



Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде  
по обеспечению единства измерений \_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор

ООО «КИА»



2021 г.

В.Н. Викулин

**СОГЛАСОВАНО**

И.о. генерального директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



2021 г.

А.Н. Пронин

Государственная система обеспечения единства измерений  
**Системы информационно-измерительные управляющие ВС-301М**

**Методика поверки**

**ВАПМ 14.00.00МП**

2021 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на системы информационно-измерительные управляющие ВС-301М (далее – системы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2. Интервал между поверками – 3 года.

1.3. По заявлению владельца системы или лица, представившего его на поверку, возможна поверка в сокращенном диапазоне рабочих частот.

1.4. Поверяемые системы должны иметь прослеживаемость к государственным первичным эталонам в соответствии с государственными поверочными схемами, утвержденными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.05.2018 № 1053 «Об утверждении 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», от 30.12.2019 № 3457 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А», от 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты», от 30.12.2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» и ГОСТ 8.762-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента гармоник.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка абсолютной погрешности измерений входного напряжения постоянного и действующего значения напряжения переменного тока, максимального измеряемого напряжения и неравномерности частотной характеристики измерительных каналов в режиме входов «Линейный»	7.3	Да	Да
4 Проверка абсолютной погрешности измерений заряда, максимального измеряемого значения и неравномерности частотной характеристики измерительных каналов в режиме входов «Зарядовый»	7.4	Да	Да
5 Проверка относительной погрешности измерений и воспроизведения частоты	7.5	Да	Да
6 Проверка абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник	7.6	Да	Да



7 Проверка абсолютной погрешности измерений сопротивления каналом измерений сопротивления датчиков РТ100	7.7	Да	Да
8 Проверка абсолютной погрешности измерений напряжения каналом измерений напряжения постоянного тока	7.8	Да	Да
9 Проверка абсолютной погрешности измерений постоянного тока каналом измерений постоянного тока	7.9	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С ..... от 10 до 40;  
относительная влажность воздуха, %, не более ..... 94;  
атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106,7.  
Параметры электропитания:  
напряжение переменного тока, В ..... от 195 до 245;  
частота переменного тока, Гц ..... от 47 до 63.

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

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные на право проведения поверки.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы наверяемые системы и используемые средства поверки.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

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

5.3 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемой точность передачи единиц величин поверяемым системам.

Таблица 2.

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
10.1 10.2 7.3 7.4 7.7	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (рег. № 10759-86): диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 1 мкВ до 700 В в диапазоне рабочих частот от 0,1 Гц до 120 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне частот от 0,1 Гц до 100 кГц

7.8 7.9	и в диапазоне напряжений от $10^{-4}$ до $20 \text{ В} \pm 0,08 \%$ , диапазон измерений напряжения переменного тока от $1 \cdot 10^{-5}$ до $700 \text{ В}$ , пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от $40 \text{ Гц}$ до $50 \text{ кГц}$ и в диапазоне напряжений от $10^{-4}$ до $20 \text{ В} \pm 0,12 \%$
7.4	Измеритель иммитанса GW Instek LCR-76200 (рег. №71516-18): диапазон измерений емкости от $1 \cdot 10^{-12}$ до $0,1 \text{ Ф}$ пределы допускаемой относительной погрешности измерений емкости $\pm 0,15\%$
7.5	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64 (рег. № 9135-83): диапазон измерений частоты от $0,005 \text{ Гц}$ - $1500 \text{ МГц}$ , пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 1 \cdot 10^{-7}$
7.6	Калибратор-измеритель нелинейных искажений СК6-20 (рег. № 41370-09): диапазон частот первой гармоники от $10 \text{ Гц}$ до $200 \text{ кГц}$ , диапазон измерений коэффициента гармоник от $0,001$ до $100 \%$ , диапазон амплитуды при измерении коэффициента гармоник от $1$ до $1,8 \text{ В}$ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник в диапазоне от $10 \text{ Гц}$ до $20 \text{ кГц} \pm (0,03 \cdot K_r + 0,006) \%$
Вспомогательные средства поверки	
Раздел 4	Термогигрометр ИВТМ-7 М 6-Д: Диапазон измерения относительной влажности $0 \dots 99 \%$ ; основная погрешность измерения относительной влажности $\pm 2,0\%$ ; диапазон измеряемых температур $-45 \dots +60^\circ\text{C}$ ; абсолютная погрешность измерения температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$ ; диапазон измерения давления $840 \dots 1060 \text{ гПа}$ ; абсолютная погрешность измерения давления $\pm 3 \text{ гПа}$
7.4	Емкостной эквивалент датчика ВАПМ.407.61.01

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

6.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации РЭ и в ПС (ФО) на систему.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера;
- чистоту и исправность разъёмов и индикаторов;





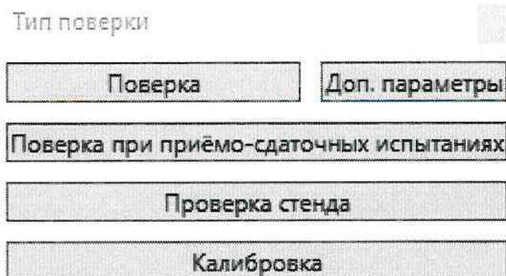


Рисунок 2 – Окно теста «Поверка».

8.2.5. В приветственном окне мастера поверки будет отображен пошаговый план проведения поверки (Рисунок 3), нажать кнопку «Далее».

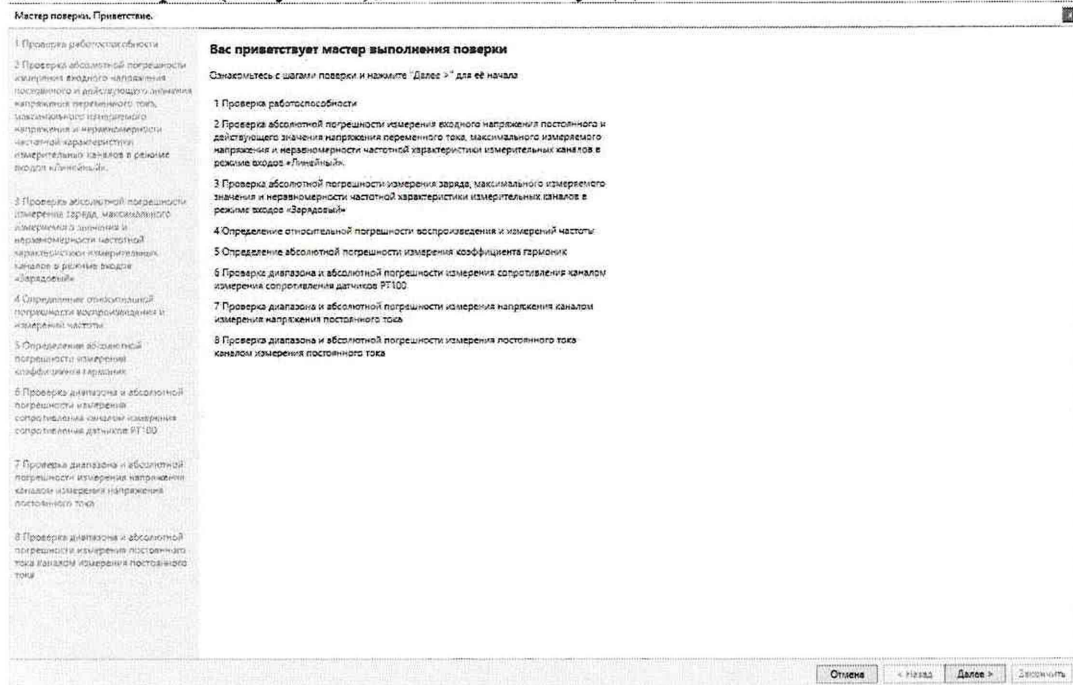
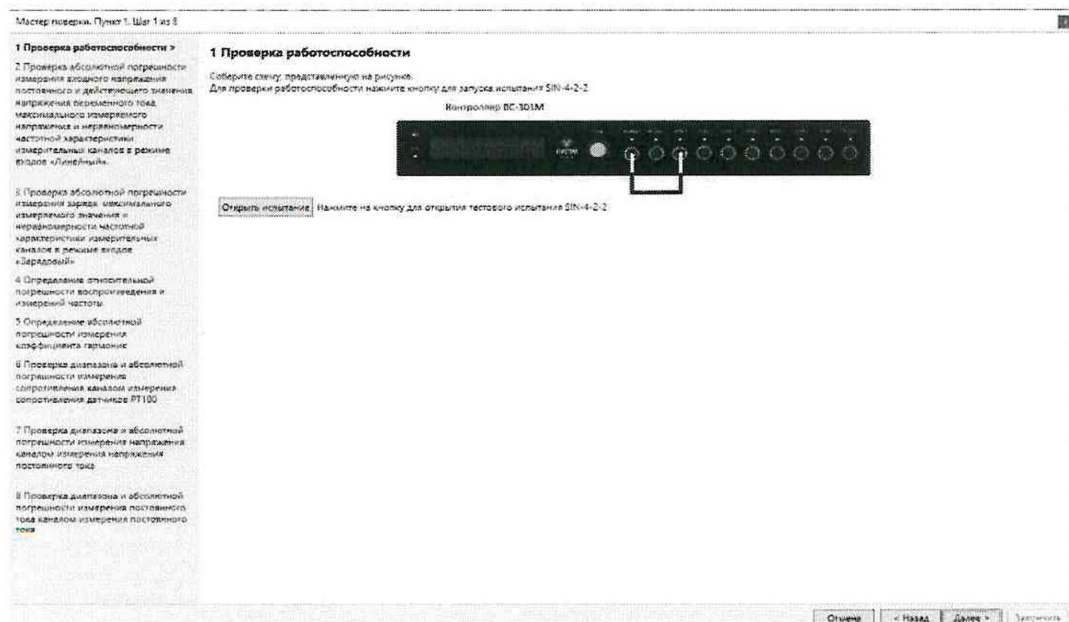


Рисунок 3 – приветственное окно «Мастера поверки»

8.2.6. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 4). Нажать на кнопку «Открыть испытание».





## Рисунок 4 – Проверка работоспособности системы BC301M

8.2.7. В открывшемся окне тестового испытания (Рисунок 5), имитирующего процесс задания испытательного воздействия с разверткой частоты и амплитуды, нажать кнопку «Старт».

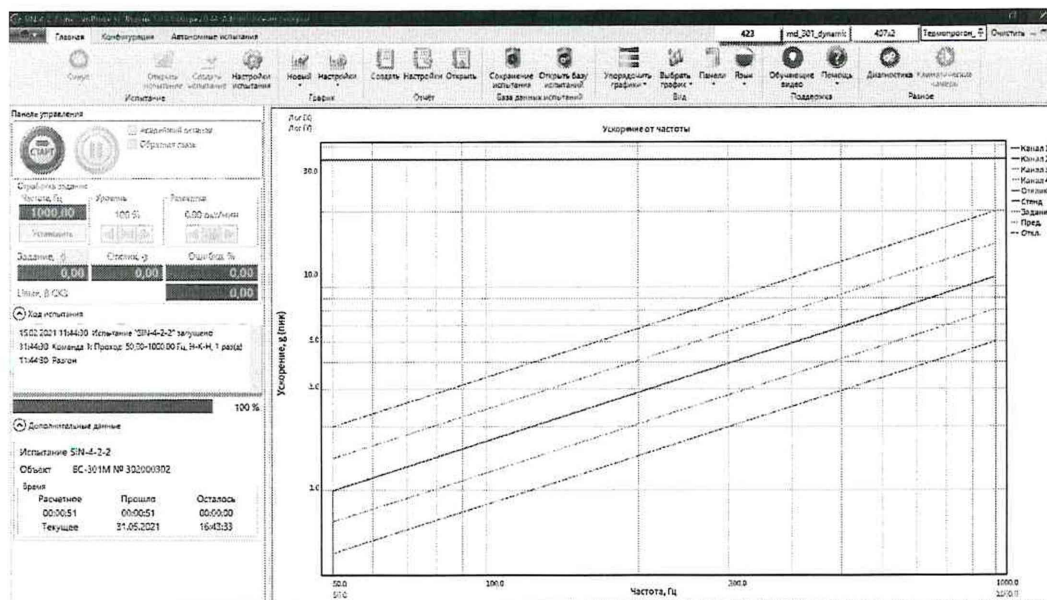


Рисунок 5 - Окно тестового испытания

8.2.8. В открывшемся окне тестового испытания (Рисунок 5), имитирующего процесс задания испытательного воздействия с разверткой частоты и амплитуды, нажать кнопку «Старт».

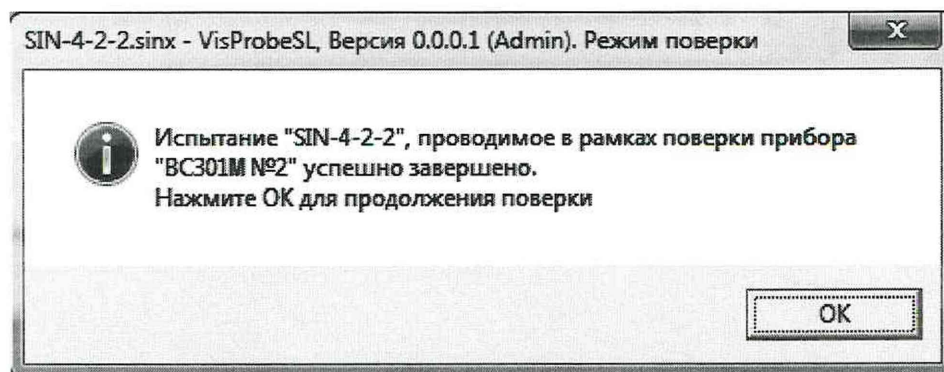


Рисунок 6 – Информационное окно завершения испытания.

8.2.9. Систему считать работоспособной, если сообщения об ошибках инициализации ПО отсутствуют, загрузка встроенного ПО системы прошло успешно, связь ПК с системой установлена и тестовое испытание завершено успешно. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

9.1. Проверку целостности метрологически значимой части ПО изделия следует выполнять посредством сравнения идентификационных данных ПО, указанных в разделе 3 формуляра системы, с их реальными значениями.

9.2. Для определения идентификационных данных ПО используется встроенные функции рабочего приложения ПО системы VisProbe\_SL и утилита HashTab (должна быть предустановлена ПК).

9.3. Для получения идентификационных данных необходимо выбрать файл VisProbe\_SL.exe (по умолчанию находится в каталоге C:\VS\_300), нажав на нем правой кнопкой мышки и в открывшемся контекстном меню выбрать «свойства». Перейти во вкладку «Подробно».

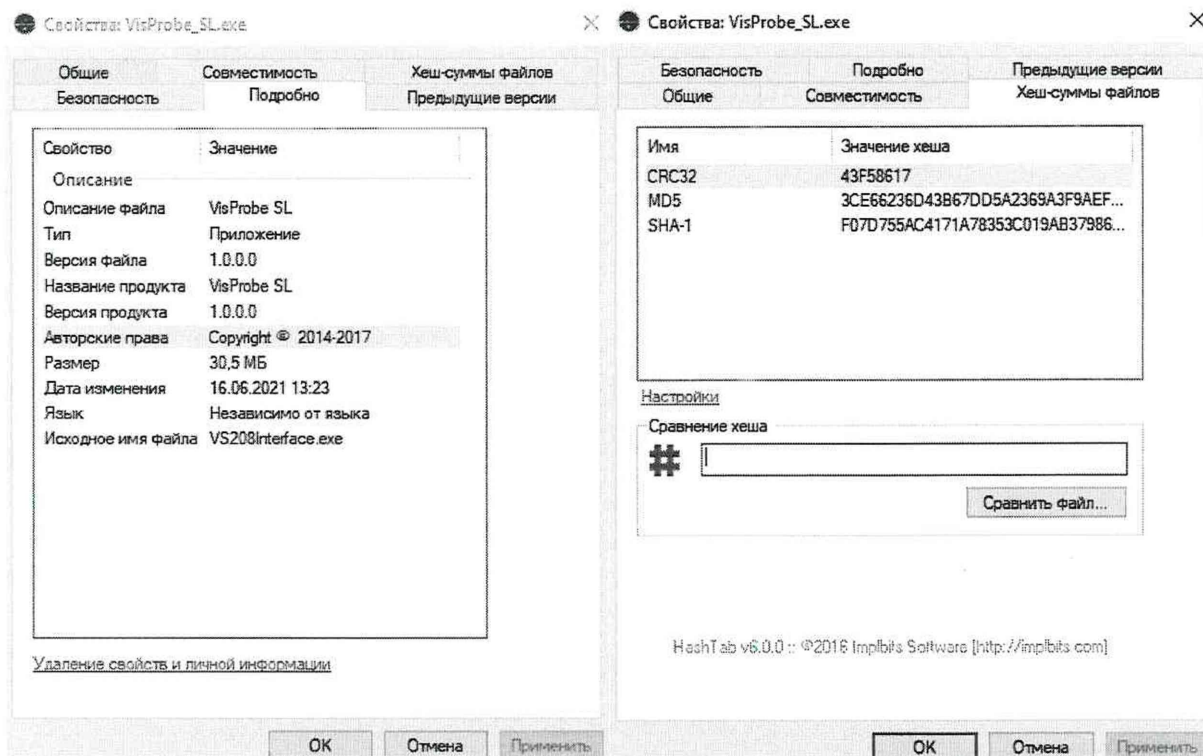


Рисунок 7 – Окна «О программе» и «Хеш-суммы файлов» ПО VisProbe\_SL

9.4. В открывшемся окне (Рисунок 7) напротив строки «Описание файла» зафиксировать идентификационные данные ПО, напротив строки «Версия файла» зафиксировать идентификационный номер;

9.5. Перейти во вкладку «Хеш-суммы файлов» (Рисунок 7) и напротив строки CRC32 зафиксировать цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО.

9.6. Результат проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО, соответствуют идентификационным данным, записанным в формуляре и описании типа на системы.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка абсолютной погрешности измерений входного напряжения постоянного и действующего значения напряжения переменного тока, максимального измеряемого напряжения и неравномерности частотной характеристики измерительных каналов в режиме входов «Линейный»

10.1.1 В соответствии с рекомендациями «Мастера поверки» собрать схему, изображенную в окне программы (Рисунок 7). В качестве источника сигнала использовать калибратор В1-28. Сигнал с выхода калибратора подать на все измерительные входы системы, входы системы автоматически установятся в диапазон измерений с пределом 10 В.

10.1.2 В соответствии с рекомендациями программы перевести калибратор-вольтметр В1-28 в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Установить на выходе В1-28 в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение 0.1 В напряжения постоянного тока.



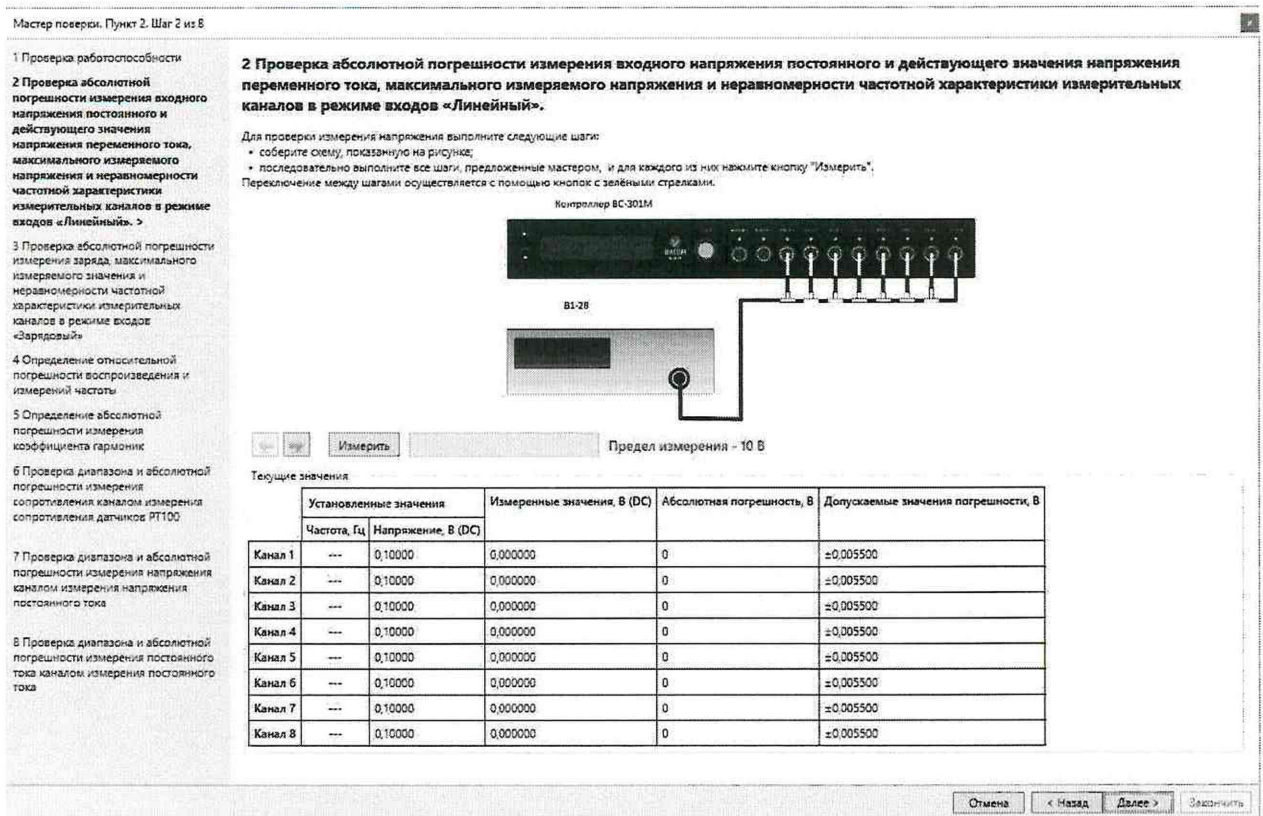


Рисунок 7– Схема проверки измерительных каналов в режиме входа «Линейный»

10.1.3 Нажать кнопку «измерить», появится окно контроля выполнения операции (Рисунок 8). Проверить правильность установки запрашиваемых параметров и нажать кнопку «ОК».

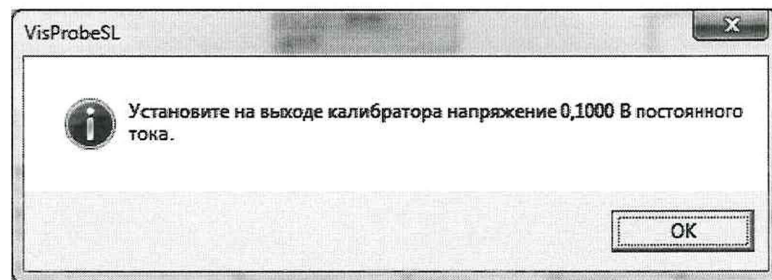


Рисунок 8 – Окно контроля выполнения операции

10.1.4 Дождаться окончания измерений. По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения абсолютной погрешности. Значения абсолютной погрешности рассчитываются по формуле 1.

10.1.5 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить измерения по п.п. 10.1.1-10.1.4 для значений выходного напряжения постоянного тока калибратора В1-28 - 0,1, ±1, ±10 В.

10.1.6 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить операции по п.п. 10.1.1-10.1.4 для диапазона измерений 40 В (Входы системы установятся в требуемый диапазон автоматически) и измеряемых значений напряжения постоянного тока ±0.1, ±1, ±10, ±40 В.

10.1.7 Нажать кнопку «стрелка вправо». Система перейдет в режим измерений абсолютной погрешности действующего значения напряжения переменного тока, входы системы автоматически установятся в диапазон измерений с пределом 10 В

10.1.8 Сигнал с выхода калибратора подать на все измерительные входы системы

10.1.9 Перевести калибратор-вольтметр В1-28 в режим воспроизведения напряжения переменного тока. Установить на выходе В1-28 в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение 0,1 В напряжения переменного тока частоты 1000Гц.

10.1.10 Нажать кнопку «измерить», появится окно контроля выполнения операции. Проверить правильность установки запрашиваемых параметров и нажать кнопку «ОК».

10.1.11 Дождаться окончания измерений. По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения абсолютной погрешности.

10.1.12 Значения абсолютной погрешности измерений рассчитывается программно по формуле 1.

10.1.13 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить измерения по п.п. 10.1.7-10.1.12 для значений выходного напряжения переменного тока калибратора В1-28 0,1, 1, 7 В.

10.1.14 Нажимая кнопку «стрелка вправо» и следуя указаниям «Мастера поверки» Повторить измерений в диапазоне 40 В для устанавливаемых значений выходного напряжения переменного тока калибратора В1-28 0,1, 1, 7, 28 В СКЗ частоты 1000 Гц

10.1.15 По нажатии кнопки «стрелка вправо» система перейдет в режим определения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1 кГц. Окно измерений АЧХ входного канала в режиме «Линейный» представлена на Рисунке 9.

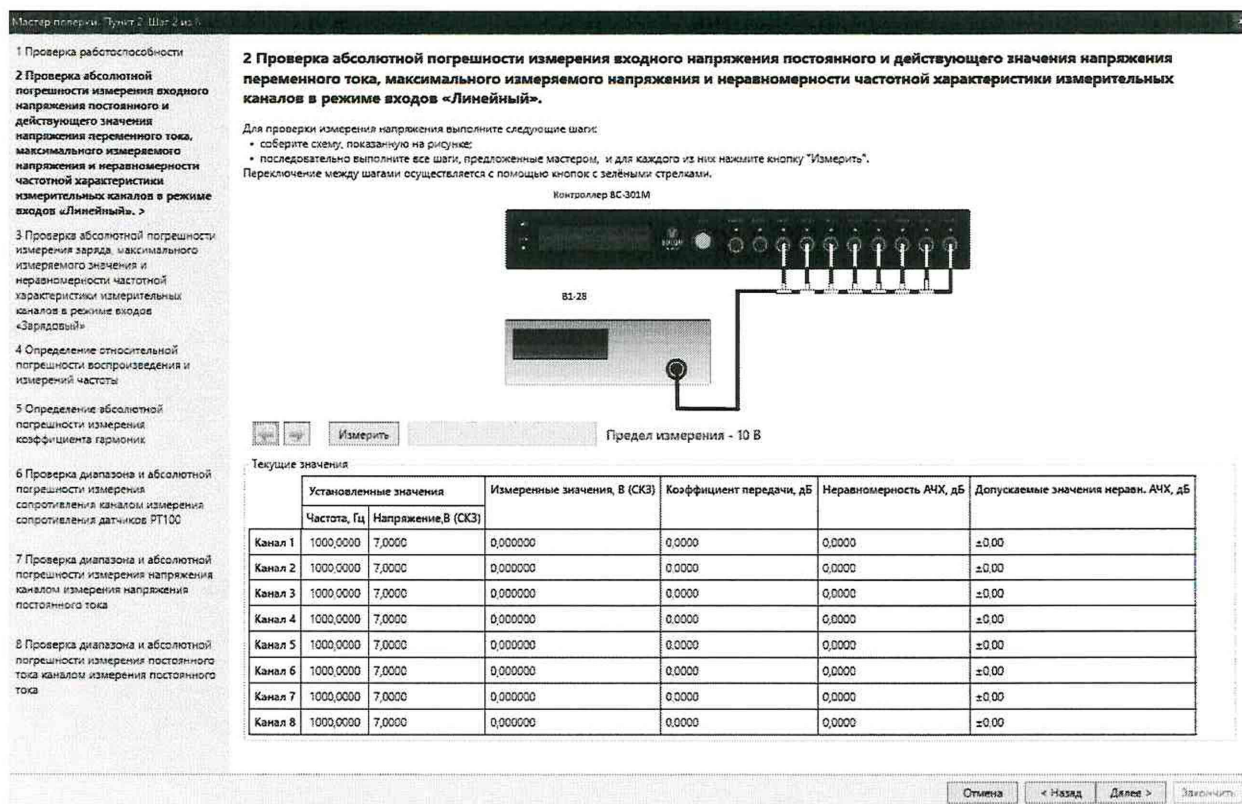


Рисунок 9 – Окно измерений АЧХ входного канала в режиме «Линейный».

10.1.16 Следуя указаниям «Мастера поверки» произвести измерения значений СКЗ напряжения переменного тока для значений 7 В СКЗ на частотах 0.1 и 80000 Гц для диапазонов 10 и 40 В.

10.1.17 Для каждой установленной частоты 0.1 и 80000 Гц в программе вычисляется коэффициент передачи  $K_f$  (дБ) по формуле 2.



10.1.18 По окончании измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения коэффициент передачи  $K_f$  (дБ)

10.1.19 Для каждой установленной частоты вычисляется неравномерность частотной характеристики  $\delta_f$  (дБ) по формуле 3.

10.1.20 За неравномерности частотных характеристик каждого входного канала принимаются максимальные значения из полученного ряда  $\delta_f$ .

10.1.21 В случае, если значения неравномерности АЧХ для каждого входного канала не превышают допустимого значения, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.1.22 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока не превышает  $0,005U_{изм} + 0,0005U_d$  ( $U_{изм}$  – измеренное значение напряжения, В;  $U_d$  – максимальное напряжение, измеряемое на установленном диапазоне измерений, В), значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на частоте 1 кГц не превышают  $0,005U_{изм} + 0,00001U_d$  ( $U_{изм}$  – измеренное значение напряжения, В;  $U_d$  – максимальное напряжение, измеряемое на установленном диапазоне измерений, В),  $\delta_f$  а неравномерность АЧХ в рабочем диапазоне частот относительно опорной частоты 1 кГц, дБ, не превышает значения 0,05 дБ в диапазоне измерений 10 В и 0,2 дБ в диапазоне измерений 40 В. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.2 Проверка абсолютной погрешности измерений заряда, максимального измеряемого значения и неравномерности частотной характеристики измерительных каналов в режиме входов «Зарядовый»

10.2.1 Нажать кнопку «Далее» и перейти в режим проверки Зарядового канала.

10.2.2 Проверка измерительного канала в режиме «Зарядовый» осуществляется с использованием емкостного эквивалента датчика ВАПМ.407.61.01 из комплекта поставки системы ВС301М8, ВС301М4. До начала проведения поверки измерить значение емкостей гребенки, подключаемых к Зарядовому каналу, при помощи Измерителя иммитанса GW Instek LCR-76200. В качестве емкостного эквивалента датчика может быть использован конденсатор емкостью 1100...1500 пФ, включенный последовательно с измерительным входом прибора ВС301М в режиме входа – «Зарядовый».

10.2.3 Следуя указаниям «Мастера поверки» собрать схему в соответствии с Рисунком 10.

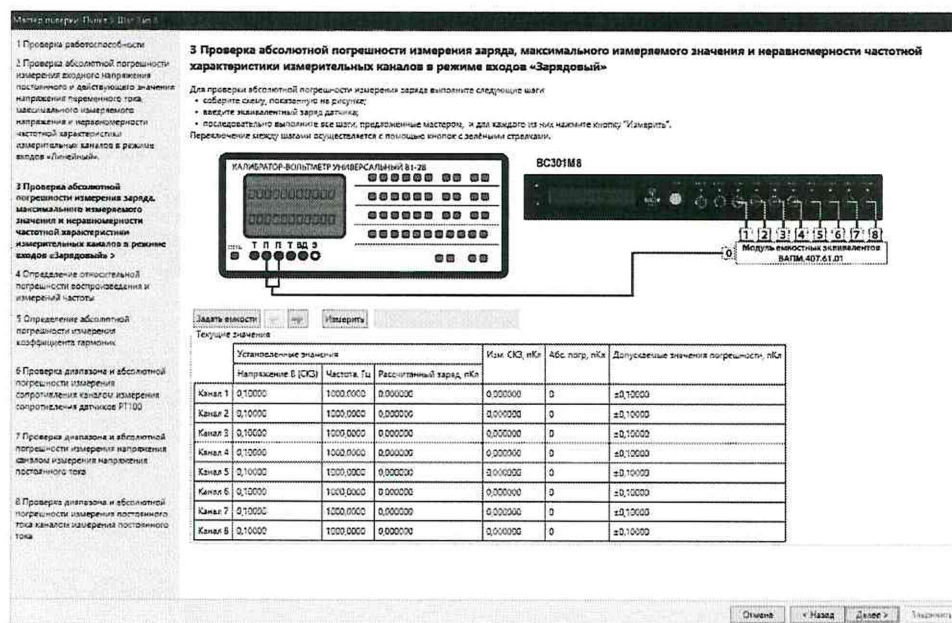
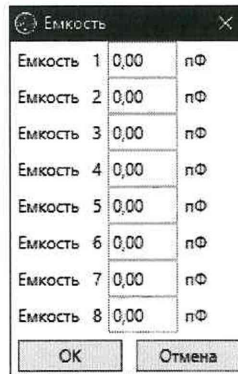


Рисунок 10 – Схема проверки измерительных каналов в режиме входа «Зарядовый»

10.2.4 В окне «Мастера поверки» нажать кнопку «Задать емкости», заполнить поля соответствующих измерительных каналов значениями подключенных к ним эквивалентов зарядовых датчиков, как показано на рисунке 11. Значения эквивалентов зарядовых датчиков заполнить по результатам измерений, проведенных в п. 10.2.2 при помощи Измерителя импеданса GW Instek LCR-76200.



Емкость	1	0,00	пФ
Емкость	2	0,00	пФ
Емкость	3	0,00	пФ
Емкость	4	0,00	пФ
Емкость	5	0,00	пФ
Емкость	6	0,00	пФ
Емкость	7	0,00	пФ
Емкость	8	0,00	пФ

ОК Отмена

Рисунок 11 – Окно задания параметров эквивалентов емкости

10.2.5 На основании введенных данных «Мастер поверки» произведет расчет максимального значения СКЗ напряжения калибратора, подаваемое на вход эквивалента зарядового датчика исходя из указанного значения его емкости по формуле 4.

10.2.6 В качестве источника сигнала использовать калибратор в режиме воспроизведения синусоидального напряжения.

10.2.7 Следуя указаниям «Мастера поверки», установить на выходе калибратора частоту сигнала – 1000 Гц и значение напряжение переменного тока 0,1 В СКЗ

10.2.8 Нажать кнопку «измерить» и дождаться окончания измерений, в Таблице «Текущие значения» должны отобразиться измеренные значения заряда и рассчитанные значения абсолютных погрешностей.

10.2.9 Для каждого измеренного значения СКЗ заряда в Таблице отобразятся рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений входного заряда на базовой частоте 1000Гц, рассчитанные по формуле 5.

10.2.10 Нажимая кнопку «стрелка вправо» и следуя указаниям «Мастера поверки» Повторить измерения, устанавливая напряжения на выходе калибратора 1,  $U_{\max}$  В (СКЗ).

10.2.11 Нажимая кнопку «стрелка вправо» перейти к измерению АЧХ измерительных каналов в режиме «Зарядовый». Окно программы «Мастер поверки» при измерении АЧХ Зарядового канала изображен на рисунке 12.





Рисунок 12 – Измерения АЧХ Зарядового канала

10.2.12 Следуя указаниям «Мастера поверки», установить на выходе калибратора значение напряжение переменного тока равно  $U_{\max}$  из первого столбца таблицы «Текущие значения» и провести измерения для частот 1 и 80000 Гц.

10.2.13 Для каждого установленного значения частоты нажать кнопку «Измерить и дождаться» окончания измерений по отображению измеренных значений в соответствующим столбцах таблицы.

10.2.14 Неравномерность частотной характеристики входного канала для измеренных значений  $q_{\text{вх}}$  в диапазоне частот при входном напряжении  $U_{\max}$  рассчитывается по формуле 6.

10.2.15 За неравномерность частотной характеристики принимается максимальные значения из полученного ряда  $\delta Q$ .

10.2.16 Результаты поверки по данному пункту программы считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений заряда не превышает  $\pm(0,01 \cdot Q_{\text{изм}} + 0,1)$  ( $Q_{\text{изм}}$  - измеряемое значение заряда, пКл), а неравномерность АЧХ зарядового канала в рабочем диапазоне частот относительно опорной частоты 1 кГц, не превышает 0,1 дБ. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.3 Проверка относительной погрешности измерений и воспроизведения частоты.

10.3.1 Нажать кнопку «Далее» и перейти в режим проверки относительной погрешности измерений и воспроизведения частоты. В качестве измерительного прибора использовать частотомер электронно-счетный ЧЗ-64.

10.3.2 Следуя указаниям «Мастера поверки» собрать схему в соответствии с Рисунок 13.



Рисунок 13 – Схема проверки относительной погрешности измерений и воспроизведения частоты

10.3.3 В соответствующей вкладке выбрать «Выход 1».

10.3.4 Нажать кнопку «Начать генерацию». Система воспроизведет сигнал с заданной частотой.

10.3.5 Дождаться стабилизации показаний в столбце «Измеренные BC-301M значения частоты, Гц» и нажать кнопку «Зафиксировать результат». В появившемся окне (рисунок 14) ввести значения частоты в Гц, измеренные частотомером.

Введите частоту, измеренную частотомером

Частота: 999.9998 Гц

OK Отмена

Рисунок 14 – Окно ввода частоты, измеренной частотомером

10.3.6 По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения частоты и рассчитанные значения относительных погрешностей воспроизведения и измерений частоты  $\delta f$  по формуле 7.

10.3.7 В случае, если значения погрешностей  $\delta f$  находятся в допускаемых пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ , результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.3.8 Нажать кнопку «стрелка вправо». Повторить измерения для всех значений частоты в соответствии с таблицей в окне «Мастера поверки».

10.3.9 В соответствующей вкладке выбрать «Выход 2» и провести операции по п.п. 10.3.4-10.3.7 для выхода 2 системы. По окончании нажать кнопку «Далее».

10.3.10 Результаты поверки считать положительными, если значения относительных погрешностей воспроизведения и измерений частоты в диапазоне рабочих частот от 0 до 80000 Гц находятся в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ . В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.4 Проверка абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник.



10.4.1 В качестве измерительного прибора использовать калибратор-измеритель нелинейных искажений СК6-20.

10.4.2 Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (рисунок 15).

10.4.3 В соответствующей вкладке из выпадающего перечня выбрать частоту первой гармоники 10 Гц

10.4.4 Нажать кнопку «Начать генерацию». Система воспроизводит сигнал с заданным значением коэффициента гармоник ( $K_g$ ) с установленной частотой первой гармоники.



Рисунок 15 – Схема проверки погрешности измерений коэффициента гармоник

10.4.5 После появления сообщения «Измерения завершены» нажать кнопку «Зафиксировать результат». В появившемся диалоговом окне (рисунок 16) ввести значения  $K_g$ , измеренные с помощью калибратора-измерителя нелинейных искажений СК6-20. Нажать кнопку «ОК».

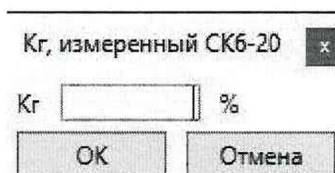


Рисунок 16 – Окно ввода измеренного значения коэффициента гармоник

10.4.6 По окончании цикла измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения  $K_g$  (%) и рассчитанные (как разность между измеренными системой и калибратором-измерителем значений, %) значения абсолютной погрешности измерений КНИ  $\Delta$  (%). В случае, если значения абсолютной погрешности измерений находятся в допустимых пределах  $\pm(0,06 \cdot K_g + 0,02)\%$ , результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным

10.4.7 Нажать кнопку «стрелка вправо». Повторить измерения по п.п. 10.4.4-10.4.6 для всех значений  $K_g$  для данной частоты первой гармоники сигнала в соответствии с таблицей в окне мастера поверки.

10.4.8 Повторить измерения для всех значений частоты первой гармоники из выпадающего списка в окне «Мастера поверки» и выполнить операции по п.п. 10.4.4-10.4.7. Провести измерения для всех частот перечня. По окончании нажать кнопку «Далее».

10.4.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений  $K_r$  в диапазоне частот первой гармоники от 10 до 15000 Гц и в диапазоне значений  $K_r$  от 0,01 до 90% находятся в пределах  $\pm(0,06 \cdot K_r + 0,02) \%$ . В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.5 Проверка абсолютной погрешности измерений сопротивления каналом измерений сопротивления датчиков PT100

10.5.1 Нажать кнопку «Далее» и перейти к проверке диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления каналом измерений сопротивления датчиков PT100. Проверка проводится для четырехпроводной схемы измерений сопротивления.

10.5.2 В соответствии с рекомендациями «Мастера поверки» собрать схему, изображенную в окне программы (Рисунок 17). В качестве источника сигнала использовать калибратор В1-28.

10.5.3 В соответствии с рекомендациями программы перевести калибратор-вольтметр В1-28 в режим воспроизведения сопротивления. Установить на выходе В1-28 в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение 10 Ом.

10.5.4 Нажать кнопку «Измерить», дождаться окончания измерений.

10.5.5 По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений сопротивления по формуле 8.

В случае, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивления находится в допустимых пределах, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

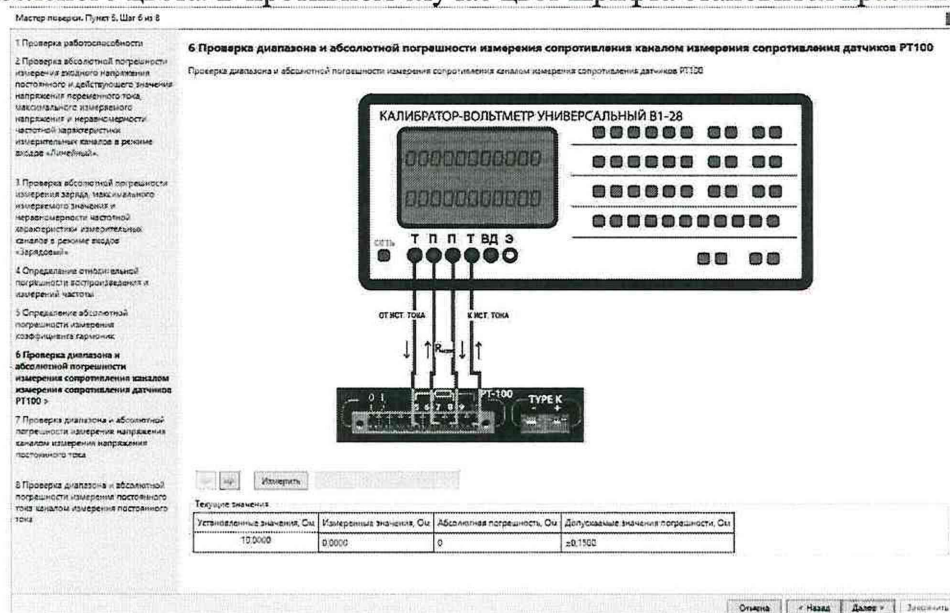


Рисунок 17 – Схема проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений сопротивления каналом измерений сопротивления датчиков PT100

10.5.6 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить измерения по п.п. 10.5.3-10.5.5 для значений сопротивлений 100 и 1000 Ом.

10.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивлений в диапазоне от 10 до 1000 находятся в пределах  $\pm(0,005R_{изм} + 0,1)$  Ом. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.



10.6 Проверка абсолютной погрешности измерений напряжения каналом измерений напряжения постоянного тока

10.6.1 В соответствии с рекомендациями «Мастера поверки» собрать схему, изображенную в окне программы (Рисунок 18). В качестве источника сигнала использовать калибратор В1-28.

10.6.2 В соответствии с рекомендациями программы перевести калибратор-вольтметр В1-28 в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Установить на выходе В1-28 в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение -40 В напряжения постоянного тока.

10.6.3 Нажать кнопку «измерить», дождаться окончания измерений.

10.6.4 По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока по формуле 9.

10.6.5 В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находится в допустимых пределах, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

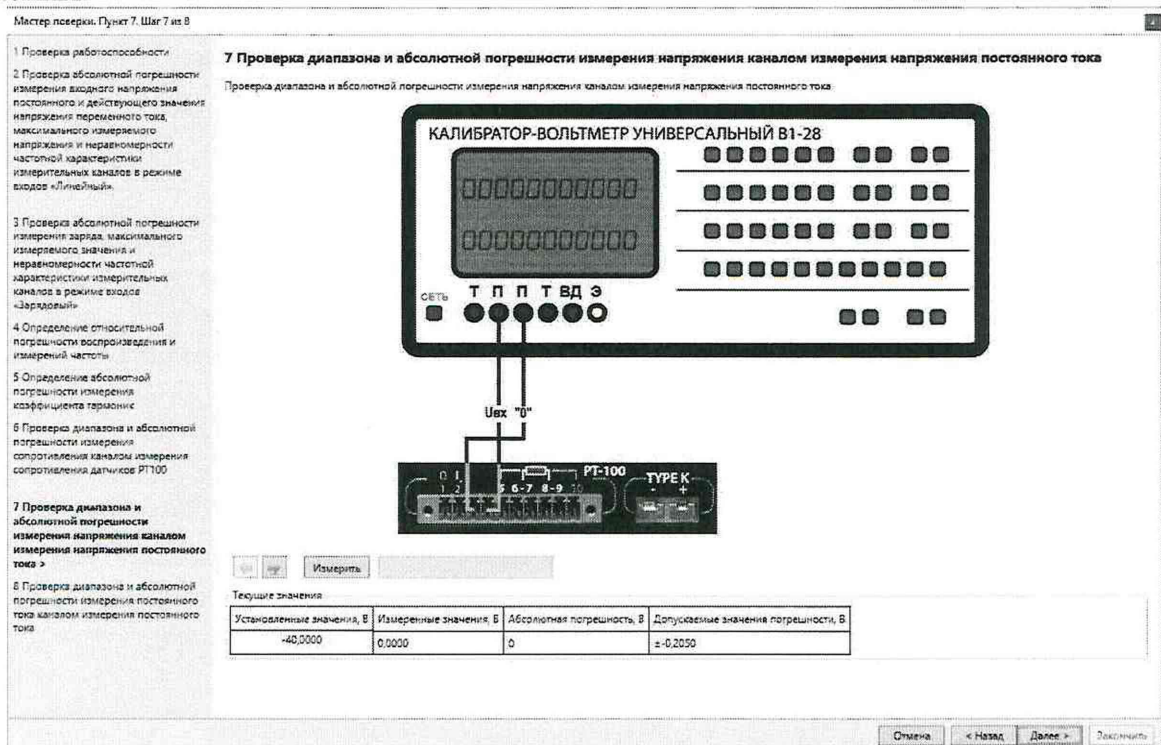


Рисунок 18 – Схема проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.6.6 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить измерения по п.п. 10.6.3-10.6.5 для значений напряжения постоянного тока 40,  $\pm 10$ ,  $\pm 1$ ,  $\pm 0,1$  В.

10.6.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне  $\pm 40$  В находятся в пределах  $\pm(0,005U_{\text{изм}} + 0,005)$  В (где  $U_{\text{изм}}$  - измеряемое значение напряжения постоянного тока, В). В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.7 Проверка абсолютной погрешности измерений постоянного тока каналом измерений постоянного тока

10.7.1 Нажать кнопку «Далее» и перейти к проверке диапазона и абсолютной погрешности измерений постоянного тока.

10.7.2 В соответствии с рекомендациями «Мастера поверки» собрать схему, изображенную в окне программы (Рисунок 19). В качестве источника сигнала использовать калибратор В1-28. В соответствии с рекомендациями программы перевести калибратор-вольтметр В1-28 в режим воспроизведения постоянного тока. Установить на выходе В1-28 в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение -25 мА постоянного тока.

10.7.3 Нажать кнопку «измерить», дождаться окончания измерений.

10.7.4 По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения и рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений постоянного тока по формуле 10.

10.7.5 В случае, если значения абсолютной погрешности измерений значений постоянного тока находится в допустимых пределах, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным

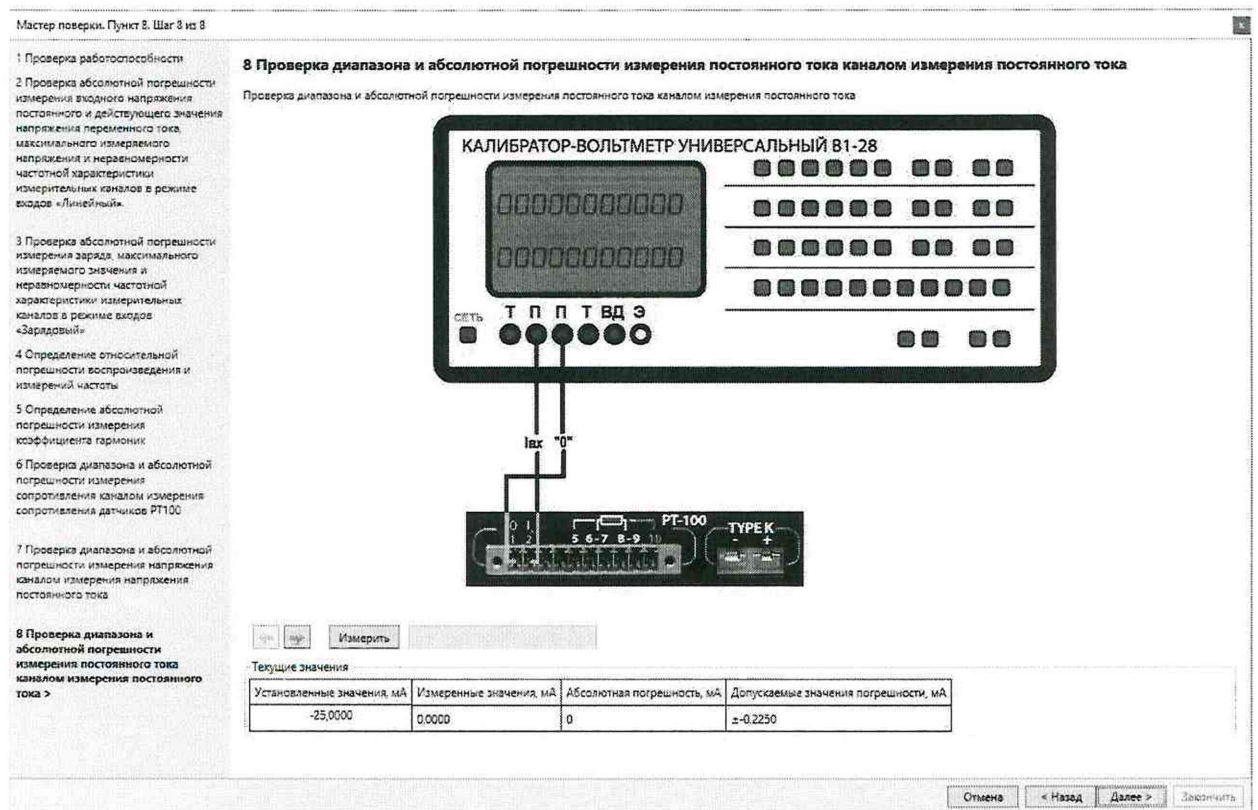


Рисунок 19 – Схема проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений постоянного тока

10.7.6 Нажимая кнопку «стрелка вправо», повторить измерения по п.п. 10.7.3-10.7.5 для значений напряжения постоянного тока 25,  $\pm 2,5$  мА.

10.7.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений значений постоянного тока в диапазоне  $\pm 25$  мА находятся в пределах  $\pm(0,005I_{\text{изм}}+0,1)$  мА (где  $I_{\text{изм}}$  - измеряемое значение постоянного тока, мА). В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.



## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока и переменного тока на частоте 1 кГц по формуле 1:

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{к}}, \quad (1)$$

где:

$U_{\text{изм}}$  – значение, измеренное системой ВС-301М;

$U_{\text{к}}$  – напряжение, установленное на калибраторе.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока не превышает  $0,005U_{\text{изм}} + 0,0005U_{\text{д}}$  ( $U_{\text{изм}}$  – измеренное значение напряжения, В;  $U_{\text{д}}$  – максимальное напряжение, измеряемое на установленном диапазоне измерений, В), значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на частоте 1 кГц не превышают  $0,005U_{\text{изм}} + 0,00001U_{\text{д}}$  ( $U_{\text{изм}}$  – измеренное значение напряжения, В;  $U_{\text{д}}$  – максимальное напряжение, измеряемое на установленном диапазоне измерений, В). В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

11.2 Для каждой установленной частоты 0.1 и 80000 Гц рассчитать коэффициент передачи  $K_f$  (дБ) по формуле 2:

$$K_f = 20 \cdot \lg (U_{\text{и}}/U_{\text{эт}}), \quad (2)$$

где:

$U_{\text{и}}$  – значение напряжения (СКЗ), измеренное системой ВС-301М, В;

$U_{\text{эт}}$  – значение напряжения (СКЗ), установленное на выходе В1-28, В.

Для каждой установленной частоты вычисляется неравномерность частотной характеристики  $\delta_f$  (дБ) по формуле 3:

$$\delta_f = K_f - K_{1000}, \quad (3)$$

где:

$K_f$  – значение коэффициента передачи на частоте  $f$ , дБ;

$K_{1000}$  – значение коэффициента передачи на частоте 1000 Гц, дБ.  $K_{1000}$  рассчитывается по данным, измеренным в п. 10.1.7-10.1.14.

Система считается годной, если неравномерность АЧХ в рабочем диапазоне частот относительно опорной частоты 1 кГц, дБ, не превышает значения 0,05 дБ в диапазоне измерений 10 В и 0,2 дБ в диапазоне измерений 40 В. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

11.3 Рассчитать максимальное значение СКЗ напряжения калибратора, подаваемое на вход эквивалента зарядового датчика, исходя из указанного значения его емкости по формуле 4:

$$\delta U_{\text{max}} = 7000/C_{\text{э}}, \quad (4)$$

где:

$C_{\text{э}}$  – емкость эквивалента, пФ

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений входного заряда на базовой частоте 1000 Гц по формуле 5:

$$\Delta q = q_{\text{вх}} - Q_{\text{г}}, \quad (5)$$

где:

$Q_{\text{г}}$  – заряд, подаваемый на вход усилителя и вычисляемый как:

$$Q_{\text{г}} = U_{\text{г}} \cdot C_{\text{э}},$$

где:

$U_{\Gamma}$  – напряжение, подаваемое на вход емкостного эквивалента;

$C_3$  – емкость эквивалента.

$q_{вх}$  – величина заряда, измеренная системой ВС-301М для соответствующего канала.

Рассчитать неравномерность частотной характеристики входного канала для измеренных значений  $q_{вх}$  в диапазоне частот при входном напряжении  $U_{max}$  по формуле 6:

$$\delta Q = 20 \cdot \log(q_{измi}/Q_{1000i}), \quad (6)$$

где:

$q_{измi}$  – значение заряда, измеренное i-ым каналом на установленной частоте,

$Q_{1000i}$  – значение заряда, измеренное i-ым каналом на частоте 1000Гц в п.10.2.9.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений заряда не превышает  $\pm(0,01 \cdot Q_{изм} + 0,1)$  ( $Q_{изм}$  – измеряемое значение заряда, пКл), а неравномерность АЧХ зарядового канала в рабочем диапазоне частот относительно опорной частоты 1 кГц, не превышает 0,1 дБ. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

11.4 Рассчитать относительную погрешность воспроизведения и измерений по формуле 7:

$$\delta f = (F_{ВС} - F_{эт})/F_{эт}, \quad (7)$$

где:

$F_{ВС}$  – значение частоты, установленное (измеренное) системой ВС-301М, Гц;

$F_{эт}$  – значение частоты, измеренное частотомером электронно-счетным ЧЗ-64, Гц

Система считается годной, если значения относительных погрешностей воспроизведения и измерений частоты в диапазоне рабочих частот от 0 до 80000 Гц находятся в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-5}$ . В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

11.5 Рассчитать абсолютную погрешность и измерений сопротивления по формуле 8:

11.6

$$\Delta = R_{изм} - R_{к}, \quad (8)$$

где:

$R_{изм}$  – сопротивление, измеренное в окне «Мастера поверки»;

$R_{к}$  – сопротивление, установленное на выходе калибратора.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений сопротивлений в диапазоне от 10 до 1000 находятся в пределах  $\pm(0,005R_{изм} + 0,1)$  Ом. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

11.7 Рассчитать абсолютную погрешность и измерений напряжения постоянного тока по формуле 9:

$$\Delta = U_{изм} - U_{к}, \quad (9)$$

где:

$U_{изм}$  – напряжения постоянного тока, измеренное в окне «Мастера поверки»;

$U_{к}$  – напряжения постоянного тока, установленное на выходе калибратора.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне  $\pm 40$  В находятся в пределах  $\pm(0,005U_{изм} + 0,005)$  В (где  $U_{изм}$  – измеряемое значение напряжения постоянного тока, В). В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.



11.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений силы постоянно тока по формуле 10:

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{к}}, \quad (10)$$

где:

$I_{\text{изм}}$  – значение постоянного тока, измеренное в окне «Мастера поверки», мА;

$I_{\text{к}}$  – значение постоянного тока, установленное на выходе калибратора, мА.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений значений постоянного тока в диапазоне  $\pm 25$  мА находятся в пределах  $\pm(0,005I_{\text{изм}} + 0,1)$  мА (где  $I_{\text{изм}}$  – измеряемое значение постоянного тока, мА). В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки системы передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 По заявлению владельца системы или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие системы метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

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

12.4 Обязательное оформление протокола поверки не требуется. По заявлению владельца системы или лица, представившего его на поверку, возможно оформление протокола поверки.

Главный метролог ООО «КИА»

В.В.Супрунюк

Начальник научно-исследовательского отдела  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.А.Янковский