Питание виброаппаратуры	Источники питания постоянного тока в диапазоне напряжений питания от 20 до 30 В, с относительной погрешностью измерения напряжения не более $\pm 1$ %, обеспечивающие нагрузочную способность не менее 1 А	Источники питания Б5-71/1м, Б5-71/2м, Б5-71/4м, рег. № 23580-02
пп.10.1–10.4 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений виброускорения и виброскорости на базовой частоте; определение диапазона частот и неравномерности АЧХ при измерении виброускорения и виброскорости	Вспомогательное средство, обеспечивающее подключение входных каналов измерения абсолютной вибрации с питанием встроенных электронных усилителей акселерометров (IEPE), с коэффициентом передачи от 0,94 до 0,97	Эквивалент электрический Е0.95
<p>П р и м е ч а н и е – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации поверяемой вибромодуляции и средств поверки.

Средства поверки должны иметь защитное заземление.

Установка и подключение средств поверки к вибромодуляции должны производиться при выключенном питании.

## 7 Внешний осмотр вибромодуляции

При внешнем осмотре устройства должно быть установлено:

- комплектность вибромодуляции должна соответствовать требованиям, установленным в руководстве по эксплуатации;
- наличие пломбы;
- наличие и четкость маркировки, включая наличие заводского номера и знака утверждения типа;
- отсутствие в любой части вибромодуляции каких-либо видимых механических повреждений (вмятин, сколов и др.) и следов коррозии;
- поверхности вибромодуляции должны быть очищены от загрязнений.

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

## 8 Подготовка к поверке и опробование

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Проверить соблюдение требований к условиям проведения поверки.

Результаты проверки считаются положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности и напряжения питания переменным или постоянным током соответствуют требованиям п. 3.

Вибромодуляция должна быть выдержана в течение 2 ч в помещении, предназначенном для поверки, если она находилась в условиях, отличных от регламентированных п. 3.

8.1.2 Подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Собрать схему соединений для соответствующей модификации модуля из состава вибромодуляции, приведенную в приложении А; подать питание и включить вибромодуляцию.

8.1.4 С целью получения результатов измерений необходимо подключить персональный компьютер (ПК) к модулю доступа 2211 или 2211К из состава вибромодуляции как описано ниже.

- Подключить модуль доступа 2211 или 2211К из состава вибромодуляции к интерфейсу Ethernet персонального компьютера (ПК) с помощью соответствующего кабеля.

- Настроить интерфейс Ethernet, задав для сетевого адаптера адрес из подсети 192.168.3.x, например 192.168.3.100.

- Запустить исполняемый файл сервисного программного обеспечения (ПО) в каталоге «2200\_сервисное ПО» ПК.

- В меню [Файл] / [Подключить модуль] открыть вкладку [Подключение устройства вручную]; выбрать тип модуля – 2211; нажать [Далее]; в поле IP адрес ввести значение 192.168.3.2, нажать [Завершить].

- Во вкладке [Мониторинг] нажать [Прочитать однократно] и получить в нижнем окне список идентификаторов: адресов (slaveID) – подключенных модулей для комплекта вибромодуляции.

8.1.5 Для подключения к любому из модулей из состава вибромодуляции необходимо выполнить следующие команды в соответствующих меню сервисного ПО.

- В меню [Файл] / [Подключить модуль] открыть вкладку [Подключение устройства вручную] и выбрать тип модуля из списка, нажать [Далее];

- В поле [IP адрес] ввести значение адреса (slave ID), нажать [Завершить].

**Внимание!** для корректной работы модулей в составе комплекта вибромодуляции необходимо назначить уникальные значения адреса (slave ID) для каждого модуля.

8.1.6 Выбрать модификацию проверяемого модуля в соответствующем рабочем окне сервисной программы: измеренные значения считывать в соответствующем окне сервисной программы.

8.1.7 Установить коэффициенты преобразования:

- 10 мВ/(м/с<sup>2</sup>) для модулей 2251N, 2251VA, 2251K;

- 8 В/мм для модулей 2252, 2252K;

- градуировочную характеристику Pt(385) для модулей 2231, 2231K.

## 8.2 Опробование

8.2.1 В соответствии с пп. 8.1.4 и 8.1.5 установить параметры связи с модулями из состава вибромодуляции, выполнить однократное чтение данных каждого измерительного канала.

8.2.2 Результаты опробования считают положительными, если устанавливается связь с каждым модулем из состава вибромодуляции и выполняется однократное чтение данных каждого измерительного канала.

8.2.3 В случае обнаружения неисправностей при опробовании дальнейшая поверка вибромодуляции не производится.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 С целью идентификации ПО вибромодуляции установить параметры связи с модулями из состава вибромодуляции и перейти к вкладке «О модуле».

9.2 Проверить идентификационные данные модулей из состава вибромодуляции.

Результаты проверки считают положительными, если соответствующем окне данных отображаются идентификационные данные, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модулей			
	2251K	2251N	2251VA	2252K, 2252N
Наименование	M_2251K	M_2251N	M_2251VA	M_2252
Цифровой идентифи- катор(номер версии)	1.1	1.1	1.1	1.1
Контрольная сумма	364C5D25	498EFB8E	2E6AE15D	B3C7EAF6

Продолжение таблицы 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модулей			
	2253K, 2253N	2231, 2231K	2261, 2261K	2262, 2262K
Наименование	M_2253	M_2231	M_2261	M_2262
Цифровой идентифи- катор(номер версии)	1.1	1.1	1.1	1.1
Контрольная сумма	08083E90	55AC48A6	F351D459	EFE3A421

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений виброускорения и виброскорости на базовой частоте (модули 2251N, 2251VA и 2251K)

10.1.1 Подключить непосредственно ко входам канала 1 модуля 2251N, или модуля 2251K в режиме работы с усилителем согласующим, выход генератора DS360. При проведении поверки модуля 2251VA, или модуля 2251K в режиме работы с питанием встроенных электронных усилителей акселерометров (IEPE), выход генератора подключать ко входам модуля через эквивалент электрический Е 0.95. Параллельно входам модуля подключить мультиметр в режиме измерений напряжения переменного тока.

10.1.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить по показаниям мультиметра на выходе генератора среднее квадратическое значение (СКЗ) напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 7,071$  мВ на базовой частоте  $f_B = 80$  Гц. Измерить эквивалентное значение амплитуды виброускорения  $A_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 4. Определить абсолютную погрешность измерения виброускорения как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 4.

Повторить измерения для остальных значений выходного напряжения генератора, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Определение погрешности измерений виброускорения на базовой частоте

$U_{\text{УСТ}}$ , мВ	$A_{\text{УСТ}}$ , $\text{м/с}^2$	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{\text{АДОП}}$ , $\text{м/с}^2$
		$A_{\text{ИЗМ}}$ , $\text{м/с}^2$	$\Delta_A$ , $\text{м/с}^2$							
7,07	1									$\pm 0,16$
14,14	2									$\pm 0,17$
35,36	5									$\pm 0,20$
70,71	10									$\pm 0,25$
141,42	20									$\pm 0,35$
353,55	50									$\pm 0,65$
707,11	100									$\pm 1,15$
1414,21	200									$\pm 2,15$
3535,53	500									$\pm 5,15$
5656,85	800									$\pm 8,15$

10.1.3 Установить по показаниям мультиметра на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 3,554$  мВ.

Измерить эквивалентное значение амплитуды виброскорости  $V_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО. Определить абсолютную погрешность измерения виброскорости как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результаты в таблицу 5.

Повторить измерения для остальных значений выходного напряжения генератора, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Определение погрешности измерений виброскорости на базовой частоте

$U_{\text{УСТ}}$ , мВ	$V_{\text{УСТ}}$ , $\text{мм/с}$	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{\text{VДОП}}$ , $\text{мм/с}$
		$V_{\text{ИЗМ}}$ , $\text{мм/с}$	$\Delta_V$ , $\text{мм/с}$							
3,55	1									$\pm 0,21$
7,11	2									$\pm 0,22$
17,77	5									$\pm 0,25$
35,54	10									$\pm 0,30$
71,09	20									$\pm 0,40$
177,72	50									$\pm 0,70$
355,43	100									$\pm 1,20$

Выключить сигнал на выходе генератора.

10.1.4 Повторить измерения по методике пп. 10.1.2 и 10.1.3 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицы 4 и 5.

Повторить измерения для остальных модулей измерения абсолютной вибрации, входящих в состав виброметрической аппаратуры.

**10.2 Определение диапазона частот и неравномерности АЧХ при измерении виброускорения и виброскорости (модули 2251N, 2251VA и 2251K)**

10.2.1 Подключить непосредственно ко входам канала 1 модуля 2251N, или модуля 2251K в режиме работы с усилителем согласующим, выход генератора DS360. При проведении поверки модуля 2251VA, или модуля 2251K в режиме работы с питанием встроенных электронных усилителей акселерометров, выход генератора подключать ко входам модуля через эквивалентный Е 0.95.

Параллельно входам модуля подключить мультиметр в режиме измерений напряжения переменного тока.

10.2.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить по показаниям мультиметра на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 3,535$  В на базовой частоте  $f_b = 80$  Гц. Измерить эквивалентное значение амплитуды виброускорения  $A_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 6.

Повторить измерения, поддерживая неизменным выходное напряжение, для остальных значений частоты генератора  $f_i$ , приведенных в таблице 6. Определить отклонения частотной характеристики  $\delta_{\text{ЧХ}i}$  при измерении виброускорения по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = 20 \cdot \lg \frac{A_{\text{ИЗМ}i}}{A_{\text{ИЗМ}6}}, \quad (1)$$

где  $A_{\text{ИЗМ}i}$  – измеренное эквивалентное значение амплитуды виброускорения на частоте  $f_i$ .

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Определение неравномерности АЧХ при измерении виброускорения

$f_i$ , Гц	3	5	16	80	200	500	1000	2000	4000	5000
$A_{\text{ИЗМ}1}$ , м/с <sup>2</sup>										
$\delta_{\text{ЧХ}1}$ , дБ				–						
$A_{\text{ИЗМ}2}$ , м/с <sup>2</sup>										
$\delta_{\text{ЧХ}2}$ , дБ				–						
$A_{\text{ИЗМ}3}$ , м/с <sup>2</sup>										
$\delta_{\text{ЧХ}3}$ , дБ				–						
$A_{\text{ИЗМ}4}$ , м/с <sup>2</sup>										
$\delta_{\text{ЧХ}4}$ , дБ				–						

10.2.3 Установить на выходе генератора базовую частоту  $f_b = 80$  Гц и СКЗ напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 100,5$  мВ.

Измерить эквивалентное значение амплитуды виброскорости на базовой частоте  $V_{\text{ИЗМ}6}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 7.

Повторить измерения, устанавливая выходное напряжение, эквивалентное амплитуде виброскорости 28,28 мм/с для остальных значений частоты генератора  $f_i$ , в соответствии с таблицей 7.

Определить отклонения частотной характеристики  $\delta_{\text{ЧХ}i}$  при измерении виброскорости по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = 20 \cdot \lg \frac{V_{\text{ИЗМ}i}}{V_{\text{ИЗМ}6}}, \quad (2)$$

где  $V_{\text{ИЗМ}i}$  – измеренное эквивалентное значение амплитуды виброскорости на частоте  $f_i$ .

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 7.

Таблица 7 – Определение неравномерности АЧХ при измерении виброскорости

$f_i$ , Гц	3	5	16	80	200	500	1000	2000	4000	5000
$U_{\text{УСТ}}$ , мВ	3,769	6,282	20,11	100,5	251,4	628,5	1257	2514	5028	6284
$V_{\text{ИЗМ } 1}$ , мм/с										
$\delta_{\text{ЧХ } 1}$ , дБ				–						
$V_{\text{ИЗМ } 2}$ , мм/с										
$\delta_{\text{ЧХ } 2}$ , дБ				–						
$V_{\text{ИЗМ } 3}$ , мм/с										
$\delta_{\text{ЧХ } 3}$ , дБ				–						
$V_{\text{ИЗМ } 4}$ , мм/с										
$\delta_{\text{ЧХ } 4}$ , дБ				–						

Выключить сигнал генератора.

10.2.4 Повторить измерения по методике пп. 10.2.2 и 10.2.3 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицы 6 и 7.

Повторить измерения для остальных модулей измерения абсолютной вибрации, входящих в состав виброметрической аппаратуры.

**10.3 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений статического зазора, а также размаха виброперемещения на базовой частоте (модули 2252Н и 2252К)**

10.3.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2252Н или модуля 2252К выход генератора DS360. Параллельно входам модуля подключить мультиметр в режиме измерений напряжения постоянного тока.

10.3.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 10$  мкВ на частоте 1 мГц. Установить по показаниям мультиметра постоянное напряжение смещения генератора минус 2,4 В.

Измерить эквивалентное значение статического зазора  $X_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 9.8. Определить абсолютную погрешность измерения статического зазора как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 8.

Повторить измерения по приведенной методике для остальных значений выходного напряжения генератора, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Определение погрешности измерений статического зазора

$U_{\text{УСТ}}$ , В	$X_{\text{УСТ}}$ , мм	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{\text{Х доп}}$ , мм
		$X_{\text{ИЗМ}}$ , мм	$\Delta_{\text{Х}}$ , мм							
-2,4	0,3									±21,5
-4,0	0,5									±22,5
-8,0	1,0									±25,0
-11,2	1,4									±27,0
-14,4	1,8									±29,0
-18,4	2,3									±31,5
-20,0	2,5									±32,5

10.3.3 Установить в мультиметре режим измерения напряжения переменного тока. Установить на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{УСТ}} = 28,3$  мВ на базовой частоте  $f_b = 80$  Гц. Выключить напряжение смещения.

Измерить эквивалентное значение размаха виброперемещения  $S_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО. Определить абсолютную погрешность измерения виброперемещения как

разность между измеренным и установленным значениями. Занести результаты в таблицу 9.

Повторить измерения для остальных значений выходного напряжения генератора, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Определение погрешности измерений виброперемещения на базовой частоте

$U_{\text{уст}}$ , мВ	$S_{\text{уст}}$ , мкм	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta S_{\text{доп}}$ , мкм
		$S_{\text{изм}}$ , мкм	$\Delta S$ , мкм							
28,3	10									$\pm 5,05$
56,6	20									$\pm 5,10$
141,4	50									$\pm 5,25$
282,8	100									$\pm 5,50$
565,7	200									$\pm 6,00$
1414,2	500									$\pm 7,50$
2828,4	1000									$\pm 10,00$

Выключить сигнал на выходе генератора.

10.3.4 Повторить измерения по методике пп. 10.3.2 и 10.3.3 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицы 8 и 9.

Повторить измерения для остальных модулей измерения относительной вибрации, входящих в состав вибромодуляции.

#### 10.4 Определение диапазона частот при измерении виброперемещения и неравномерности АЧХ (модули 2252Н и 2252К)

10.4.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2252Н, или модуля 2252К выход генератора DS360. Параллельно входам модуля подключить мультиметр в режиме измерений напряжения переменного тока.

10.4.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить по показаниям мультиметра на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{уст}} = 2,263$  В.

Измерить эквивалентное значение размаха виброперемещения  $S_{\text{изм}}$  по показаниям в сервисном ПО. Определить абсолютную погрешность измерения виброперемещения как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результаты в таблицу 10.

Повторить измерения, поддерживая неизменным выходное напряжение, для остальных значений частоты генератора  $f_i$ , приведенных в таблице 10. Определить отклонения частотной характеристики  $\delta_{\text{ЧХ}i}$  при измерении виброперемещения по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = 20 \cdot \lg \frac{S_{\text{изм}i}}{S_{\text{изм}6}}, \quad (3)$$

где  $S_{\text{изм}i}$  – измеренное эквивалентное значение размаха виброперемещения на частоте  $f_i$ .

Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 10.

Таблица 10 – Определение неравномерности АЧХ при измерении виброперемещения

$f_i$ , Гц	3	5	16	80	200	500	1000	2000	4000	5000
$S_{\text{изм}1}$ , мкм										
$\delta_{\text{ЧХ}1}$ , дБ				–						
$S_{\text{изм}2}$ , мкм										
$\delta_{\text{ЧХ}2}$ , дБ				–						
$S_{\text{изм}3}$ , мкм										
$\delta_{\text{ЧХ}3}$ , дБ				–						
$S_{\text{изм}4}$ , мкм										
$\delta_{\text{ЧХ}4}$ , дБ				–						

Выключить сигнал на выходе генератора.

10.4.3 Повторить измерения по методике п. 10.4.2 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицу 10.

Повторить измерения для остальных модулей измерения относительной вибрации, входящих в состав вибромодуляции.

дящих в состав вибромашин.

## 10.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений частоты вращения (модули 2253N и 2253K)

10.5.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2253N или модуля 2253K выход генератора DS360. Параллельно входам модуля подключить частотомер. В частотомере установить время измерения 50 с.

10.5.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить на высокоомном выходе генератора сигнал формы меандр размахом 20 В и постоянным смещением минус 10 В на частоте  $f_{УСТ} = 0.05$  Гц, эквивалентной частоте вращения  $N_{УСТ} = 3 \text{ мин}^{-1}$ .

Измерить эквивалентное значение частоты вращения  $N_{изм}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 11. Определить абсолютную погрешность измерения частоты вращения как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 11.

Повторить измерения, поддерживая неизменным размах выходного напряжения, для остальных значений частоты генератора, указанных в таблице 11.

Таблица 11 – Определение погрешности измерений частоты вращения

Выключить сигнал на выходе генератора.

10.5.3 Повторить измерения по методике п. 10.5.2 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицу 11.

Повторить измерения для остальных модулей измерения частоты вращения, входящих в состав виброаппаратуры.

## 10.6 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока (модули 2261 и 2261К)

10.6.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2261 или модуля 2261К выход источника постоянного тока калибратора MCX-IIР. Установить на выходе калибратора силу тока  $I_{\text{УСТ}} = 0 \text{ mA}$ .

10.6.2 Включить выход калибратора. Измерить значение силы тока  $I_{изм}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 12. Определить абсолютную погрешность измерения силы тока как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 12.

Повторить измерения для остальных значений силы тока, указанных в таблице 12.

Таблица 12 – Определение погрешности измерений силы постоянного тока

$I_{УСТ}$ , мА	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta I_{доп}$ , мА
	$I_{ИЗМ}$ , мА	$\Delta I$ , мА	$I_{ИЗМ}$ , мА	$\Delta I$ , мА	$I_{ИЗМ}$ , мА	$\Delta I$ , мА	$I_{ИЗМ}$ , мА	$\Delta I$ , мА	
0									$\pm 0,020$
1									$\pm 0,025$
2									$\pm 0,030$
5									$\pm 0,045$
10									$\pm 0,070$
20									$\pm 0,120$

Выключить сигнал калибратора.

10.6.3 Повторить измерения по методике п. 10.6.2 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицу 12.

Повторить измерения для остальных модулей измерения силы постоянного тока, входящих в состав виброаппаратуры (для тех модулей, которые указаны в заявлении владельца виброаппаратуры).

**10.7 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока и амплитуды напряжения переменного тока (модули 2262 и 2262K)**

10.7.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2262 или модуля 2262K выход генератора DS360. Параллельно входам модуля подключить мультиметр в режиме измерений напряжения постоянного тока.

10.7.2 Включить сигнал на выходе генератора. Установить на выходе генератора СКЗ напряжения  $U_{\text{уст}} = 10 \text{ мВ}$  на частоте 1 мГц. Установить по показаниям мультиметра постоянное напряжение смещения генератора минус 10 В.

Измерить значение напряжения  $U_{\text{изм}}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 13. Определить абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 13.

Повторить измерения для остальных значений напряжения, указанных в таблице 13.

Таблица 13 – Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

$U_{\text{уст}}, \text{В}$	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta U_{\text{доп}}, \text{В}$
	$U_{\text{изм}}, \text{В}$	$\Delta U, \text{В}$							
-10									$\pm 0,070$
-5									$\pm 0,045$
-1									$\pm 0,025$
0									$\pm 0,020$
1									$\pm 0,025$
5									$\pm 0,045$
10									$\pm 0,070$

Выключить сигнал генератора.

10.7.3 Установить в мультиметре режим измерения напряжения переменного тока. Выключить напряжение смещения генератора. Установить на выходе генератора частоту  $f = 80 \text{ Гц}$  и амплитуду напряжения  $U_{\text{ампл}} = 20 \text{ мВ}$ . СКЗ напряжения  $U_{\text{уст}}$ , соответствующее устанавливаемой амплитуде, определять по формуле

$$U_{\text{уст}} = \frac{U_{\text{ампл}}}{\sqrt{2}}. \quad (4)$$

Измерить значение амплитуды напряжения переменного тока  $U_{\text{изм}}$  по показаниям в сервисном ПО, занести результат измерения в таблицу 14. Определить абсолютную погрешность измерения напряжения переменного тока как разность между измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 14.

Повторить измерения на частоте 80 Гц для остальных значений напряжения, указанных в таблице 14.

Таблица 14 – Определение погрешности измерений напряжения переменного тока

$U_{\text{АМПЛ}}, \text{В}$	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{U \text{ доп}}, \text{В}$
	$U_{\text{ИЗМ}}, \text{В}$	$\Delta_{U}, \text{В}$							
0,02									$\pm 0,020$
0,1									$\pm 0,021$
0,2									$\pm 0,021$
0,5									$\pm 0,023$
1,0									$\pm 0,025$
2,0									$\pm 0,030$
5,0									$\pm 0,045$
10,0									$\pm 0,070$

10.7.4 Повторить измерения при установленной амплитуде напряжения  $U_{\text{АМПЛ}} = 5 \text{ В}$  на выходе калибратора на частотах  $f_{\text{УСТ}}$ , указанных в таблице 15.

Таблица 15 – Определение погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот

$f_{\text{УСТ}}, \text{Гц}$	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{U \text{ доп}}, \text{В}$
	$U_{\text{ИЗМ}}, \text{В}$	$\Delta_{U}, \text{В}$							
3									$\pm 0,045$
5									
10									
20									
50									
100									
200									
500									
1000									
2000									

Выключить сигнал генератора.

10.7.5 Повторить измерения по методике пп. 10.7.2–10.7.4 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицы 13–15.

Повторить измерения для остальных модулей измерения напряжения, входящих в состав виброаппаратуры.

## 10.8 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений температуры (модули 2231 и 2231К)

10.8.1 Подключить ко входам канала 1 модуля 2231 или модуля 2231К клеммы меры электрического сопротивления по четырехпроводной схеме подключения. Установить органами управления меры значение сопротивления 18,52 Ом, эквивалентное значению температуры минус 200 °C для термометра сопротивления Pt-100 с температурным коэффициентом преобразования 0,00385 °C<sup>-1</sup> (Pt-100(385) по ГОСТ 6651-2009).

Эквивалентное значение температуры определяется по таблице А.1 ГОСТ 6651.

10.8.2 Измерить значение температуры  $T_{\text{ИЗМ}}$  по показаниям в сервисном ПО не менее 10 раз. Вычислить среднее значение  $T_{\text{СР}}$ , занести результат измерения в таблицу 16. Определить абсолютную погрешность измерений температуры как разность между средним измеренным и установленным значениями. Занести результат в таблицу 16.

Повторить измерения для остальных значений температуры, указанных в таблице 16.

Таблица 16 – Определение погрешности измерений температуры

$R_{УСТ}$ , Ом	$T_{УСТ}$ , °C	Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4		$\Delta_{T_{ДОП}}$ , °C
		$T_{CP}$ , °C	$\Delta_T$ , °C							
18,52	-200									±2,0
60,26	-100									±1,5
100,00	0									±1,0
119,40	50									±1,2
138,51	100									±1,5
175,86	200									±2,0
280,98	500									±3,5
390,48	850									±5,2

10.8.3 Повторить измерения по методике п. 10.8.2 для остальных трех измерительных каналов модуля. Результаты занести в таблицу 16.

Повторить измерения для остальных модулей измерения температуры, входящих в состав виброметрической аппаратуры.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Аппаратура измерения и контроля вибрации многоканальная СИЭЛ-2200 считается пригодной, если выполняются следующие условия:

11.1 В процессе опробования устанавливается связь с каждым модулем из состава виброметрической аппаратуры и выполняется однократное чтение данных каждого измерительного канала.

11.2 Идентификационные данные встроенного ПО модулей из состава виброметрической аппаратуры соответствуют приведенным в таблице 3.

11.3 Погрешность измерений амплитуды виброускорения на базовой частоте 80 Гц не превышает  $\pm(0,1 + 0,01 \cdot A_{изм})$ ,  $\text{м/с}^2$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 4.

11.4 Погрешность измерений амплитуды виброскорости на базовой частоте 80 Гц не превышает  $\pm(0,1 + 0,01 \cdot V_{изм})$ ,  $\text{мм/с}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 5.

11.5 Неравномерность АЧХ при измерении виброускорения и виброскорости не превышает  $\pm 0,5$  дБ.

11.6 Погрешность измерений статического зазора не превышает  $(0,02 + 0,005 \cdot X_{изм})$ ,  $\text{мм}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 8.

11.7 Погрешность измерений размаха относительного виброперемещения на базовой частоте 80 Гц не превышает  $\pm(5 + 0,005 \cdot S_{изм})$ ,  $\text{мкм}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 9.

11.8 Неравномерность АЧХ при измерении виброперемещения не превышает  $\pm 0,5$  дБ.

11.9 Погрешность измерений частоты вращения не превышает  $\pm(1 + 0,001 \cdot N_{изм})$   $\text{мин}^{-1}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 11.

11.10 Погрешность измерений силы постоянного тока не превышает  $(0,02 + 0,005 \cdot I_{изм})$   $\text{мА}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 12.

11.11 Погрешность измерений напряжения не превышает  $\pm(0,02 + 0,005 \cdot U_{изм})$   $\text{В}$  и значений, приведенных в последних столбцах таблиц 13–15.

11.12 Погрешность измерений температуры не превышает  $\pm(1,0 + 0,005 \cdot T_{изм})$   $\text{В}$  и значений, приведенных в последнем столбце таблицы 16.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки каждого модуля из состава виброметрической аппаратуры оформляют протоколами произвольной формы на основании экспериментальных данных, полученных в процессе первичной (периодической) поверки.

12.2 Виброаппаратура, прошедшая поверку с положительным результатом, признается годной, допускается к применению.

Положительные результаты поверки удостоверяются записью в разделе 3 руководства по эксплуатации, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки в виде оттиска поверительного клейма.

12.3 При отрицательных результатах поверки виброаппаратура признается не годной.

12.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца устройства или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений (при положительном результате поверки) или извещение о непригодности средства измерений (при отрицательном результате поверки).

Начальник отдела № 433

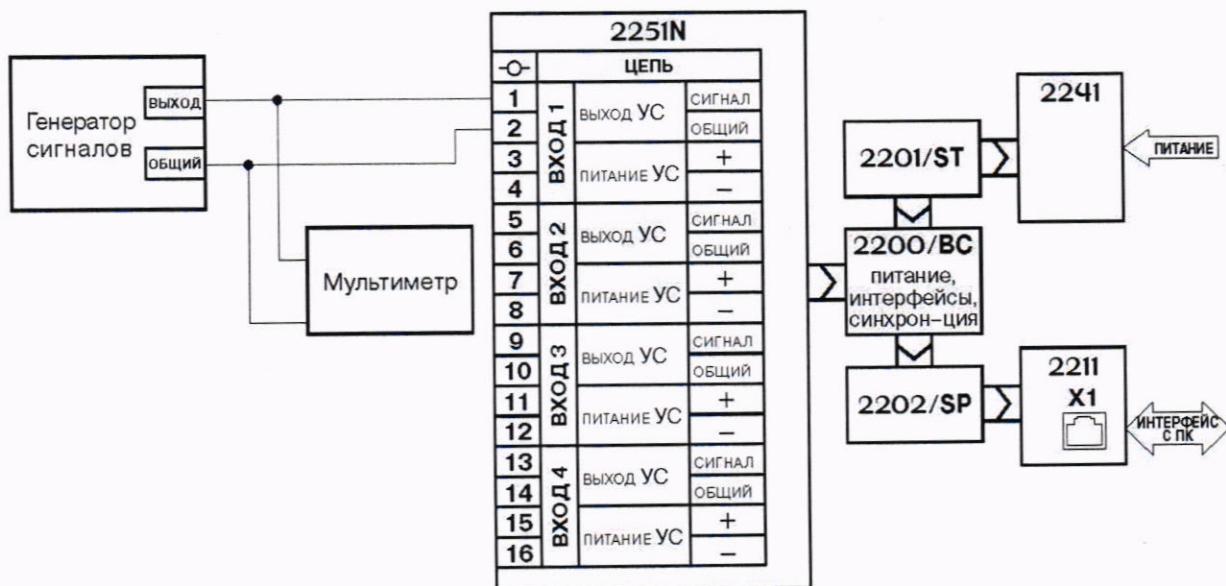
А. И. Онищук

Начальник сектора виброакустических измерений отдела № 433

А. Ю. Смирнов



Приложение А  
Схемы соединений для определения метрологических характеристик виброметрической аппаратуры



Обозначения

2241 модуль питания;  
2211 модуль доступа;  
2200/BC соединитель шинный модуля;  
2201/ST соединитель шинный начальный;  
2202/SP соединитель шинный оконечный;

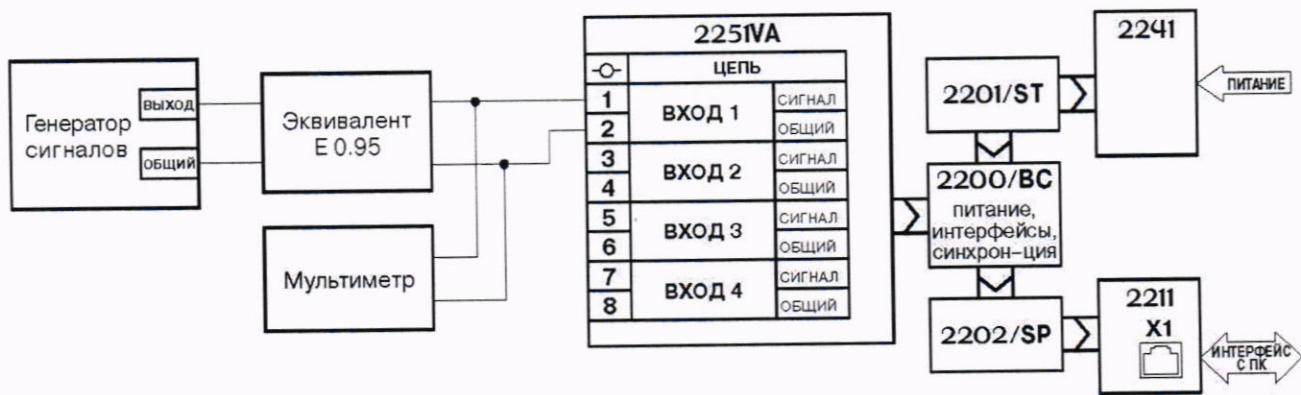
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2
канал 2	5 / 6
канал 3	9 / 10
канал 4	13 / 14

Рисунок А.1 – Схема соединений модуля 2251N



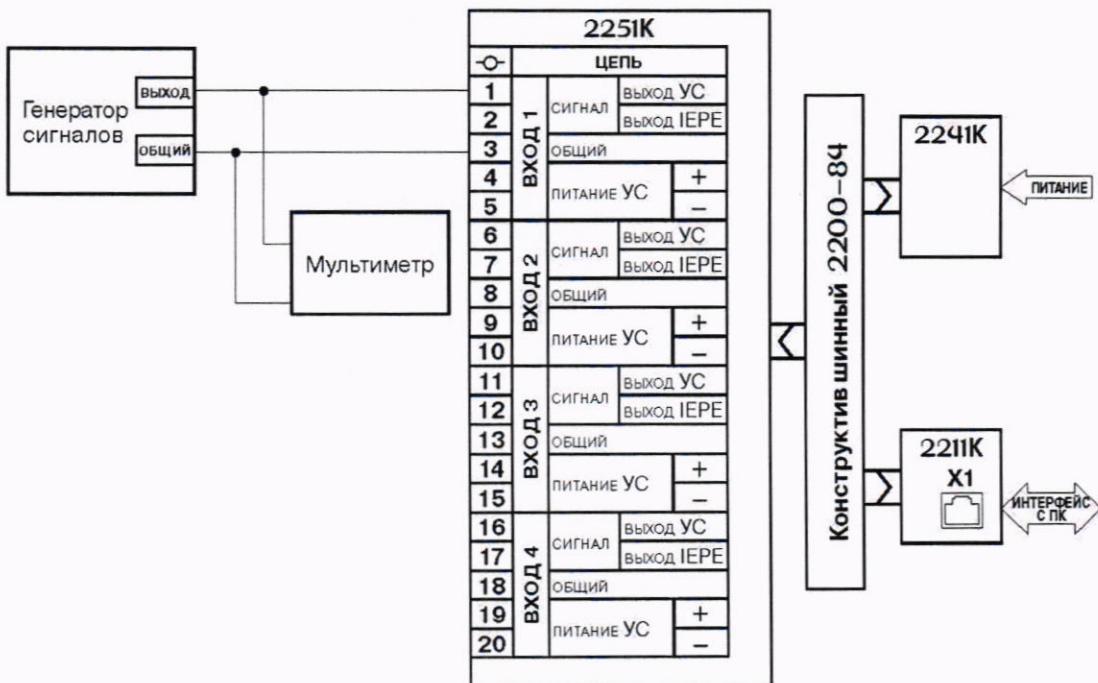
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2
канал 2	3 / 4
канал 3	5 / 6
канал 4	7 / 8

Рисунок А.2 – Схема соединений модуля 2251VA



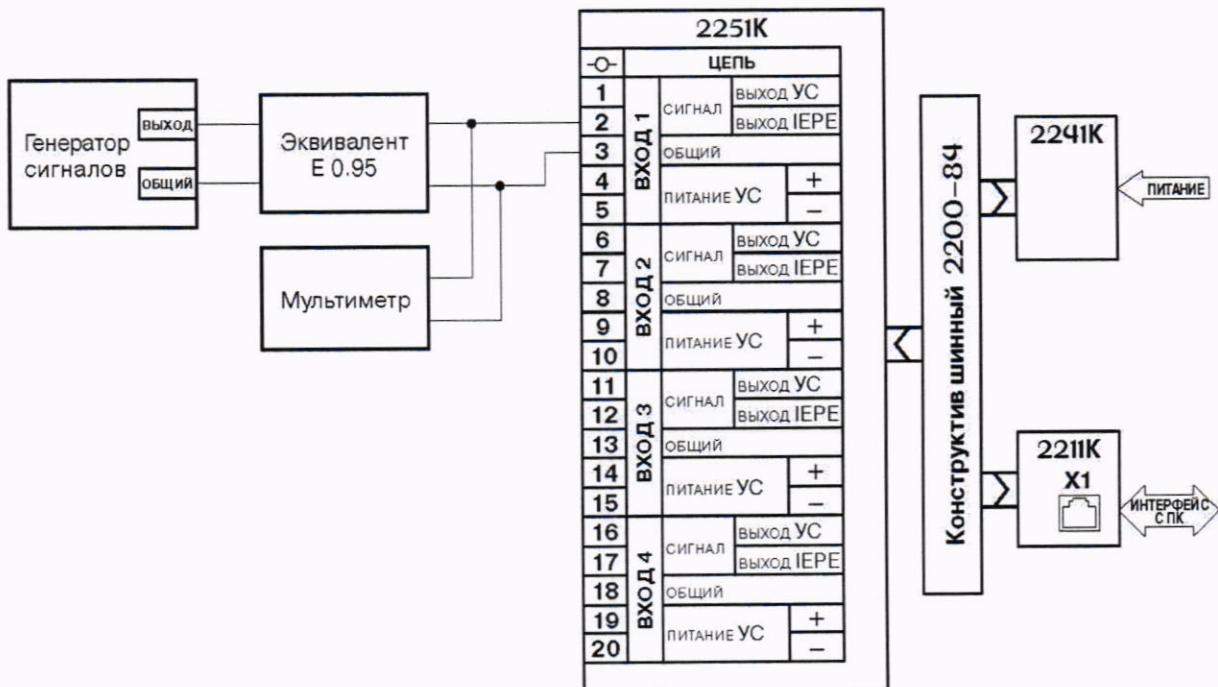
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 3
канал 2	6 / 8
канал 3	11 / 13
канал 4	16 / 18

Рисунок А.3 – Схема соединений модуля 2251К в режиме работы с усилителем согласующим



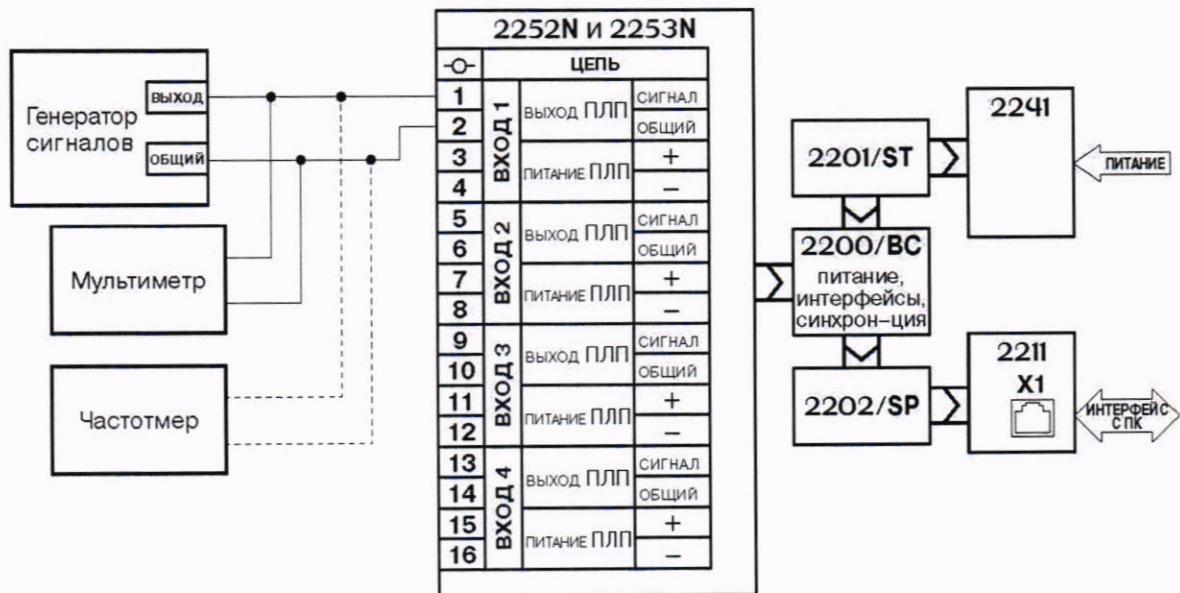
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	2 / 3
канал 2	7 / 8
канал 3	12 / 13
канал 4	17 / 18

Рисунок А.4 – Схема соединений модуля 2251К в режиме работы с питанием встроенных электронных усилителей акселерометров



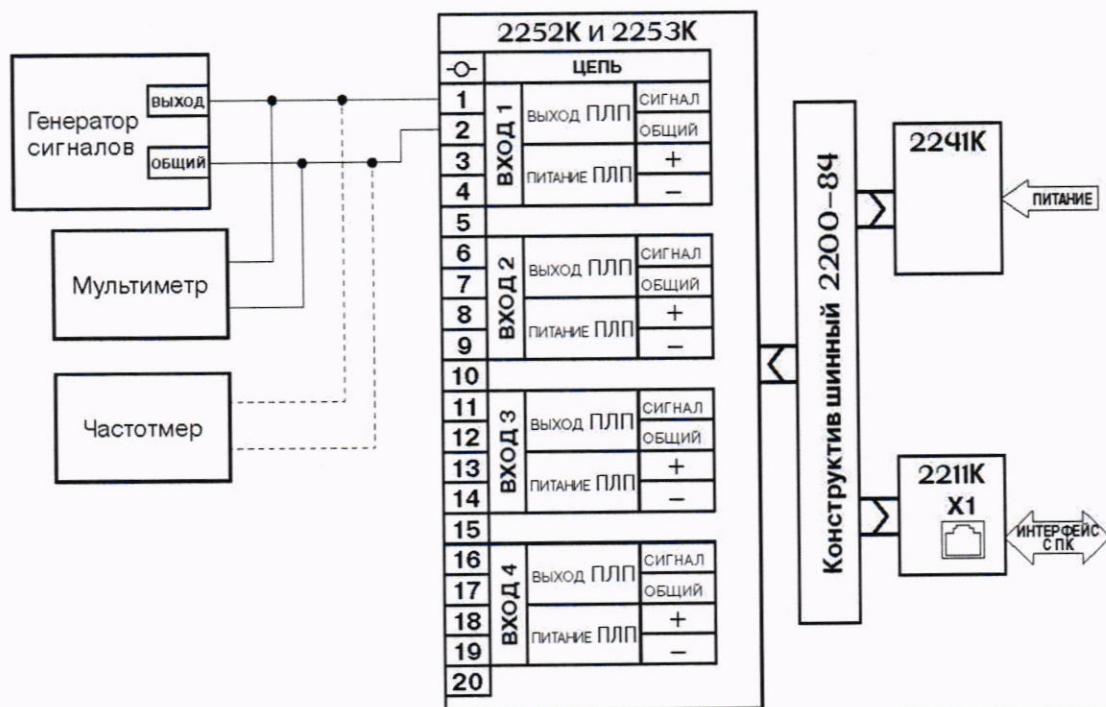
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2
канал 2	5 / 6
канал 3	9 / 10
канал 4	13 / 14

Рисунок А.5 – Схема соединений модуля 2252N и 2253N



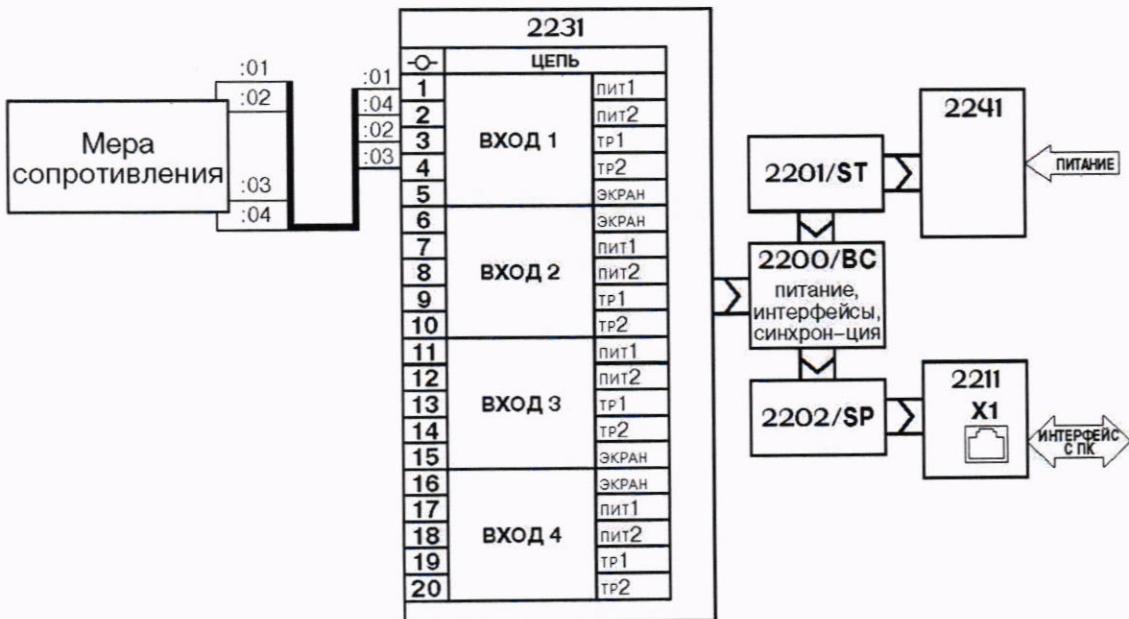
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2
канал 2	6 / 7
канал 3	11 / 12
канал 4	16 / 17

Рисунок А.6 – Схема соединений модуля 2252К и 2253К



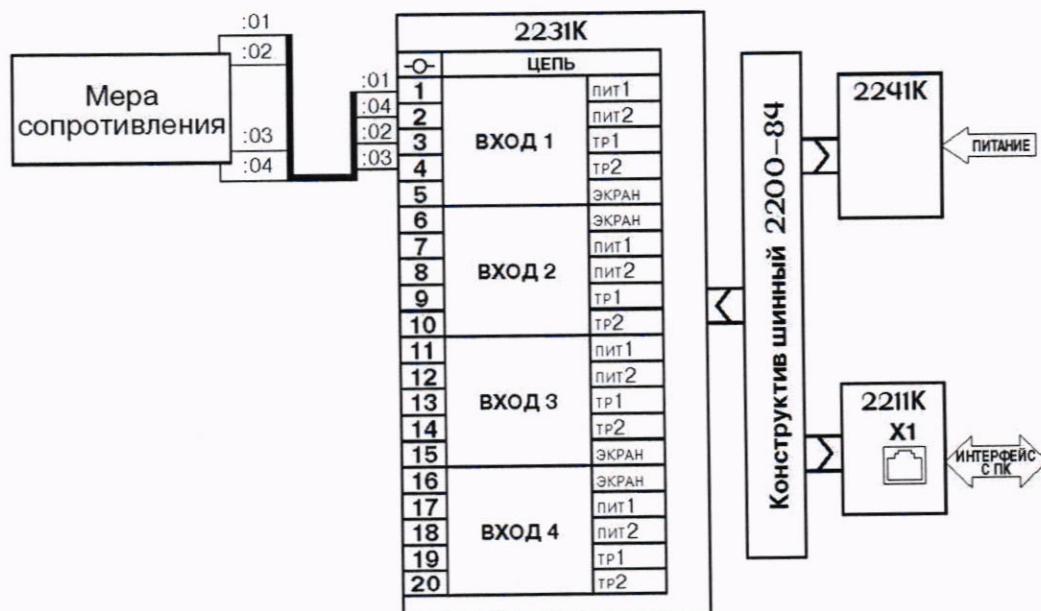
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2 / 3 / 4
канал 2	7 / 8 / 9 / 10
канал 3	11/12/13/14
канал 4	17/18/19/20

Рисунок А.7 – Схема соединений модуля 2231



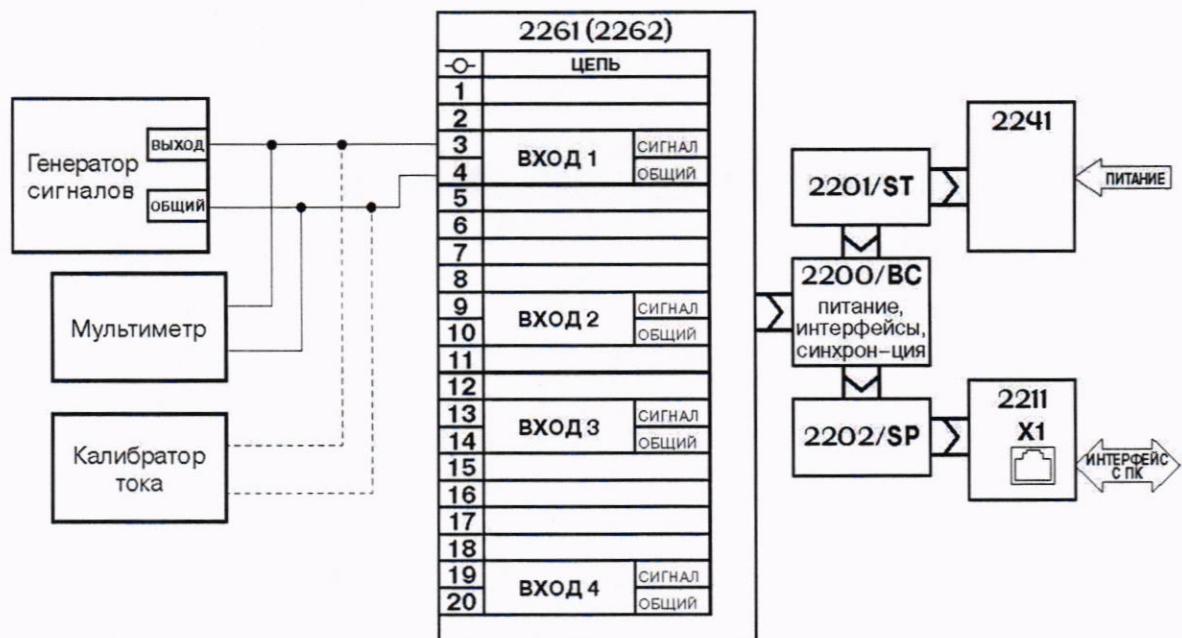
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	1 / 2 / 3 / 4
канал 2	7 / 8 / 9 / 10
канал 3	11/12/13/14
канал 4	17/18/19/20

Рисунок А.8 – Схема соединений модуля 2231К



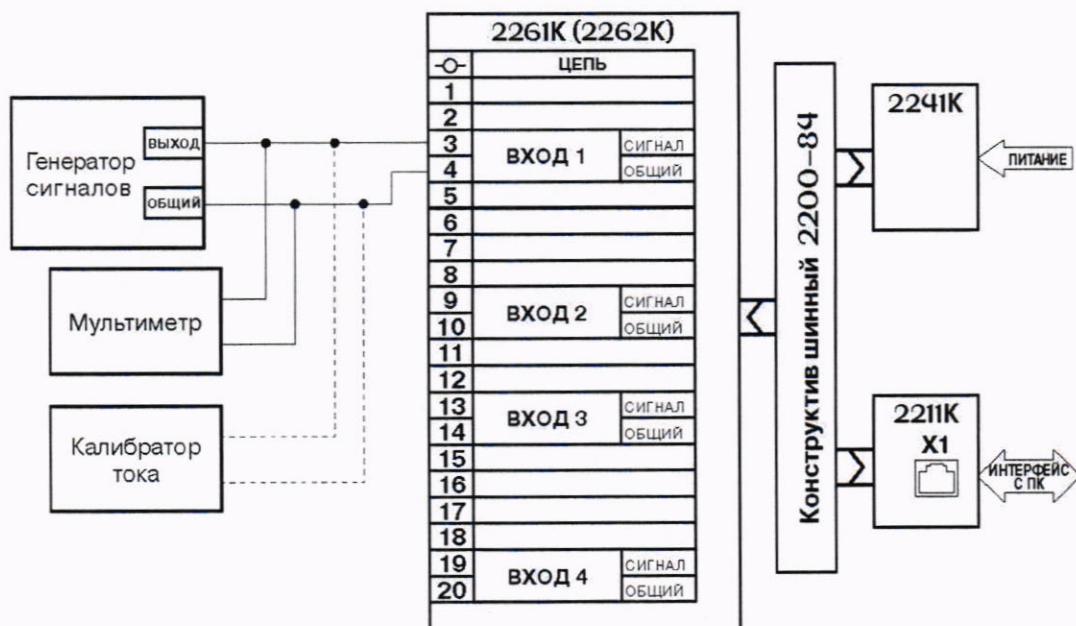
Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов использовать следующие клеммы:

канал 1	3 / 4
канал 2	9 / 10
канал 3	13 / 14
канал 4	19 / 20

Рисунок А.9 – Схема соединений модулей 2261 и 2262



Примечание

Приведена схема подключения для проверки характеристик измерительного канала 1.

Для проверки остальных каналов следующие клеммы:

канал 1	3 / 4
канал 2	9 / 10
канал 3	13 / 14
канал 4	19 / 20

Рисунок А.10 – Схема соединений модулей 2261К и 2262К