

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

П. С. Казаков



2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули преобразователей напряжения SIRIUS

Методика поверки

МП-НИЦЭ-110-24

г. Москва

2024 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	13

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на модули преобразователей напряжения SIRIUS (далее – модули), изготавливаемые «Dewesoft d.o.o.», Словения, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость модуля к ГЭТ 27-2009 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию от 18 августа 2023 года № 1706; ГЭТ 13-2023 государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию от 28 июля 2023 года № 1520; к ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию от 26 сентября 2022 года № 2360.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Проверка модулей должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – косвенный метод измерений, прямой метод измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц	Да	Да	10.2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда	Да	Да	10.5
Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов (TTL-вход)	Да	Да	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс (20 ± 5) °C;
- относительная влажность от 30 % до 80 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые модули и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критерии аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
п.п. 10.1, 10.3, 10.4 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520. Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведений/измерений от -1000 до	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A с усилителем Fluke 5725A (далее - калибратор), рег. № 52495-13 Мультиметр 3458A (далее - мультиметр), рег. № 77012-19.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	1000 В.	
п. 10.2 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 18 августа 2023 года № 1706. Средства измерений напряжения переменного тока частотой 1 кГц в диапазоне воспроизведений от -1000 до 1000 В.	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A с усилителем Fluke 5725A, рег. № 52495-13
п. 10.6 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по Приказу Росстандарта от 26 сентября 2022 года № 2360. Средства измерений частоты импульсов с амплитудой сигнала от 2 до 5 В в диапазоне воспроизведений от 1 до $1 \cdot 10^7$ Гц.	Генератор сигналов произвольной формы RIGOL DG1022Z, (далее - генератор) рег. № 56011-20.
п. 10.5 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 18 августа 2023 года № 1706. Средства измерений напряжения переменного тока частотой 1 кГц в диапазоне воспроизведений от 1 до 100 В.	Калибратор многофункциональный Fluke 5720A с усилителем Fluke 5725A, рег. № 52495-13.
п. 10.5 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны единицы электрической емкости, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80. Средства измерений электрической емкости в диапазоне воспроизведений от 0,0002 до 0,02 мкФ.	Магазин емкости Р5025, рег. № 5395-76.
Вспомогательные средства поверки		
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства из-	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °C до +25 °C, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 %	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
мерений)	до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 3 \%$.	
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источники с диапазоном воспроизведения напряжения переменного тока от 12 до 36 В, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 1 \%$.	Источник питания постоянного тока GPR-73060D, рег. 55898-13
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Наличие интерфейсов Ethernet и USB; операционная система Windows с установленным программным обеспечением (далее – ПО) «DEWEsoft»	Персональный компьютер IBM PC
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые модули и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Модуль допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид модуля соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите модуля от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и модуль допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, модуль к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый модуль и на применяемые средства поверки;
- выдержать модуль в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование модуля проводить в следующей последовательности:

8.2.1 Включить модуль и запустить программу «DEWEsoft».

8.2.2 Убедиться в успешной инициализации модуля и измерительных каналов (в диалоговом окне отображается внешний вид модуля, а в таблице перечень измерительных каналов). При нажатии на произвольный канал на изображение модуля или на кнопку «Настройки» канала в таблице должно открываться диалоговое окно расширенных настроек канала.

Результат проверки считать положительным, если выполняются все требования

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для проверки соответствия заявленных идентификационных данных ПО выполнить следующие операции:

- 1) Выполнить операции по п. 8.2.
- 2) Нажать кнопку «Параметры» в верхнем правом углу, в открывшемся меню выбрать «Параметры».
- 3) В разделе «Устройства» выбрать модуль и в строке «Версия прошивки» считать номер версии встроенного ПО.

Модуль допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводится в следующей последовательности:

- 1) Выполнить операции по п. 8.2.
- 2) Подключить калибратор к измерительному каналу модуля по схеме соединений, указанной в окне расширенных настроек канала.
- 3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Аналоговый вход». Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для всех каналов, в столбце «Измерение» выбрать измеряемую величину «Напряжение», в столбце «Диапазон» выбрать верхний предел диапазона измерений. Установить максимальное значение частоты дискретизации.

4) Перейти на вкладку «Измерения». В окне справа во вкладке «Каналы» выбрать измерительный канал модуля.

5) Во вкладке «Виджет» добавить цифровой счетчик, в окне слева выбрать тип дисплея «Среднее», при необходимости изменить разрешение и частоту обновления.

6) Последовательно воспроизвести с калибратора значения напряжения постоянного тока, соответствующие от $-U_b$ до $-0,9 \cdot U_b$; $-0,5 \cdot U_b$; $-0,2 \cdot U_b$; $+0,2 \cdot U_b$; $+0,5 \cdot U_b$; от $+0,9 \cdot U_b$ до $+U_b$, где U_b – верхний предел диапазона измерений напряжения постоянного тока, В. Для диапазонов измерений напряжения постоянного тока: от -0,05 до 0,05 В; от -0,04 до 0,04 В; от -0,02 до 0,02 В; от -0,01 до 0,01 В, последовательно воспроизвести с калибратора напряжения постоянного тока, соответствующие от $-U_b$ до $-0,9 \cdot U_b$; $-0,5 \cdot U_b$; $+0,5 \cdot U_b$; от $+0,9 \cdot U_b$ до $+U_b$, где U_b – верхний предел диапазона измерений напряжения постоянного тока, В.

Примечание – Допускается подавать сигнал с выхода калибратора через разветвители на входы нескольких измерительных каналов модуля одновременно.

7) Зафиксировать измеренные модулем значения напряжения постоянного тока, для каждого воспроизведенного калибратором значения.

8) Для модуля, имеющего несколько диапазонов измерений, выполнить операции по п.п. 6)-7) для каждого диапазона измерений.

9) Для модуля, имеющего более одного измерительного канала, выполнить операции по п.п. 6)-8) для каждого измерительного канала.

10) Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (1).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц

Определение абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц проводится в следующей последовательности:

1) Выполнить операции по п. 8.2.

2) Подключить калибратор к измерительному каналу модуля по схеме соединений, указанной в окне расширенных настроек канала.

3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Аналоговый вход». Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для всех каналов, в столбце «Измерение» выбрать измеряемую величину «Напряжение», в столбце «Диапазон» выбрать верхний предел диапазона измерений. Установить настройки в соответствии с рисунком 1.

4) Перейти на вкладку «Измерения». В окне справа во вкладке «Каналы» выбрать измерительный канал модуля.

5) Во вкладке «Виджет» добавить цифровой счетчик, в окне слева выбрать тип дисплея «Амплитудные значения», при необходимости изменить разрешение и частоту обновления.

6) Последовательно воспроизвести с калибратора значения напряжения переменного тока частотой 1 кГц, соответствующие от $-U_b$ до $-0,9 \cdot U_b$; $-0,5 \cdot U_b$; $-0,2 \cdot U_b$ до $-0,1 \cdot U_b$; от $0,1 \cdot U_b$ до $+0,2 \cdot U_b$; $+0,5 \cdot U_b$; от $+0,9 \cdot U_b$ до $+U_b$, где U_b – верхний предел диапазона измерений амплитудных значений напряжения переменного тока, В. Для диапазонов измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц: от -0,2 до 0,2 В; от -0,1 до 0,1 В; от -0,05 до 0,05 В; от -0,01 до 0,01 В, последовательно воспроизвести с калибратора амплитудные значения напряжения переменного тока частотой 1 кГц, соответствующие от $-U_b$ до $-0,9 \cdot U_b$; $-0,5 \cdot U_b$; $+0,5 \cdot U_b$; от $+0,9 \cdot U_b$ до $+U_b$, где U_b – верхний предел диапазона измерений амплитудных значений напряжения переменного тока, В.

Примечание – Допускается подавать сигнал с выхода калибратора через разветвители на входы нескольких измерительных каналов модуля одновременно.

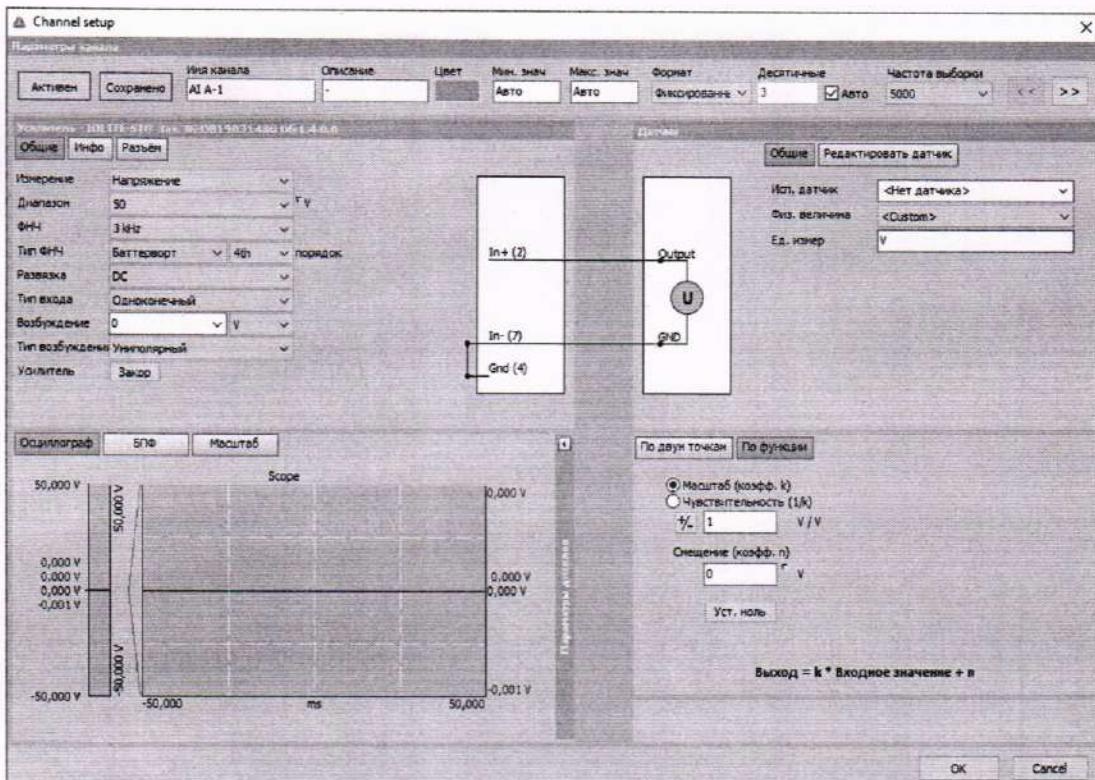


Рисунок 1 – Настройки канала измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц

- 7) Зафиксировать измеренные модулем амплитудные значения напряжения переменного тока для каждого воспроизведенного калибратором значения.
- 8) Выполнить операции по п.п. 6)-7) для каждого диапазона измерений.
- 9) Для модуля, имеющего более одного измерительного канала, выполнить операции по п.п. 6)-8) для каждого измерительного канала.
- 10) Рассчитать абсолютную погрешность измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц по формуле (2).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока проводится в следующей последовательности:

- 1) Выполнить операции по п. 8.2.
- 2) Подключить мультиметр к каналу воспроизведений модуля по схеме соединений, указанной в окне расширенных настроек канала.
- 3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Генератор сигналов». Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для всех каналов, выбрать режим генератора сигналов, а также форму сигнала для каждого канала.
- 4) Последовательно воспроизвести с модуля значения напряжения постоянного тока, соответствующие $-U_b; -0,5 \cdot U_b; -0,2 \cdot U_b; +0,2 \cdot U_b; +0,5 \cdot U_b; +U_b$, где U_b – верхний предел диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока, В.
- 5) Зафиксировать измеренные мультиметром значения напряжения постоянного тока, для каждого воспроизведенного модулем значения.
- 6) Для модуля, имеющего более одного измерительного канала, выполнить операции по п.п. 3)-5) для каждого измерительного канала.
- 7) Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока по формуле (3).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.4 Определение относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков

Определение относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков проводится в следующей последовательности:

1) Выполнить операции по п. 8.2.

2) Подключить калибратор и мультиметр к измерительному каналу модуля по схеме соединений, указанной в окне расширенных настроек канала.

3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Аналоговый вход». Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для всех каналов, в столбце «Измерение» выбрать измеряемую величину «Сигналы от тензометрических датчиков», в столбце «Диапазон» выбрать верхний предел диапазона измерений. Установить максимальное значение частоты дискретизации.

4) Перейти на вкладку «Измерения». В окне справа во вкладке «Каналы» выбрать измерительный канал модуля.

5) Во вкладке «Виджет» добавить цифровой счетчик, в окне слева выбрать тип дисплея «Среднее», при необходимости изменить разрешение и частоту обновления.

6) Последовательно имитировать сигналы от тензометрических датчиков, соответствующие $0,002 \cdot U_{\text{в.тэнз}}$; $0,25 \cdot U_{\text{в.тэнз}}$; $0,5 \cdot U_{\text{в.тэнз}}$; $0,75 \cdot U_{\text{в.тэнз}}$; $U_{\text{в.тэнз}}$, где $U_{\text{в.тэнз}}$ – верхний предел диапазона измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В, для этого воспроизводить с калибратора напряжение постоянного тока, рассчитанное по формуле (4):

$$U_{\text{калиб.}} = U \cdot U_{\text{пит.датч.}} \quad (4)$$

где U - требуемое значение сигнала от тензометрических датчиков, мВ/В;

$U_{\text{пит.датч.}}$ – напряжение питания тензометрического датчика, измеренное мультиметром, В

Примечание – Допускается подавать сигнал с выхода калибратора через разветвители на входы нескольких измерительных каналов модуля одновременно.

7) Зафиксировать измеренные модулем значения выходных сигналов от тензометрических датчиков, для каждого воспроизведенного калибратором значения.

8) Для модуля, имеющего несколько диапазонов измерений, выполнить операции по п.п. 6)-7) для каждого диапазона измерений.

9) Для модуля, имеющего более одного измерительного канала, выполнить операции по п.п. 6)-8) для каждого измерительного канала.

10) Рассчитать относительную погрешность измерений сигналов от тензометрических датчиков по формуле (5).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда

Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда проводится в следующей последовательности:

1) Выполнить операции по п. 8.2.

2) Подключить калибратор и магазин емкости Р5025 к измерительному каналу модуля по схеме соединений, указанной на рисунке 2.

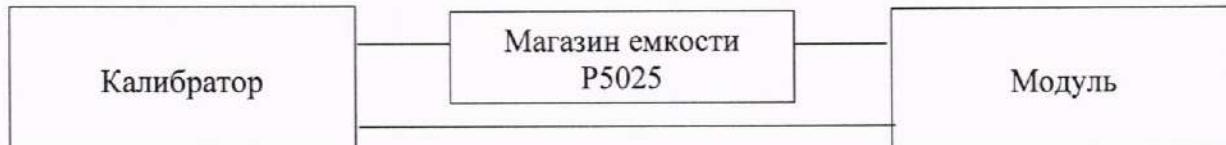


Рисунок 2 – Схема определения абсолютной погрешности измерений электрического заряда

3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Аналоговый вход». Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для всех каналов, в столбце «Измерение» выбрать измеряемую величину «Электрический заряд», в столбце «Диапазон» выбрать верхний предел диапазона измерений, в меню «ФНЧ» выбрать 100 кГц. Установить максимальное значение частоты дискретизации.

4) Перейти на вкладку «Измерения». В окне справа во вкладке «Каналы» выбрать измерительный канал модуля.

5) Во вкладке «Виджет» добавить цифровой счетчик, в окне слева выбрать тип дисплея «Среднее», при необходимости изменить разрешение и частоту обновления.

6) Последовательно воспроизвести с калибратора значения напряжения переменного тока частотой 1 кГц (U, V), и выставить на магазине емкости Р5025 значение емкости, соответствующие значению электрического заряда $-q; -0,5 \cdot q; -0,2 \cdot q; +0,2 \cdot q; +0,5 \cdot q, +q$, где q – верхний предел диапазона измерений выходных сигналов электрического заряда, пКл.

7) Зафиксировать измеренные модулем значения выходных сигналов электрического заряда, для каждого воспроизведенного значения.

8) Для модуля, имеющего несколько диапазонов измерений, выполнить операции по п.п. 6)-7) для каждого диапазона измерений.

9) Для модуля, имеющего более одного измерительного канала, выполнить операции по п.п. 6)-8) для каждого измерительного канала.

10) Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического заряда по формуле (6).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.6 Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов (TTL-вход)

Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов (TTL-вход) проводится в следующей последовательности:

1) Выполнить операции по п. 8.2.

2) Подключить генератор к измерительному каналу модуля по схеме соединений, указанной в окне расширенных настроек канала.

3) Перейти на вкладку «Настр. канала» - «Счетчики». В настройках канала в разделе «Основное приложение» выбрать «Датчик», выбрать единицу измерения «Hz», выключить входной фильтр. Установить в столбце «Активен» состояние «Активен» для измерительного канала. Установить максимальное значение частоты дискретизации.

4) Перейти на вкладку «Измерения». В окне справа во вкладке «Каналы» выбрать измерительный канал модуля.

5) Во вкладке «Виджет» добавить цифровой счетчик, в окне слева выбрать тип дисплея «Среднее», при необходимости изменить разрешение и частоту обновления.

6) Последовательно воспроизвести с генератора импульсные сигналы формы «мейндр» с амплитудой импульсного сигнала 2 В с частотой следования импульсов 1 Гц, 100 Гц, 10 кГц, 1 МГц, 10 МГц.

7) Зафиксировать измеренные модулем значения частоты следования импульсов для каждого воспроизведенного генератором значения.

8) Последовательно воспроизвести с генератора импульсные сигналы формы «мейндр» с амплитудой импульсного сигнала 5 В с частотой следования импульсов 1 Гц, 100 Гц, 10 кГц, 1 МГц, 10 МГц.

9) Зафиксировать измеренные модулем значения частоты следования импульсов для каждого воспроизведенного генератором значения.

10) Рассчитать относительную погрешность измерений частоты следования импульсов по формуле (7).

Результат проверки считать положительным, если полученные значения погрешности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное модулем значение напряжения постоянного тока, В;

$X_{\text{эт}}$ – воспроизведенное калибратором значение напряжения постоянного тока, В.

11.2 Абсолютная погрешность измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц рассчитывается по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное модулем амплитудное значение напряжения переменного тока, В;

$X_{\text{эт}}$ – амплитудное значение напряжения переменного тока, соответствующее значению напряжения переменного тока, воспроизведенному калибратором В.

11.3 Абсолютная погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta = X_{\text{воспр}} - X_{\text{эт}} \quad (3)$$

где $X_{\text{воспр}}$ – воспроизведенное модулем значение напряжения постоянного тока, В;

$X_{\text{эт}}$ – измеренное мультиметром значение напряжения постоянного тока, В.

11.4 Относительная погрешность измерений сигналов от тензометрических датчиков рассчитывается по формуле (5):

$$\delta = \frac{\frac{X_{\text{изм}} - U_{\text{калиб.}}}{U_{\text{пит.датч.}}} \cdot 100}{\frac{U_{\text{калиб.}}}{U_{\text{пит.датч.}}}}, \quad (5)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное модулем значение сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В;

$U_{\text{калиб.}}$ – воспроизведенное калибратором значение напряжения постоянного тока, мВ.

$U_{\text{пит.датч.}}$ – напряжение питания тензометрического датчика, измеренное мультиметром, В

11.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического заряда по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}, \quad (6)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное модулем значение электрического заряда, пКл;

$X_{\text{эт}}$ – воспроизведенное калибратором и магазином емкости Р5025 значение электрического заряда, пКл.

11.6 Рассчитать относительную погрешность измерений частоты следования импульсов по формуле:

$$\delta = \frac{X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}}{X_{\text{эт}}} \cdot 100 \quad (7)$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное модулем значение частоты следования импульсов, Гц;

$X_{\text{эт}}$ – воспроизведенное генератором значение частоты следования импульсов, Гц.

Модуль подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений

напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, абсолютной погрешности измерений электрического заряда, относительной погрешности измерений частоты следования импульсов, не превышающей пределов абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, абсолютной погрешности измерений электрического заряда, относительной погрешности измерений частоты следования импульсов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда модуль не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку модуля прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки модуля подтверждаются сведениями,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов / измеряемых величин / поддиапазонов измерений выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца модуля или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда модуль подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 По заявлению владельца модуля или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда модуль не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.5 Протоколы поверки модуля оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики модулей

Таблица А.1 – Метрологические характеристики измерительных каналов

Наименование характеристики	Значение
XHS-ACC	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,4 до +0,4 от -0,2 до +0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 50 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,4 до +0,4 от -0,2 до +0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,4 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
ACC (ACC+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 1 \cdot 10^{-3})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 1 \cdot 10^{-3})$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов ACC+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов ACC+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
MIC200	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
CHG (CHG+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 5 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,5 \cdot 10^{-3})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -0,5 до +0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 5 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,5 \cdot 10^{-3})$
Диапазоны измерений электрического заряда, пКл	от -100000 до +100000 от -5000 до +5000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического заряда, пКл	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot C_{изм} + 20)$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов CHG+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов CHG+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
XHS-HV	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -1100 до +1100 от -1000 до +1000 от -400 до +400 от -200 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -1000 до +1000 от -400 до +400 от -200 до +200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
HV	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -1100 до +1100 от -50 до +50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -1000 до +1000 от -50 до +50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
LV(LV+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -200,0 до +200,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -200,0 до +200,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов LV+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов LV+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
MULTI	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10 до +10 от -1 до +1 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10 до +10 от -1 до +1 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
STGM (STGM+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - для диапазона от -10,0 до +10,0 - для диапазона от -1,0 до +1,0 - для диапазона от -0,1 до +0,1 - для диапазона от -0,01 до +0,01	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов STGM+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов STGM+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
STG (STG+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -50,0 до +50,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -50,0 до +50,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В:	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов STG+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$

Наименование характеристики	Значение
импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов STG+), %	
UNI (UNI+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -100,0 до +100,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -100,0 до +100,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - для диапазона от -100,0 до +100,0 - для диапазона от -10,0 до +10,0 - для диапазона от -1,0 до +1,0 - для диапазона от -0,1 до +0,1 - для диапазона от -0,01 до +0,01	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов UNI+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов UNI+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
HD-ACC	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -1,0 до +1,0 от -0,2 до +0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -1,0 до +1,0 от -0,2 до +0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
XHS-LV	

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,5 до +2,5 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,25 до +0,25 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,5 до +2,5 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,25 до +0,25 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -100,0 до +100,0 от -10,0 до +10,0

Наименование характеристики	Значение
	от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -100,0 до +100,0 от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,07$
HD-STGS	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -1,0 до +1,0 от -0,1 до +0,1 от -0,01 до +0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В: - для диапазона от -10,0 до +10,0 - для диапазона от -1,0 до +1,0 - для диапазона от -0,1 до +0,1 - для диапазона от -0,01 до +0,01	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$ $\pm(2 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
HS-ACC (HS-ACC+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -1,0 до +1,0 от -0,2 до +0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -1,0 до +1,0

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -0,2 до +0,2 $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм})$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов HS-ACC+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов HS-ACC+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
HS-CHG (HS-CHG+)	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 50 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
Диапазоны измерений электрического заряда, пКл	от -100000 до +100000 от -5000 до +5000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического заряда, пКл	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot C_{изм} + 20)$
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов HS-CHG+), Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) (только для каналов HS-CHG+), %	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
HS-HV	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -1100,0 до +1100,0 от -800,0 до +800,0 от -400,0 до +400,0 от -200,0 до +200,0 от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 0,04)$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -1000,0 до +1000,0 от -800,0 до +800,0 от -400,0 до +400,0 от -200,0 до +200,0 от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
HS-LV	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: - в диапазоне измерений от -100,0 до +100,0 В - в диапазоне измерений от -50,0 до +50,0 В - в диапазоне измерений от -20,0 до +20,0 В - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -5,0 до +5,0 В - в диапазоне измерений от -2,0 до +2,0 В - в диапазоне измерений от -1,0 до +1,0 В - в диапазоне измерений от -0,5 до +0,5 В - в диапазоне измерений от -0,2 до +0,2 В - в диапазоне измерений от -0,1 до +0,1 В - в диапазоне измерений от -0,05 до +0,05 В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 2 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D + 100 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -100,0 до +100,0 от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,5 до +0,5 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1 от -0,05 до +0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$

Наименование характеристики	Значение
HS-STG	
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В	от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,4 до +0,4 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1 от -0,04 до +0,04 от -0,02 до +0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В: - в диапазоне измерений от -50,0 до +50,0 В - в диапазоне измерений от -20,0 до +20,0 В - в диапазоне измерений от -10,0 до +10,0 В - в диапазоне измерений от -5,0 до +5,0 В - в диапазоне измерений от -2,0 до +2,0 В - в диапазоне измерений от -1,0 до +1,0 В - в диапазоне измерений от -0,4 до +0,4 В - в диапазоне измерений от -0,2 до +0,2 В - в диапазоне измерений от -0,1 до +0,1 В - в диапазоне измерений от -0,04 до +0,04 В - в диапазоне измерений от -0,02 до +0,02 В	$\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot D + 5 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot D + 5 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot D + 5 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$ $\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot D + 10 \cdot 10^{-6})$
Диапазоны измерений амплитудных ¹⁾ значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	от -50,0 до +50,0 от -20,0 до +20,0 от -10,0 до +10,0 от -5,0 до +5,0 от -2,0 до +2,0 от -1,0 до +1,0 от -0,4 до +0,4 от -0,2 до +0,2 от -0,1 до +0,1 от -0,04 до +0,04 от -0,02 до +0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц, В	$\pm(0,3 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
Диапазон измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков, мВ/В	от 2 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений выходных сигналов от тензометрических датчиков (при напряжении питания постоянного тока мостовой схемы тензометрических датчиков), %	$\pm 0,05$
АО	
Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока, В	от -10,0 до +10,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, В	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{воспр} + 0,02)$

Примечания:

¹⁾ – в модулях реализована возможность измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока частотой 1 кГц.

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения постоянного тока / значение напряжения переменного тока, В.

$U_{\text{воспр}}$ – воспроизведенное значение напряжения постоянного тока, В.

$C_{\text{изм}}$ – измеренное значение электрического заряда, пКл.

D – диапазон измерений напряжения постоянного тока, В