



**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 $\pm 1 \cdot 10^{-7}$
<b>Вспомогательные средства поверки</b>	
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 $\pm 3$ 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).

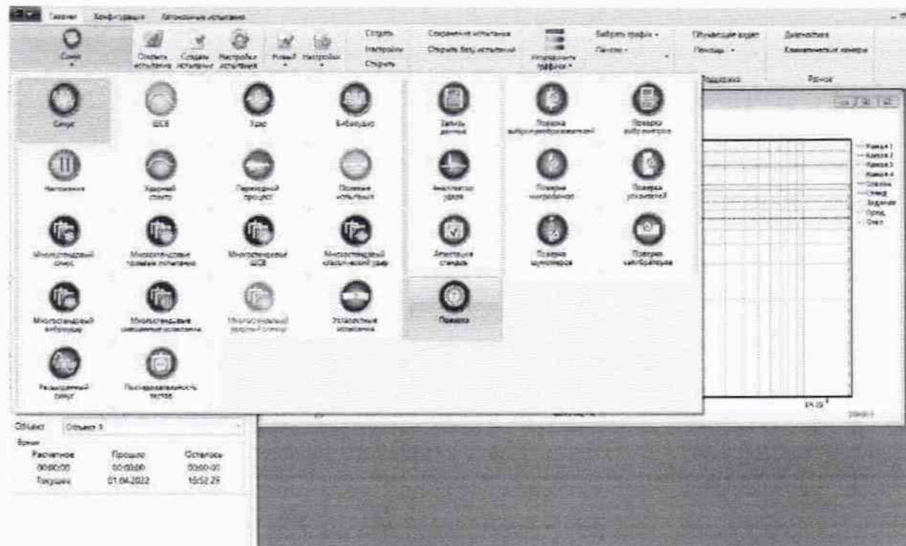


Рисунок 1 – Окно программы VisProbe\_SL

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

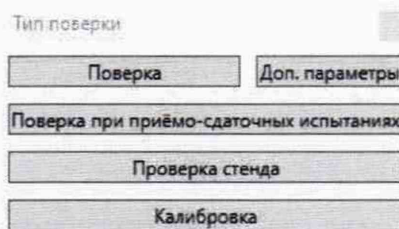


Рисунок 2 – Окно теста «Поверка».

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).

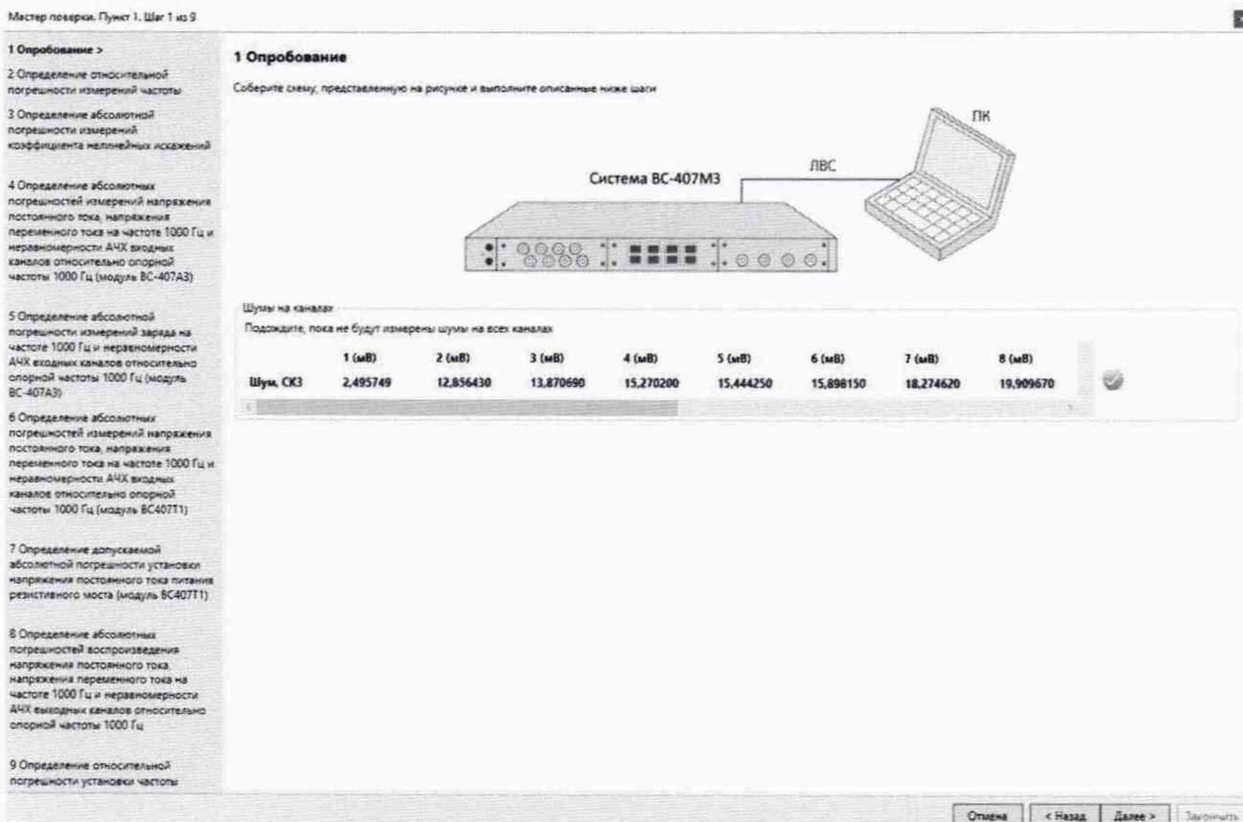


Рисунок 3 – Проверка работоспособности системы ВС-407М.



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 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», «VisAnalyser» 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».

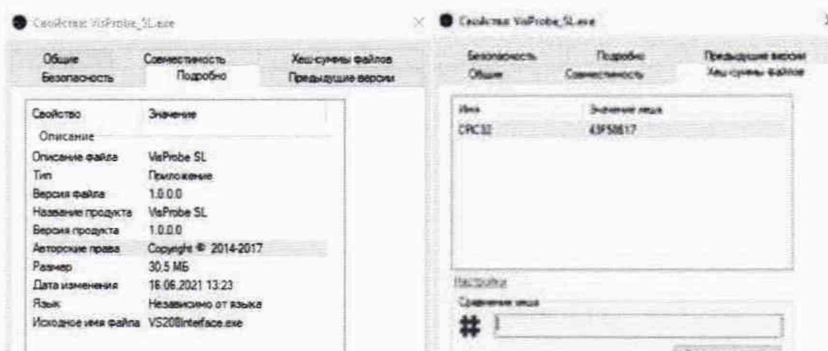


Рисунок 4 – Окна «О программе» и «Хеш-суммы файлов» ПО VisProbe\_SL

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. 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 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**

Приблизительное время измерений: **00:34:08**

Кнопки: Начать измерения, Зафиксировать результат, Генератор

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

Кнопки: 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  $\delta_f$ .

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

10.1.5. В случае, если значения погрешностей  $\delta_f$  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 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 питания резистивного моста (модуль ВС407Т1)

8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц

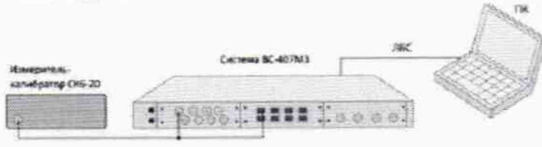
9 Определение относительной погрешности установки частоты

### 3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений

Для оценки погрешности измерений КНИ выполните следующие шаги:

- собрать 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 результаты";
- выполните эти шаги для остальных частот в списке "Частота первой гармоники".

Для перехода между значениями КНИ используйте кнопки со стрелками.



ИЗМЕРИТЕЛЬ-калибратор СКЗ-20      Система ВС-407М3      ПК

Начать измерения      Зафиксировать результаты      Частота первой гармоники: 10 Гц

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 поверки (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 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-407А3)**  
5 Определение абсолютной погрешности измерений зарядов 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

**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.

Индикатор-калибратор В1-28 Система ВС-407М3 ПВС ПК

Измерить Каналы 1 - 8 Предел измерения - 10 В

Текущие значения

Канал	Установленные значения		Измеренные значения, В (DC)	Абс. погр. В	Допускаемые 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  $\Delta U$ , В.

10.3.5. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допускаемых 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  $\Delta$ , 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  $\delta f$  (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-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 ВС-407Т1)**  
7 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания реального моста (модуль ВС-407Т1)  
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

**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 нажмите кнопку "Измерить".  
Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

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

Текущие значения

Канал	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 > Завершить

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».

Напряжение	3.00003	В
<input type="button" value="ОК"/>		
<input type="button" value="Отмена"/>		

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  $\delta f$  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) ВАИМ.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 «Расчитанный 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 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

**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 "требенки";
- последовательно выполните все шаги, предложенные мастером, и для каждого из них нажмете кнопку "Измерить".

Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Задать емкость: Каналы 1 - 8, 10000 пКл, Измерить

Текущие значения

Канал	Установленные значения			Изм. СКЗ, пКл	Абс. погр. пКл	Допускаемые значения погрешности, пКл
	Напряжение В (СКЗ)	Частота, Гц	Расчитанный 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 > Завершить

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)  $\Delta Q$ , 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  $\delta f$  (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. 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 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:

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

Переключение между шагами осуществляется с помощью кнопок с зелеными стрелками.

Задать емкости: Каналы 1 - 8: 1000 пКл Измерить Ввести измеренное СКЗ

Канал	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  $\delta f$  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  $\pm(0,01 \cdot Q_{\text{изм}} + 0,1)$  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 Опробование  
2 Определение относительной погрешности измерений частоты  
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейного 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 зарда 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 >      Закончить

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»

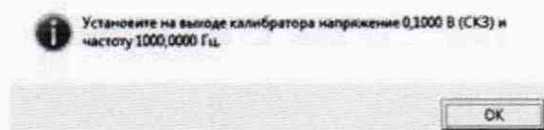


Рисунок 14 – окно контроля выполнения операции

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  $\Delta U$ , В.

10.5.5. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,001)$  В, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.5.6. Перейти к следующему значению напряжения из таблицы. Операции по п.п. 10.5.3 – 10.5.5 выполняются для следующих значений выходного напряжения постоянного тока калибратора:

- 0,1; 0,3; 1 В (для верхнего предела измерений 1 В);
- 0,01; 0,03; 0,1 В (для верхнего предела измерений 0,1 В).

10.5.7. 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.

10.5.8. 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  $\Delta U$ , В.

10.5.9. В случае, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока (СКЗ) на частоте 1000 Гц находятся в допускаемых пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0001)$  В, результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета. В противном случае цвет шрифта становится красным.

10.5.10. Операции по п.п. 10.5.7 - 10.5.9 выполняются для следующих значений СКЗ выходного напряжения переменного тока калибратора:

- 0,1; 0,3; 0,7071 В (для верхнего предела измерений 1 В);
- 0,01; 0,03; 0,07071 В (для верхнего предела измерений 0,1 В).

10.5.11. 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.

10.5.12. 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  $K_f$  (дБ) и рассчитанные по формуле (5) значения неравномерности частотной характеристики  $\delta f$  (дБ).

10.5.13. 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):

- 0,3 В (для верхнего предела измерений 1 В)
- 0,03 В (для верхнего предела измерений 0,1 В).

10.5.14. При переходе к частоте 106000 Гц в соответствии с рекомендациями мастера поверки собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 15), предварительно отключив выход калибратора. Установить на выходе генератора частоту и напряжение (СКЗ) в соответствии с таблицей.



- 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

**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 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.

	Установленные значения		Измеренные значения, В (СКЗ)	Коэффициент передачи, дБ	Неравномерность АЧХ, дБ	Допускаемые значения неравн. АЧХ, дБ
	Частота, Гц	Напряжение, В (СКЗ)				
Канал 9	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 10	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 11	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 12	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 13	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 14	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 15	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10
Канал 16	106000,0000	0,000000	0,000000	0,0000	0,0000	±0,10

Рисунок 15 – схема проверки напряжения на частоте 106000 Гц

10.5.15. Перевести калибратор-вольтметр в режим измерений напряжения переменного тока. Установить на выходе генератора частоту и напряжение (СКЗ) в соответствии с таблицей. Нажать кнопку «Измерить», после окончания измерений нажать кнопку «Ввести измеренное СКЗ». В появившемся окне ввести измеренное калибратором-вольтметром СКЗ напряжения переменного тока (Рисунок 16). кнопку «ОК».

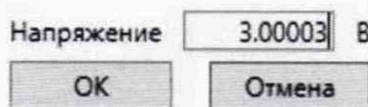


Рисунок 16 – окно ввода измеренного значения напряжения

10.5.16. 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  $\delta f$  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.

10.5.17. Результаты проверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{изм} + 0,001)$  В, значения абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц находятся в пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{изм} + 0,0001)$  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.

**10.6 Определение допустимой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока питания резистивного моста (для модуля ВС407Т1).**

10.6.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 17). Калибратор-вольтметр перевести в режим измерения напряжения постоянного тока.

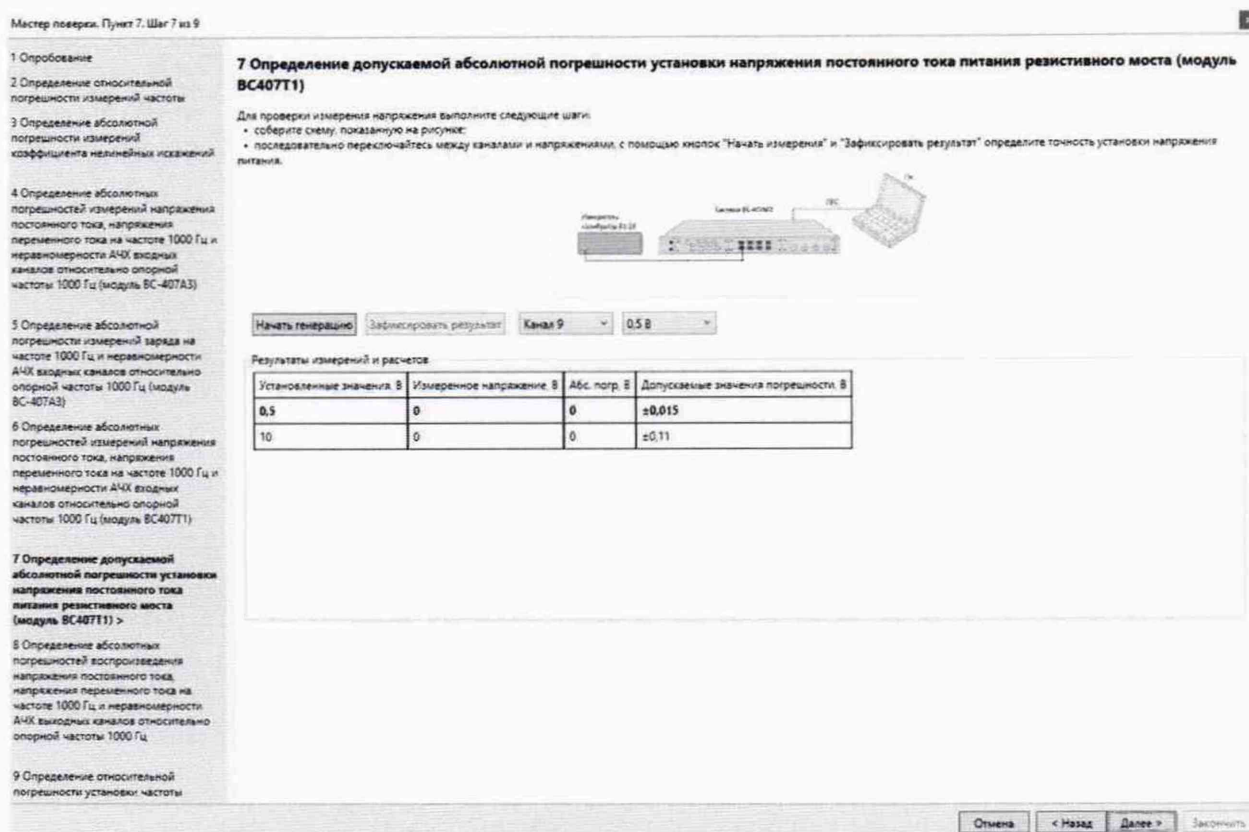


Рисунок 17 – схема проверки установки напряжения питания резистивной моста

10.6.2. Нажать кнопку «Начать генерацию». Система в автоматическом режиме установит требуемое напряжение питания резистивного мост согласно выбранному значению и выбранному каналу из выпадающих списков «Мастера поверки».

10.6.3. Нажать кнопку «Зафиксировать результат» и в появившееся окне внести значение, измеренное калибратором-вольтметром.

10.6.4. Произвести измерения для каждого канала для значений установки напряжения питания резистивного моста в 0,5 и 10 В

10.6.5. Дождаться окончания измерений. По окончании измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжений по каждому из выходных каналов и рассчитанные погрешности по формуле (10).

10.6.6. Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки напряжения питания резистивного моста находятся в пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{уст} + 0,005)$  В.

## 10.7 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модуля ВС407У1)

10.7.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 19). Мультиметр перевести в режим измерения напряжения постоянного тока.

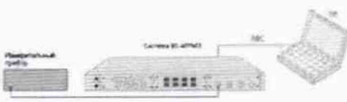


1 Опробование  
2 Определение относительной погрешности измерений частоты  
3 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента нелинейных искажений  
4 Определение абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности 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

**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**

Для проверки параметров выходных каналов выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- нажмите кнопку "Начать генерацию";
- дождитесь окончания процесса измерений.



Предыдущие значения: **0,00 Гц, 0,03 В**    Текущие значения: **0,00 Гц, 0,03 В**    [←] [→]    **Начать генерацию**    Зафиксировать результат    Выход 1    3 В

Результаты измерений и расчетов

Установленные значения	Измеренные значения, В (СКЗ)	Абс. погр. В	Допускаемые значения погрешности, В
Выход 1	0,00000	-0,030000	±0,005300

Отмена    < Назад    Далее >    Закончить

Рисунок 19 – схема проверки воспроизведения напряжения

10.7.2. В окне программы «Мастер поверки» выбрать из выпадающего списка верхний предел воспроизведения 3 В.

10.7.3. Нажать кнопку «Начать генерацию». Система в автоматическом режиме установит требуемые значения выходного напряжения постоянного тока согласно таблице «Мастера поверки» для каждого выхода системы.

10.7.4. Нажать кнопку «Зафиксировать результат» и в появившееся окно указать значение напряжения, измеренное калибратором-вольтметром.

10.7.5. Перейти к следующему значению напряжения из таблицы. Операции по п.п. 10.7.3 – 10.7.4 выполняются для следующих значений выходного напряжения:

- 0,03; 0,3; 3 В (для верхнего предела 3 В);
- 0,1; 3; 10 В (для верхнего предела 10 В).

10.7.6. Следуя инструкции в появившемся в окне программы, перевести мультиметр в режим измерения напряжения переменного тока. Продолжить измерения в аналогичном порядке, устанавливая значения напряжения на частоте 1000 Гц на выходах системы в соответствии с таблицей.

10.7.7. Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц выполняется для следующих значений выходного напряжения:

- 0,03; 0,3; 2,1 В (для верхнего предела 3 В);
- 0,1; 0,3; 7,071 В (для верхнего предела 10 В).

10.7.8. Неравномерность АЧХ относительно опорной частоты 1000 Гц определяется на частотах 10; 1000; 10000; 60000 и 106000 Гц при установленных значениях напряжения (СКЗ) 1 В для верхнего предела 3 В и 3 В для верхнего предела 10 В.

10.7.9. Произвести все измерения согласно таблице «Мастера поверки» для каждого выхода системы. По окончании измерений система выведет в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения напряжений по каждому из каналов, рассчитанные значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (11), рассчитанные значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц по формуле (11), коэффициент передачи по формуле (12) и неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 1000 Гц по формуле (13).

10.7.10. Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и амплитудных значений (в пересчете с СКЗ) напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц находятся в допускаемых пределах  $\pm(0,01 \cdot U_{\text{восп}} + 0,005)$ , а значения неравномерности АЧХ относительно 1000 Гц не превышают 0,1 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 10000 Гц, 0,5 дБ в диапазоне частот свыше 10000 до 60000 Гц и 1,5 дБ в диапазоне частот свыше 60000 до 106000 Гц (результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом зеленого цвета). В противном случае (результаты измерений и расчетов отображаются шрифтом красного цвета) система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 10.8 Определение относительных погрешностей воспроизведения частоты (для модуля ВС407У1)

10.8.1. Собрать схему, изображенную в окне мастера поверки (Рисунок 20).

Мастер поверки. Пункт 9. Шаг 9 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 марада 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)

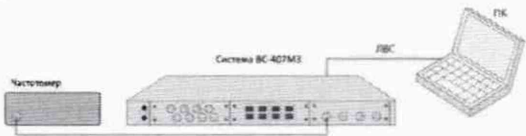
8 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока, напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц и неравномерности АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц

9 **Определение относительной погрешности установки частоты >**

### 9 Определение относительной погрешности установки частоты

Для определения погрешности генерации частоты выполните следующие шаги:

- соберите схему, показанную на рисунке;
- выберите в выпадающем списке "Выход 1";
- пройдитесь по всем шагам и для каждого из них нажмите кнопку "Начать генерацию", затем "Зафиксировать измерения" и в появившемся окне введите измеренное значение;
- повторите действия для всех частот и выходов.



Текущая частота, Гц  
**1000,00000**

Начать генерацию    Зафиксировать результат    Выход 1

Установленные значения частоты, Гц	Измеренные частотомером значения частоты, Гц	Относительная погрешность установки частоты, %	Допускаемые значения погрешностей, %
<b>1000,00000</b>	<b>0,00000000</b>	<b>0,000000</b>	<b>±0,0050</b>
106000,000	0,00000000	0,000000	±0,0050

Отмена    < Назад    Далее >    Завершить

Рисунок 20 – схема проверки воспроизведения частоты

10.8.2. Нажать кнопку «Начать генерацию». Частота и напряжение выходного сигнала системы устанавливаются автоматически по нажатию кнопки «Начать генерацию» в соответствии с таблицей в окне программы «Мастер поверки». Текущая частота сигнала выделяется в таблице жирным шрифтом.

10.8.3. Дождаться окончания измерения частоты, нажать кнопку «Зафиксировать результат». В появившемся окне (Рисунок 21) ввести значения частоты в Гц, измеренные частотомером. Нажать кнопку «ОК».

Частота  Гц

ОК    Отмена

Рисунок 21 – окно ввода измеренного значения частоты

10.8.4. По окончании цикла измерений система выводит в соответствующие ячейки таблицы измеренные значения частоты и рассчитанные по формуле (14) значения относительных погрешностей воспроизведения частоты  $\delta f$ .



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

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

10.8.7. Результаты поверки считать положительными, если для всех установленных модулей значения относительных погрешностей воспроизведения и измерений частоты в диапазоне рабочих частот от 0,1 до 106000 Гц находятся в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ .

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Рассчитать относительную погрешность измерения частоты (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1) по формуле 1:

$$\delta_{\text{Физм}} = (F_{\text{изм}} - F_{\text{эт}})/F_{\text{эт}}, \quad (1)$$

где:

$F_{\text{изм}}$  – значение частоты, измеренное системой ВС-407М, Гц;

$F_{\text{эт}}$  – значение частоты, заданное генератором ГЗ-122, Гц.

Система считается годной, если значения относительных погрешностей воспроизведения и 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.

11.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерения коэффициента гармоник (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1) по формуле 2:

$$\Delta_{\text{Кг}} = K_{\text{Гизм}} - K_{\text{Гэт}}, \quad (2)$$

где:

$K_{\text{Гизм}}$  – значение коэффициента гармоник, измеренное системой ВС-407М, %;

$K_{\text{Гэт}}$  – значение коэффициента гармоник, заданное калибратором СК6-20, %.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений коэффициента гармоник находятся в пределах  $\pm(0,06 \cdot K_{\text{Г}} + 0,02)$  %.

11.3 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока и переменного тока на частоте 1 кГц (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1) по формуле 3:

$$\Delta_{\text{Uизм}} = U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}, \quad (3)$$

где:

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренное системой ВС-407М, В;

$U_{\text{эт}}$  – напряжение напряжения, установленное на калибраторе В1-28, В.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах  $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,001)$  В для модулей ВС407А3 и  $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,001)$  В для модулей ВС407Т1, 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 для модулей ВС407А3 и  $\pm(0,002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0001)$  В для модулей ВС407Т1.

11.4 Рассчитать неравномерность АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модулей ВС407А3 и ВС407Т1).

Для каждой установленной частоты 0,1; 1000, 60000; 106000 Гц рассчитать коэффициент передачи  $K_{\text{Uf}}$  (дБ) по формуле 4:

$$K_{\text{Uf}} = 20 \cdot \text{Lg}(U_{\text{изм}}/U_{\text{эт}}), \quad (4)$$

где:

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения (СКЗ), измеренное системой ВС-407М, 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 5:

$$\delta_{\text{Uf}} = K_{\text{Uf}} - K_{\text{U1000}}, \quad (5)$$



где:

$K_{Uf}$  – значение коэффициента передачи на частоте  $f$ , дБ;

$K_{U1000}$  – значение коэффициента передачи на частоте 1000 Гц, дБ.

Система считается годной, если неравномерности АЧХ относительно 1000 Гц для каждого входного канала не превышают допускаемого 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.

### 11.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений заряда на частоте 1000 Гц (для модуля ВС407А3).

Рассчитать эквивалентное значение входного заряда  $Q_{эт}$  (пКл) для каждого канала по формуле 6:

$$Q_{эт} = U_{эт} \cdot C_i, \quad (6)$$

где:

$U_{эт}$  – значение напряжения, подаваемого с выхода калибратора В1-28 на вход емкостного эквивалента ВАПМ.407.61.01, В;

$C_i$  – значение емкости соответствующего канала емкостного эквивалента ВАПМ.407.61.01, пФ.

Рассчитать значения абсолютной погрешности измерений входного заряда на базовой частоте 1000 Гц по формуле 7:

$$\Delta Q = Q_{изм} - Q_{эт}, \quad (7)$$

где:

$Q_{изм}$  – значение заряда, измеренное системой ВС-407М, пКл;

$Q_{эт}$  – значение заряда, рассчитанное по формуле 6, пКл.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений СКЗ заряда на частоте 1000 Гц находятся в пределах  $\pm(0,01 \cdot Q_{изм} + 0,1)$  пКл.

### 11.6 Рассчитать неравномерность АЧХ входных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц при измерении заряда.

Для каждой установленной частоты 1, 10, 1000, 60000; 106000 Гц рассчитать коэффициент передачи  $K_{Qf}$  (дБ) по формуле 8.

$$K_{Qf} = 20 \cdot Lg(Q_{изм}/Q_{эт}), \quad (8)$$

где:

$Q_{изм}$  – значение заряда, измеренное системой ВС-407М, пКл;

$Q_{эт}$  – значение заряда, рассчитанное по формуле 6, пКл.

Для каждой установленной частоты вычисляется неравномерность частотной характеристики  $\delta_f$  (дБ) по формуле 9:

$$\delta_{Qf} = K_{Qf} - K_{Q1000}, \quad (9)$$

где:

$K_{Qf}$  – значение коэффициента передачи на частоте  $f$ , дБ;

$K_{Q1000}$  – значение коэффициента передачи на частоте 1000 Гц, дБ.

Система считается годной, значения неравномерности АЧХ измерительных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц в режиме измерения заряда 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.

### 11.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки напряжения питания резистивного моста (для модулей ВС407Т1) по формуле 10:

$$\Delta U_{ус} = U_{уст} - U_{изм}, \quad (10)$$

где:

$U_{уст}$  – напряжение питания резистивного моста, установленное входом ВС-407М, В;  
 $U_{изм}$  – напряжение питания резистивного моста, измеренное калибратором В1-28, В.  
Система считается годной, если значения абсолютной погрешности установки напряжения питания резистивного моста находятся в пределах  $\pm(0,002 \cdot U_{уст} + 0,005)$  В.

**11.8 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока и переменного тока на частоте 1 кГц (для модулей ВС407У1) по формуле 11:**

$$\Delta U_{восп} = U_{восп} - U_{изм}, \quad (11)$$

где:

$U_{восп}$  – значение напряжения, воспроизводимое системой ВС-407М, В;

$U_{изм}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром 34465А, В.

Система считается годной, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах  $\pm(0,01 \cdot U_{восп} + 0,005)$  В, значения абсолютной погрешности измерений СКЗ напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц находятся в пределах  $\pm(0,01 \cdot U_{восп} + 0,005)$  В.

**11.9 Рассчитать неравномерность АЧХ выходных каналов относительно опорной частоты 1000 Гц (для модулей ВС407У1).**

Для каждой установленной частоты 10; 1000, 10000; 60000, 106000 Гц рассчитать коэффициент передачи  $K_{Uf}$  (дБ) по формуле 12:

$$K_{Uf} = 20 \cdot Lg(U_{восп}/U_{изм}), \quad (12)$$

где:

$U_{восп}$  – значение напряжения, воспроизводимое системой ВС-407М, В;

$U_{изм}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром 34465А, В.

Для каждой установленной частоты вычисляется неравномерность частотной характеристики  $\delta_{Uf}$  (дБ) по формуле 13:

$$\delta_{Uf} = K_{Uf} - K_{U1000}, \quad (13)$$

где:

$K_{Uf}$  – значение коэффициента передачи на частоте  $f$ , дБ;

$K_{U1000}$  – значение коэффициента передачи на частоте 1000 Гц, дБ.

Система считается годной, если значения неравномерности АЧХ относительно 1000 Гц не превышают 0,1 дБ в диапазоне частот от 0,1 до 10000 Гц, 0,5 дБ в диапазоне частот свыше 10000 до 60000 Гц и 1,5 дБ в диапазоне частот свыше 60000 до 106000 Гц.

**11.10 Рассчитать относительную погрешность воспроизведения частоты (для модулей ВС407У1) по формуле 14:**

$$\delta_{Fвосп} = (F_{восп} - F_{изм})/F_{изм}, \quad (14)$$

где:

$F_{восп}$  – значение частоты, воспроизводимое системой ВС-407М, Гц;

$F_{изм}$  – значение частоты, измеренное частотомером ЧЗ-64, Гц.

Система считается годной, если значения относительных погрешностей воспроизведения частоты в диапазоне рабочих частот от 0,1 до 106000 Гц находятся в пределах  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ .



## 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) 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