



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин



2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ООО «КИА»

В.Н. Викулин



2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Системы информационно-измерительные управляющие ВС-407М
Методика поверки
ВАИМ 17.00.00 МП

2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на системы информационно-измерительные управляющие ВС-407М (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, предоставившего его на поверку, возможно поверка на меньшем числе физических величин, диапазонов измерений, в сокращённом диапазоне рабочих частот.

1.4. Поверяемые системы должны иметь прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 \cdot 3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008), государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения - вольта в диапазоне частот $3 \cdot 10^7$ - $2 \cdot 10^9$ Гц, (ГЭТ 27-2009), государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2001), государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2018), государственному первичному эталону единицы коэффициента гармоник в диапазоне от 0,001 до 100 % для сигналов с основной гармоникой в диапазоне частот от 10 до 200000 Гц (ГЭТ 188-2010) в соответствии с государственными поверочными схемами, утвержденными приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03.09.2021 № 1942 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 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 31.07.2018 № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы средств измерений времени и частоты» 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	Да	Да
2 Опробование средства измерений	8.2	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
4.1 Определение относительной погрешности измерений частоты (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1)	10.1	Да	Да
4.2 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1)	10.2	Да	Да
4.3 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения	10.3	Да	Да

переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модулей ВС407А3)			
4.4 Определение абсолютных погрешностей измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модуля ВС407А3)	10.4	Да	Да
4.5 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модулей ВС407Г1)	10.5	Да	Да
4.6 Определение допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (для модулей ВС407Г1)	10.6	Да	Да
4.7 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модулей ВС407У1)	10.7	Да	Да
4.8 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты (для модулей ВС407У1)	10.8	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
температура окружающего воздуха, °С от 5 до 40;
относительная влажность воздуха, %, не более 80;
атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.
Параметры электропитания:
напряжение переменного тока, В от 160 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 на поверяемые 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 требуемую 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 10.3 10.4 10.5 10.6	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 (рег. № 10237-85): диапазон воспроизведения частоты от 0,001 Гц-2 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты $\pm 1 \cdot 10^{-8}$
10.2	Калибратор-измеритель нелинейных искажений СК6-20 (рег. № 41370-09): диапазон частот первой гармоники от 10 Гц до 200 кГц, диапазон измерений коэффициента гармоник от 0,001 до 100 %, диапазон амплитуды при измерении коэффициента гармоник от 1 до 1,8 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник в диапазоне от 10 Гц до 20 кГц $\pm (0,03 \cdot K_r + 0,006) \%$
10.3 10.4 10.5 10.6	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 и в диапазоне напряжений от 10^{-4} до 20 В $\pm 0,08 \%$, диапазон измерений напряжения переменного тока от $1 \cdot 10^{-5}$ до 700 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 40 Гц до 50 кГц и в диапазоне напряжений от 10^{-4} до 20 В $\pm 0,12 \%$
10.4	Измеритель иммитанса GW Instek LCR-76200 (рег. №71516-18): диапазон измерений емкости от $1 \cdot 10^{-12}$ до 0,1Ф пределы допускаемой относительной погрешности измерений емкости $\pm 0,15 \%$
10.7	Мультиметр 34465A (Keysight): Основная относительная погрешность переменного напряжения 0,06%, полоса частот 3Гц -300кГц. Измерение ср. кв. значения с учетом формы сигнала (True RMS)
10.8	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-64 (рег. № 9135-83): диапазон измерений частоты от 0,005 Гц-1500 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Вспомогательные средства поверки	
Раздел 3	Термогигрометр ИВТМ-7 М 6-Д: Диапазон измерения относительной влажности 0...99 %; основная погрешность измерения относительной влажности $\pm 2,0 \%$; диапазон измеряемых температур -45...+60°C; абсолютная погрешность измерения температуры $\pm 0,2^\circ\text{C}$; диапазон измерения давления 840...1060 гПа;

	абсолютная погрешность измерения давления ± 3 гПа
10.4	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 измерений 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;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными при отсутствии видимых дефектов. В противном случае, система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

8.1.1 На поверку представляют систему, полностью укомплектованную в соответствии с паспортом или(и) формуляром на изделие (ПС, ФО).

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с нормативной документацией на систему и подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.1.3 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. Включить систему и дождаться её загрузки (постоянное свечение светодиода «ГОТОВ» на передней панели прибора зеленым светом). На управляющем компьютере запустить программу VisProbe_SL.exe (ярлык по умолчанию на рабочем столе).

8.2.2. Выбрать тип теста «Поверка» (Рисунок 1).

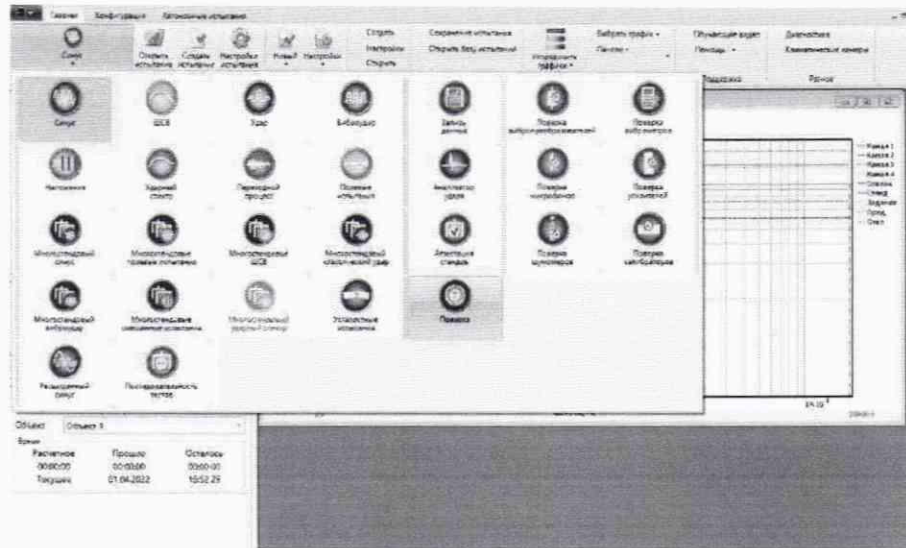


Рисунок 1 – Окно программы VisProbe_SL

8.2.3. В появившемся окне (Рисунок 2) выбрать пункт «Поверка».

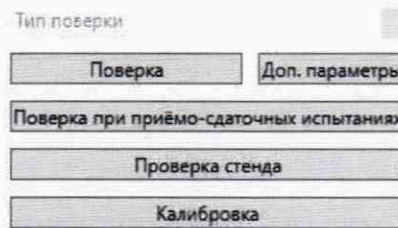


Рисунок 2 – Окно теста «Поверка».

8.2.4. В приветственном окне мастера поверки будет отображен пошаговый план проведения поверки, нажать кнопку «Далее».

8.2.5. Дождаться проведения измерения собственных шумов системы (Рисунок 3).

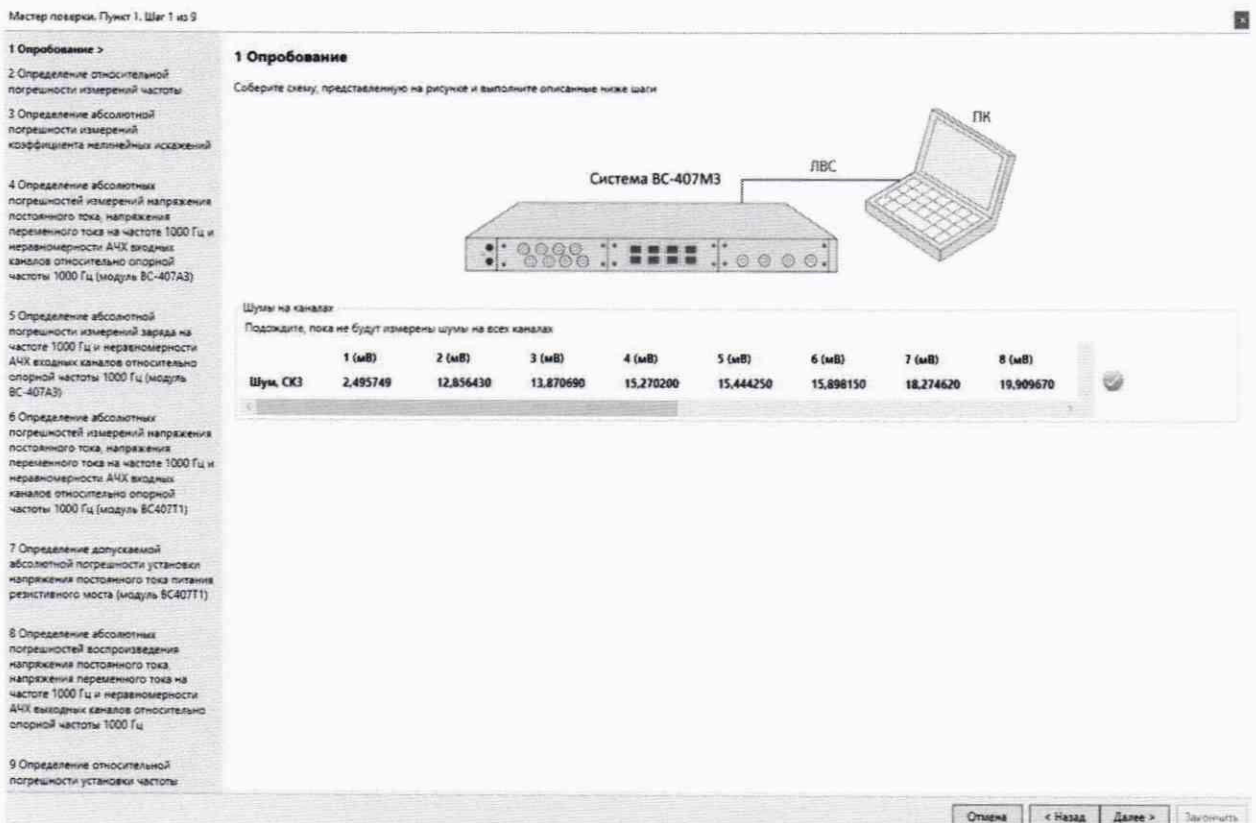


Рисунок 3 – Проверка работоспособности системы ВС-407М.

8.2.6. Систему считать работоспособной, если сообщения об ошибках инициализации ПО отсутствуют, загрузка встроенного ПО системы прошло успешно, связь ПК с системой установлена и произведено измерение собственных шумов измерительных каналов. В противном случае система дальнейшей проверке 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 используются встроенные функции рабочего приложения ПО системы «VisProbe SL», «VisAnalyser» и утилита NashTab (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».

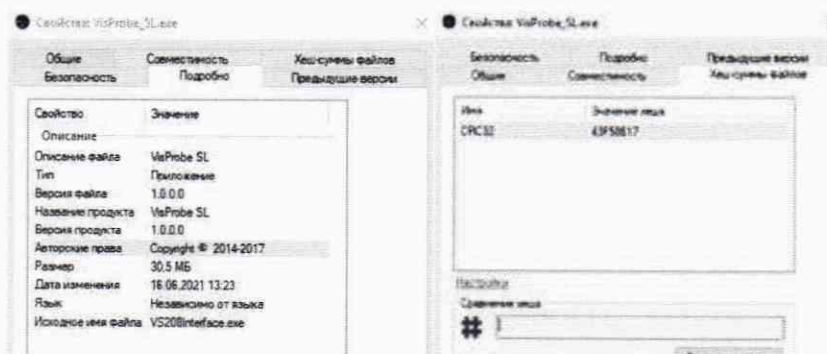


Рисунок 4 – Окна «О программе» и «Хеш-суммы файлов» ПО VisProbe_SL

9.4. В открывшемся окне (Рисунок 4) напротив строки «Описание файла» зафиксировать идентификационное наименование ПО, напротив строки «Версия файла» зафиксировать идентификационный номер;

9.5. Перейти во вкладку «Хеш-суммы файлов» (Рисунок 4) и напротив строки CRC32 зафиксировать цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО.

9.6. Повторить п.п. 9.3-9.5 для файла VisAnalyser.exe.

9.7. Результат проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО, соответствуют идентификационным данным, записанным в формуляре системы.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности измерений частоты (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1)

10.1.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 5).

10.1.2. Установить на выходе генератора СКЗ напряжения 0,5 В и частоту выходного сигнала в соответствии с таблицей в окне «Мастера поверки». Нажать кнопку «Начать измерения».

1 Спробовать

2 **Определение относительной погрешности измерений частоты**

3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений

4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)

5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)

6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)

7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)

8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц

9 Определение относительной погрешности установки частоты

2 **Определение относительной погрешности измерений частоты**

Для проверки относительной погрешности измерения частоты выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них установите требуемую частоту на генераторе и нажмите кнопку "Начать измерения" для каждой из частот в таблице. После того, как значение частоты во втором столбце таблицы перестанет изменяться, нажмите кнопку "Зафиксировать результат". Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Текущая частота, Гц: **1000,00000**

Начать измерения Зафиксировать результат Генератор Приблизительное время измерений: **00:34:08**

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные ВС-407М значения частоты, Гц	Относительная погрешность измерений частоты, %	Допускаемые значения погрешностей, %
1000,00000	0,00000000 0,00000000	0,000000	±0,0050
106000,000	0,00000000 0,00000000	0,000000	±0,0050

Отмена < Назад Далее > Завершить

Рисунок 5 – схема проверки измерений частоты

10.1.3. Дождаться окончания измерений частоты (появления в окне «Приблизительное время измерений» сообщения зеленым шрифтом «Измерения завершены»). По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения частоты и рассчитанные по формуле (1) значения относительной погрешности измерений частоты δ_f .

10.1.4. По окончании измерений нажать кнопку «зафиксировать результат».

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

10.1.6. Нажать кнопку «стрелка вправо». Повторить измерения для всех измерений частоты в соответствии с таблицей в окне «Мастер поверки».

10.1.7. Результаты поверки считать положительными, если для всех установленных модулей значения относительной погрешности измерений частоты в диапазоне рабочих частот от 0,1 до 106000 Гц находятся в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-5}$. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1)

10.2.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 6). Калибратор-измеритель нелинейных искажений СК6-20 перевести в режим воспроизведения K_G .

- 1 Опробование
- 2 Определение относительной погрешности измерений частоты
- 3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений**
- 4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
- 5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
- 6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)
- 7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)
- 8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
- 9 Определение относительной погрешности установки частоты

3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений

Для оценки погрешности измерений КНИ выполните следующие шаги:

- соберите схему, представленную на рисунке;
 - в выпадающем списке "Частота первой гармоники" выберите первую из частот;
 - для каждого из значений генерируемого КНИ нажмите кнопку "Начать генерацию"; измеренное значение КНИ будет отображаться в соответствующем столбце таблицы;
 - для сохранения результатов измерений нажмите кнопку "Зафиксировать результат";
 - выполните эти шаги для остальных частот в списке "Частота первой гармоники".
- Для перехода между значениями КНИ используйте кнопки со стрелками.

Результаты измерений и расчеты

	Модуль ВС407А3 (Каналы 1 - 8)	Модуль ВС407Т1 (Каналы 9 - 16)		
Установленные значения КНИ, %	0,01	0,1	10	90
Измеренные ВС-407М значения КНИ, %				
Абсолютная погрешность, %				
Допускаемые значения погрешности, %	±0,0031	±0,0040	±0,1030	±0,9030

ВНИМАНИЕ: так как поверку проводит только измерение КНИ, а не генерация, то значения генерируемого СВЧ ВС-407 КНИ могут незначительно отличаться от заданного

Рисунок 6 – схема проверки измерений коэффициента гармоник

10.2.2. В соответствующей вкладке выпадающего списка выбрать частоту первой гармоники 10 Гц.

10.2.3. Установить на выходе калибратора-измерителя на выбранной частоте напряжение 0,5 В (СКЗ) и значение K_r (%) в соответствии с таблицей в окне программы. Нажать кнопку «Начать измерения».

ПРИМЕЧАНИЕ: Здесь и далее при переходе от одного устанавливаемого на внешнем приборе значения величины к другому в соответствии с таблицами появляется окно контроля выполнения операции. Необходимо проверить правильность установки запрашиваемых параметров и нажать кнопку «ОК».

10.2.4. Дождаться окончания измерений, что индицируется в строке состояния появлением соответствующий надписи: «Измерения завершены» зеленого цвета. Нажать кнопку «Зафиксировать результат».

10.2.5. По окончании измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы, измеренные системой значения K_r (%) и значения абсолютной погрешности измерений $K_r \Delta$ (%), рассчитанные по формуле (2).

10.2.6. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений находятся в допустимых пределах $\pm(0,06 \cdot K_r + 0,02)$ %, где K_r – установленное значение K_r (%), результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.2.7. Нажать кнопку «стрелка вправо». Повторить измерения по п.п. 10.2.3 – 10.2.6 выполняются для значений K_r для данной частоты первой гармоники сигнала в соответствии с таблицей в окне мастера поверки.

10.2.8. Выполнить операции по п.п. 10.2.2 - 10.2.2.7 для всех значений частот первой гармоники из выпадающего списка.

10.2.9. Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений K_r в диапазоне частот первой гармоники от 10 Гц до 15000 Гц и в диапазоне значений от 0,01 до 90 % находятся в пределах $\pm(0,06 \cdot K_r + 0,02)$ %.

10.3 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц. (для модуля ВС407А3)

10.3.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера проверки (Рисунок 7).

10.3.2. Следуя инструкции в появившемся в окне программы, перевести калибратор-вольтметр в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Нажать кнопку «ОК».

10.3.3. Установить на выходе калибратора в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение напряжения постоянного тока 0,1 В. Нажать кнопку «Измерить».

Мастер проверки. Пункт 4. Шаг 4 из 9

1 Опробование
2 Определение относительной погрешности измерений частоты
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений
4 **Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)**
5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)
8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
9 Определение относительной погрешности установки частоты

4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)

Для проверки измерения напряжения выполните следующие шаги:
• соберите схему, показанную на рисунке;
• последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмете кнопку "Измерить".
Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

ИЗМЕРИТЕЛЬ-КАЛИБРАТОР В1-28 СИСТЕМА ВС-407А3 ПВС ПК

Измерить Каналы 1 - 8 Предел измерения - 10 В

Текущие значения

Канал	Установленные значения		Измеренные значения, В (DC)	Абс. погр. В	Допустимые значения погрешности, В
	Частота, Гц	Напряжение, В (DC)			
Канал 1	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 2	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 3	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 4	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 5	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 6	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 7	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 8	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100

Отмена < Назад Далее > Закрыть

Рисунок 7 – схема проверки измерений напряжения

10.3.4. Дождаться окончания измерений. По окончании измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжения по каждому из каналов и рассчитанные по формуле (3) значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU , В.

10.3.5. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допустимых пределах $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,001)$ В, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.3.6. Перейти к следующему значению напряжения из таблицы. Измерения по п.п. 10.3.3 - 10.3.5 выполняются для следующих значений выходного напряжения постоянного тока калибратора:

- 0,1; 1; 10 В (для верхнего предела измерений 10 В);
- 0,01; 0,1; 1 В (для верхнего предела измерений 1 В).

10.3.7. Следуя инструкции в появившемся в окне программы, перевести калибратор-вольтметр в режим воспроизведения переменного тока. Продолжить измерения в аналогичном порядке, устанавливая значения напряжения на частоте 1000 Гц на выходе калибратора в соответствии с таблицей.

10.3.8. Для каждого установленного значения на частоте 1000 Гц система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжения по каждому из

каналов (СКЗ) и рассчитанные по формуле (3) значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока Δ , В.

10.3.9. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока (СКЗ) на частоте 1000 Гц находятся в допустимых пределах $\pm(0,001 \cdot U_{изм} + 0,0001)$ В, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.3.10. Операции по п.п. 10.3.7 - 10.3.8 выполняются для следующих значений СКЗ выходного напряжения переменного тока калибратора:

- 0,1; 1; 7,071 В (для верхнего предела измерений 10 В);
- 0,01; 0,1; 0,7071 В (для верхнего предела измерений 1 В).

10.3.11. По окончании измерений для напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц система перейдет в режим определения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц. Продолжить измерения в аналогичном порядке, устанавливая значения частоты при постоянном значении напряжения на выходе калибратора в соответствии с таблицей.

10.3.12. Для каждого установленного значения частоты система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжения по каждому из каналов (СКЗ), рассчитанные по формуле (4) значения коэффициента передачи Kf (дБ) и рассчитанные по формуле (5) значения неравномерности частотной характеристики δf (дБ).

10.3.13. Операции по п. 10.2.3.10 - 10.2.3.10 выполняются для значений частоты выходного напряжения калибратора 0,1; 60000 и 106000 Гц при следующих значениях выходного напряжения (СКЗ):

- 3 В (для верхнего предела измерений 10 В)
- 0,3 В (для верхнего предела измерений 1 В).

10.3.14. При переходе к частоте 106000 Гц в соответствии с рекомендациями мастера поверки собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 8), предварительно переведя калибратор-вольтметр в режим измерения напряжения переменного тока. Установить на выходе генератора частоту и напряжение (СКЗ) в соответствии с таблицей.

Мастер поверки. Пункт 4. Шаг 4 из 9

1 Опробование
2 Определение относительной погрешности измерений частоты
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений
4 **Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407A3) >**
5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407A3)
6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407T1)
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания реального моста (модуль ВС407T1)
8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
9 Определение относительной погрешности установки частоты

4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407A3)

Для проверки измерений напряжения выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмете кнопку "Измерить".

Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Измерить Каналы 1 - 8 Предел измерений - 1 В Вести измеренное СКЗ Измерено 0,0000 В (СКЗ)

Таблица значений	Установленные значения		Измеренные значения, В (СКЗ)	Коэффициент передачи, дБ	Неравномерность АЧХ, дБ	Допустимые значения неравн. АЧХ, дБ
	Частота, Гц	Напряжение, В (СКЗ)				
Канал 1	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 2	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 3	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 4	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 5	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 6	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 7	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$
Канал 8	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	$\pm 0,10$

Отмена < Назад Далее > Закрыть

Рисунок 8 – схема проверки измерений напряжения на частоте 106000 Гц

10.3.15. Перевести калибратор-вольтметр в режим измерений напряжения переменного тока. Нажать кнопку «Измерить», после окончания измерений нажать кнопку «Ввести измеренное СКЗ». В появившемся окне ввести измеренное калибратором-вольтметром СКЗ напряжения переменного тока (Рисунок 9). Нажать кнопку «ОК».

Рисунок 9 – окно ввода измеренного напряжения

10.3.16. За неравномерности частотных характеристик каждого входного канала для частотных поддиапазонов от 0,1 до 60000 Гц (включительно) и от 60000 до 106000 Гц принимаются максимальные абсолютные значения из полученного ряда δf для соответствующих частотных поддиапазонов. В случае, если абсолютные значения неравномерности АЧХ для каждого входного канала не превышают допустимого значения 0,05 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 60000 Гц (включительно) и 0,1 дБ в диапазоне частот от 60000 Гц до 106000 Гц, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.3.17. Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,001)$ В, значения абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц находятся в пределах $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0001)$ В, значения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц не превышают 0,05 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 60000 Гц (включительно) и 0,1 дБ в диапазоне частот от 60000 до 106000 Гц.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модуля ВС407А3)

10.4.1. С помощью измерителя иммитанса LCR-76002 измерить емкость каждого выхода многоканального емкостного эквивалента зарядовых преобразователей (гребенки) ВАПМ.407.61.01. Емкости измерять между центральным контактом входного разъема BNC и центральным контактом разъема BNC соответствующего канала в соответствии с нанесенной нумерацией. Нажать кнопку «Задать емкость», ввести измеренные значения емкости для каждого из каналов эквивалента и нажать кнопку «ОК» (Рисунок 10).

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

Рисунок 10 – окно ввода параметров емкостного эквивалента

10.4.2. Собрать схему, изображенную в окне мастера проверки (Рисунок 11). Выбрать в выпадающем списке над таблицей верхний предел измерений заряда (амплитудное значение) 10000 пКл.

10.4.3. Перевести калибратор-вольтметр в режим воспроизведения напряжения переменного тока. Установить на выходе калибратора в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение напряжения переменного тока (СКЗ) 0,1 В на частоте 1000 Гц. Нажать кнопку «Измерить». В столбце «Рассчитанный заряд» для каждого канала отображается эквивалентное значение входного заряда Q (пКл), рассчитанное по формуле (6).

Мастер проверки. Пункт 5. Шаг 5 из 9

1 Опробование
2 Определение относительной погрешности измерений частоты
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений
4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
5 **Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)**
6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)
8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
9 Определение относительной погрешности установки частоты

5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)

Для проверки измерения заряда выполните следующие шаги:

- собрать схему, показанную на рисунке;
- введите эквивалентный заряд датчика для каждого из входов "трёбены";
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмите кнопку "Измерить".

Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелёными стрелками.

Задать емкости: Каналы 1 - 6: 10000 пКл Измерить

	Установленные значения			Изм. СКЗ, пКл	Абс. погр. пКл	Допускаемые значения погрешности, пКл
	Напряжение В (СКЗ)	Частота, Гц	Рассчитанный заряд, пКл			
Канал 1	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000
Канал 2	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000
Канал 3	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000
Канал 4	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000
Канал 5	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000
Канал 6	0,10000	1000,0000	0,000000	0,000000	0	±0,10000

Отмена < Назад Далее > Записать

Рисунок 11 – схема проверки измерений заряда

10.4.4. По окончании измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения заряда по каждому из каналов и рассчитанные по формуле (7) значения абсолютной погрешности измерений заряда (СКЗ) ΔQ , пКл.

10.4.5. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений заряда (СКЗ) находятся в допустимых пределах $\pm(0,01 \cdot Q_{\text{изм}} + 0,1)$ пКл, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.4.6. Перейти к следующему значению напряжения из таблицы. Операции по п.п. 10.4.4 - 10.4.5 выполняются для значений заряда, вычисляемых по формуле (6) для устанавливаемых в соответствии с таблицей значений выходного напряжения переменного тока калибратора 0,1; 1; $10000/C_{\text{макс}}$ В (для верхнего предела измерений 10000 пКл) и 0,05; 0,1; $1000/C_{\text{макс}}$ В (для верхнего предела измерений 1000 пКл), где $C_{\text{макс}}$ – максимальная из измеренных емкостей каналов эквивалента, пКл. Значения устанавливаемых СКЗ напряжения, равных верхним пределам измерений, рассчитываются и отображаются в таблице автоматически.

10.4.7. По окончании измерений для заряда на частоте 1000 Гц система перейдет в режим определения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц. Продолжить измерения в аналогичном порядке, устанавливая значения частоты при постоянном значении напряжения на выходе калибратора (эквивалентного ему заряда) в соответствии с таблицей.

10.4.8. Для каждого установленного значения частоты система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения заряда по каждому из каналов (СКЗ), рассчитанные по формуле (8) значения коэффициента передачи K_f (дБ) и рассчитанные по формуле (9) значения неравномерности частотной характеристики δf (дБ).

10.4.9. Операции по п.п. 10.4.7 - 10.4.8 выполняются для значений частоты выходного напряжения калибратора 1; 60000; 106000 Гц при значениях выходного напряжения (СКЗ) 1 В (для верхнего предела измерений 10000 пКл) и 0,05 В (для верхнего предела измерений 1000 пКл).

10.4.10. При переходе к частоте 106000 Гц в соответствии с рекомендациями мастера поверки собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 33), предварительно переведя калибратор-вольтметр в режим измерения напряжения переменного тока. Установить на выходе генератора частоту и напряжение (СКЗ) в соответствии с таблицей.

Мастер поверки. Пункт 5. Шаг 5 из 9

1 Спробование
2 Определение относительной погрешности измерений частоты
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений
4 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
5 **Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3) >**
6 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питающего резистивного моста (модуль ВС407Т1)
8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
9 Определение относительной погрешности установки частоты

5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)

Для проверки измерения заряда выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- введите эквивалентный заряд датчика для каждого из выходов "гребенки";
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмите кнопку "Измерить".

Пересключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Итерителъ калибратор В1-28
Система ВС-407М3
Генератор Г3-122
ПК

Задать единицы Каналы 1 - 8 1000 пКл Измерить Ввести измеренное СКЗ

Текущие значения	Установленные значения			Изм. СКЗ, пКл	Отклонение от измеренного на 1кГц, пКл	Отклонение от напр. измеренного на 1кГц, дБ	Допускаемые значения нерав. АЧХ, дБ
	Напряжение В (СКЗ)	Частота, Гц	Заряд, изм. на 1 кГц, пКл				
Канал 1	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15
Канал 2	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15
Канал 3	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15
Канал 4	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15
Канал 5	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15
Канал 6	0,10000	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	100,0000	±0,15

Отмена < Назад Далее > Завершить

Рисунок 12 – схема проверки измерений заряда на частоте 106000 Гц

10.4.11. Перевести калибратор-вольтметр в режим измерений напряжения переменного тока. Нажать кнопку «Измерить», после окончания измерений нажать кнопку «Ввести измеренное СКЗ». В появившемся окне ввести измеренное калибратором-вольтметром СКЗ напряжения переменного тока. Нажать кнопку «ОК».

10.4.12. За неравномерности частотных характеристик каждого входного канала для частотных поддиапазонов от 10 до 60000 Гц и от 1 до 106000 Гц принимаются максимальные абсолютные значения из полученного ряда δf для соответствующих частотных поддиапазонов. В случае, если абсолютные значения неравномерности АЧХ для каждого входного канала не превышают допускаемого значения 0,05 дБ в диапазоне частот от 10 до 60000 Гц (включительно) и 0,15 дБ в диапазоне частот от 1 Гц до 106000 Гц, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.4.13. Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений СКЗ заряда на частоте 1000 Гц находятся в пределах $\pm(0,01 \cdot Q_{изм} + 0,1)$ пКл, значения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц не превышают 0,05 дБ в диапазоне частот от 10 до

60000 Гц (включительно) и 0,15 дБ в диапазоне частот от 1 до 106000 Гц. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

10.5 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модуля ВС407Т1).

10.5.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 13).

10.5.2. Следуя инструкции в появившемся в окне программы, перевести калибратор-вольтметр в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Нажать кнопку «ОК».

10.5.3. Установить на выходе калибратора в соответствии с рекомендациями таблицы в окне мастера значение напряжения постоянного тока 0,1 В. Нажать кнопку «Измерить».

Мастер поверки. Пункт 6. Шаг 6 из 9

1 Спробование
2 Определение относительной погрешности измерений частоты
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейной искажений
4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
5 Определение абсолютной погрешности измерений заряда на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС-407А3)
6 **Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)**
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)
8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц
9 Определение относительной погрешности установки частоты

6 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (модуль ВС407Т1)

Для проверки измерения напряжения выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмите кнопку "Измерить". Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Измеритель-калибратор 81-28 Система ВС-407М3 ПК

Измерить Каналы 9 - 16 Предел измерения - 1 В

Текущие значения

	Установленные значения		Измеренные значения, В (DC)	Абс. погр. В	Допускаемые значения погрешности, В
	Частота, Гц	Напряжение, В (DC)			
Канал 9	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 10	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 11	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 12	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 13	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 14	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 15	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100
Канал 16	---	0,10000	0,000000	0	±0,001100

Отмена < Назад Далее > Завершить

Рисунок 13 – схема проверки измерений напряжения

ПРИМЕЧАНИЕ: Здесь и далее при переходе от одного устанавливаемого на внешнем приборе значения величины к другому в соответствии с таблицами появляется окно контроля выполнения операции (Рисунок 14). Необходимо проверить правильность установки запрашиваемых параметров и нажать кнопку «ОК»

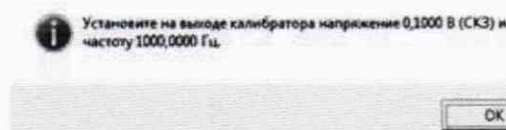


Рисунок 14 – окно контроля выполнения операции

10.5.4. Дождаться окончания измерений. По окончании измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжения по каждому из каналов и рассчитанные по формуле (3) значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока ΔU , В.