

ОКПД 2 26.51.43.150  
ТН ВЭД ЕАЭС 9030 89 300 0

**УТВЕРЖДАЮ**

В части раздела 13 «Методика поверки»

Исполняющий обязанности начальника

испытательного центра

ФБУ Краснодарский ЦСМ»

  
В. И. Даценко

2019 г.



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор

ООО «Конструкторское бюро «ИС»

  
А. С. Козлитин

«16» августа 2018 г.



## КАЛИБРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ Н4-56

### РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КБИС.411182.001 РЭ

Разработал

Нормоконтролер

Главный конструктор

  
Дружинин В. А.

  
Володина А. В.

  
Ложкин С. Г.

ЛИТЕРА «0»

## 13. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

### 13.1 Общие сведения

13.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки приборов "Калибратор универсальный Н4-56" при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации и выпускаемых из ремонта. Поверка прибора должна проводиться при его применении в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений. При использовании прибора вне сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений допускается проведение калибровки.

13.1.2 Поверка прибора осуществляется не реже одного раза в 1 год. Допускается проведение поверки калибратора универсального Н4-56 для меньшего числа воспроизводимых величин или на меньшем числе пределов воспроизведений.

### 13.2 Операции поверки

13.2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 13.1.

Таблица 13.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
Внешний осмотр	13.6	Да	Да
Опробование	13.7	Да	Нет
Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции	13.8	после ремонта	один раз в 5 лет
<b>Определение метрологических характеристик:</b>			
Определение основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	13.9	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	13.10	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	13.11	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения силы переменного тока	13.12	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току	13.13	Да	Да
Определение основной погрешности установки УФС между напряжением и током в режиме двухканального воспроизведения	13.14	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения напряжения и установки УФС с выхода двухканального генератора	13.15	Да	Да

Продолжение таблицы 13.1

Наименование операции	Номер методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
Определение погрешности установки частоты	13.16	Да	Да
Определение напряжения шумов и пульсаций в режимах воспроизведения напряжения и силы постоянного тока	13.17	Да	Нет
Определение коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения напряжения и силы переменного тока	13.18	Да	Нет

### 13.3 Средства поверки

13.3.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 13.2. При проведении поверки допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик калибратора универсального Н4-5б.

Таблица 13.2 – Средства поверки

Номер методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки (используемые метрологические и основные технические характеристики средства поверки)
<b>Основные средства поверки</b>	
13.9, 13.10, 13.11, 13.12, 13.13	<b><u>Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12</u></b> Измерение: - напряжение постоянного тока в диапазоне от 0,1 мВ до 1000 В с погрешностью от $\pm 0,001$ до $\pm 0,0012$ %; - напряжения переменного тока в диапазоне от 0,2 мВ до 1000 В в полосе частот от 20 Гц до 100 кГц с погрешностью от $\pm 0,0066$ до $\pm 0,0022$ %. Воспроизведение: - напряжения переменного тока от 0,05 мВ до 1000 В в полосе частот от 0,1 Гц до 100 кГц с погрешностью от $\pm 0,0066$ до $\pm 0,0022$ %.
13.11, 13.13, 13.14, 13.17	<b><u>Катушка электрического сопротивления измерительная Р321</u></b> Номинальное сопротивление 10 Ом; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 320 мА.
13.11, 13.13, 13.14, 13.17	<b><u>Катушка электрического сопротивления измерительная Р331</u></b> Номинальное сопротивление 100 Ом; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 100 мА.
13.11, 13.13, 13.17	<b><u>Катушка электрического сопротивления измерительная Р331</u></b> Номинальное сопротивление 1 кОм; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 32 мА.
13.13	<b><u>Катушка электрического сопротивления измерительная Р331</u></b> Номинальное сопротивление 10 кОм; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 10 мА.
13.13	<b><u>Катушка электрического сопротивления измерительная Р331</u></b> Номинальное сопротивление 100 кОм; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 3,2 мА.

Продолжение таблицы 13.2

Номер методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки (используемые метрологические и основные технические характеристики средства поверки)																																	
13.13	<b><u>Мера электрического сопротивления Р4013</u></b> Номинальное сопротивление 1 МОм; класс точности 0,005; 3 разряд; максимальное напряжение 700 В.																																	
13.11, 13.12, 13.13, 13.14, 13.17, 13.18	<b><u>Меры сопротивления Н4-12МС</u></b>																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Номинал</th> <th rowspan="2">Погрешность DC</th> <th colspan="3">Погрешность AC</th> <th rowspan="2">Максимальный ток</th> </tr> <tr> <th>до 1 кГц</th> <th>до 5 кГц</th> <th>до 10 кГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 Ом</td> <td>±0,003 %</td> <td>±0,005 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>30 мА</td> </tr> <tr> <td>10 Ом</td> <td>±0,003 %</td> <td>±0,005 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>200 мА</td> </tr> <tr> <td>1 Ом</td> <td>±0,003 %</td> <td>±0,005 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>±0,02 %</td> <td>2000 мА</td> </tr> <tr> <td>0,01 Ом</td> <td>±0,01 %</td> <td>±0,01 %</td> <td>±0,03 %</td> <td>±0,1 %</td> <td>50 А</td> </tr> </tbody> </table>	Номинал	Погрешность DC	Погрешность AC			Максимальный ток	до 1 кГц	до 5 кГц	до 10 кГц	100 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,01 %	30 мА	10 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,01 %	200 мА	1 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,02 %	2000 мА	0,01 Ом	±0,01 %	±0,01 %	±0,03 %	±0,1 %	50 А
	Номинал			Погрешность DC	Погрешность AC			Максимальный ток																										
		до 1 кГц	до 5 кГц		до 10 кГц																													
	100 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,01 %	30 мА																												
10 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,01 %	200 мА																													
1 Ом	±0,003 %	±0,005 %	±0,01 %	±0,02 %	2000 мА																													
0,01 Ом	±0,01 %	±0,01 %	±0,03 %	±0,1 %	50 А																													
13.14.3	<b><u>Измеритель разности фаз Ф2-28*</u></b> Диапазон фаз от 0 до 360 °; частотный диапазон от 20 Гц до 10 кГц; уровень сигналов от 0,01 до 10,0 В; погрешность УФС не более ±0.03 °.																																	
13.14.2	<b><u>Измеритель разности фаз Ф2-34**</u></b> Диапазон фаз от 0 до 360 °; частотный диапазон от 20 Гц до 10 кГц; уровень сигналов от 0,01 до 2,0 В; погрешность УФС не более ±0.1 °.																																	
13.14.2	<b><u>Калибратор фазы Н6-2**</u></b> Диапазон фаз от 0 до 360 °; частотный диапазон от 20 Гц до 10 кГц; уровень сигнала 0,2 В; погрешность УФС не более ±0,01 °.																																	
13.18	<b><u>Измеритель нелинейных искажений СК6-13</u></b> Диапазон напряжений от 0,2 до 100 В; частотный диапазон от 10 Гц до 100 кГц; диапазон измеряемых искажений от 0,05 до 2 %; погрешность не более ±10 %																																	
13.7, 13.10, 13.11, 13.13, 13.16	<b><u>Мультиметр В7-84</u></b> Измерение: - напряжение постоянного тока от 0 В до 10 В с погрешностью от ±0,0022 до ±0,004 %; - напряжение переменного тока от 1 мВ до 700 В в полосе частот от 10 Гц до 100 кГц с погрешностью от ±0,075 до ±1,5 %; - частота от 1 Гц до 125 кГц с погрешностью ±0,005 %.																																	
13.17	<b><u>Вольтметр переменного тока В3-71</u></b> Измерение среднеквадратичного значения напряжения переменного тока от 0,1 мВ до 3 В в полосе частот от 10 Гц до 1 МГц с погрешностью от ±1,5 до ±4 %.																																	
13.8	<b><u>Мегомметр ЭС 0202/2-Г</u></b> Диапазон измерения сопротивления от 0 до 10000 МОм; измерительное напряжение 500, 1000 и 2500 В.																																	
<b>Вспомогательные средства поверки</b>																																		
13.15	<b><u>Осциллограф АКПП-4122/1</u></b> Полоса пропускания 50 МГц, частота дискретизации 1 Гвыб./с, чувствительность 2 мВ/дел.																																	

**Примечание:** \* - указанное СИ используется для метода прямого измерения п.13.14.3;

\*\* - указанное СИ используется для метода сличения п.13.14.2.

### **13.4 Требования безопасности**

13.4.1 При поверке прибора необходимо соблюдать правила безопасности в соответствии с разделом 2 настоящего руководства по эксплуатации и требованиями эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

### **13.5 Условия поверки и подготовка к ней**

13.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа, от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение сети питания от 215,6 до 224,4 В, частотой (50 ± 2) Гц;
- относительная влажность воздуха от 45 до 75 %.

13.5.2 Перед проведением поверки необходимы следующие подготовительные работы:

- ознакомиться с положениями настоящего руководства по эксплуатации прибора;
- проверить комплектность прибора в части необходимых принадлежностей для осуществления операций поверки;
- разместить поверяемый прибор на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность эксплуатации;
- подготовить средства поверки, принадлежности, материалы, инструмент для сборки схем поверки в соответствии с проводимыми операциями;
- прогреть используемые средства поверки в течение времени, необходимого для обеспечения нормируемых метрологических характеристик.

### **13.6 Внешний осмотр**

13.6.1 При проведении внешнего осмотра в выключенном состоянии устанавливается соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- комплектности прибора (приборов);
- отсутствию механических повреждений;
- прочности крепления элементов корпуса, выходных разъемов и клемм, клавиатуры;
- целостности и состояния изоляции сетевого провода, выходных кабелей и других принадлежностей;
- отсутствию слабо закрепленных внутренних узлов (определяется на слух при наклонах и встряхивании прибора);
- отсутствию нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
- четкости маркировки.

Прибор, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

## 13.7 Опробование

13.7.1 До начала опробования прибора необходимо подготовить его в соответствии с указаниями раздела 9.2. Включить поверяемый прибор и произвести визуальную проверку индикации выводимых на табло индикатора цифровых символов и знаков. Проверить соответствие выводимой при включении информации о встроенном программном обеспечении (ПО) следующим данным:

- версия ПО: не ниже 1.1;
- контрольная сумма ПО: AC72.

13.7.2 Проверить функционирование клавиатуры и кодового переключателя. Для чего вызвать программу тестирования (в соответствии с указаниями п. 9.4 настоящего руководства по эксплуатации).

13.7.3 Проверить возможность воспроизведения напряжения, силы тока и сопротивления. Для проведения проверки необходимо:

- собрать измерительную схему, указанную в таблице 13.3;
- установить на выходе поверяемого прибора параметры воспроизводимой величины в соответствии с данными, указанными в таблице 13.3 и выбранной схемой измерения;
- контролировать появление уровней воспроизводимой величины, устанавливаемых на выходе поверяемого прибора, с помощью внешнего измерителя (без определения погрешности).

Режим работы измерителя выбирается в соответствии с видом воспроизводимой величины.

Таблица 13.3 – Параметры опробования

Предел воспроизведения	Контролируемый уровень	Измерительная схема	Номинальная величина*
одноканальный режим воспроизведения напряжения постоянного тока			
<b>4 В</b>	+2 В; -2 В,	Рисунок13.1	±2 В
<b>20 В</b>	+20 В		+20 В
<b>200 В</b>	+100 В		+100 В
<b>1000 В</b>	+500 В		+500 В
одноканальный режим воспроизведения напряжения переменного тока			
<b>20 В</b>	10 В; 1 кГц	Рисунок13.1	10 В
<b>120 В</b>	100 В; 1 кГц		100 В
<b>700 В</b>	400 В; 1 кГц		400 В
одноканальный режим воспроизведения силы постоянного тока			
<b>2 мА</b>	+2 мА	методом прямых измерений с помощью амперметра	2 мА
<b>20 мА</b>	+20 мА		20 мА
<b>200 мА</b>	+200 мА		200 мА
<b>2000 мА</b>	+1000 мА		1 А
<b>50 А</b>	+10 А		10 А
двухканальный режим воспроизведения силы постоянного тока			
<b>200 мА</b>	+200 мА	методом прямых измерений с помощью амперметра	200 мА

Продолжение таблицы 13.3

Предел воспроизведения	Контролируемый уровень	Измерительная схема	Номинальная величина*
двухканальный режим воспроизведения силы переменного тока			
<b>200 мА</b>	200 мА; 1 кГц	методом прямых измерений с помощью амперметра	200 мА
режим воспроизведения сопротивления постоянному току			
<b>30 Ом</b>	10 Ом	методом прямых измерений с помощью омметра	10 Ом
<b>300 Ом</b>	100 Ом		100 Ом
<b>3 кОм</b>	1 кОм		1 кОм
<b>30 кОм</b>	10 кОм		10 кОм
режим воспроизведения сопротивления постоянному току			
<b>300 кОм</b>	100 кОм	методом прямых измерений с помощью омметра	100 кОм
<b>3000 кОм</b>	1000 кОм		1000 кОм

*Примечание:* \* - показание контролирующего СИ

13.7.4 Результаты опробования поверяемого прибора считаются удовлетворительными, если он обеспечивает установку и воспроизведение заданных значений напряжения, силы тока, частоты и сопротивления.

### **13.8 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции**

13.8.1 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции сетевых цепей и интерфейсных выходов поверяемого прибора осуществляется в соответствии с пп.13.8.2, 13.8.3. Допускается совмещать проверку электрической прочности изоляции с измерением сопротивления изоляции при использовании мегомметра с измерительным напряжением 2500 В.

13.8.2 Проверку электрической прочности изоляции проводят с помощью пробойной установки. Испытательное напряжение подают между цепями, указанными в таблице 13.4. Все контакты одноименной цепи замыкаются между собой. Состояние сетевого выключателя во время испытаний должно быть «Включено».

Результаты проверки считают удовлетворительными, если во время испытаний не возникли разряды и повторяющийся поверхностный пробой, сопровождающийся резким возрастанием тока в испытательной цепи. Появление "коронного" разряда или подобных эффектов не является признаком дефектности изоляции.

13.8.3 Электрическое сопротивление изоляции в нормальных условиях применения проверяют между цепями, указанными в таблице 13.4, при отключенном от сети кабеле питания с помощью мегомметра с рабочим напряжением 1000 В. Все контакты одноименной цепи замыкаются между собой. Состояние сетевого выключателя во время испытаний должно быть «Включено».

Проверку электрического сопротивления защитного заземления проводят в соответствии с п. 6.5.1 ГОСТ 12.2.091

13.8.4 Результаты проверки считают удовлетворительными, если в нормальных условиях эксплуатации значения электрического сопротивления изоляции не менее значений, указанных в таблице 13.4, а сопротивление защитного заземления не превышает 0,1 Ом.

Таблица 13.4 – Параметры испытаний электрической прочности

Подключение		Испытательное напряжение	Сопротивление изоляции, не менее
Первая цепь	Вторая цепь		
Контакты сетевого разъема (кроме контакта защитного заземления)	Корпус прибора (контакт защитного заземления)	~1,5 кВ, 50 Гц	-
Контакты выходных клемм «U» (Hi и Lo), «I» (Hi и Lo), соединённых между собой	Корпус прибора (контакт защитного заземления)	~1,5 кВ, 50 Гц	
Все контакты выходных клемм	Все контакты интерфейсных разъёмов	=1.5 кВ	
Контакты сетевого разъема (кроме контакта защитного заземления)	Все контакты выходных клемм и все контакты интерфейсных разъёмов	-	1000 МОм

### **13.9 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока**

13.9.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока в режиме одноканального воспроизведения и в режиме манипуляции проводят путем измерения выходного напряжения калибратора (на клеммах «U») эталонным вольтметром постоянного тока. Режим двухканального воспроизведения функционально полностью идентичен одноканальному режиму воспроизведения. Методика определения выходного смещения поверяемого прибора приведена в п.13.9.2, а методика определения основной погрешности в п.13.9.3. Проверяемые данные приведены в таблице 13.5. Измерительная схема показана на рисунке 13.1.

13.9.2 Определение выходного смещения поверяемого прибора проводят с учетом особенностей измерения низких уровней напряжения:

- при проведении измерений необходимо применять штатные соединительные провода из комплекта поставки прибора, в противном случае использовать соединители, изготовленные из провода одного типа, одного сечения и с наконечниками имеющие покрытие из золота или серебра;

- перед снятием показаний выдержать временную паузу для выравнивания температуры металлических контактов после завершения ручной коммутации измерительной цепи;

- использовать режим относительных измерений для компенсации начального смещения эталонного вольтметра, предварительно замкнув контакты входных



соединительных проводов перемычкой с теплоотводом, обеспечивающей низкое значение термо-э.д.с.

Определение выходного смещения производится следующим образом:

а) замкнуть входные кабели эталонного вольтметра, дождаться выравнивания температуры контактов и, включив режим относительных измерений, установить нулевые показания вольтметра;

б) установить на выходе калибратора минимальный уровень положительной полярности, указанный в таблице 13.5;

в) подключить вход эталонного вольтметра к выходным клеммам поверяемого прибора и через 20 - 30 с (после выравнивания температуры контактов) зафиксировать показания вольтметра;

г) установить на выходе поверяемого прибора минимальный уровень отрицательной полярности, указанный в таблице 13.5, считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

д) определить абсолютную погрешность как разность между показанием эталонного вольтметра и величиной установленного начального уровня для обеих полярностей.

13.9.3 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока производится в соответствии с данными, приведенными в таблице 13.5.

Проверка производится следующим образом:

а) установить на выходе поверяемого прибора величину напряжения постоянного тока, указанную в таблице 13.5;

б) подключить вход эталонного вольтметра к выходным клеммам поверяемого прибора;

в) считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

г) определить абсолютную погрешность как разность между показанием эталонного вольтметра и значением установленной величины напряжения постоянного тока.

При определении абсолютной погрешности воспроизведения можно воспользоваться режимом редактирования выходного параметра в поверяемом приборе. Для этого, после выполнения п. б) приступить к выполнению следующих пунктов:

в) после установления показаний вольтметра включить на поверяемом приборе режим редактирования в соответствии с п.9.3.4 Руководства по эксплуатации;

г) изменяя выходной уровень напряжения, добиться, чтобы показание вольтметра стало равно установленному номинальному значению;

д) выводимое на табло индикатора значение отклонения (в абсолютных единицах) от установленного уровня будет равно величине абсолютной погрешности воспроизведения;

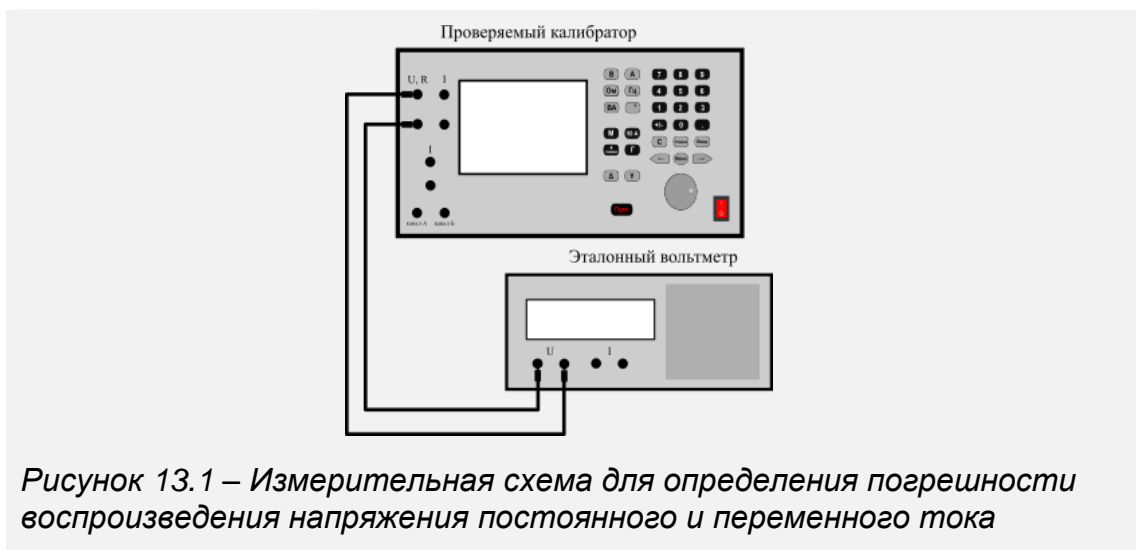
е) повторить операции определения абсолютной погрешности для всех значений, указанных в таблице 13.5.

13.9.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность для всех режимов воспроизведения напряжения постоянного тока находится в пределах, указанных в таблице 13.5.

Таблица 13.5 – Параметры проверки при воспроизведении напряжения постоянного тока

Предел воспроизведения	Контролируемая величина напряжения, В	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мВ
проверка смещения (одноканальный режим)		
<b>4 В</b>	+0,000005	0,016
	-0,000005	0,016
одноканальный режим		
<b>4 В</b>	+0,100000	0,02
	-0,100000	0,02
	+1,000000	0,056
	-1,000000	0,056
	+3,000000	0,136
	-3,000000	0,136
	+4,000000	0,176
	-4,000000	0,176
<b>20 В</b>	+5,000000	0,28
	-5,000000	0,28
	+15,000000	0,68
<b>200 В</b>	+25,0000	2,2
	-25,0000	2,2
	+150,0000	8,5
<b>1000 В</b>	+250,000	35
	-250,000	35
	+900,000	100
режим манипуляции *		
<b>4 В</b>	+0,100000	0,9
	+4,000000	4,8
	-4,000000	4,8
<b>20 В</b>	+5,000000	9
	+20,000000	24
	-20,000000	24
<b>200 В</b>	+25,0000	65
	+200,0000	240
	-200,0000	240

*Примечание: \* - в режиме манипуляции погрешность определяется для непрерывного сигнала.*



### **13.10 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока**

13.10.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в режимах одноканального воспроизведения и в режиме воспроизведения манипулированных сигналов проводят в соответствии с методикой:

- п.13.10.2 методом прямого измерения выходного напряжения поверяемого прибора (на клеммах «U») эталонным вольтметром переменного тока, измерительная схема представлена на рисунке 12.1;

- п.13.10.3 методом сличения проверяемой величины напряжения переменного тока с переменным напряжением эталонного калибратора, включенного в измерительную схему в соответствии с рисунком 13.2. Напряжение измеряется внешним вольтметром и определяется их разность, соответствующая абсолютной погрешности воспроизведения поверяемого прибора.

Режим двухканального воспроизведения функционально полностью идентичен одноканальному режиму воспроизведения и отличается только более узким частотным диапазоном воспроизведения. Контролируемые параметры и допускаемое значение основной погрешности в режиме воспроизведения переменного напряжения указаны в таблице 12.6.

13.10.2 Определение погрешности методом прямого измерения выполняется следующим образом:

- а) подключить эталонный вольтметр переменного тока к выходным клеммам «U» калибратора в соответствии с рисунком 13.1;
- б) установить значение напряжения и частоты, указанное в таблице 13.6;

в) включить выход поверяемого прибора, затем считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

г) определить абсолютную погрешность как разность между показанием эталонного вольтметра и значением установленной величины напряжения переменного тока;

При определении абсолютной погрешности воспроизведения методом прямого измерения можно воспользоваться режимом редактирования выходного параметра в поверяемом приборе. Для этого, после выполнения п. в) приступить к выполнению следующих пунктов:

г) после установления показаний вольтметра включить на поверяемом приборе режим редактирования в соответствии с п.9.3.4 Руководства по эксплуатации;

д) изменяя выходной уровень напряжения добиться, чтобы показание вольтметра стало равно установленному номинальному значению;

е) выводимое на табло индикатора значение отклонения (в абсолютных единицах) от установленного уровня будет равно величине абсолютной погрешности воспроизведения;

ж) повторить операции определения абсолютной погрешности для всех значений, указанных в таблице 13.6.

13.10.3 Определение погрешности методом сличения с помощью компаратора выполняется следующим образом:

а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13.2;

б) значения напряжения и частоты, указанные в таблице 13.6, установить на выходе поверяемого и эталонного калибраторов;

в) подключить вольтметр переменного тока на выход эталонного калибратора;

г) включить выход эталонного калибратора;

д) считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра или, при наличии в вольтметре функции относительных измерений, включить эту функцию;

е) выключить выход эталонного калибратора;

**Внимание!** В целях безопасности, при уровнях устанавливаемого напряжения выше 50 В, переключение вольтметра между выходами образцового и поверяемого калибратора необходимо производить при отключенных выходах обоих калибраторов.

ж) переключить вольтметр на выход поверяемого калибратора;

з) включить выход поверяемого калибратора;

и) при работе вольтметра в функциональном режиме относительных измерений, с отображением отклонения в абсолютной величине, зафиксировать показание вольтметра как величину определяемой погрешности. В противном случае определяемую погрешность вычислить как разность между считанными и зафиксированными показаниями вольтметра с эталонного калибратора и поверяемого;

к) перейти к определению погрешности в следующей точке, повторив операции по перечислениям а) – и).

13.10.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность для всех режимов воспроизведения напряжения переменного тока находится в пределах, указанных в таблице 13.6.

Таблица 13.6 – Параметры проверки при воспроизведении напряжения переменного тока

Предел воспроизведения	Контролируемая величина (напряжение; частота)	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мВ
одноканальный режим		
<b>300 мВ</b>	10,000 мВ; 1 кГц	0,018
	20,000 мВ; 1 кГц	0,021
	100,000 мВ; 1 кГц	0,045
	300,000 мВ; 1 кГц	0,105
	10,000 мВ; 10 кГц	0,018
	10,000 мВ; 40 кГц	0,02
	10,000 мВ; 90 кГц	0,097
	150,000 мВ; 20 Гц	0,06
	150,000 мВ; 5 кГц	0,06
	150,000 мВ; 40 кГц	0,09
	150,000 мВ; 90 кГц	0,135
<b>3 В</b>	0,50000 В; 1 кГц	0,16
	1,00000 В; 1 кГц	0,26
	3,00000 В; 1 кГц	0,66
	1,50000 В; 20 Гц	0,36
	1,50000 В; 5 кГц	0,36
	1,50000 В; 40 кГц	0,51
	1,50000 В; 90 кГц	1,11
<b>20 В</b>	5,0000 В; 1 кГц	1,4
	20,0000 В; 1 кГц	4,4
	10,0000 В; 20 Гц	2,4
	10,0000 В; 5 кГц	2,4
	10,0000 В; 40 кГц	3,4
	10,0000 В; 90 кГц	7,4
<b>120 В</b>	50,000 В; 1 кГц	21
	120,000 В; 1 кГц	42
	80,000 В; 20 Гц	30
	80,000 В; 5 кГц	30
	80,000 В; 40 кГц	46
	80,000 В; 90 кГц	62
<b>700 В</b>	200,00 В; 1 кГц	0,09 В
	700,00 В; 1 кГц	0,24 В
	700,00 В; 20 Гц	0,24 В
	700,00 В; 1,5 кГц	0,24 В

Продолжение таблицы 13.6

Предел воспроизведения	Контролируемая величина (напряжение; частота)	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, $\pm$ мВ
режим манипуляции*		
<b>3 В</b>	0,50000 В; 500 Гц	4,0
	1,00000 В; 500 Гц	6,5
	3,00000 В; 500 Гц	16,5
	3,00000 В; 30 кГц	22,5
<b>20 В</b>	5,0000 В; 500 Гц	35
	10,000 В; 500 Гц	60
	15,000 В; 30 кГц	115
<b>120 В</b>	50,000 В; 500 Гц	372
	120,000 В; 25 Гц	792
	120,000 В; 30 кГц	1032

**Примечание:** \* - в режиме манипуляции погрешность определяется для непрерывного сигнала.



### 13.11 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

13.11.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока в режимах одноканального и двухканального воспроизведения и в режиме воспроизведения манипулированных сигналов проводят методом преобразования воспроизводимой величины силы постоянного тока в напряжение с помощью эталонной меры сопротивления, через которую протекает воспроизводимый поверяемым прибором ток. Данные поверки и

допускаемое значение абсолютной погрешности указаны в таблице 13.7. Измерительная схема приведена на рисунке 13.3.

13.11.2 Определение погрешности выполняется следующим образом:

а) подключить указанную в таблице 13.7 меру сопротивления (катушку сопротивления) токовыми зажимами к выходным клеммам «I» поверяемого прибора, а к потенциальным зажимам - эталонный вольтметр постоянного тока, в соответствии с рисунком 13.3;

б) установить на выходе поверяемого прибора величину силы постоянного тока, указанную в таблице 13.7;

в) считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

г) определить действительное значение величины силы тока воспроизводимую калибратором, вычислив её по формуле 13.1;

д) определить абсолютную погрешность воспроизведения как разность между вычисленной величиной силы тока и значением установленной величины силы тока;

$$I = \frac{U}{R_0} \quad (13.1)$$

где:  $R_0$  – действительное значение сопротивления эталонной меры;

$U$  – показание вольтметра.

При определении абсолютной погрешности воспроизведения можно воспользоваться режимом редактирования выходного параметра в поверяемом приборе. Для этого после выполнения п. б) приступить к выполнению следующих пунктов:

в) после установления показаний вольтметра включить на поверяемом приборе режим редактирования в соответствии с п. 9.3.4 Руководства по эксплуатации;

г) изменяя выходной уровень силы тока, добиться, чтобы показание вольтметра стало равно значению, которое определяется по формуле 13.2;

$$U_0 = I_0 \cdot R_0 \quad (13.2)$$

где:  $R_0$  – действительное значение сопротивления эталонной меры;

$I_0$  – установленное (номинальное) значение силы тока.

д) выводимое на табло индикатора значение отклонения (в абсолютных единицах) от установленного уровня будет равно величине абсолютной погрешности воспроизведения;

е) повторить операции определения погрешности для всех уровней постоянного тока, указанные в таблице 13.7.

13.11.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность для всех режимов воспроизведения силы постоянного тока находится в пределах, указанных в таблице 13.7.

Таблица 13.7 – Параметры проверки при воспроизведении силы постоянного тока

Предел воспроизведения	Контролируемая величина силы тока	Номинальное значение меры сопротивления	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мкА
одноканальный режим			
<b>2 мА</b>	+0,100000 мА	1000 Ом	0,035
	-0,100000 мА		0,035
	+1,500000 мА		0,245
<b>20 мА</b>	+5,000000 мА	100 Ом	0,95
	-5,000000 мА		0,95
	+15,000000 мА		2,45
<b>200 мА</b>	+50,0000 мА	10 Ом	9,5
	-50,0000 мА		9,5
	+150,0000 мА		24,5
<b>2000 мА</b>	+500,000 мА	1 Ом	140
	-500,000 мА		140
	+2000,000 мА		440
<b>50 А*</b>	+2,500 А	0,01 Ом	7 мА
	-2,500 А		7 мА
	+20,000 А		25 мА
	+50,000 А		105 мА
двухканальный режим, выход «I»			
<b>2 мА</b>	+0,1000 мА	1000 Ом	0,2
	-0,1000 мА		0,2
	+1,5000 мА		0,8
<b>20 мА</b>	+5,000 мА	100 Ом	4
	-5,000 мА		4
	+15,000 мА		8
<b>200 мА</b>	+50,00 мА	10 Ом	40
	-50,00 мА		40
	+150,00 мА		80
<b>2000 мА</b>	+500,0 мА	1 Ом	400
	-500,0 мА		400
	+2000,0 мА		1200



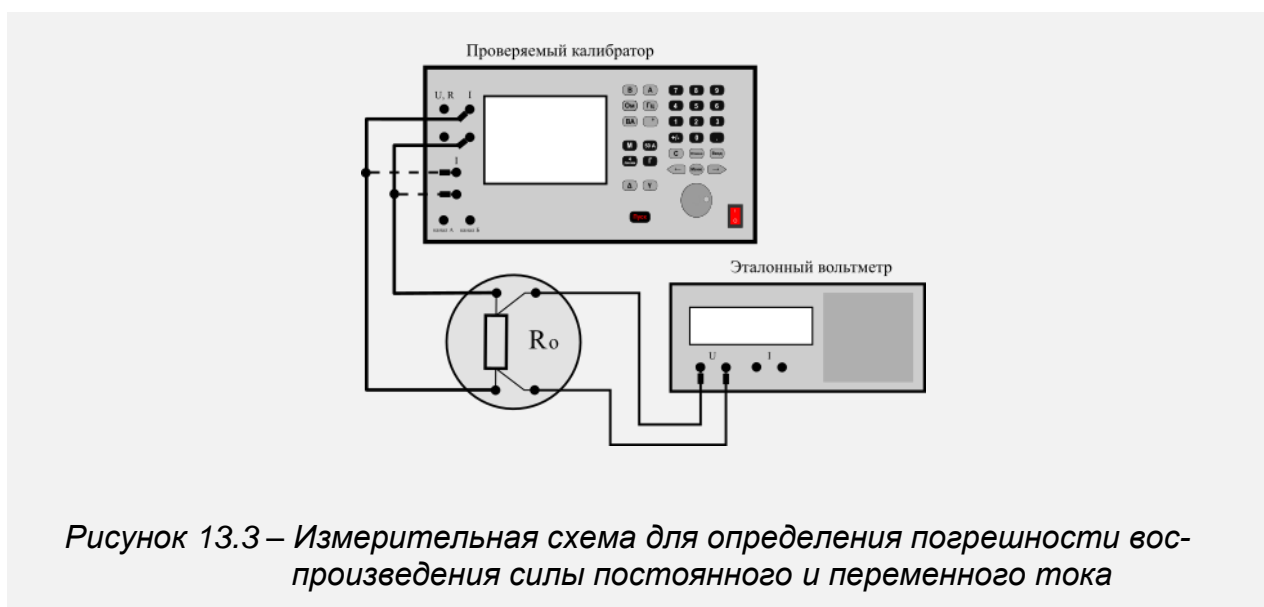
Продолжение таблицы 13.7

Предел воспроизведения	Контролируемая величина силы тока	Номинальное значение меры сопротивления	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, $\pm$ мкА
режим манипуляции**			
<b>20 мА</b>	+10,00000 мА	100 Ом	14
<b>200 мА</b>	+100,0000 мА	10 Ом	140
<b>2000 мА</b>	+1000,000 мА	1 Ом	1400

**Примечание:** \* - воспроизведение силы постоянного тока с выходных клемм «50 А»;

\*\* - в режиме манипуляции погрешность определяется для непрерывного сигнала.

**Внимание!** Время протекания тока величиной более 30 А через меру сопротивления не должно превышать 60 с.



### 13.12 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока

13.12.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока в режимах одноканального и двухканального воспроизведения и в режиме воспроизведения манипулированных сигналов проводят методом преобразования воспроизводимой величины силы переменного тока в напряжение с помощью эталонной меры сопротивления переменному току, через которую протекает воспроизводимый поверяемым прибором ток. Контролируемые параметры и допускаемое значение абсолютной погрешности указаны в таблице 13.8. Измерительная схема приведена на рисунке 13.3.

13.12.2 Определение погрешности выполняется следующим образом:

а) подключить указанную в таблице 13.8 меру сопротивления переменного тока токовыми зажимами к выходным клеммам «I» поверяемого прибора, а к потенциальным зажимам - эталонный вольтметр переменного тока, в соответствии с рисунком 13.3;

б) установить на выходе поверяемого прибора значение величины уровня и частоты переменного тока, указанное в таблице 13.8;

в) считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра как величину падения напряжения на мере сопротивления;

г) определить действительное значение величины силы тока, воспроизводимое калибратором, вычислив его по формуле 13.1, при этом необходимо учитывать зависимость действительного значения меры сопротивления от частоты, применяя при расчётах частотные поправки;

д) определить абсолютную погрешность воспроизведения как разность между вычисленной величиной силы тока и значением установленной величины силы тока.

При определении абсолютной погрешности воспроизведения можно воспользоваться режимом редактирования выходного параметра в поверяемом приборе. Для этого, после выполнения п. б) приступить к выполнению следующих пунктов:

в) после установления показаний вольтметра включить на поверяемом приборе режим редактирования в соответствии с п.9.3.4 Руководства по эксплуатации;

г) изменяя выходной уровень силы тока, добиться, чтобы показание вольтметра стало равно значению, которое определяется по формуле 13.2, при этом также необходимо учитывать зависимость действительного значения меры сопротивления от частоты, применяя при расчётах частотные поправки;

д) выводимое на табло индикатора значение отклонения (в абсолютных единицах) от установленного уровня будет равно величине абсолютной погрешности воспроизведения;

е) повторить операции определения погрешности для всех уровней переменного тока, указанные в таблице 13.8.

13.12.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность для всех режимов воспроизведения силы переменного тока находится в пределах, указанных в таблице 13.8.

Таблица 13.8 – Параметры проверки при воспроизведении силы переменного тока

Предел воспроизведения	Контролируемые параметры (сила тока, частота)	Номинальное значение меры сопротивления	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мкА
одноканальный режим			
<b>2 мА</b>	0,50000 мА; 500 Гц	100 Ом	0,28
	1,00000 мА; 500 Гц		0,48
	1,50000 мА; 500 Гц		0,68
	2,00000 мА; 20 Гц		0,88
	2,00000 мА; 2 кГц		0,88
	2,00000 мА; 8 кГц		2,0

Продолжение таблицы 13.8

Предел воспроизведения	Контролируемые параметры (сила тока, частота)	Номинальное значение меры сопротивления	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мкА
<b>20 мА</b>	5,0000 мА; 500 Гц	100 Ом	2,8
	10,0000 мА; 500 Гц		4,8
	15,0000 мА; 500 Гц		6,8
	20,0000 мА; 20 Гц		8,8
	20,0000 мА; 2 кГц		8,8
	20,0000 мА; 8 кГц		20
<b>200 мА</b>	50,000 мА; 500 Гц	10 Ом	28
	100,000 мА; 500 Гц		48
	150,000 мА; 500 Гц		68
	200,000 мА; 20 Гц		88
	200,000 мА; 2 кГц		88
	200,000 мА; 8 кГц		200
<b>2000 мА</b>	500,00 мА; 200 Гц	1 Ом	350
	1000,00 мА; 200 Гц		600
	1500,00 мА; 200 Гц		850
	2000,00 мА; 20 Гц		1,1 мА
	2000,00 мА; 4 кГц		1,1 мА
	2000,00 мА; 8 кГц		2,02 мА
<b>50 А*</b>	2,500 А; 100 Гц	0,01 Ом	30 мА
	20,000 А; 100 Гц		65 мА
	50,000 А; 100 Гц		125 мА
	30,000 А; 10 Гц		85 мА
	30,000 А; 1 кГц		175 мА
двухканальный режим, выход «I»			
<b>2 мА</b>	0,5000 мА; 500 Гц	100 Ом	0,4
	1,0000 мА; 500 Гц		0,7
	1,5000 мА; 500 Гц		0,9
	2,0000 мА; 40 Гц		1,2
	2,0000 мА; 2 кГц		1,2
	2,0000 мА; 8 кГц		6,6

Продолжение таблицы 13.8

Предел воспроизведения	Контролируемые параметры (сила тока, частота)	Номинальное значение меры сопротивления	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± мкА
<b>20 мА</b>	5,000 мА; 500 Гц	100 Ом	4
	10,000 мА; 500 Гц		7
	15,000 мА; 500 Гц		9
	20,000 мА; 40 Гц		12
	20,000 мА; 2 кГц		12
	20,000 мА; 8 кГц		66
<b>200 мА</b>	50,00 мА; 500 Гц	10 Ом	40
	100,00 мА; 500 Гц		70
	150,00 мА; 500 Гц		90
	200,00 мА; 40 Гц		120
	200,00 мА; 2 кГц		120
	200,00 мА; 8 кГц		660
<b>2000 мА</b>	500,0 мА; 200 Гц	1 Ом	500
	1000,0 мА; 200 Гц		800
	1500,0 мА; 200 Гц		1,1 мА
	2000,0 мА; 40 Гц		1,4 мА
	2000,0 мА; 4 кГц		4,2 мА
	2000,0 мА; 8 кГц		8,2 мА
режим манипуляции**			
<b>20 мА</b>	5,0000 мА; 25 Гц	100 Ом	14
	20,0000 мА; 25 Гц		44
	10,0000 мА; 5 кГц		44
<b>200 мА</b>	50,000 мА; 25 Гц	10 Ом	140
	200,000 мА; 25 Гц		440
	100,000 мА; 5 кГц		440
<b>2000 мА</b>	500,00 мА; 25 Гц	1 Ом	1,4 мА
	2000,00 мА; 25 Гц		4,4 мА
	1000,00 мА; 5 кГц		4,4 мА

**Примечание:** \* - воспроизведение силы постоянного тока с выходных клемм «50 А»;

\*\* - в режиме манипуляции погрешность определяется для непрерывного сигнала.

**Внимание!** Время протекания тока величиной более 30 А через меру сопротивления не должно превышать 60 с.

### **13.13 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току**

13.13.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току выполняется с помощью вольтметра постоянного тока с высоким входным сопротивлением. Проводятся последовательные измерения падения напряжения на эталонной мере сопротивления и на проверяемом сопротивлении (выходные клеммы "R" калибратора) включённых последовательно в измерительную цепь, питаемую стабильным источником напряжения или тока. Измерительная схема показана на рисунке 13.4. Действительное значение проверяемого сопротивления находится вычислением по формуле 13.2. Данные проверки и допускаемое значение основной погрешности при воспроизведении сопротивления постоянному току указаны в таблице 13.9.

13.13.2 Проверка производится с учётом соблюдения знака полярности измерительного тока. Высокопотенциальная клемма источника напряжения или измерителя соединяется с высокопотенциальной выходной клеммой калибратора сопротивления. При воспроизведении высоких значений сопротивлений измерительная схема более подвержена действию помех переменного тока. Наиболее критичным является состояние, при котором низкопотенциальная клемма подключаемого измерительного прибора (вольтметра или омметра) соединяется с высокопотенциальной выходной клеммой калибратора. Для снижения нестабильности показаний (обусловленных воздействием помехи на измерительный прибор) необходимо принимать меры по сокращению длины соединительных проводников и экранированию рабочего пространства (применять, например, стол с «заземленной» столешницей).

13.13.3 Применяется следующий порядок операций:

а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13.4, подключив, последовательно соединённые, эталонную меру и воспроизводимое сопротивление (выходные клеммы калибратора «U, R» в режиме воспроизведения сопротивления) к выходу стабильного источника напряжения (если максимальный выходной ток источника напряжения меньше измерительного тока, то источник напряжения следует заменить на источник тока, например, при использовании универсального калибратора следует переключить режим воспроизведения напряжения на режим воспроизведения силы тока);

б) установить на проверяемом калибраторе режим воспроизведения сопротивления постоянному току и значение сопротивления, указанное в таблице 13.9;

в) установить значение величины измерительного тока или значение величины напряжения питания измерительной схемы, в соответствии с данными таблицы 13.9;

г) подключить вольтметр к потенциальным выводам эталонной меры сопротивления, а затем, считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

**Внимание!** Для исключения дополнительной погрешности измерения напряжения, вызванного шунтированием измеряемого сопротивления входным сопротивлением вольтметра, следует использовать вольтметр с входным сопротивлением более 10 ГОм.

д) подключить вольтметр к выходным клеммам «R» проверяемого калибратора, а затем, считать и зафиксировать установившиеся показания вольтметра;

е) вычислить действительное значение воспроизводимого сопротивления по формуле 13.3;

ж) определить абсолютную погрешность воспроизведения сопротивления как разность между величиной сопротивления, полученной в результате вычисления, и значением установленной величины сопротивления;

з) повторить операции б) ... ж) для других значений проверяемого сопротивления.

$$R_x = R_0 \cdot \frac{U_x}{U_0} \quad (13.3)$$

где:  $R_x$  - действительное значение воспроизводимого сопротивления;

$R_0$  - действительное значение эталонной меры сопротивления;

$U_0$  - падение напряжения на эталонной мере сопротивления;

$U_x$  - падение напряжения на воспроизводимом сопротивлении.

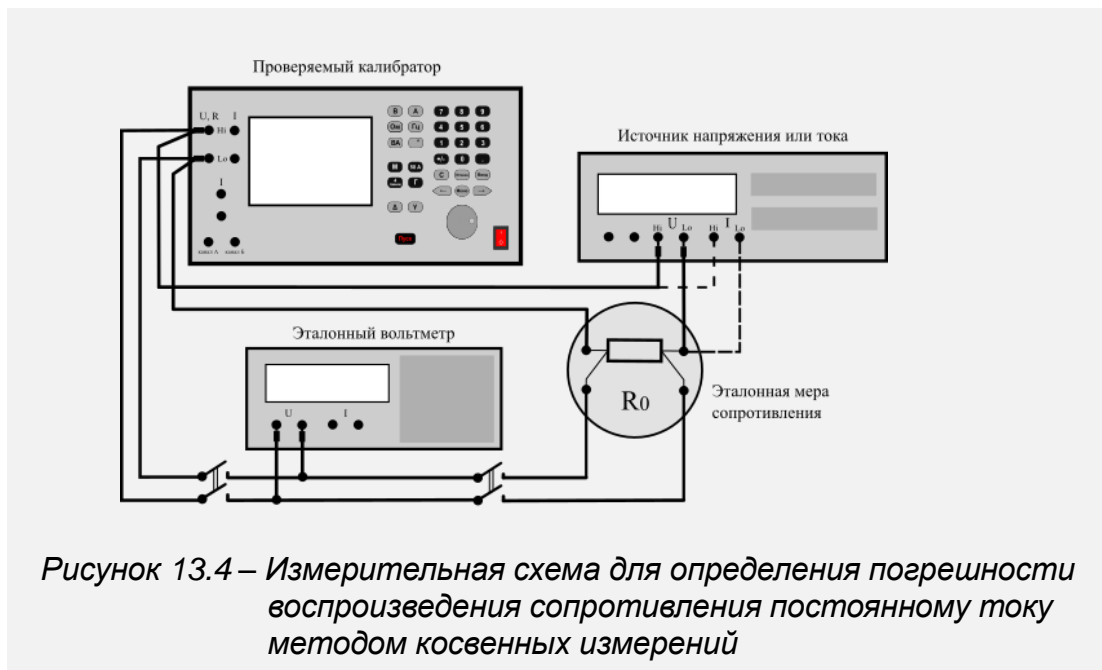
13.13.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность воспроизведения сопротивления постоянному току находится в пределах, указанных в таблице 13.9.

Таблица 13.9 – Параметры проверки в режиме воспроизведения сопротивления

Предел воспроизведения	Контролируемая величина сопротивления, $R_x$	Величина эталонного сопротивления $R_0$	Измерительный ток, $I_0$ , мА	Напряжение питания схемы измерения $U_0$ , В	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, $\pm \Omega$
режим с типовым измерительным током $I_{тип}$ .					
<b>30 Ом</b>	5,000 Ом	10 Ом	1,000	0,015	0,008
			50,000	0,75	
	20,000 Ом		1,000	0,03	0,016
			50,000	1,5	
	30,000 Ом		1,000	0,04	0,021
			50,000	2	
<b>300 Ом</b>	50,00 Ом	100 Ом	0,200	0,03	0,05
			25,000	3,75	
	300,00 Ом		0,200	0,08	0,18
			25,000	10	

Продолжение таблицы 13.9

Предел воспроизведения	Контролируемая величина сопротивления, $R_x$	Величина эталонного сопротивления $R_0$	Измерительный ток, $I_0$ , мА	Напряжение питания схемы измерения $U_0$ , В	Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, $\pm \text{Ом}$
<b>3 кОм</b>	0,5000 кОм	1 кОм	0,050	0,075	0,5
			2,500	3,75	
	3,0000 кОм		0,050	0,2	1,8
			2,500	10	
<b>30 кОм</b>	5,000 кОм	10 кОм	0,020	0,3	5
			0,250	3,75	
	30,000 кОм		0,020	0,8	18
			0,250	10	
<b>300 кОм</b>	50,00 кОм	100 кОм	0,005	0,75	80
			0,025	3,75	
	300,00 кОм		0,005	2	330
			0,025	10	
<b>3000 кОм</b>	500,0 кОм	1 МОм	0,001	1,5	4000
			0,0025	3,75	
	3000,0 кОм		0,001	4,0	16500
			0,0025	10	
режим с повышенным измерительным током $I_{\text{макс}}$					
<b>300 Ом</b>	200,00 Ом	100 Ом	30	9,0	0,15
<b>3 кОм</b>	2,0000 кОм	1 кОм	3	9,0	1,5
<b>30 кОм</b>	20,000 кОм	10 кОм	0,3	9,0	15
<b>300 кОм</b>	200,00 кОм	100 кОм	0,03	9,0	430
<b>3000 кОм</b>	2000,0 кОм	1 МОм	0,004	12	13500



### **13.14 Определение основной погрешности воспроизведения угла фазового сдвига**

13.14.1 Определение основной погрешности воспроизведения угла фазового сдвига (УФС) между напряжением и током в режиме двухканального воспроизведения проводится:

- методом сличения единицы величины угла фазового сдвига с помощью компаратора (калибратор фазы и фазометр), если основная допустимая погрешность применяемого фазометра не имеет тройного запаса по отношению к допустимой погрешности поверяемой величины УФС, установленной на поверяемом приборе. Применяемая измерительная схема приведена на рисунке 13.5.

- методом прямых измерений, если основная допустимая погрешность образцового фазометра имеет тройной запас по отношению к допустимой погрешности поверяемой величины УФС, установленной на поверяемом приборе. Применяемая измерительная схема приведена на рисунке 13.6.

Контролируемые параметры для проверки УФС устанавливаются в соответствии с данными, указанными в таблице 13.10. Для исключения амплитудно-фазовой погрешности фазометра с помощью внешнего делителя напряжения производится выравнивание уровней сигналов на его входах.

13.14.2 Для метода сличения применяется следующий порядок операций:

- а) установить уровень выходного сигнала калибратора фазы равный 0 dBm (1 мВт на нагрузке 50 Ом), а частоту и угол фазового сдвига в соответствии с данными, приведёнными в таблице 13.10;

- б) подключить к выходу калибратора фазы фазометр и, после установления показаний, считать и зафиксировать их или установить на фазометре режим относительных измерений (при его наличии);



в) установить на выходе поверяемого прибора значения параметров напряжения, силы тока и угла фазового сдвига в режиме двухканального воспроизведения, указанные в таблице 13.10;

г) подключить к выходу поверяемого прибора фазометр, используя в измерительной схеме соответствующий делитель напряжения и меру сопротивления, указанные в таблице 13.10 для текущего поверяемого параметра и, после установления показаний фазометра, считать и зафиксировать их как результат измерения;

д) в том случае, если результаты п. г) были получены без установления режима относительных измерений в фазометре, то из полученного значения в п. г) необходимо отнять показания фазометра, полученные при выполнении п. б) и уже результат вычисления зафиксировать как результат измерения;

е) абсолютную погрешность установки угла фазового сдвига определить как разность между результатом измерения и значением установленного УФС;

ж) повторить операции а) ... е) для всех значений параметров, перечисленных в таблице 13.10.

13.14.3 Для метода прямых измерений применяется следующий порядок операций:

а) установить на выходе поверяемого прибора значения уровня напряжения, силы тока, частоты и угла фазового сдвига, указанные в таблице 13.10;

б) подключить к выходу поверяемого прибора фазометр используя в измерительной схеме соответствующий делитель напряжения (при необходимости) и меру сопротивления, указанные в таблице 13.10 для текущего проверяемого параметра (рисунок 13.6);

в) перед началом измерения необходимо провести калибровку нуля фазометра, для этого, используя тройниковый переход, подать на оба входа фазометра сигнал с одного из каналов поверяемого прибора и после установления показаний считать и зафиксировать их или установить на фазометре режим относительных измерений (при его наличии);

г) вернуться к исходной измерительной схеме рисунок 13.6 и после установления показаний фазометра зафиксировать их как результат измерения;

д) в том случае, если результаты п. г) были получены без установления режима относительных измерений в фазометре, то из полученного значения в п. г) необходимо отнять показания фазометра, полученные при выполнении п. в) и уже результат вычисления зафиксировать как результат измерения;

е) абсолютную погрешность установки угла фазового сдвига определить как разность между результатом измерения и значением установленного УФС;

ж) повторить операции а) ... е) для всех значений параметров, перечисленных в таблице 13.10.

13.14.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность воспроизведения УФС не превышает значений, приведённых в таблице 13.10.

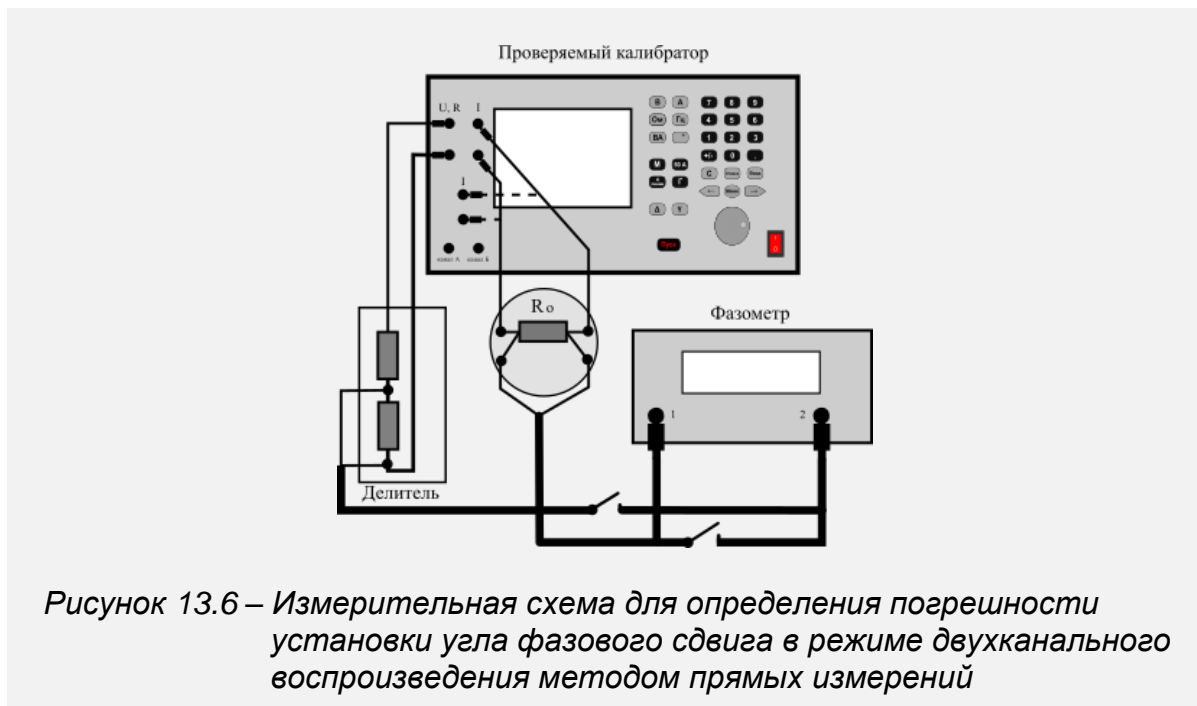
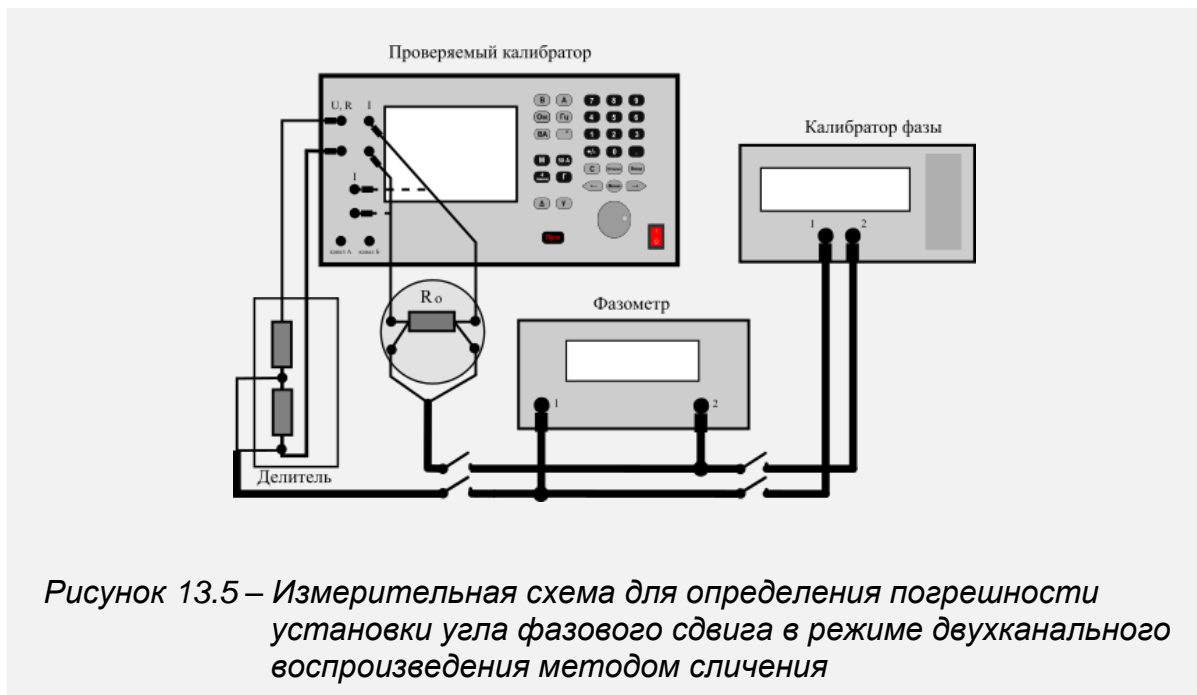
Таблица 13.10 – Параметры проверки при установлении угла фазового сдвига

Контролируемая величина, °	Параметры воспроизводимых величин и параметры нагрузки			Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± °
	Частота, Гц	Выход U (напряжение - делитель)	Выход I (сила тока - сопротивление шунта)	
0	40	0,6 В - (1:6)	10 мА - 10 Ом	0,1
0		1 В - (1:1) *	100 мА - 10 Ом	
0		2 В - (1:1)	2 А - 1 Ом	
0		3 В - (1:10)	30 А - 0,01 Ом	
90		5 В - (1:10)	50 мА - 10 Ом	
90		10 В - (1:10)	1 А - 1 Ом	
90		20 В - (1:100)	20 А - 0,01 Ом	
180		50 В - (1:100)	50 мА - 10 Ом	
180		100 В - (1:100)	1 А - 1 Ом	
180		120 В - (1:1000)	12 А - 0,01 Ом	
270,	40	200 В - (1:1000)	2 мА - 100 Ом	0,1
270		250 В - (1:1000)	25 мА - 10 Ом	
270		300 В - (1:200)	150 мА - 10 Ом	
270		400 В - (1:200)	2 А - 1 Ом	
270		600 В - (1:4000)	15 А - 0,01 Ом	
0	400	0,6 В - (1:6)	10 мА - 10 Ом	0,2
0		1 В - (1:1) *	100 мА - 10 Ом	
0		2 В - (1:1)	2 А - 1 Ом	
0		3 В - (1:10)	30 А - 0,01 Ом	0,9
90		5 В - (1:10)	50 мА - 10 Ом	0,2
90		10 В - (1:10)	1 А - 1 Ом	0,9
90		20 В - (1:100)	20 А - 0,01 Ом	
180		50 В - (1:100)	50 мА - 10 Ом	
180		100 В - (1:100)	1 А - 1 Ом	0,2
180		120 В - (1:1000)	12 А - 0,01 Ом	
270		200 В - (1:1000)	2 мА - 100 Ом	
270		250 В - (1:1000)	25 мА - 10 Ом	0,2
270		300 В - (1:200)	150 мА - 10 Ом	
270		400 В - (1:200)	2 А - 1 Ом	
270	600 В - (1:4000)	15 А - 0,01 Ом		

Продолжение таблицы 13.10

Контролируемая величина, °	Параметры воспроизводимых величин и параметры нагрузки			Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ± °
	Частота, Гц	Выход U (напряжение - делитель)	Выход I (сила тока - сопротивление шунта)	
0	1000	0,6 В - (1:6)	10 мА - 10 Ом	0,5
0		1 В - (1:1)	100 мА - 10 Ом	
0		2 В - (1:1)	2 А - 1 Ом	
0		3 В - (1:10)	30 А - 0,01 Ом	2,4
90		5 В - (1:10)	50 мА - 10 Ом	0,5
90		10 В - (1:10)	1 А - 1 Ом	
90		20 В - (1:100)	20 А - 0,01 Ом	2,4
180		50 В - (1:100)	50 мА - 10 Ом	0,5
180		100 В - (1:100)	1 А - 1 Ом	
180		120 В - (1:1000)	12 А - 0,01 Ом	2,4
270		1000	200 В - (1:1000)	2 мА - 100 Ом
270	250 В - (1:1000)		25 мА - 10 Ом	
270	300 В - (1:200)		150 мА - 10 Ом	
270	400 В - (1:200)		2 А - 1 Ом	
270	600 В - (1:4000)		15 А - 0,01 Ом	2,4
0	10000	0,6 В - (1:6)	10 мА - 1 Ом	5,0
90		1 В - (1:1) *	100 мА - 10 Ом	
90		2 В - (1:1)	2 А - 1 Ом	
180		5 В - (1:10)	50 мА - 10 Ом	
180,		10 В - (1:10)	1 А - 1 Ом	
270		50 В - (1:100)	50 мА - 10 Ом	
270		100 В - (1:100)	1 А - 1 Ом	

**Примечание:** \* - без делителя напряжения



### **13.15 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения и угла фазового сдвига с выхода двухканального генератора**

13.15.1 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения и угла фазового сдвига (УФС) с выхода двухканального генератора проводится в соответствии с методикой:

- 13.15.2 - проверка погрешности воспроизведения переменного синусоидального напряжения;
- 13.15.3 - проверка погрешности воспроизведения угла фазового сдвига;

- 13.15.5 - проверка возможности воспроизведения периодических сигналов специальной формы с выхода двухканального генератора.

Контролируемые параметры и допускаемое значение абсолютной погрешности указаны в таблице 13.11.

13.15.2 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения синусоидального напряжения с выхода двухканального генератора производится по методике п. 13.10 аналогично проверке в режиме воспроизведения переменного напряжения, при этом руководствуясь данными, приведёнными в таблице 13.11. Измерительная схема приведена на рисунке 13.7.

13.15.3 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения угла фазового сдвига производится по методике п. 13.14 аналогично проверке погрешности воспроизведения УФС в режиме двухканального воспроизведения, при этом руководствуясь данными, приведёнными в таблице 13.11. Измерительная схема для метода сличения приведена на рисунке 13.8, а для метода прямых измерений на рисунке 13.9.

Таблица 13.11 – Данные проверки погрешности воспроизведения переменного напряжения и установки УФС с выхода двухканального генератора

Предел воспроизведения	Контролируемое значение			Предельное значение допускаемой абсолютной погрешности, ±
	напряжение, канал А	напряжение, канал Б	УФС	
проверка погрешности воспроизведения синусоидального напряжения				
<b>7 В</b>	0,0100 В; 1 кГц	0,0100 В; 1 кГц	0°	0,7 мВ
	1,0000 В; 1 кГц	1,0000 В; 1 кГц	0°	1,2 мВ
	7,0000 В; 1 кГц	7,0000 В; 1 кГц	0°	4,2 мВ
	2,0000 В; 10 Гц	2,0000 В; 10 Гц	0°	1,7 мВ
	2,0000 В; 10 кГц	2,0000 В; 10 кГц	0°	1,7 мВ
	2,0000 В; 100 кГц	2,0000 В; 100 кГц	0°	2,7 мВ
проверка погрешности воспроизведения угла фазового сдвига				
<b>360 °</b>	1,0000 В; 20 Гц	1,0000 В; 20 Гц	0°	0,1°
	1,0000 В; 500 Гц	1,0000 В; 500 Гц	90°	
	1,0000 В; 1 кГц	1,0000 В; 1 кГц	180°	
	1,0000 В; 10 кГц	1,0000 В; 10 кГц	270°	0,2 °
	1,0000 В; 100 кГц	1,0000 В; 100 кГц	0°	1°

13.15.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность воспроизведения синусоидального напряжения и погрешность воспроизведения УФС находятся в пределах, указанных в таблице 13.11.

13.15.5 Проверка возможности воспроизведения периодических сигналов специальной формы производится по следующим пунктам:

1) Визуальная оценка.

Временные параметры воспроизводимых сигналов специальной формы не нормируются, поэтому оценка соответствия формы сигнала установленному производится визуальным наблюдением изображения воспроизводимого сигнала на экране осциллографа.

а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13.10;

б) последовательно устанавливая на выходе канала А сигналы прямоугольной, треугольной и трапецеидальной формы с помощью осциллографа, подключенного к выходу канала, визуально оценить воспроизводимую форму сигнала;

в) повторить операции по пп. а) и б) для канала Б;

2) Оценка диапазона и погрешности установки амплитуды и частоты повторения воспроизводимых сигналов.

Соответствие диапазона устанавливаемых уровней сигналов определяется по результатам поверки в соответствии с методикой п.13.15.2. Погрешность установки частоты повторения сигнала определяется по результатам поверки в соответствии с методикой п.13.16. Погрешность установки амплитуды сигнала определяется измерением амплитуды установленного сигнала прямоугольной формы с помощью осциллографа. Так как для прямоугольного сигнала коэффициент формы и коэффициент амплитуды равны единицы и его среднеквадратичное значение равно амплитудному, то при измерении амплитуды можно использовать вместо осциллографа вольтметр переменного тока среднеквадратичного значения.

а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13.10 (при использовании вольтметра переменного тока осциллограф заменить вольтметром);

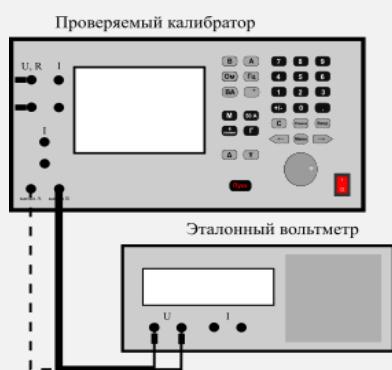
б) установить на выходе канала А сигнал прямоугольной формы со следующими параметрами: частота повторения - 1 кГц, коэффициент заполнения 50 % (меандр), амплитуда - 1 В;

в) провести измерения и определить абсолютную погрешность как разность между полученным результатом измерения и установленным значением амплитуды, равным 1 В;

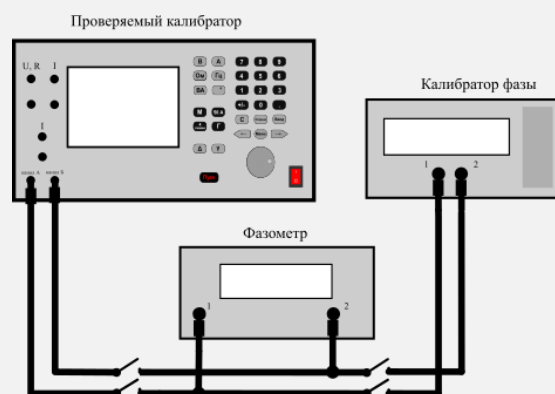
г) вычислить относительную погрешность как отношение абсолютной погрешности к установленному уровню амплитуды умноженное на 100 %;

д) повторить операции по пп. а) и г) для канала Б;

13.15.6 Результаты поверки считают удовлетворительными, если форма воспроизводимых сигналов визуально соответствует установленным, проведенная поверка по пп.13.15.2 и 13.16 показала положительные результаты, а погрешность установки амплитуды прямоугольного сигнала не превышает 5 %.



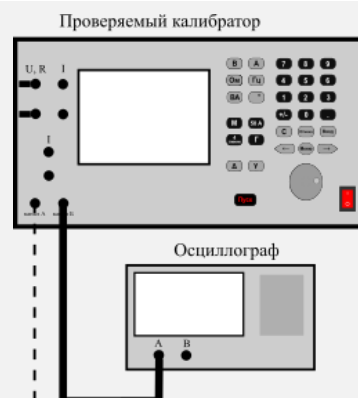
*Рисунок 13.7 – Измерительная схема для определения погрешности воспроизведения напряжения переменного тока с выхода двухканального генератора*



*Рисунок 13.8 – Измерительная схема для определения погрешности установки угла фазового сдвига на выходе двухканального генератора методом сличения*



*Рисунок 13.9 – Измерительная схема для определения погрешности установки угла фазового сдвига на выходе двухканального генератора методом прямых измерений*



*Рисунок 13.10 – Измерительная схема для проверки параметров сигналов специальной формы, воспроизводимых с выхода двухканального генератора*

### **13.16 Определение абсолютной погрешности установки частоты**

13.16.1 Определение абсолютной погрешности установки частоты производится измерением частоты выходного сигнала эталонным частотомером или осциллографом в режиме воспроизведения переменного напряжения.

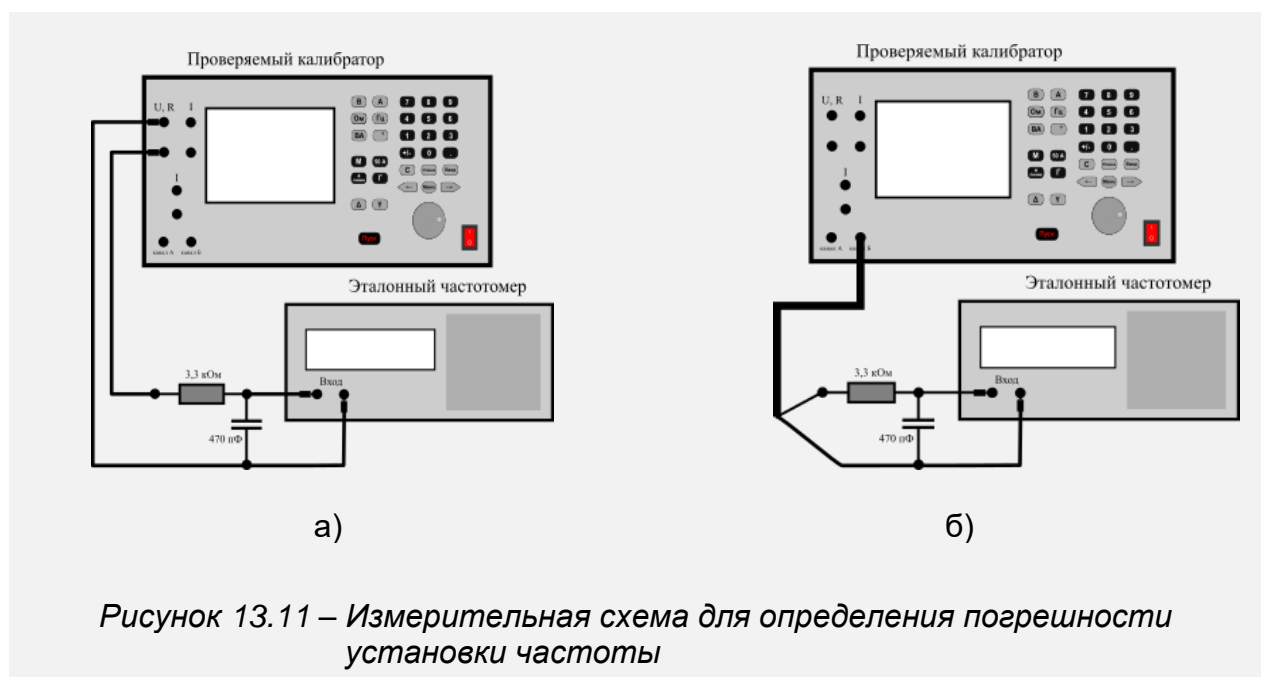
13.16.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком, указанным в таблице 13.12. Для сглаживания импульсных помех («ступенек»), которые могут вызвать нестабильность показаний частотомера, применяется фильтр нижних частот с полосой пропускания 300 кГц. Установить на выходе калибратора значение воспроизводимой величины с па-

раметрами, указанными в таблице 13.12. После установления показаний частотомера зафиксировать их. Определить абсолютную погрешность установки частоты как разность между показанием частотомера и установленной частотой.

13.16.3 Результаты проверки считают удовлетворительными, если погрешность установки частоты не превышает значений, приведенных в таблице 13.12.

Таблица 13.12 – Параметры поверки погрешности установки частоты

Контролируемые параметры	Допускаемое значение абсолютной погрешности установки частоты, $\pm$ Гц	Измерительная схема
одноканальный режим воспроизведения напряжения переменного тока		Рисунок 13.11 а
1 В; 1000 Гц	0,3	
1 В; 100 кГц	30	
режим двухканального генератора, канал Б		Рисунок 13.11 б
1 В; 1000 Гц	0,3	
1 В; 100 кГц	30	



### 13.17 Определение напряжения шумов и пульсаций

13.17.1 Определение напряжения шумов и пульсаций в режимах воспроизведения напряжения и силы постоянного тока производится измерением проверяемого выходного напряжения широкополосным милливольтметром в соответствии с указаниями таблицы 13.13 в полосе частот от 0,1 Гц до 300 кГц в следующем порядке:

а) собрать измерительную схему:



- в соответствии с рисунком 13.12 для режима воспроизведения напряжения постоянного тока;

- в соответствии с рисунком 13.13 для режима воспроизведения силы постоянного тока;

к выходу калибратора подключить нагрузку в соответствии с указаниями таблицы 13.13, в режиме воспроизведения силы тока в качестве нагрузки могут использоваться как резисторы, так и меры сопротивления. Верхняя граница рабочего диапазона частот милливольтметра должна быть не менее 1 МГц;

б) установить на выходе поверяемого прибора значение выходного параметра, указанного в таблице 13.13;

в) после установления показаний милливольтметра считать и зафиксировать их;

г) повторить операции по перечислениям а) – в) для всех значений выходных параметров, перечисленных в таблице 13.13;

д) для режима воспроизведения силы постоянного тока в соответствии с законом Ома пересчитать полученное значение напряжения в ток.

13.17.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если уровень переменных составляющих на входе проверяемого прибора не превышает значений, указанных в таблице 13.13.

Таблица 13.13 – Параметры проверки величины пульсаций и шумов

Предел воспроизведения	Контролируемая величина	Сопротивление нагрузки или токового шунта	Допускаемое значение пульсаций и шумов, не более
<b>4 В</b>	+2 В -2 В	100 Ом	0,5 мВ
<b>20 В</b>	+20 В -20 В	1 кОм	5 мВ
<b>200 В</b>	+200 В -200 В	10 кОм	50 мВ
<b>1000 В</b>	+500 В -500 В	100 кОм	100 мВ
<b>2 мА</b>	+ 2 мА - 2 мА	1 кОм	0,01 мА
<b>20 мА</b>	+20 мА -20 мА	100 Ом	0,01 мА
<b>200 мА</b>	+200 мА -200 мА	10 Ом	0,05 мА
<b>2000 мА</b>	+2000 мА -2000 мА	1 Ом	0,5 мА
<b>50 А</b>	+50 А -50 А	0,01 Ом	100 мА

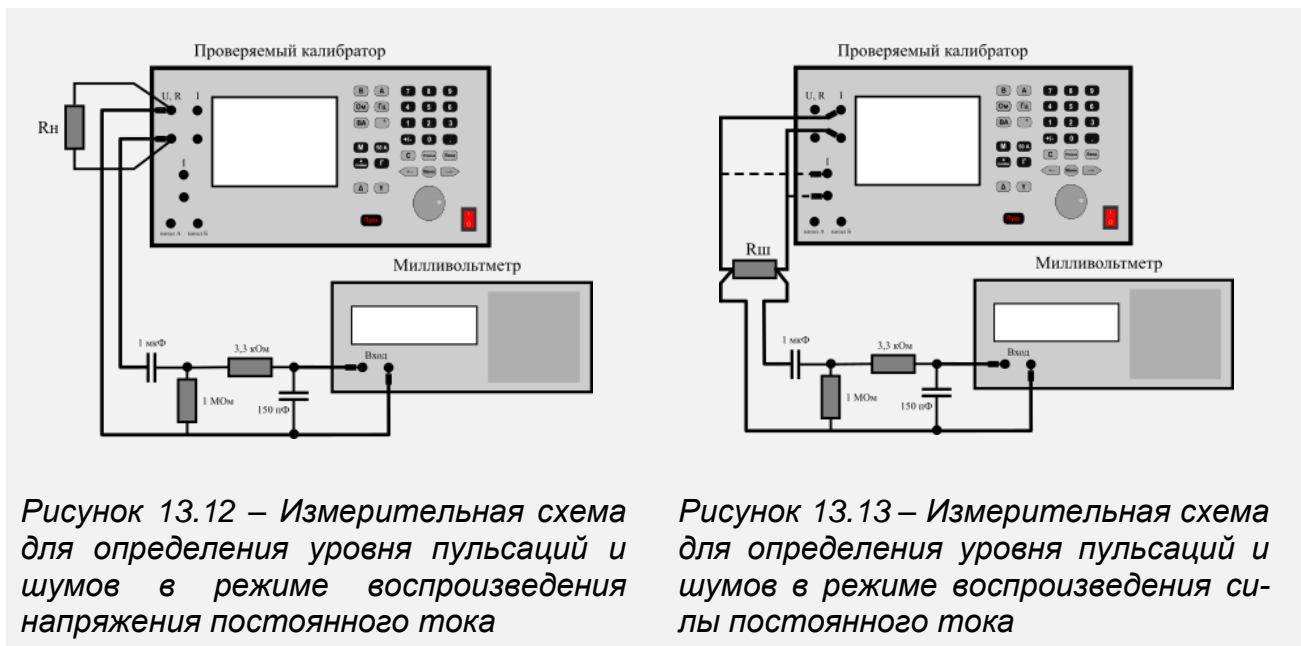


Рисунок 13.12 – Измерительная схема для определения уровня пульсаций и шумов в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Рисунок 13.13 – Измерительная схема для определения уровня пульсаций и шумов в режиме воспроизведения силы постоянного тока

### 13.18 Определение коэффициента нелинейных искажений

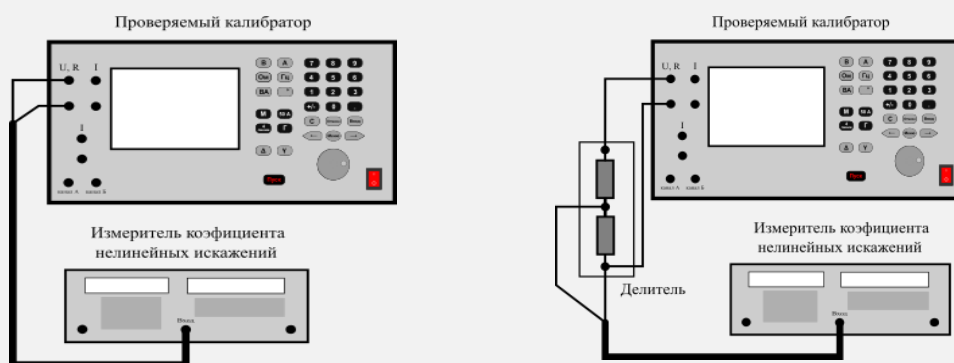
13.18.1 Определение коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения напряжения и силы переменного тока производится с помощью измерителя нелинейных искажений в соответствии с указаниями таблицы 13.14.

**Внимание!** При проверке коэффициента нелинейных искажений синусоидального сигнала уровень которого превышает 100 В ко входу измерителя подключить делитель напряжения с коэффициентом деления 1:100.

13.18.2 Применяется следующий порядок операций:

- а) собрать измерительную схему:
  - в соответствии с рисунком 13.14 для режима воспроизведения напряжения переменного тока;
  - в соответствии с рисунком 13.15 для режима воспроизведения силы переменного тока, в качестве токовых шунтов могут быть использованы меры сопротивления постоянного или переменного тока;
- б) установить на выходе поверяемого прибора значение выходного параметра, указанного в таблице 13.14;
- в) после установления показаний измерителя коэффициента нелинейных искажений считать и зафиксировать их;
- г) повторить операции по перечислениям а) – в) для следующего значения проверяемого параметра в соответствии с таблицей 13.14.

13.18.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если коэффициент нелинейных искажений воспроизводимого напряжения и силы переменного тока не превышает значений, приведенных в таблице 13.14.



а) для выходного напряжения до 100 В

б) для выходного напряжения свыше 100 В

Рисунок 13.14 – Измерительная схема для определения коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Таблица 13.14 – Параметры проверки коэффициента нелинейных искажений

Предел воспроизведе-ния	Контролируемая величина (уровень, частота)	Допускаемое значение коэффициента нелинейных искажений, % не более
напряжение переменного тока (одноканальный режим)		
<b>300 мВ</b>	0,2 В; 10 Гц	0,2
	0,2 В; 1000 Гц	0,1
	0,2 В; 100 кГц	0,3
<b>3 В</b>	1 В; 10 Гц	0,2
	1 В; 1 кГц	0,1
	1 В; 100 кГц	0,2
<b>20 В</b>	10 В; 10 Гц	0,2
	10 В; 1000 Гц	0,1
	10 В; 100 кГц	0,2
<b>120 В</b>	100 В; 10 Гц	0,3
	100 В; 1000 Гц	0,2
	100 В; 100 кГц	0,5
<b>700 В</b>	700 В; 10 Гц	0,3
	700 В; 1 кГц	0,2
напряжение переменного тока с выхода двухканального генератора		
<b>7 В канал А</b>	2 В; 20 Гц	0,1
	2 В; 100 кГц	
<b>7 В канал Б</b>	2 В; 20 Гц	0,1
	2 В; 100 кГц	



### **13.19 Оформление результатов поверки**

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке и наносятся знаки поверки:

- в виде наклейки - на лицевой панели калибратора Н4-56 (в нижней части);
- в виде оттиска – на мастичную пломбу на задней панели прибора в пломбировочную чашку, закрывающую доступ к переключателю разрешения входа в режим калибрования, который должен находиться в состоянии «калибрование запрещено».

При первичной поверке, кроме указанных выше мест, оттиск знака поверки наносится в формуляре в разделе 7 «Свидетельство о приемке».

При отрицательных результатах поверки свидетельство о поверке аннулируется, знаки поверки гасятся и выписывается извещение о непригодности.