

СОГЛАСОВАНО
Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

« 02 »

02

2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений и анализа вибропараметров СИАВ

Методика поверки

МП 53-01-26

пгт. Менделеево
2026 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки системы измерения и анализа вибропараметров СИАВ серийный номер 25.10.0001 (далее по тексту – СИАВ) и устанавливает методику её первичной и периодической поверок.

1.2 Первичная поверка проводится до ввода в эксплуатацию, а в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта, проводится периодическая поверка.

1.3 СИАВ соответствует рабочему средству измерений по государственным поверочным схемам:

- для средств измерений переменного электрического напряжения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1706 от 18.08.2023;

- для средств измерений постоянного электрического напряжения, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28.07.2023;

- для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26.09.2022.

1.4 Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость к:

- Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10-3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008) в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023;

- Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023) в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023;

- Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018) в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Входные каналы типа UNI	
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -100 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{изм}} + 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot D^2 + \Delta^3)$
Диапазон измерений амплитудных значений напряжения переменного тока, В	от $5 \cdot 10^{-5}$ до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока, В в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц вкл. в диапазоне частот св. 1 до 10 кГц вкл. в диапазоне частот св. 10 до 100 кГц	$\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{изм}} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot D)$ $\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-4} \cdot D)$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{\text{изм}} + 1 \cdot 10^{-3} \cdot D)$
Диапазон измерений электрического заряда (с адаптером DSI-CHG-50) в диапазоне частот от 40 Гц до 40 кГц, пКл	от 10 до 30 000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического заряда, пКл	$\pm(5 \cdot 10^{-3} \cdot C_{\text{изм}})^4$

¹⁾ $U_{\text{изм}}$ – здесь и далее, измеренное значение напряжения, В;

²⁾ D – здесь и далее, предел измерений, В;

³⁾ Δ – 40 мкВ для пределов измерений <10 В и 1 мВ для пределов измерений ≥ 10 В;

⁴⁾ $C_{\text{изм}}$ – измеренное значение электрического заряда, пКл

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Входные каналы типа CNT	
Диапазон измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход), Гц	от 1 до $2 \cdot 10^6$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход)	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
Входные каналы типа АСС	
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от -10 до +10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(2 \cdot 10^{-4} \cdot U_{изм} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot D)$
Диапазон измерений амплитудных значений напряжения переменного тока, В	от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока, В в диапазоне частот от 3 до 1000 Гц вкл. в диапазоне частот св. 1 до 10 кГц вкл. в диапазоне частот св. 10 до 20 кГц	$\pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot U_{изм} + 2 \cdot 10^{-4} \cdot D)$ $\pm(8 \cdot 10^{-4} \cdot U_{изм} + 6 \cdot 10^{-4} \cdot D)$ $\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U_{изм} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot D)$

1.6 При проверке метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений и метод непосредственного сличения результата измерений поверяемого средства измерений со значением, определенным эталоном.

1.7 Допускается проведение поверки СИАВ для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с письменным заявлением владельца с обязательным занесением информации об объеме проведенной поверки в ФИФ ОЕИ.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.
Таблица 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	
1. Внешний осмотр	да	да	7
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
3. Проверка программного обеспечения (далее – ПО)	да	да	9
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
4.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа UNI	да	да	10.1

Продолжение таблицы 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	
4.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа UNI	да	да	10.2
4.3 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений электрического заряда для входных каналов типа UNI	да	да	10.3
4.4 Проверка диапазона измерений и относительной погрешности измерений частоты импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В для входных каналов типа CNT	да	да	10.4
4.5 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа АСС	да	да	10.5
4.6 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа АСС	да	да	10.6

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, %..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа. от 84 до 106;
- напряжение питающей сети переменного тока, В220±4,4;
- частота питающей сети, Гц..... 50±0,5.

Примечание – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать требованиям регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, прошедшие специальную подготовку в качестве поверителей.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемую СИАВ и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в

таблице 3.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

Таблица 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа UNI	Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне напряжения от 0,01 до 100 В по Государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1520 от 28.07.2023)	Калибратор универсальный 9100 (рег. № 25985-09)
10.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа UNI	Рабочие эталоны 2-го разряда для напряжения 50 мкВ на частоте 10 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023) Генераторы синусоидальных сигналов 50 мкВ на частоте 10 кГц, абсолютная погрешность установки частоты выходного сигнала не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ Гц Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне напряжения от 0,03 до 100 В по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023)	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10) Калибратор универсальный 9100 (рег. № 25985-09)
10.3 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений электрического заряда для входных каналов типа UNI	Рабочие эталоны 2-го разряда для напряжения в диапазоне от 100 мкВ до 30 В в диапазоне частот от 40 Гц до 40 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023) Средства измерений электрической ёмкости в диапазоне от 100 до 1000 пФ, пределы допускаемого относительного среднеквадратического отклонения результатов измерений электрической ёмкости $\pm 4 \cdot 10^{-6}$	Калибратор универсальный 9100 (рег. № 25985-09) Мера электрической ёмкости 16380А (рег. № 67264-17)

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4 Проверка диапазона измерений и относительной погрешности измерений частоты импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В для входных каналов типа CNT	Генераторы сигналов произвольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 2 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	Генератор сигналов произвольной формы 33520В (рег. № 72915-18)
10.5 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа АСС	Рабочие эталоны 2-го разряда в диапазоне напряжения от 0,01 до 10 В по Государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1520 от 28.07.2023)	Калибратор универсальный 9100 (рег. № 25985-09)
10.6 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа АСС	Рабочие эталоны 2-го разряда для напряжения в диапазоне от 0,3 мВ до 10 В в диапазоне частот от 3 Гц до 20 кГц по Государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения (Приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023) Генераторы синусоидальных сигналов в диапазоне частот от 3 Гц до 20 кГц, абсолютная погрешность установки частоты выходного сигнала не более $\pm 1 \cdot 10^{-3}$ Гц	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03) Генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений DS360 (рег. № 45344-10)
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки средства поверки, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление, не допускается использование в качестве заземления корпусов силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

6.2 Меры безопасности при подготовке и проведении поверки должны соответствовать действующим требованиям ГОСТ 12.2.007.0-75, «Требования безопасности к электротехническому изделию и его частям».

6.3 Подключение средств поверки, поверяемых средств, а также вспомогательного оборудования производить при выключенном источнике питания.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр и проверку внешнего вида проводить визуальным контролем на предмет:

– соответствия внешнего вида описанию и изображению, приведенному в описании типа;

- отсутствие механических повреждений, целостность разъёмов, а также креплений элементов конструкции средств измерений из состава системы;
- полноту маркировки средств измерений из состава системы, её сохранность, все надписи должны быть читаемы;
- отсутствие повреждений в соединениях.

7.2 Результат проверки считается положительным, если СИАВ соответствует требованиям технической документации и признается пригодными к применению, если выполняется п. 7.1.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Во время подготовки к поверке необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией на СИАВ и подготовить средства поверки для проведения поверки.

8.1.2 Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки, а затем периодически, но не реже одного раза в три часа.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Проверить:

- работоспособность органов управления СИАВ;
- работоспособность функций системы в соответствии с РЭ.

При проверке функционирования оценка МХ СИАВ не проводится.

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если СИАВ нормально функционирует и органы управления работоспособны при проверке по п. 8.2.1.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	встроенное ПО	автономное ПО
Идентификационное наименование ПО	Firmware	DewesoftX
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.0	не ниже 2025.1
Цифровой идентификатор ПО	–	–

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа UNI

10.1.1 Включить СИАВ и прогреть в течении 30 минут.

10.1.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

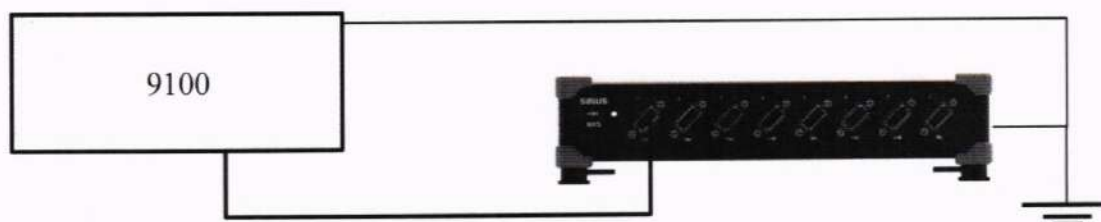


Рисунок 1

При подключении калибратора к входным каналам типа UNI системы использовать контакты 2 и 7, или контакты 2 и 4 по схеме контактов разъёма на рисунке 2.

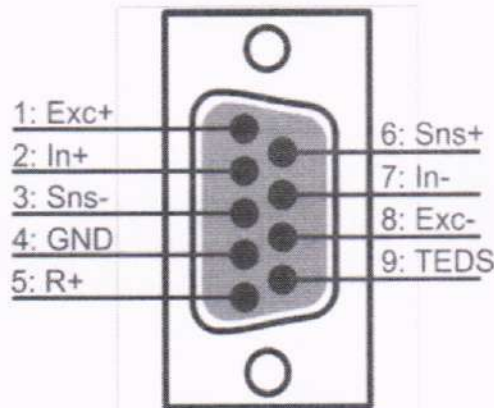


Рисунок 2

10.1.3 Запустить программное обеспечение DewesoftX. В настройках измерительного канала (Рисунок 3) установить следующие параметры:

- Измерение – *Напряжение*;
- Диапазон – в соответствии с таблицей 5;
- ФНЧ – *Выкл*;
- Развязка – *DC*;
- Тип входа – *Одноконечный*¹;
- Частота выборки – *25000*.

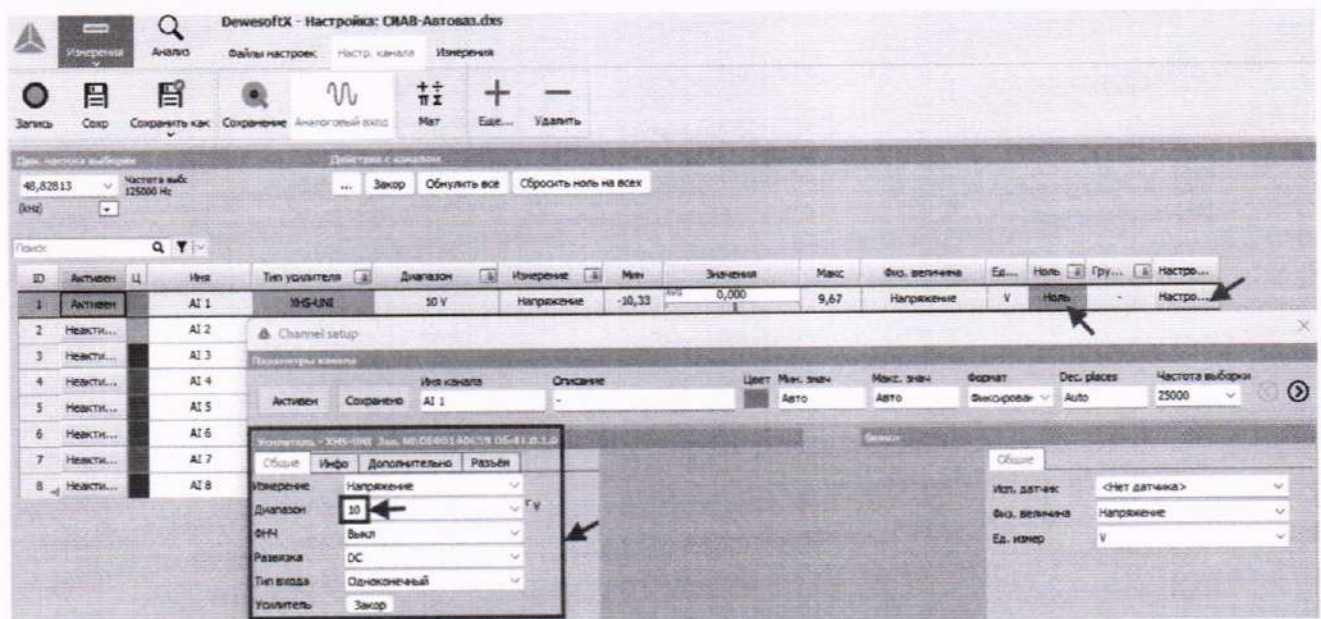


Рисунок 3

10.1.4 Подготовить калибратор к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

10.1.5 Установить выходное напряжение калибратора равным 0. В настройках измерительного канала системы щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке «Ноль» для активации обнуления (смещение малых отклонений в нулевую позицию входа).

Перейти во вкладку «Измерения».

10.1.6 Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ (В) калибратора в соответствии с таблицей 5.

¹ Земля связана с минусовым входом (контакт 7 по схеме контактов разъёма на рисунке 2).

Таблица 5

Диапазон измерений системы, В	Напряжение на выходе калибратора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В
1	2	3
0,05	0,01	$\pm 0,0000555$
	0,05	$\pm 0,000055$
1	0,2	$\pm 0,00035$
	0,5	$\pm 0,00019$
	1,0	$\pm 0,00034$
10	2,0	$\pm 0,0041$
	5,0	$\pm 0,0025$
	10,0	$\pm 0,004$
100	20,0	$\pm 0,032$
	50,0	$\pm 0,016$
	100,0	$\pm 0,031$

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) постоянного тока с помощью системы.

10.1.7 Последовательно устанавливать выходное напряжение постоянного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 5 и измерять значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) постоянного тока с помощью системы.

10.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность Δ (В) измерений системы по формуле (1):

$$\Delta U = U_{\text{калибр}} - U_{\text{сист}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{калибр}}$ – выходное напряжение калибратора, В;

$U_{\text{сист}}$ – значение напряжения, измеренное с помощью системы, В.

Изменить полярность подсоединения калибратора.

10.1.9 Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ калибратора в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Диапазон измерений системы, В	Напряжение на выходе калибратора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В
1	2	3
0,05	-0,01	$\pm 0,0000555$
	-0,05	$\pm 0,0000675$
1	-0,2	$\pm 0,00035$
	-0,5	$\pm 0,00044$
	-1,0	$\pm 0,00059$
10	-2,0	$\pm 0,0041$
	-5,0	$\pm 0,005$
	-10,0	$\pm 0,0065$
100	-20,0	$\pm 0,032$
	-50,0	$\pm 0,041$
	-100,0	$\pm 0,056$

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ постоянного тока с помощью системы.

10.1.10 Последовательно устанавливать выходное напряжение постоянного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 6 и повторять пункт 10.1.9.

10.1.11 Рассчитать абсолютную погрешность Δ измерений напряжения постоянного тока системы по формуле (1).

10.1.12 Повторить операции по пунктам 10.1.2–10.1.11 для всех оставшихся входных каналов типа UNI системы.

10.1.13 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений напряжения постоянного тока от минус 100 до 100 В абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока системы находится в пределах, указанных в соответствующих ячейках столбца 3 таблиц 5 и 6.

10.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа UNI

10.2.1 Измерения амплитудных значений² напряжения переменного тока от 0,05 В включительно проводить по схеме рисунка 1, значений напряжения переменного тока ниже 0,05 В – по схеме рисунка 4 (контроль значений выходного напряжения переменного тока генератора с помощью мультиметра 3458А).

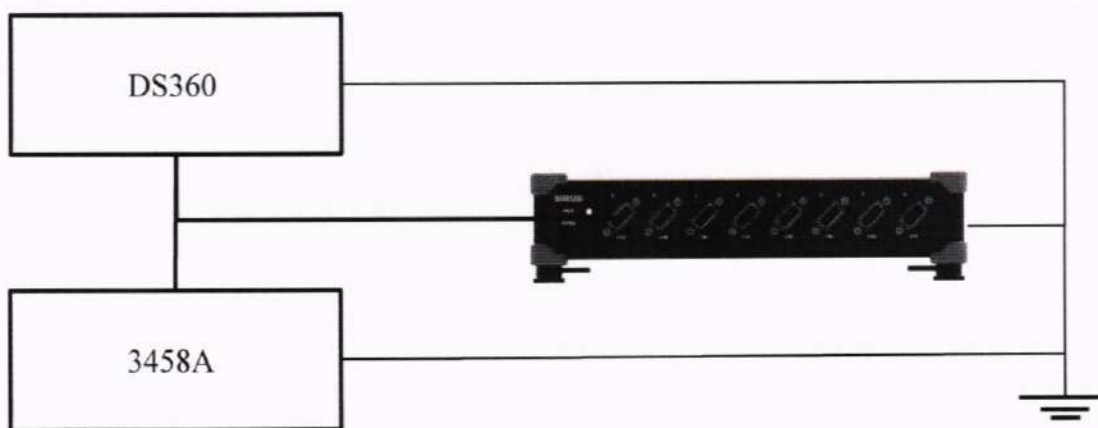


Рисунок 4

При подключении генератора/калибратора к входным каналам типа UNI системы использовать контакты 2 и 7 по схеме контактов разъёма на рисунке 2.

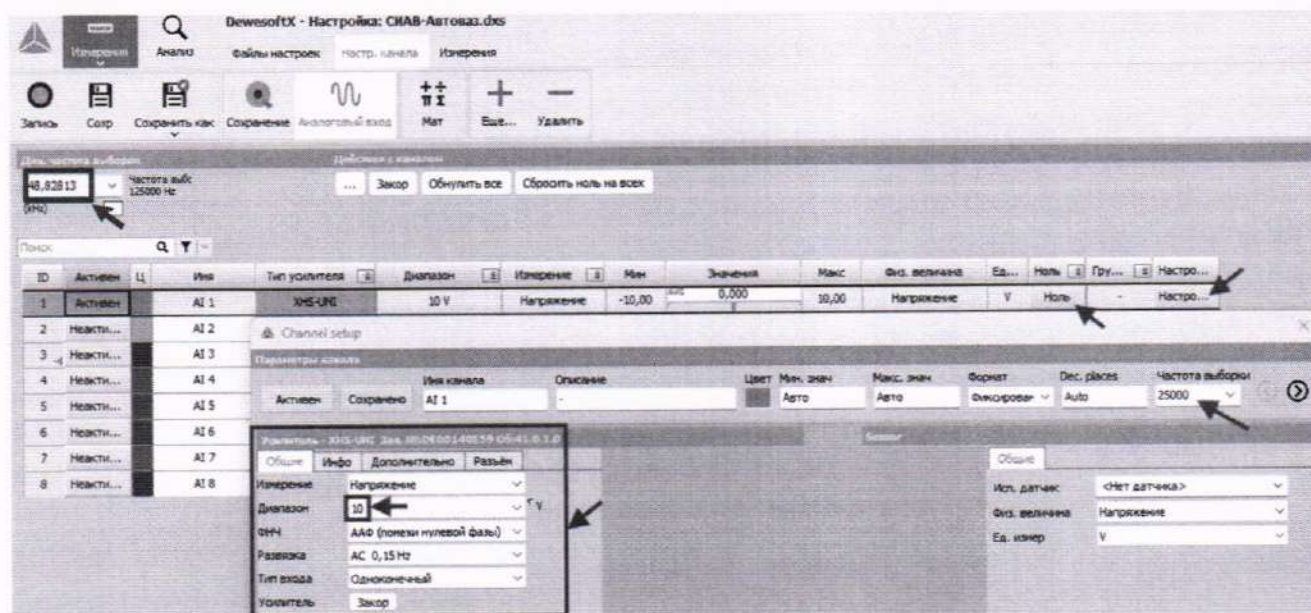


Рисунок 5

10.2.2 В программном обеспечении DewesoftX в настройках измерительного канала (Рисунок 5) установить следующие параметры:

- Измерение – *Напряжение*;
- Диапазон – в соответствии с таблицей 7;

² В настоящем документе в контексте напряжения переменного тока имеются ввиду амплитудные значения.

- ФНЧ – ААФ (помехи нулевой фазы);
- Развязка – АС 0,15 Hz;
- Тип входа – Одноконечный;
- Частота выборки – в соответствии с таблицей 7³.

Установить выходное напряжение калибратора равным 0. В настройках измерительного канала системы щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке «Ноль» для активации обнуления (смещение малых отклонений в нулевую позицию входа).

Перейти во вкладку «Измерения».

10.2.3 Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ (В⁴) и частоту калибратора в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Диапазон измерений системы, В	Миним. частота выборки, Гц	Напряжение на выходе калибратора, В	Частота сигнала калибратора, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
1	2	3	4	5
0,05	10 000	0,00005 ⁵	1 000	±0,00001002
	100		10	±0,000022
	10 000		1 000	
	100 000		10 000	±0,000043
	1 000 000		100 000	±0,00008
1	100	0,5	10	±0,0004
	10 000		1 000	
	100 000		10 000	±0,0008
	1 000 000		100 000	±0,0015
10	100	5	10	±0,004
	10 000		1 000	
	100 000		10 000	±0,008
	1 000 000		100 000	±0,015
100	10 000	100	1 000	±0,06

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) переменного тока с помощью системы.

10.2.4 Последовательно устанавливать выходное напряжение и частоту переменного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 7 и измерять значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) переменного тока с помощью системы.

10.2.5 Рассчитать абсолютную погрешность Δ (В) измерений напряжения переменного тока системы по формуле (1).

10.2.6 Повторить операции по пунктам 10.2.1–10.2.6 для всех оставшихся входных каналов типа UNI системы.

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений напряжения переменного тока от $5 \cdot 10^{-5}$ до 100 В абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока системы находится в пределах, указанных в соответствующих ячейках столбца 5 таблицы 7.

10.3 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений электрического заряда для входных каналов типа UNI

10.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

³ При необходимости, расширить диапазон частоты выборки в программном обеспечении DewesoftX можно увеличивая значение максимальной частоты выборки в окне «Дин. частота выборки».

⁴ Здесь и далее, в контексте напряжения переменного тока имеется ввиду амплитудное значение.

⁵ Измерения проводить по схеме рисунка 4.

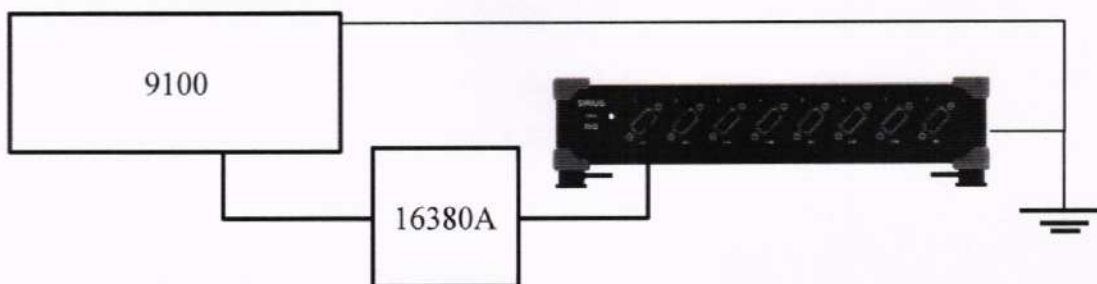


Рисунок 6

При подключении к входным каналам типа UNI системы использовать адаптер DSI-CHG-50, входящий в комплект системы.

10.3.2 В программном обеспечении DewesoftX в настройках измерительного канала (Рисунок 7) установить следующие параметры:

- Измерение – *Заряд* (после подключения адаптера, устанавливается автоматически);
- Диапазон – в соответствии с таблицей 7;
- ФНЧ – *ААФ (помехи нулевой фазы)*;
- ФВЧ – любое из возможных значений;
- Усилитель – *Закор*;
- Частота выборки – в соответствии с таблицей 7.

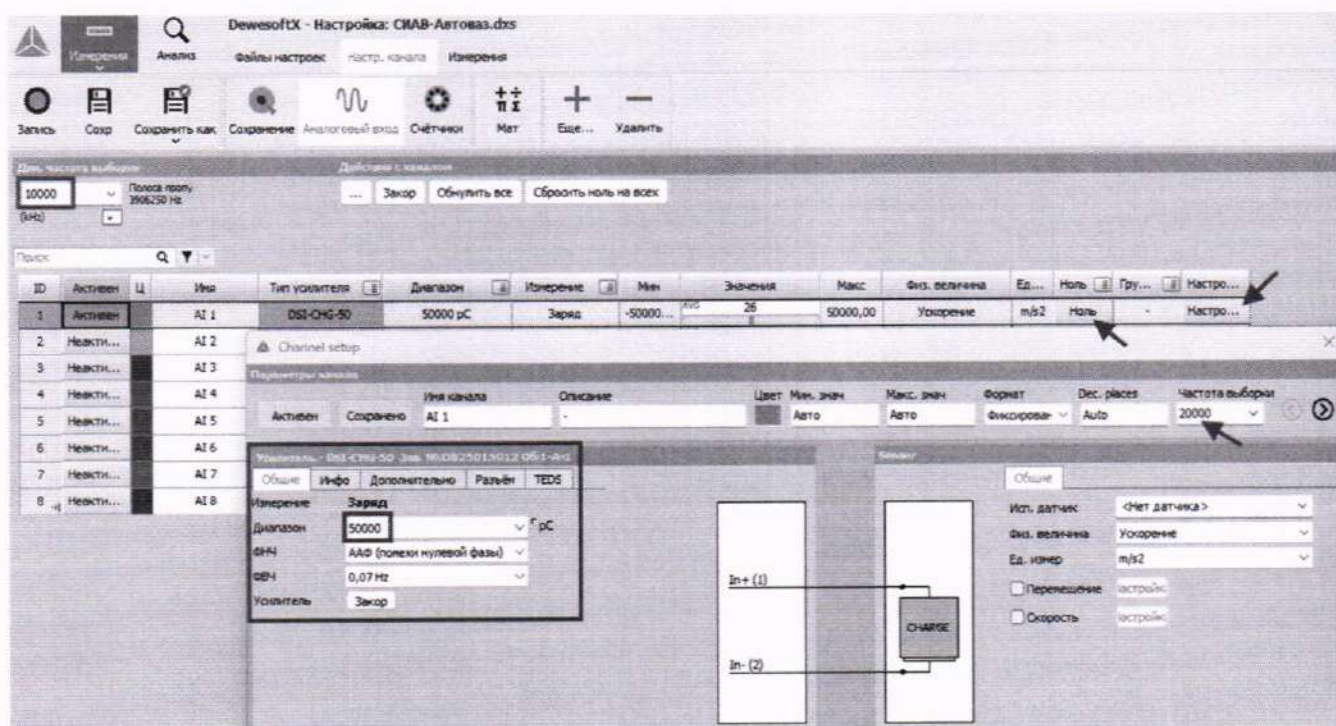


Рисунок 7

10.3.3 Установить выходное напряжение калибратора равным 0. В настройках измерительного канала системы щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке «Ноль» для активации обнуления (смещение малых отклонений в нулевую позицию входа).

Перейти во вкладку «Измерения».

10.3.4 Установить параметры сигнала (выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ (В) и частоту калибратора и меру электрической ёмкости C (пФ) в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Диапазон измерений системы, пКл	Миним. частота выборки, Гц	Напряжение на выходе калибратора, В	Частота сигнала калибратора, Гц	Ёмкость меры, пФ	Заряд расчётный ⁶ , пКл	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
1	2	3	4	5	6	7
500	16 000	0,1	1 000	100	10	±0,005
	16 000	3	40		300	±1,5
	16 000		1 000			
	400 000		40 000			
5 000	16 000	3	40	1000	3 000	±15
	16 000		1 000			
	400 000		40 000			
30 000	16 000	30	1 000		30000	±150

Измерить значение электрического заряда $Q_{\text{сист}}$ (В) с помощью системы.

10.3.5 Последовательно устанавливать параметры сигнала (выходное напряжение и частоту) калибратора и меру электрической ёмкости в соответствии с таблицей 8, повторить пункт 10.3.4.

10.3.6 Рассчитать абсолютную погрешность ΔQ (пКл) измерений электрического заряда системы по формуле (2):

$$\Delta Q = Q_{\text{сист}} - C \cdot U_{\text{калибр}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{сист}}$ – значение электрического заряда, измеренное с помощью системы, пКл

C – значение электрической ёмкости меры, пФ;

$U_{\text{калибр}}$ – значение выходного напряжения калибратора, В.

10.3.7 Повторить операции по пунктам 10.3.1–10.3.6 для всех оставшихся входных каналов типа UNI системы.

10.3.8 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений электрического заряда от 1 до 30 000 пКл абсолютная погрешность измерений электрического заряда системы находится в пределах, указанных в соответствующих ячейках столбца 7 таблицы 8.

10.4 Проверка диапазона измерений и относительной погрешности измерений частоты импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В для входных каналов типа CNT

10.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 8.

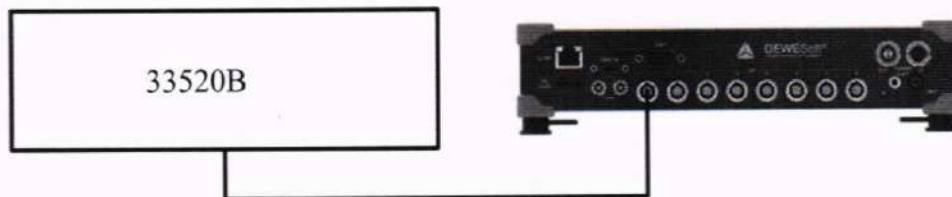


Рисунок 8

При подключении генератора к входным каналам типа CNT системы использовать контакты 1 и 7 по схеме контактов разъёма на рисунке 9.

⁶ Значение заряда рассчитывается как произведение ёмкости на напряжение.

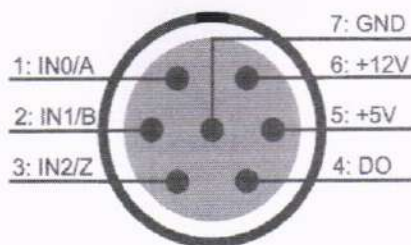


Рисунок 9

10.4.2 Запустить программное обеспечение DewesoftX. В настройках измерительного канала (Рисунок 10) выбрать «Счётчики» и активировать используемый канал. В настройках установить галочку в окошке «Расширенный режим» – появится возможность измерять частоту сигнала.

Перейти во вкладку «Измерения».

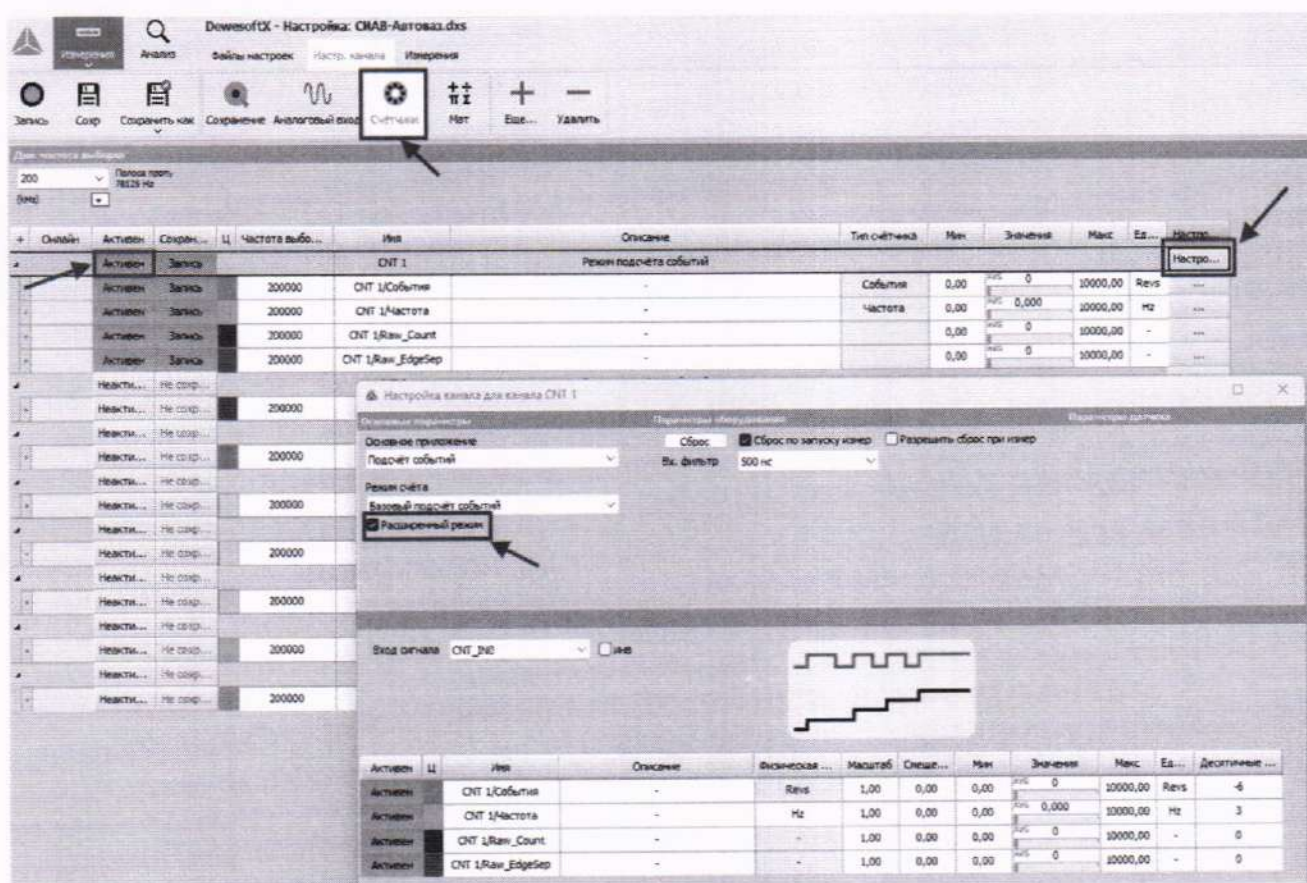


Рисунок 10

10.4.3 Подготовить генератор к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

Установить на генераторе следующие параметры воспроизведения:

- Тип сигнала – *Прямоугольный*;
- Размах выходного напряжения⁷ – 2 В (5 В);
- Напряжение смещения – 1 В при размахе выходного напряжения 2 В, 2,5 В при размахе выходного напряжения 5 В;
- Частота – последовательно 1, 10, 100 Гц, 1, 10, 100 кГц, 1 и 2 МГц.

10.4.4 Измерить значения частоты $F_{\text{сист}}$ (Гц) следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В.

10.4.5 Рассчитать относительную погрешность δ_F измерений частоты следования импульсов измерений электрического заряда системы по формуле (3):

⁷ Соответствует амплитуде импульсного сигнала при соответствующем напряжении смещения.

$$\delta_F = \frac{F_{\text{ген}} - F_{\text{сист}}}{F_{\text{ген}}}, \quad (3)$$

где $F_{\text{ген}}$ – значение частоты выходного сигнала генератора, Гц;

$F_{\text{сист}}$ – значение частоты следования импульсов, измеренное с помощью системы, Гц.

10.4.6 Повторить операции по пунктам 10.4.1–10.4.5 для всех оставшихся входных каналов типа CNT системы.

10.4.7 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) от 1 до $2 \cdot 10^6$ Гц относительная погрешность измерений частоты следования импульсов с амплитудой импульсного сигнала от 2 до 5 В (TTL-вход) системы находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-4}$ Гц.

10.5 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока для входных каналов типа АСС

10.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 11.

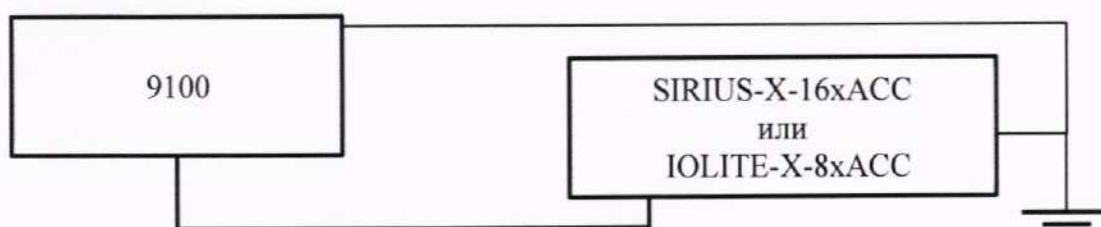


Рисунок 11

10.5.2 Запустить программное обеспечение DewesoftX. В настройках измерительного канала (Рисунок 3) установить следующие параметры:

- Измерение – *Напряжение*;
- Диапазон – в соответствии с таблицей 9;
- ФНЧ – *Выкл*;
- Развязка – *DC*;
- Тип входа – *Одноконечный*;
- Частота выборки – *25000*.

Таблица 9

Диапазон измерений системы, В	Напряжение на выходе калибратора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В
1	2	3
0,05	0,01	$\pm 0,000012$
	0,05	$\pm 0,00002$
1	0,2	$\pm 0,00024$
	0,5	$\pm 0,0003$
	1,0	$\pm 0,0004$
10	2,0	$\pm 0,0024$
	5,0	$\pm 0,003$
	10,0	$\pm 0,004$

10.5.3 Подготовить калибратор к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

10.5.4 Установить выходное напряжение калибратора равным 0. В настройках измерительного канала системы щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке «Ноль» для активации обнуления (смещение малых отклонений в нулевую позицию входа).

Перейти во вкладку «Измерения».

10.5.5 Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ (В) калибратора в соответствии с таблицей 9.

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) постоянного тока с помощью системы.

10.5.6 Последовательно устанавливать выходное напряжение постоянного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 9 и повторять пункт 10.5.5.

10.5.7 Рассчитать абсолютную погрешность Δ (В) измерений системы по формуле (1).

10.5.8 Изменить полярность подсоединения калибратора.

Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ калибратора в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Диапазон измерений системы, В	Напряжение на выходе калибратора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В
1	2	3
0,05	-0,01	$\pm 0,000012$
	-0,05	$\pm 0,00002$
1	-0,2	$\pm 0,00024$
	-0,5	$\pm 0,0003$
	-1,0	$\pm 0,0004$
10	-2,0	$\pm 0,0024$
	-5,0	$\pm 0,003$
	-10,0	$\pm 0,004$

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ постоянного тока с помощью системы.

10.5.9 Последовательно устанавливать выходное напряжение постоянного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 9, повторить пункт 10.5.8.

10.5.10 Рассчитать абсолютную погрешность Δ измерений напряжения постоянного тока системы по формуле (1).

10.5.11 Повторить операции по пунктам 10.5.1–10.5.10 для всех оставшихся входных каналов типа АСС системы.

10.5.12 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений напряжения постоянного тока от минус 10 до 10 В абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока системы находится в пределах, указанных в соответствующих ячейках столбца 3 таблиц 9 и 10.

10.6 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока для входных каналов типа АСС

10.6.1 Измерения проводить по схеме рисунка 12 (контроль значений выходного напряжения переменного тока генератора с помощью мультиметра 3458А).

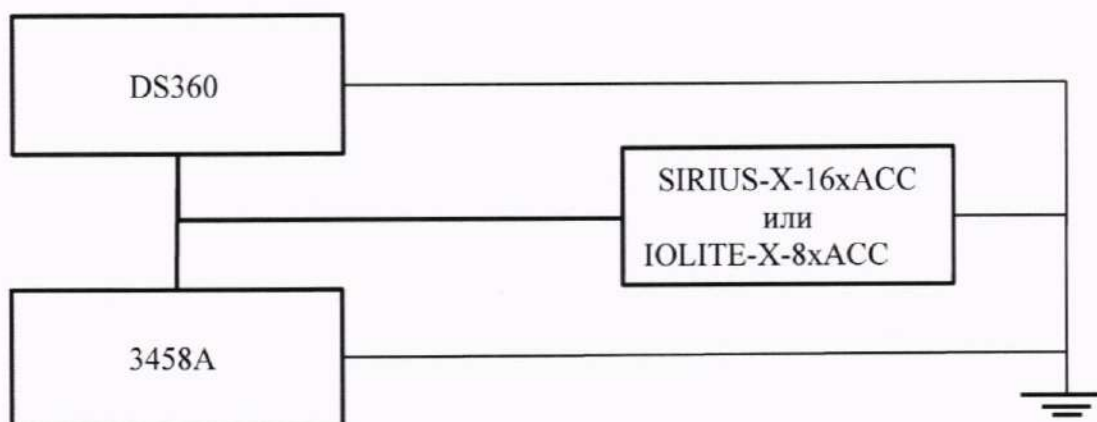


Рисунок 12

10.6.2 В программном обеспечении DewesoftX в настройках измерительного канала (Рисунок 5) установить следующие параметры:

- Измерение – *Напряжение*;
- Диапазон – в соответствии с таблицей 11;
- ФНЧ – *ААФ (помехи нулевой фазы)*;
- Развязка – *АС 0,15 Hz*;
- Тип входа – *Одноконечный*;
- Частота выборки – в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Диапазон измерений системы, В	Миним. частота выборки, Гц	Напряжение на выходе калибратора, В	Частота сигнала калибратора, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
1	2	3	4	5
0,2	10 000	0,0003	1 000	$\pm 0,00004018$
	250	0,1	3	$\pm 0,0001$
	250		10	
	1000		100	
	10 000		1 000	
	100 000		10 000	$\pm 0,0002$
	200 000		20 000	$\pm 0,0005$
1	250	0,5	3	$\pm 0,0005$
	250		10	
	1000		100	
	10 000		1 000	
	100 000		10 000	$\pm 0,001$
	200 000		20 000	$\pm 0,0025$
10	10 000	10	1 000	$\pm 0,014$

10.6.3 Установить выходное напряжение калибратора равным 0. В настройках измерительного канала системы щёлкнуть левой кнопкой мыши на кнопке «Ноль» для активации обнуления (смещение малых отклонений в нулевую позицию входа).

Перейти во вкладку «Измерения».

10.6.4 Установить выходное напряжение $U_{\text{калибр}}$ (В) и частоту калибратора в соответствии с таблицей 10.

Измерить значение напряжения $U_{\text{сист}}$ (В) переменного тока с помощью системы.

10.6.5 Последовательно устанавливать выходное напряжение и частоту переменного тока $U_{\text{калибр}}$ на калибраторе в соответствии с таблицей 6 и повторить пункт 4.5.2.4.

10.6.6 Рассчитать абсолютную погрешность Δ (В) измерений напряжения переменного тока системы по формуле (1).

10.6.7 Повторить операции по пунктам 10.6.3–10.6.6 для всех оставшихся входных каналов типа АСС системы.

10.6.8 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений напряжения переменного тока от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10 В абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока системы находится в пределах, указанных в соответствующих ячейках столбца 5 таблицы 11.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки СИАВ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца СИАВ или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие СИАВ метрологическим требованиям) выдается свидетельство о поверке.

11.3 По заявлению владельца СИАВ или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие СИАВ метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. Оформление протокола поверки возможно по заявлению владельца СИАВ или лица, представившего его на поверку.

11.5 Способ защиты от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите от несанкционированного вмешательства не требуется.

Заместитель начальника НИО-5
ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.С. Николаенко

Начальник лаборатории 524 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.П. Терещенко