ОКПД 2 26.51.43.150
ТН ВЭД ЕАЭС 9030 89 300 0

СОГЛАСОВАНО
В части раздела 13 «Методика поверки»

Начальник отдела испытаний
в целях утверждения типа
ФБУ «Краснодарский ЦСМ»

_____ С. М. Пшик
«12» 12 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ООО «Конструкторское бюро «ИС»

_____ А. С. Козлитин
«10» 12 2020 г.

КАЛИБРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ Н4-57

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

КБИС.411182.003 РЭ

13. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

13.1 Общие положения

13.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки калибратора универсального Н4-57 (далее прибор) при выпуске из производства, находящегося в эксплуатации и после произведённого 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 прибора с использованием одного базового блока (калибратора) или двух блоков (калибратора и усилителя) на меньшем числе диапазонов или для меньшего числа воспроизводимых величин на основании заявления владельца средства измерения.

13.1.3 Методика поверки реализуется посредством методов прямых и косвенных измерений и метода сличения.

13.1.4 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к:
ГЭТ 13-01 Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения;
ГЭТ 89-2008 Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до $3 \cdot 10^7$ Гц;
ГЭТ 14-2014 Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления;
ГЭТ 4-91 Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока;
ГЭТ 88-2014 Государственный первичный специальный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц;
ГЭТ 1-2018 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

13.2 Перечень операций 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	13.7	Да	Да
Проверка программного обеспечения	13.8	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	13.9	Да	Да
Определение характеристик, обеспечивающих безопасную эксплуатацию прибора	13.10	Да	Да
Проверка электрической прочности изоляции	13.10.1	ДА после ремонта	Нет
Проверка электрического сопротивления изоляции	13.10.2	ДА после ремонта	Нет

Продолжение таблицы 13.1

Наименование операции	Номер методики	Первичная поверка	Периодическая поверка
Проверка электрического сопротивления защитного заземления	13.10.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик	13.11	Да	Да
Определение коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока	13.11.1	Да	Нет
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	13.11.2	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	13.11.3	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	13.11.4	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока	13.11.5	Да	Да
Определение основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току.	13.11.6	Да	Да
Определение основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления переменному току	13.11.7	Да	Да
Определение временной нестабильности сопротивления резистора постоянному и переменному току	13.11.8	Нет	Да
Определение погрешности воспроизведения частоты	13.11.9	Да	Нет
Определение параметров катушки токовой (при наличии в комплекте прибора)	13.11.10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13.12	Да	Да
Оформление результатов поверки	13.13	Да	Да

13.3 Метрологические и технические требования к средствам 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 Н4-57 с заданной степенью точности.

Таблица 13.2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, используемые метрологические и основные технические характеристики средства поверки
13.11.2, 13.11.3, 13.11.4, 13.11.5, 13.11.6, 13.11.7	**Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12** Измерение: - напряжение постоянного тока в диапазоне от 0 до 1000 В с погрешностью от ±0,000315 до ±0,00063 %; - напряжения переменного тока в диапазоне от 0,2 мВ до 1000 В в полосе частот от 20 Гц до 1000 кГц с погрешностью от ±0,003 до ±0,18 %. Воспроизведение: - напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В с погрешностью от ±0,000315 до ±0,00064 %. - напряжения переменного тока от 0,05 мВ до 1000 В в полосе частот от 0,1 Гц до 1000 кГц с погрешностью от ±0,003 до ±0,18 %. - силы постоянного тока от 0 до 20 А с погрешностью от ±0,00275 до ±0,0275 %.
13.11.3	**Преобразователь переменного напряжения прецизионный 792А фирмы FLUKE** (соответствующий вторичному эталону) Преобразование: - напряжения переменного тока в диапазоне от 0,2 мВ до 1000 В в полосе частот от 10 Гц до 1000 кГц с погрешностью от ±0,0005 до ±0,0022 %.
13.11.4	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р310** Номинальное сопротивление 0,001 Ом; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 32 А.
13.11.4, 13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р310** Номинальное сопротивление 0,01 Ом; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 10 А.
13.11.4, 13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р321** Номинальное сопротивление 1 Ом; класс точности 0,01; 2 разряд; максимальный ток 1 А.
13.11.4, 13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р321** Номинальное сопротивление 10 Ом; класс точности 0,01; 2 разряд; максимальный ток 320 мА.
13.11.4, 13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р331** Номинальное сопротивление 100 Ом; класс точности 0,01; 2 разряд; максимальный ток 100 мА.
13.11.4, 13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р331** Номинальное сопротивление 1 кОм; класс точности 0,01; 2 разряд; максимальный ток 32 мА.
13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р331** Номинальное сопротивление 10 кОм; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный ток 10 мА.
13.11.6	**Катушка электрического сопротивления измерительная Р331** Номинальное сопротивление 100 кОм; класс точности 0,01; 3 разряд; максимальный 3,2 мА.
13.11.6	**Мера электрического сопротивления Р4013** Номинальное сопротивление 1 МОм; класс точности 0,005; 3 разряд; максимальное напряжение 700 В.
13.11.6	**Мера электрического сопротивления Р4013** Номинальное сопротивление 10 МОм; класс точности 0,005; 3 разряд; максимальное напряжение 700 В.

Продолжение таблицы 13.2

<table>
<tr><th>Номер пункта методики поверки</th><th>Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, используемые метрологические и основные технические характеристики средства поверки</th></tr>
<tr><td>13.11.6</td><td><u>Мера электрического сопротивления Р4033</u>
Номинальное сопротивление 100 МОм; класс точности 0,005; 3 разряд; максимальное напряжение 1500 В.</td></tr>
<tr><td>13.11.5,
13.11.7</td><td><u>Меры сопротивления Н4-12МС</u>
<table>
<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>
<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>10Ом</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>2000мА</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>
</table></td></tr>
<tr><td>13.9.5,
13.10.3
13.11.6,
13.11.7,
13.11.9,
13.11.10</td><td><u>Мультиметр В7-84</u>
Измерение:
- напряжение постоянного тока от 0 до 1000 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 %.</td></tr>
<tr><td>13.11.1</td><td><u>Измеритель нелинейных искажений СК6-13</u>
Диапазон напряжений от 2 до 100 В; диапазон измеряемых искажений от 0,05 до 2 %; погрешность не более ±10 %.</td></tr>
<tr><td>13.10.2</td><td><u>Мегомметр ЭС 0202/2-Г</u>
Диапазон измерения сопротивления от 0 до 10000 МОм; измерительное напряжение 500, 1000 и 2500 В.</td></tr>
<tr><td>13.10.1</td><td><u>Установка пробойная УПУ-21</u>
- диапазон выходного напряжения постоянного и переменного тока от 0 до 10 кВ;
- погрешность установки выходного напряжения до 4 %;
- диапазон измерения тока утечки до 50 мА.</td></tr>
<tr><td>13.11.10</td><td><u>Преобразователь тока АРРА-39Т</u>
Измерение силы постоянного и переменного тока от 0 до 1000 А в частотном диапазоне от 45 до 400 Гц.</td></tr>
</table>

13.4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

13.4.1 Поверка должна осуществляться лицами, квалификация которых соответствует требованиям критериев аккредитации, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

Перед проведение поверки поверитель должен изучить в соответствующем объёме руководство по эксплуатации на прибор.

13.5 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

13.5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности предусмотренные в следующих документах: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в разделе 2 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный

Н4-57», в технической документации на применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

13.6 Требования к условиям проведения поверки

13.6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

1) температура окружающего воздуха от +20 до +25 °С;
2) относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
3) атмосферное давление от 84 до 106 кПа, от 630 до 795 мм. рт. ст.;
4) напряжение сети питания от 215,6 до 224,4 В, частотой (50 ± 0,5) Гц;
5) коэффициент гармоник питающей сети, не более 2 %.

13.7 Внешний осмотр

13.7.1 При проведении внешнего осмотра устанавливается соответствие поверяемого прибора с входящими в его комплект поставки принадлежностями следующим требованиям:

1) комплектность прибора должна соответствовать разделу «Состав комплекта», в количестве и по номенклатуре, необходимом для проведения поверки в соответствующем объёме;
2) должны отсутствовать механические повреждения, влияющие на метрологические и эксплуатационные характеристики;
3) разъёмы, элементы крепления корпуса, кнопки клавиатуры должны быть прочно закреплены и не иметь повреждений;
4) должна быть обеспечена целостность изоляции сетевых проводов и соединительных кабелей;
5) при наклонах и встряхивании корпусов блоков не должно быть характерных звуков, свидетельствующих о наличии внутри корпуса прибора незакрепленных или слабо закреплённых элементов или деталей;
6) металлические поверхности электрических контактов внешних разъёмов прибора и соединительных кабелей не должны иметь нарушений целостности покрытий (окисление, почернение);
7) надписи, поясняющие функциональное назначений органов управления не должны иметь повреждений, затрудняющих их чтение и понимание.

При выявлении несоответствий прибора требованиям п.13.7.1 дальнейшая поверка не проводиться, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.8 Проверка программного обеспечения

13.8.1 Проверить при включении прибора соответствие выводимой информации о встроенном программном обеспечении (ПО) следующим данным:

- версия ПО: 1.1;
- контрольная сумма ПО: AC47.

13.9 Подготовка к поверке и опробование

13.9.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные операции:

1) изучить в соответствующем объёме руководство по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57»;
2) проверить комплектность прибора в части принадлежностей необходимых для осуществления операций поверки в соответствующем объёме;
3) расположить поверяемый прибор на рабочем месте и подготовить его к работе в соответствии с требованиями п.9.2 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57», обеспечив, при этом, удобство и безопасность его эксплуатации;
4) подготовить принадлежности, материалы, инструмент необходимые для сборки схем поверки в соответствии с проводимыми операциями;
5) подготовить применяемые средства поверки, испытательное и вспомогательное оборудование в соответствии с требованиями, изложенными в их эксплуатационной документации.

13.9.2 После выполнения операций по подготовке прибора к поверке приступить к опробованию в соответствии с пп.13.9.3 – 13.9.5.

13.9.3 Произвести визуальную проверку индикации выводимых на табло индикатора цифровых символов и знаков.

13.9.4 Проверить функционирование клавиатуры и кодового переключателя. Для чего вызвать программу тестирования (в соответствии с указаниями п.9.4 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57»).

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

1) собрать схему измерения, указанную в таблице 13.3 для соответствующего режима работы;
2) установить на выходе поверяемого прибора параметры воспроизводимой величины в соответствии с данными, указанными в таблице 13.3 и выбранной схемой измерения;
3) по показаниям внешнего СИ проконтролировать наличие воспроизводимой величины без определения погрешности её воспроизведения (режим работы внешнего СИ выбирается в соответствии с видом воспроизводимой величины);
4) в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока на пределе «1000 В» после снятия показаний подключить внешнее СИ на выход высоковольтного делителя, который находится на задней панели усилителя, с целью контроля целостности делителя;
5) полученные значения сравнить с данными, приведёнными в таблице 13.3.

13.9.6 Результаты опробования считаются удовлетворительными, если поверяемый прибор соответствует требованиям пп.13.9.3-13.9.5

13.9.7 В случае выявления несоответствий прибора требованиям пп.13.9.3-13.9.5 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.3, дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.9.8 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.3 – Параметры опробования

Предел воспроизведения	Номинальные значения контролируемого параметра	Схема измерения	Измеренное значение контролируемого параметра*
режим воспроизведения напряжения постоянного тока			
2 В	+2 В; -2 В,	Рисунок 13.4	±2 В
20 В	+20 В		+20 В
200 В	+100 В		+100 В
1000 В	+500 В		+500 В
			+5 В **
режим воспроизведения напряжения переменного тока			
20 В	10 В; 1 кГц	Рисунок 13.4	10 В
200 В	100 В; 1 кГц		100 В
1000 В	500 В; 1 кГц		500 В
режим воспроизведения силы постоянного тока			
2 мА	+2 мА	методом прямых измерений с помощью амперметра	2 мА
20 мА	+20 мА		20 мА
200 мА	+200 мА		200 мА
2000 мА	+1000 мА		1 А
30 А	+10 А		10 А
режим воспроизведения сопротивления постоянному току			
100 Ом	100 Ом	методом прямых измерений с помощью омметра	100 Ом
1 кОм	1 кОм		1 кОм
10 кОм	10 кОм		10 кОм
** - показание контролирующего СИ*			
*** - с выхода высоковольтного делителя 1:100*			

13.10 Определение характеристик, обеспечивающих безопасную эксплуатацию прибора

13.10.1 **Проверка электрической прочности изоляции**

13.10.1.1 Проверка электрической прочности изоляции поверяемого прибора осуществляется в соответствии с п.13.10.1.2. Допускается совмещать проверку электрической прочности изоляции с измерением сопротивления изоляции при использовании мегомметра с номинальным значение выходного напряжения 2500 В.

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

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

13.10.1.4 В случае выявления несоответствий прибора требованиям п.13.10.1 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.4, дальнейшая проверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.10.1.5 Результаты проверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

13.10.2 **Проверка электрического сопротивления изоляции**

13.10.2.1 Электрическое сопротивления 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 не менее 1000 В. Все контакты одноимённой цепи замыкаются между собой. Состояние сетевого выключателя во время испытаний должно быть «Включено».

13.10.2.2 В случае выявления несоответствий прибора требованиям п.13.10.2 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.4, дальнейшая проверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.10.2.3 Результаты проверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

13.10.3 **Проверка электрического сопротивления защитного заземления**

13.10.3.1 Проверку электрического сопротивления защитного заземления проводят в соответствии с п.6.5.2.4 ГОСТ IEC 61010.

13.10.3.2 Результаты проверки считают удовлетворительными, если в нормальных условиях эксплуатации значение сопротивления защитного заземления не превышает 0,1 Ом.

13.10.3.3 В случае выявления несоответствий прибора требованиям п.13.10.3 дальнейшая проверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.10.3.4 Результаты проверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.4 – Параметры испытаний электрической прочности

Подключение		Испытательное напряжение	Сопротивление изоляции, не менее
Первая цепь	Вторая цепь		
Калибратор Н4-57			
Корпус прибора (контакт защитного заземления)	Контакты сетевого разъёма питания, соединённые между собой	~1,5 кВ, 50 Гц	-
Контакты выходных клемм «U» (Hi и Lo),«I» (Hi и Lo), соединённые между собой	Контакты сетевого разъема питания и контакт защитного заземления, соединённые между собой	~1,5 кВ, 50 Гц	-

Продолжение таблицы 13.4

Подключение		Испытательное напряжение	Сопротивление изоляции, не менее
Первая цепь	Вторая цепь		
Калибратор Н4-57			
Контакты выходных клемм «U» (Hi и Lo),«I» (Hi и Lo), соединённые между собой	Все контакты интерфейсных разъёмов, соединённые между собой	1,5 кВ	
Все контакты выходных клемм и интерфейсных разъёмов, соединённые между собой	Контакты сетевого разъема питания (кроме контакта защитного заземления), соединённые между собой	1000 В	1000 МОм
Усилитель Н4-57			
Корпус прибора (контакт защитного заземления)	Контакты сетевого разъёма питания соединённые между собой	~1,5 кВ, 50 Гц	-
Контакты выходных клемм «I» (Hi и Lo), соединённые между собой	Корпус прибора (контакт защитного заземления)	1,5 кВ	-
Контакты выходных клемм «I» (Hi и Lo), соединённые между собой	Контакты сетевого разъема питания (кроме контакта защитного заземления), соединённые между собой	1000 В	1000 МОм

13.11 Определение метрологических характеристик

13.11.1 **Определение коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока**

13.11.1.1 Определение коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения напряжения переменного тока и в режиме воспроизведения силы переменного тока производится методом прямых измерений с помощью аналогового измерителя нелинейных искажений в соответствии с указаниями таблицы 13.5. Допускается проводить измерения сразу же после включения прибора, не ожидая времени установления рабочего режима.

Выполнение операций необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерений:

- в соответствии с рисунком 13.1 для режима воспроизведения напряжения переменного тока, при этом установить на поверяемом приборе двухпроводный режим подключения нагрузки; при проведении измерений на пределе воспроизведения «200 В» к выходу поверяемого прибора необходимо подключить внешний делитель напряжения с коэффициентом деления 1:10, а на пределе воспроизведения «1000 В» вход измерителя нелинейных искажений следует подключить к выходу высоковольтного делителя «1:100», находящегося на задней панели усилителя;

- в соответствии с рисунком 13.2 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 13.5;

в) считать и зафиксировать установившиеся показания измерителя коэффициента нелинейных искажений;

г) повторить операции по перечислениям б) – в) для всех номинальных значений контролируемой величины указанных в таблице 13.5.

13.11.1.2 Результат поверки считается положительным, если измеренные значения коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока не превышают максимально допустимых значений, приведенных в таблице 13.5.

13.11.1.3 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.1 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.5, дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.1.4 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.5 – Параметры проверки коэффициента нелинейных искажений

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемых параметров (уровень, частота)	Сопротивление нагрузки	Максимально допустимое значение коэффициента нелинейных искажений, %, не более
1	2	3	4
напряжение переменного тока			
2 В	2,0 В; 10 Гц	100 Ом	0,02
	2,0 В; 10 кГц		0,02
	2,0 В; 40 кГц		0,04
	2,0 В; 100 кГц		0,08
20 В	15 В; 10 Гц	1000 Ом	0,02
	15 В; 10 кГц		0,02
	15 В; 40 кГц		0,04
	15 В; 100 кГц		0,08
200 В	150 В; 10 Гц	10 кОм	0,02
	150 В; 10 кГц		0,02
	150 В; 40 кГц		0,05
	150 В; 100 кГц		0,10
1000 В	700 В; 500 Гц	100 кОм	0,03
	700 В; 15 кГц		0,10
	700 В; 30 кГц		0,30
	500 В; 50 кГц		0,50
сила переменного тока			
2 мА	2,0 мА; 190 Гц	1000 Ом	0,030
	2,0 мА; 12 кГц		0,120
20 мА	20,0 мА; 190 Гц	100 Ом	0,015
	20,0 мА; 12 кГц		0,060
200 мА	200,0 мА; 190 Гц	10 Ом	0,020
	200,0 мА; 12 кГц		0,080

Продолжение таблицы 13.5

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемых параметров (уровень, частота)	Сопротивление нагрузки	Максимально допустимое значение коэффициента нелинейных искажений, %, не более
1	2	3	4
сила переменного тока			
2000 мА	2000 мА; 190 Гц	1 Ом	0,030
	2000 мА; 12 кГц		0,120
30 А	20 А; 190 Гц	0,01 Ом	0,030
	20 А; 12 кГц		0,120

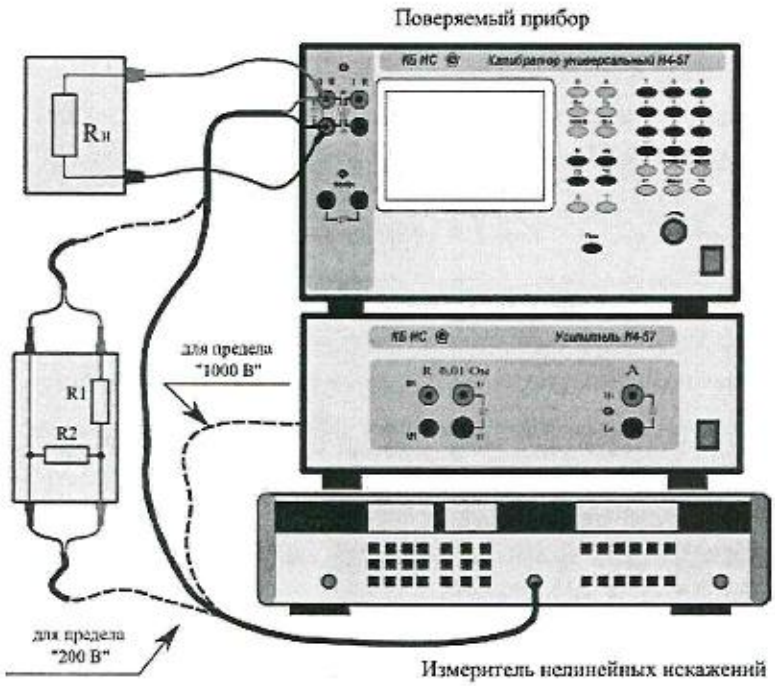


Рисунок 13.1 – Схема измерения коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

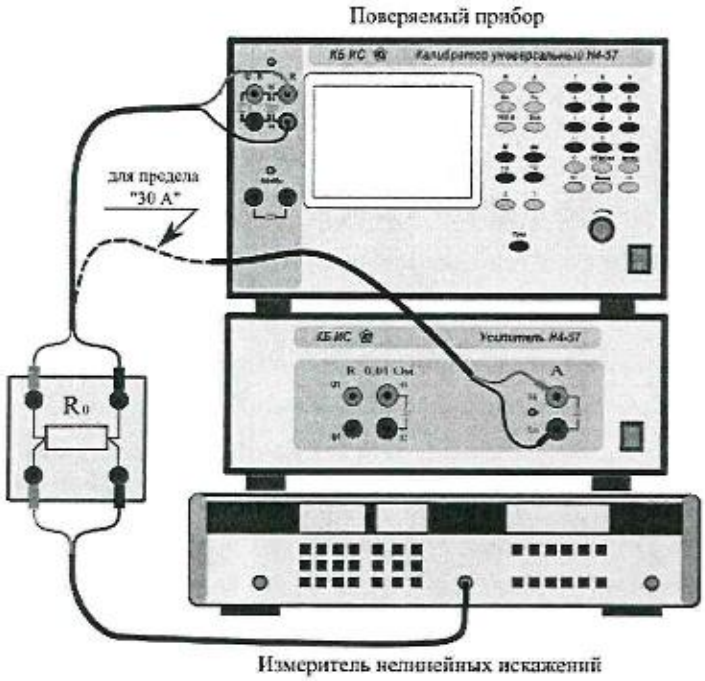


Рисунок 13.2 – Схема измерения коэффициента нелинейных искажений в режиме воспроизведения силы переменного тока

13.11.2 **Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока**

13.11.2.1 Определение основной абсолютной погрешности проводится методом прямого измерения выходного напряжения калибратора (на клеммах «U») эталонным вольтметром постоянного тока. Методика определения погрешности воспроизведения нулевого значения напряжения, приведена в п.13.11.2.2, а методика определения основной абсолютной погрешности воспроизведения в п.13.11.2.3.

13.11.2.2 Определение основной абсолютной погрешности при воспроизведении нулевого значения напряжения производится методом прямых измерений. В качестве эталонного вольтметра используется низковольтный блок из состава комплекта калибратора универсального Н4-12 в автономном режиме. В процессе работы следует соблюдать следующие правила проведения измерений низких уровней напряжения:

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

- перед фиксацией показаний следует выдержать временную паузу в течение 20-30 секунд, необходимую для выравнивания температуры металлических контактов после завершения коммутации измерительной цепи;

- использовать режим относительных измерений для компенсации начального смещения эталонного низковольтного измерителя, предварительно замкнув контакты входных соединительных проводов перемычкой с теплоотводом, обеспечивающей низкое значение термо-э.д.с.

Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения нулевого значения необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерений в соответствии с рисунком 13.3;

б) замкнуть контакты входного кабеля эталонного низковольтного измерителя, дождаться выравнивания температуры контактов и, включив режим относительных измерений, установить нулевые показания измерителя;

в) установить на выходе калибратора нулевой уровень в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока, при этом должен установиться младший предел воспроизведения напряжения «200 мВ»;

г) подключить вход эталонного низковольтного измерителя к выходным клеммам калибратора и через 20 – 30 с (после выравнивания температуры контактов) считать и зафиксировать показание измерителя, которое будет соответствовать величине основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения равного нулю.

13.11.2.3 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока производится методом прямых измерений в соответствии с данными, приведенными в таблице 13.6. В качестве средства поверки применяется семиразрядный вольтметр из состава калибратора универсального Н4-12. Перед проведением поверки необходимо провести калибровку (юстировку) внутреннего источника опорного напряжения вольтметра. Для этой цели следует использовать внешнюю меру напряжения постоянного тока, обеспечивающую временную стабильность на уровне рабочего эталона первого разряда. Определение основной абсолютной погрешности необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.4, подключив вход эталонного вольтметра к выходным клеммам поверяемого калибратора;

б) установить на выходе калибратора величину напряжения постоянного тока, указанную в таблице 13.6;

в) после установления показаний вольтметра зафиксировать измеренное значение воспроизводимого напряжения;

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

д) повторить операции по определению основной абсолютной погрешности в соответствии с требованиями перечислений б) - г) для всех остальных числовых значений, указанных в таблице 13.6.

13.11.2.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность воспроизведения нулевого значения напряжения на пределе «200 мВ» и основная абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в таблице 13.6.

13.11.2.5 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.2 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.6, с целью приведение метрологических характеристик в соответствие с установленными требованиями, в приборе имеется возможность в соот-

ветствии с п.10.3 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57» провести определение, запись и сохранение цифровых поправочных коэффициентов.

13.11.2.6 В случае повторного выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.2 после корректировки поправочных коэффициентов дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.2.7 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.6 – Параметры поверки при воспроизведении напряжения постоянного тока

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемого напряжения, В	Максимально допустимые значения основной абсолютной погрешности, ± Δ, мВ
1	2	3
200 мВ	000,0000	0,0010
	+200,0000 мВ	0,0050
	-200,0000 мВ	0,0050
2 В	+0,300000	0,0085
	-0,300000	0,0085
	+0,500000	0,0115
	+1,000000	0,0190
	-1,000000	0,0190
	+1,500000	0,0265
	+2,000000	0,0340
	-2,000000	0,0340
20 В	+3,00000	0,0850
	-3,00000	0,0850
	+10,00000	0,1900
	+20,00000	0,3400
	-20,00000	0,3400
200 В	+30,0000	1,1000
	-30,0000	1,1000
	+100,0000	2,5000
	+200,0000	4,5000
	-200,0000	4,5000
1000 В	+300,00	12,0000
	-300,00	12,0000
	+500,00	18,0000
	+1000,00	33,0000
	-1000,00	33,0000



Рисунок 13.3 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения нулевого значения напряжения постоянного тока

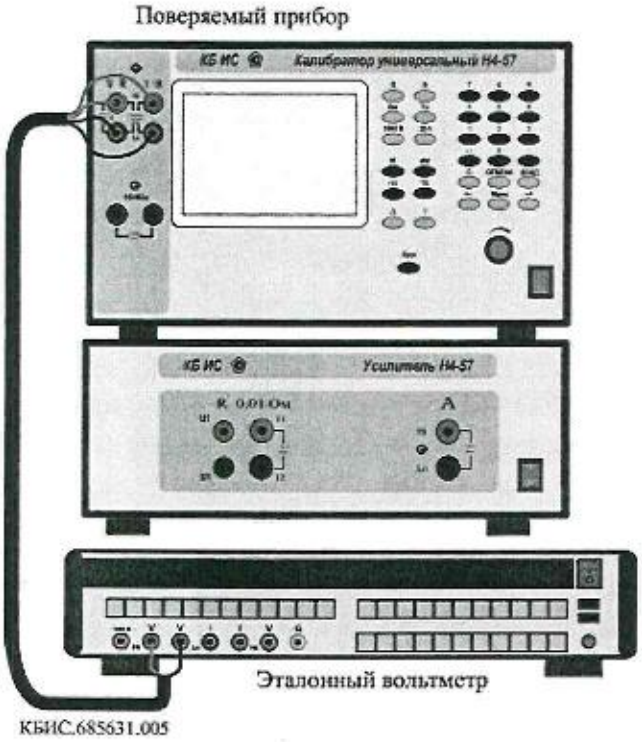


Рисунок 13.4 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока

13.11.3 **Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока**

13.11.3.1 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока проводят:

- методом прямых измерений выходного напряжения калибратора эталонным вольтметром переменного тока в соответствии с методикой, изложенной в п.13.11.3.2;

- методом сличения контролируемого напряжения переменного тока с эквивалентным эталонным напряжением постоянного тока с применением вольтметра постоянного тока с высокой разрешающей способностью и преобразователя переменного напряжения прецизионного в соответствии с методикой, изложенной в п.13.11.3.3.

Определение погрешности воспроизведения нижнего значения напряжения на пределе воспроизведения «20 мВ» проводят в соответствии с методикой, описанной в п.13.11.3.4.

13.11.3.2 Метод прямого измерения для определения погрешности воспроизведения значений напряжений, приведённых в таблице 13.7, применяется для тех значений напряжений, для которых соотношение основной относительной погрешности эталонного вольтметра и основной относительной погрешности напряжения воспроизводимого прибором не превышает 1/2. Также этот метод применяется, когда методом поверки предусмотрено проведение относительных измерений или в целях определения работоспособности поверяемого прибора. При этом требование к эталонному средству измерения устанавливается в методике поверке, в которой указана ссылка на данную методику. Определение основной абсолютной погрешности методом прямых измерений необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерений в соответствии с рисунком 13.4, подключив эталонный вольтметр переменного тока к выходным клеммам «U» калибратора;

б) установить на поверяемом приборе значение напряжения и частоты выбранное из таблицы 13.7;

в) включить выход калибратора и после установления показаний вольтметра зафиксировать измеренное значение воспроизводимого напряжения;

г) определить основную абсолютную погрешность как разность между показанием эталонного вольтметра и значением напряжения переменного тока, установленным на поверяемом приборе;

д) повторить операции определения основной абсолютной погрешности методом прямых измерений для всех остальных числовых значений, указанных в таблице 13.7, удовлетворяющих требованиям п.13.11.3.2.

13.11.3.3 Для определения основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока методом сличения с эквивалентным эталонным напряжением постоянного тока в качестве преобразователя применяется «Преобразователь переменного напряжения прецизионный 792A» фирмы FLUKE (далее по тексту преобразователь), имеющий статус вторичного эталона. Выходное напряжение преобразователя измеряется внешним вольтметром постоянного тока с высокой разрешающей способностью (не хуже 0,0001 %). Допустимая погрешность источника эталонного напряжения постоянного тока должна быть как минимум в три раза меньше чем нормируемая погрешность поверяемого калибратора переменного напряжения. Основная относительная погрешность воспроизведения напряжения переменного тока в контролируемой точке

определяется как отношение разности выходных напряжений преобразователя, получаемых в результате последовательного преобразования эталонного напряжения постоянного тока и контролируемого напряжения переменного тока, к величине выходного напряжения при преобразовании эталонного напряжения постоянного тока. После определения основной относительной погрешности производится вычисление абсолютной погрешности. Номинальные значения контролируемого напряжения переменного тока приведены в таблице 13.7.

Примечание - При работе преобразователя рекомендуется исключить связь его аккумуляторного блока с сетью питания (отключить сетевой кабель питания).

Определение основной относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока методом сличения необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.5;

б) выбрать один из пределов преобразователя соответствующий контролируемому значению напряжения переменного тока, указанному в таблице 13.7, и обеспечивающий наилучшую погрешность преобразования;

в) перевести переключатель коммутатора в положение соединяющее вход преобразователя с источником эталонного напряжения постоянного тока;

г) установить на выходе источника значение напряжения постоянного тока положительной полярности эквивалентное величине контролируемого напряжения переменного тока U_0, В, в соответствии с таблицей 13.7;

д) после установления показаний вольтметра считать и зафиксировать измеренное значение напряжения или установить режим относительного измерения приращения (отклонения) измеряемой величины относительно последнего измеренного значения в процентном отношении, при наличии этого режима в вольтметре;

е) для оценки величины дополнительной погрешности преобразователя, вызванной асимметрией преобразования входного сигнала одного уровня разной полярности, следует изменить полярность эталонного источника напряжения постоянного тока на входе преобразователя с положительной на отрицательную и зафиксировать установившиеся показание вольтметра; при ранее включенном режиме относительного измерения текущее показание вольтметра будет соответствовать величине дополнительной относительной погрешности, в случае отсутствия у вольтметра режима относительного измерения искомую погрешность δ_A, В, необходимо вычислить по формуле (13.1);

ж) если выполняется неравенство (13.2), то последующие операции определения основной относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока методом сличения необходимо проводить с эталонным напряжением постоянного тока положительной полярности; для этого следует установить положительную полярность напряжения постоянного тока на выходе эталонного источника, отключить режим относительного измерения, если он был включен ранее, и повторно зафиксировать показание вольтметра U_0, В, или включить режим относительного измерения в процентном отношении при наличии этой функции в вольтметре;

з) перевести переключатель коммутатора в положение соединяющее вход преобразователя с выходом поверяемого прибора;

и) установить на выходе поверяемого прибора значение уровня и частоты напряжения переменного тока соответствующее контролируемому в соответствии с таблицей 13.7;

к) считать и зафиксировать установившиеся показание вольтметра U_X, В; при ранее включенном режиме относительного измерения текущее показание вольтметра с учётом поправочных коэффициентов преобразователя будет соответствовать величине относительной погрешности воспроизведения контролируемого напряжения; в случае отсутствия у вольтметра режима относительного измерения, погрешность δ, в процентах, вычислить по формуле (13.3); далее, полученный результат скорректировать с учётом поправочных коэффициентов преобразователя;

л) вычислить абсолютную погрешность воспроизведения контролируемого напряжения по формуле (13.4);

м) определить основную абсолютную погрешность воспроизведения напряжения переменного тока в контрольных точках с тем же уровнем напряжения, меняя только значение частоты в соответствии с таблицей 13.7;

н) перейти к определению погрешности в следующей контрольной точке с другим уровнем напряжения в соответствии с таблицей 13.7, повторив операции по перечислениям б) – м).

$$\delta_A = \frac{U^n - U^p}{U^p} \cdot 100, \qquad (13.1)$$

где U^p *- выходное напряжение преобразователя при положительном входном напряжении, В;*

U^n *- выходное напряжение преобразователя при отрицательном входном напряжении, В.*

$$\delta_A \leq \ 0{,}25 \cdot \delta_o, \qquad (13.2)$$

где δ_A *- дополнительная погрешность от асимметрии преобразования, в процентах;*

δ_o *- основная допустимая относительная погрешность воспроизведения контролируемого напряжения переменного тока, в процентах.*

$$\delta = \frac{Ux - Uo}{Uo} \cdot 100, \qquad (13.3)$$

где Ux - показание эталонного вольтметра, при преобразовании контролируемого напряжения переменного тока, В;

Uo - показание эталонного вольтметра, при преобразовании эталонного напряжения постоянного тока, В.

$$\Delta = \frac{\delta}{100} \cdot U_0, \qquad (13.4)$$

где δ - относительная погрешность воспроизведения контролируемого напряжения, в процентах;

Uo - контролируемое напряжение переменного тока, В.

В случае невыполнения неравенства (13.2) при определении основной относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока методом сличения сравнение преобразованного напряжения переменного тока необходимо осуществлять с напряжением постоянного тока, значение которого вычисляется по формуле (13.5).

$$U_k = K \cdot U_0 , \qquad (13.5)$$

где U_0 - напряжение постоянного тока эквивалентное контролируемому напряжению переменного тока, В;

K - корректирующий коэффициент.

Корректирующий коэффициент определяется следующим образом:

а) определить дополнительную относительную погрешность выходного напряжения преобразователя δ_A, в процентах, вызванную асимметрией преобразования входного сигнала одного уровня разной полярности, выполнив операции п.13.11.3.3 по перечислениям в) — е);

б) вычислить корректирующий коэффициент К по формуле (13.6).

$$K = 1 \pm \frac{\delta_A}{200}, \qquad (13.6)$$

где δ_A - дополнительная погрешность вызванная асимметрией преобразования, в процентах.

Далее следует провести оценку погрешности полученного корректирующего коэффициента, для чего:

а) установить на выходе эталонного источника уровень напряжения постоянного тока U_K, В, положительной полярности значение которого определить по формуле (13.5) или при наличии в источнике эталонного напряжения функции математической обработки с возможностью реализации операции масштабирования «X×C» установить на выходе эталонного источника уровень напряжения постоянного тока положительной полярности U_0, В, эквивалентное контролируемому напряжению переменного тока, ввести значение константы С равное значению корректирующего коэффициента К, вычисленного по формуле (13.6), и включить функцию масштабирования;

б) считать и зафиксировать установившееся показание вольтметра или установить режим относительного измерения в процентом отношении, при наличии этой функции в вольтметре;

в) установить на выходе эталонного источника уровень напряжения постоянного тока положительной полярности, эквивалентный контролируемому напряжению переменного тока U_0, В, или выключить на эталонном источнике функцию масштабирования, если она была включена ранее;

г) считать и зафиксировать установившееся показание вольтметра; при ранее включенном режиме относительного измерения текущее показание вольтметра будет соответствовать величине дополнительной погрешности вызванной асимметрией преобразования для положительной полярности входного напряжения, в случае отсутствия у вольтметра режима относительного измерения погрешность δ_{AP}, в процентах, вычислить по формуле (13.7);

д) сменить полярность напряжения постоянного тока на выходе эталонного источника с положительной на отрицательную;

е) считать и зафиксировать установившееся показание вольтметра; при ранее включенном режиме относительного измерения текущее показание вольтметра будет соответствовать величине дополнительной погрешности вызванной асимметрией преобразования для отрицательной полярности входного напряжения, в случае отсутствия у вольтметра режима относительного измерения погрешность δ_{AN}, в процентах, вычислить по формуле (13.8);

ж) значения дополнительных погрешностей δ_{AP} и δ_{AN}, определённых по формулам (13.7) и (13.8), должны отличаться между собой не более чем на 0,0004 %;

з) в случае если разность между значениями δ_{AP} и δ_{AN} превышает 0,0004 %, то следует повторно выполнить операции по определению корректирующего коэффициента.

Примечание - Наибольшие значения дополнительной погрешности преобразователя вызванного асимметрией преобразования входного напряжения постоянного тока характерны для пределов «22 мВ», «220 мВ» и «700 мВ»

$$\delta_{AP} = \frac{U^P - U^K}{U^K} \cdot 100, \qquad (13.7)$$

где U^K - показание вольтметра при преобразовании напряжения постоянного тока положительной полярности с учётом корректирующего коэффициента, В;

U^P - показание вольтметра при преобразовании напряжения постоянного тока положительной полярности без учёта корректирующего коэффициента, В.

$$\delta_{AN} = \frac{U^n - U^K}{U^n} \cdot 100, \qquad (13.8)$$

где U^K - показание вольтметра при преобразовании напряжения постоянного тока положительной полярности с учётом корректирующего коэффициента, В;

U^n - показание вольтметра при преобразовании напряжения постоянного тока отрицательной полярности без учёта корректирующего коэффициента, В.

13.11.3.4 Определение погрешности воспроизведения нижнего значения напряжения на пределе «20 мВ» производится методом прямых измерений воспроизводимого напряжения усиленного в 100 раз с погрешностью усиления не превышающей ±5 % и нелинейностью преобразования не хуже 0,001 %.

Определение погрешности следует выполнять в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.6 (в качестве усилителя можно использовать блок низковольтный Н4-12БН из комплекта поставки калибратора-вольтметра универсального Н4-12);

б) установить на поверяемом калибраторе значение напряжения равное 15 мВ частотой 1 кГц, погрешность которого была определена ранее.

в) включить выход калибратора и после установления показаний вольтметра зафиксировать измеренное значение Uo, мВ; если вольтметр имеет встроенную функцию математической обработки измеренной величины «X × C», то установить константу C при которой показание вольтметра станет равным 1500,0±0,5 мВ; константу C вычислить по формуле (13.9);

$$C = \frac{1500}{U_O}, \qquad (13.9)$$

где U_0 - показание вольтметра, мВ.

в) установить на поверяемом калибраторе в соответствии с данными таблицы 13.7 значение напряжения равное 100 мкВ частотой 1 кГц;

г) после установления показаний вольтметра считать и зафиксировать измеренное значение напряжения Ux, мВ;

д) при включенной в вольтметре функции математической обработки и введенной ранее константы С определить абсолютную погрешность воспроизведения ΔU, мВ, как разность между показанием вольтметра Ux, мВ, поделённого на 100 и номинальным значением воспроизводимой величины 0,1 мВ; в случае отсутствия в вольтметре функции математической обработки показание вольтметра Ux, мВ, следует умножить на константу С, вычисленную ранее по формуле (13.9), и далее определить абсолютную погрешность ΔU, мВ, как разность между полученным значением (Ux × C), мВ, поделённого на 100, и номинальным значением воспроизводимой величины 0,1 мВ;

13.11.3.5 Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность прибора в режиме воспроизведения напряжения переменного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в таблице 13.7.

13.11.3.6 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.3 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.7 с целью приведение метрологических характеристик в соответствие с установленными требованиями, в приборе имеется возможность в соответствии с п.10.3 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57» провести определение, запись и сохранение цифровых поправочных коэффициентов.

13.11.3.7 В случае повторного выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.3 после корректировки поправочных коэффициентов дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.3.8 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

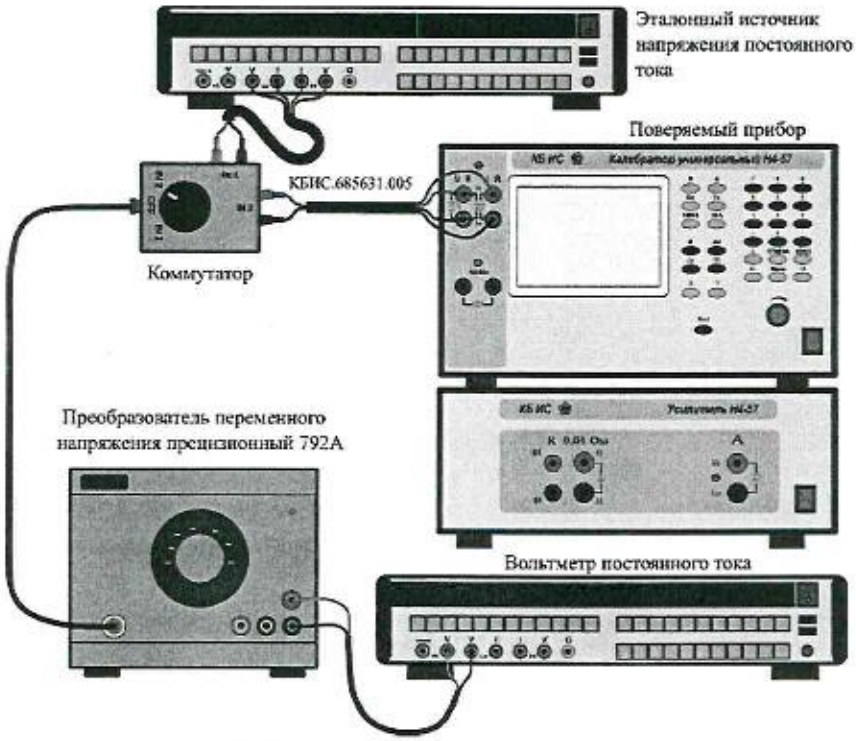


Рисунок 13.5 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения напряжения переменного тока

Таблица 13.7 – Параметры поверки при воспроизведении напряжения переменного тока

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемого напряжения, В	Предельные значения допустимой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения, ± Δ, мВ				
		частота воспроизводимого напряжения, кГц				
		0,01	0,02	1	10	20
1	2	3	4	5	6	7
20 мВ	0,10000 мВ	-	-	0,004	-	-
	20,00000 мВ	-	0,010	0,010	0,010	0,010
200 мВ	200,0000 мВ	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
2 В	0,316000	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
	0,600000	-	-	0,032	-	-
	1,000000	-	-	0,048	-	-
	2,000000	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088
20 В	6,00000	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
	10,00000	-	-	0,480	-	-
	20,00000	0,880	0,880	0,880	0,880	0,880
200 В	60,0000	-	-	4,000	-	-
	100,0000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
	200,0000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
1000 В	200,000	24,000	24,000	24,000	24,000	60,000
	600,000	56,000	56,000	56,000	56,000	140,000
		частота воспроизводимого напряжения, кГц				
		50	100	300	500	1000
20 мВ	20,00000 мВ	0,018	0,030	0,080	0,110	0,180
200 мВ	200,0000 мВ	0,044	0,088	-	-	0,550
2 В	0,316000	0,041	0,051	-	-	1,032
	2,000000	0,176	0,220	-	-	4,400
20 В	6,00000	0,640	0,800	-	-	16,000
	20,00000	1,760	2,200	-	-	44,000
200 В	100,0000	18,000	30,000	-	-	-
	200,0000	33,000	55,000	-	-	-
1000 В	200,000	300,000	-	-	-	-

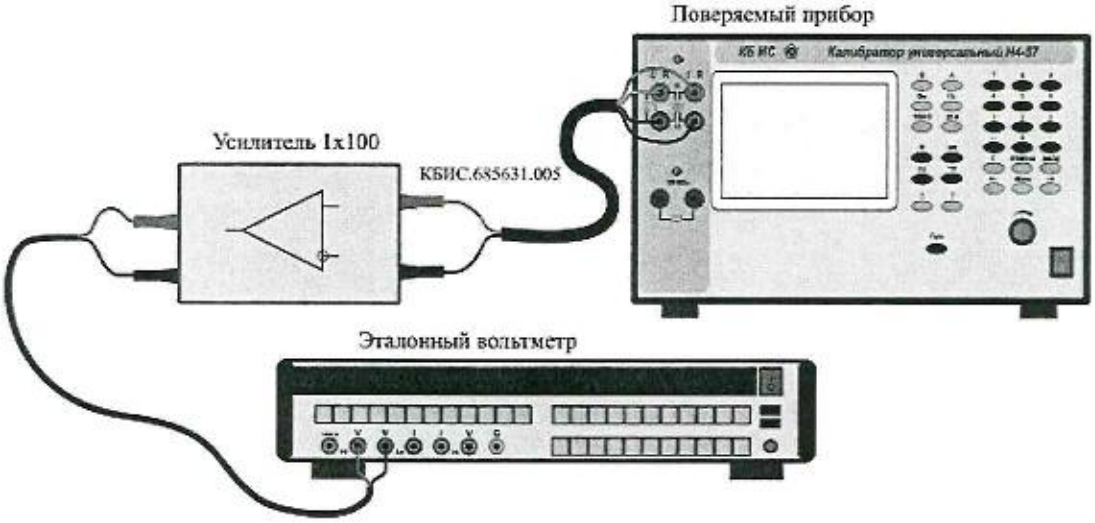


Рисунок 13.6 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения нижнего значения предела воспроизведения «20 мВ»

13.11.4 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

13.11.4.1 Определение основной абсолютной погрешности проводят методом косвенных измерений, в соответствии с которым, осуществляется измерение напряжения постоянного тока на эталонной мере электрического сопротивления при протекании через неё контролируемого тока, а затем, измеренное значение воспроизводимой силы постоянного тока вычисляется в соответствии с законом Ома. Параметры поверки и допускаемые значения основной абсолютной погрешности указаны в таблице 13.8. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока необходимо выполнять в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.7, подключив при этом однозначную эталонную меру электрического сопротивления постоянному току (катушку сопротивления) токовыми зажимами к выходным клеммам «I» калибратора или к выходным клеммам «А» усилителя, а потенциальными зажимами к вольтметру постоянного тока;

б) номинальное значение сопротивления эталонной меры выбрать в соответствии с указаниями таблицы 13.8;

в) установить на выходе прибора значение силы постоянного тока, указанное в таблице 13.8;

г) после установления показаний вольтметра считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на эталонной мере сопротивления U, мВ, пропорциональное силе воспроизводимого тока;

д) определить действительное значение силы тока I, мА, воспроизводимое прибором, вычислив его по формуле (13.10);

е) определить основную абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока как разность между значением, вычисленным по формуле (13.10) и номинальным значением, установленным на приборе;

ж) повторить операции по определению основной абсолютной погрешности для всех номинальных значений силы постоянного тока, указанных в таблице 13.8.

$$I = \frac{U}{R_0}, \tag{13.10}$$

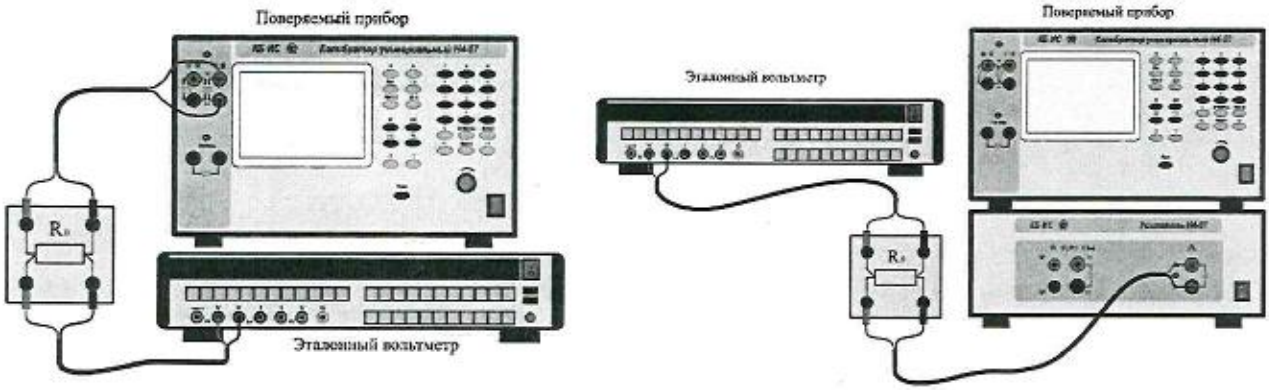
где R_0 *– действительное значение сопротивления эталонной меры, Ом;*
U *– показание вольтметра, В.*

Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность в режиме воспроизведения силы постоянного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в таблице 13.8.

13.11.4.2 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.4 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.8, с целью приведение метрологических характеристик в соответствие с установленными требованиями в приборе имеется возможность в соответствии с п.10.3 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57» провести определение, запись и сохранение цифровых поправочных коэффициентов.

13.11.4.3 В случае повторного выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.4 после корректировки поправочных коэффициентов дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.4.4 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.



а) все пределы кроме «30 А» *б) предел «30 А»*

Рисунок 13.7 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения силы постоянного и переменного тока

Таблица 13.8 – Параметры поверки при воспроизведении силы постоянного тока

Предел воспроиз-ведения	Номинальное значе-ние контролируемой силы тока, мА	Номинальное значение меры электрического сопротивления	Предельные значения допустимой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, ± Δ, мкА
1	2	3	4
2 мА	+0,100000	1000 Ом	0,012
	+1,000000		0,048
	+1,900000		0,084
	-1,900000		0,084
20 мА	+5,00000	100 Ом	0,280
	+10,00000		0,480
	+19,00000		0,840
	-19,00000		0,840
200 мА	+50,0000	10 Ом	2,800
	+100,0000		4,800
	+190,0000		8,400
	-190,0000		8,400
2000 мА	+500,000	1 Ом	35,000
	+1000,000		60,000
	+1900,000		105,000
	-1900,000		105,000
30 А	+3,000 А	0,01 Ом	0,900 мА
	+15,000 А	0,001 Ом	2,700 мА
	+30,000 А		4,950 мА
	-30,000 А		4,950 мА

13.11.5 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока

13.11.5.1 Определение основной абсолютной погрешности проводят методом косвенных измерений, в соответствии с которым, осуществляется измерение напряжения переменного тока на эталонной мере электрического сопротивления с известной частотной характеристикой при протекании через неё контролируемого переменного тока, а затем, измеренное значение воспроизводимой силы переменного тока вычисляется в соответствии с законом Ома. Параметры поверки и допускаемые значения основной абсолютной погрешности указаны в таблице 13.9. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока необходимо выполнять в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.7, подключив при этом эталонную меру электрического сопротивления переменному току токовыми зажимами к выходным клеммам «I» калибратора или «А» усилителя, а потенциальными зажимами к эталонному вольтметру переменного тока;

б) номинальное значение сопротивления эталонной меры, соответствующее номинальному значению воспроизводимой величины необходимо выбрать в соответствии с указаниями таблицы 13.9;

в) установить на выходе прибора значение уровня и частоты силы переменного тока, указанное в таблице 13.9;

г) после установления показаний вольтметра считать и зафиксировать измеренное напряжение на эталонной мере сопротивления U, мВ;

д) определить действительное значение величины силы тока, воспроизводимое прибором, вычислив его по формуле (13.10), при этом необходимо учитывать зависимость действительного значения меры сопротивления от частоты, применяя при расчётах частотные поправки;

е) определить основную абсолютную погрешность воспроизведения как разность между действительным значением силы тока, вычисленным по формуле (13.10), и значением силы тока, установленным на приборе;

ж) повторить операции по определению основной абсолютной погрешности для всех остальных номинальных значений силы переменного тока, указанных в таблице 13.9.

13.11.5.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность воспроизведения силы переменного электрического тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в таблице 13.9.

13.11.5.3 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.5 с учетом параметров, приведенных в таблице 13.9, с целью приведение метрологических характеристик в соответствие с установленными требованиями в приборе имеется возможность в соответствии с п.10.3 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57» провести определение, запись и сохранение цифровых поправочных коэффициентов.

13.11.5.4 В случае повторного выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.5 после корректировки поправочных коэффициентов дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.5.5 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.9 – Параметры поверки при воспроизведении силы переменного тока

Предел воспроизведения	Номинальные параметры контролируемой величины (сила тока, частота)	Номинальное значение меры электрического сопротивления	Предельные значения допустимой основной абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, ± Δ, мкА
1	2	3	4
2 мА	0,500000 мА; 200 Гц	100 Ом	0,105
	1,000000 мА; 200 Гц		0,180
	1,500000 мА; 200 Гц		0,255
	2,000000 мА; 1 кГц		0,330
	2,000000 мА; 5 кГц		1,100
	2,000000 мА; 10 кГц		1,100
20 мА	5,00000 мА; 200 Гц	100 Ом	1,05
	10,00000 мА; 200 Гц		1,80
	15,00000 мА; 200 Гц		2,55
	20,00000 мА; 1 кГц		3,30
	20,00000 мА; 5 кГц		11,00
	20,00000 мА; 10 кГц		11,00
200 мА	50,000 мА; 200 Гц	10 Ом	10,5
	100,0000 мА; 200 Гц		18,0
	150,0000 мА; 200 Гц		25,5
	200,0000 мА; 1 кГц		33,0
	200,0000 мА; 5 кГц		110,0
	200,0000 мА; 10 кГц		110,0
2000 мА	500,000 мА; 200 Гц	1 Ом	105,0
	1000,000 мА; 200 Гц		180,0
	1500,000 мА; 200 Гц		255,0
	2000,000 мА; 1 кГц		330,0
	2000,000 мА; 5 кГц		1100,0
	2000,000 мА; 10 кГц		1100,0
30 А	3,000 А; 120 Гц	0,01 Ом	1,8 мА
	5,000 А; 600 Гц		2,4 мА
	10,000 А; 1 кГц		3,9 мА
	15,000 А; 2,0 кГц		18,0 мА
	30,000 А; 10,0 кГц		165,0 мА

13.11.6 **Определение основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току**

13.11.6.1 При выполнении данной методики производится определение следующих метрологических характеристик:

- действительного значения сопротивления декадных прецизионных резисторов постоянному току;

- отклонения действительных значений сопротивлений декадных прецизионных резисторов постоянному току от их номинальных значений.

13.11.6.2 Действительное значение сопротивления резистора постоянному току определяется в соответствии с:

- методикой п.13.11.6.3 для резисторов с номинальными значениями от 0,01 Ом до 10 кОм;

- методикой п.13.11.6.4 для резисторов с номинальными значениями от 100 кОм до 100 МОм.

Допускается при определении действительных значений сопротивлений резисторов применение метода прямых измерений с использованием цифрового омметра или моста постоянного тока, а также метода замещения при условии выполнения требований к порядку передачи единицы электрического сопротивления (Ом), установленных в Государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока.

13.11.6.3 Действительные значения воспроизводимых сопротивлений резисторов с номинальными значениями от 0,01 Ом до 10 кОм определяются методом косвенных измерений (потенциометрическим методом) с помощью компаратора. В качестве компаратора применяется измеритель напряжения постоянного тока с разрешением не менее семи десятичных разрядов. Схемы измерений приведены на рисунках 13.8 - 13.10. В качестве источника стабильного тока используется универсальный прецизионный калибратор в режиме воспроизведения силы постоянного тока (для номинальных значений сопротивлений от 0,01 Ом до 100 Ом) или в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока (для 1 кОм и 10 кОм). При поверке сопротивления с номинальным значением 0,01 Ом допускается использовать в качестве источника тока усилитель Н4-57 поверяемого прибора, при условии положительных результатов поверки по п.13.11.4. Параметры поверки и максимальные допускаемые значения отклонений действительных значений сопротивлений резисторов постоянному току от номинальных значений указаны в таблице 13.10.

Выполняемые операции поверки необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии:

- с рисунком 13.8 или 13.9 при определении действительного значения сопротивления резистора с номинальным значением 0,01 Ом;

- с рисунком 13.10 при определении действительных значений сопротивлений резисторов с номинальными значениями сопротивлений от 1 Ом до 10 кОм;

б) установить на выходных клеммах поверяемого прибора воспроизводимое сопротивление с номинальным значением в соответствии с таблицей 13.10;

в) в соответствии с выбранной схемой измерения, последовательно воспроизводимому сопротивлению подключить эталонную ОМЭС (УОМЭС) с номинальным значением, соответствующим номинальному значению воспроизводимого сопротивления, указанным в таблице 13.10;

г) подключить вход вольтметра постоянного тока к потенциальным выводам эталонной ОМЭС (УОМЭС), в случаи отсутствия у ОМЭС (УОМЭС) потенциальных выводов допускается подключение вольтметра непосредственно к контактным клеммам токовой цепи;

д) установить на выходе источника значение силы или напряжения постоянного тока соответствующее выбранному номинальному значению воспроизводимого сопротивления, руководствуясь данными указанными в таблице 13.10;

е) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на образцовой мере сопротивления U_0, мВ;

ж) подключить вход вольтметра к потенциальным выводам проверяемого резистора, расположенным на передней панели калибратора (усилителя);

з) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на поверяемом прецизионном резисторе U_X, мВ;

и) определить действительное значение сопротивления резистора постоянному току $R_Д$, Ом, вычислив его по формуле (13.11);

$$R_Д = R_0 \cdot (U_X / U_0), \qquad (13.11)$$

где R_0 – действительное значение эталонной ОМЭС, Ом;

U_0 – падение напряжения на эталонной ОМЭС, В;

U_X – падение напряжения на поверяемом резисторе, В.

к) вычислить величину относительного отклонения действительного значения сопротивления резистора от номинального значения δR_X, %, по формуле (13.12);

$$\delta R_X = ((R_Д - R_Н) / R_Н) \cdot 100, \qquad (13.12)$$

где $R_Д$ – действительное значение сопротивления поверяемого резистора, Ом;

$R_Н$ – номинальное значение сопротивления поверяемого резистора, Ом.

л) повторить операции по перечислению а) - к) для определения величины действительного значения сопротивления резистора и относительного отклонения действительного значения сопротивления от его номинального значения для всех остальных резисторов в соответствии с данными приведёнными в таблице 13.10;

м) действительные значения сопротивлений резисторов необходимо занести в протокол, форма которого приведена в приложении В.

13.11.6.4 Действительные значения сопротивлений резистора с номинальными значениями от 100 кОм до 100 МОм определяются методом замещения с помощью компаратора. Схема измерений приведена на рисунках 13.11 - 13.13. В качестве компаратора применяется вольтметр постоянного тока с разрешением не менее семи десятичных разрядов. Два резистивных плеча сравнения включены последовательно в общую токовую цепь. В качестве источника стабильного тока используется универсальный прецизионный калибратор в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока. В одно из плеч сравнения включают тарную меру сопротивления ($R_Т$), а в другое поочерёдно включают эталонную ОМЭС ($R_О$) и проверяемый резистор (R_X) равного номи-

нального значения. В процессе выполнения поверки последовательно производятся измерения падения напряжения на тарной мере сопротивления.

ВНИМАНИЕ: ПРИ РАБОТЕ С ВЫСОКИМ НАПРЯЖЕНИЕМ, СВЫШЕ 50 В, ПЕРЕД ВЫПОЛНЕНИЕМ ЛЮБЫХ ОПЕРАЦИЙ СВЯЗАННЫХ С КОММУТАЦИЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ СЛЕДУЕТ ОБЯЗАТЕЛЬНО ОТКЛЮЧИТЬ НАПРЯЖЕНИЕ НА ВЫХОДЕ КАЛИБРАТОРА (ИСТОЧНИКА) И ВКЛЮЧИТЬ ЕГО ОБРАТНО ТОЛЬКО ПРИ УСЛОВИИ ГОТОВНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ!

Выполняемые операции поверки необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии:

- с рисунком 13.11 при определении действительных значений сопротивлений резисторов с номинальными значениями 100 кОм и 1 МОм;

- с рисунком 13.12 при определении действительного значения сопротивления резистора с номинальным значением 10 МОм;

- с рисунком 13.13 при определении действительного значения сопротивления резистора с номинальным значением 100 МОм;

при этом, в одно из плеч сравнения необходимо подключить тарную меру сопротивления R_T с номинальным значением равным 10 кОм, а в другое плечо эталонную ОМЭС, номинальное значение которой необходимо выбрать руководствуясь данными указанными в таблице 13.10, для соответствующего значения поверяемого сопротивления;

б) подключить вход вольтметра постоянного тока к потенциальным выводам тарной меры сопротивления; в случаи отсутствия у тарной меры потенциальных выводов допускается подключение вольтметра непосредственно к контактным клеммам токовой цепи;

в) установить на выходе калибратора (источника) напряжение постоянного тока, соответствующее номинальному значению воспроизводимого сопротивления, руководствуясь данными указанными в таблице 13.10;

г) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на тарной мере сопротивления U_O, В, при условии включения в другом плече сравнения эталонной ОМЭС;

д) предварительно отключив напряжение на выходе калибратора (источника) подключить выходные клеммы поверяемого прибора (U R Hi и Lo) к измерительной цепи вместо эталонной ОМЭС; установить номинальное значение воспроизводимого сопротивления для поверяемого диапазона в соответствии с таблицей 13.10; установить на выходе калибратора (источника) значение напряжения, соответствующее номинальному значению, воспроизводимого сопротивления и подать напряжение в измерительную цепь;

е) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на тарной мере сопротивления U_X, В, при условии включения в другом плече сравнения поверяемого резистора;

ж) определить действительное значение сопротивления постоянному току поверяемого резистора $R_Д$, Ом, вычислив его по формуле (13.13);

з) вычислить величину относительного отклонения действительного значения сопротивления резистора от номинального значения δR_X, %, по формуле (13.12);

$$R_Д = \frac{U_0 \times (R_0 + R_T)}{U_X} - R_T, \quad (13.13)$$

где R_T – действительное значение тарной ОМЭС, Ом;

R_0 – действительное значение эталонной ОМЭС, Ом;

U_0 – падение напряжения на тарной ОМЭС при включении эталонной ОМЭС, В;

U_X – падение напряжения на тарной ОМЭС при включении проверяемого резистора, В.

и) повторить операции по перечислению а) — з) для определения величины действительного значения сопротивления резистора и относительного отклонения действительного значения сопротивления от номинального значения для других резисторов в соответствии с данными приведёнными в таблице 13.10;

к) действительные значения сопротивлений резисторов необходимо занести в протокол, форма которого приведена в приложении В.

13.11.6.5 Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительное отклонение полученного действительного значения воспроизводимого сопротивления постоянному току от его номинального значения не превышает величин, приведённых в таблице 13.10.

13.11.6.6 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.6 дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.6.7 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.10 – Параметры поверки в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току

Номинальное значение воспроизводимого сопротивления, $R_{НОМ}$	Номинальное значение эталонной ОМЭС, R_0	Номинальное значение силы тока на выходе источника тока, I_0, А	Номинальное значение напряжения на выходе источника тока, U_0, В	Допустимое отклонение действительного значения сопротивления от $R_{НОМ}$ на постоянном токе, ± δ, %
1	2	3	4	5
0,01 Ом	0,01 Ом	10	-	0,10
1 Ом	1 Ом	1	-	0,03
10 Ом	10 Ом	0,1	-	0,02
100 Ом	100 Ом	0,01	-	0,02
1 кОм	1 кОм	-	14	0,02
10 кОм	10 кОм	-	45	0,02
100 кОм	100 кОм	-	77	0,02
1 МОм	1 МОм	-	142	0,02
10 МОм	10 МОм	-	350	0,05
100 МОм	100 МОм	-	707	0,15

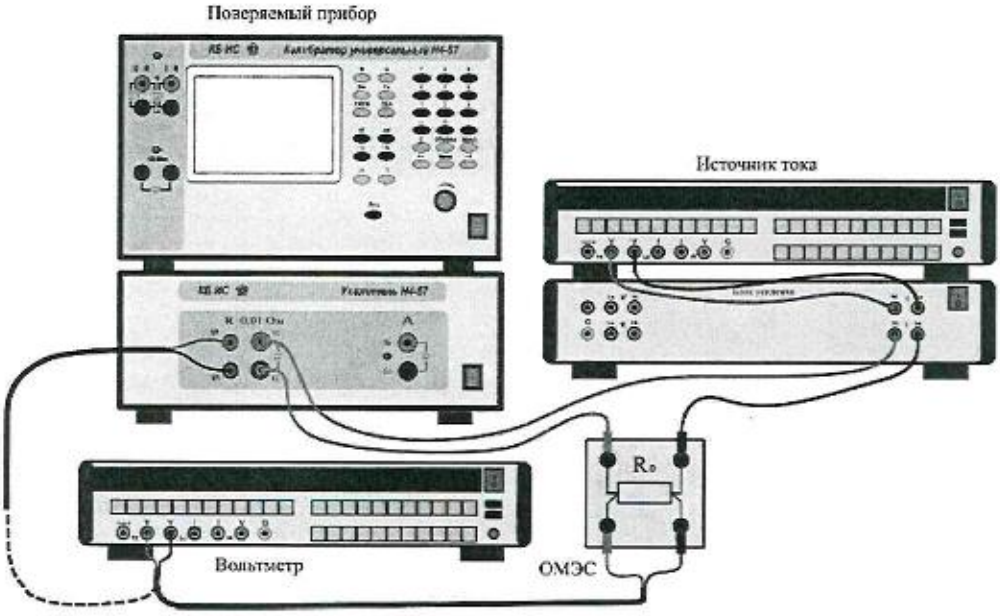


Рисунок 13.8 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному и переменному току резистора 0,01 Ом

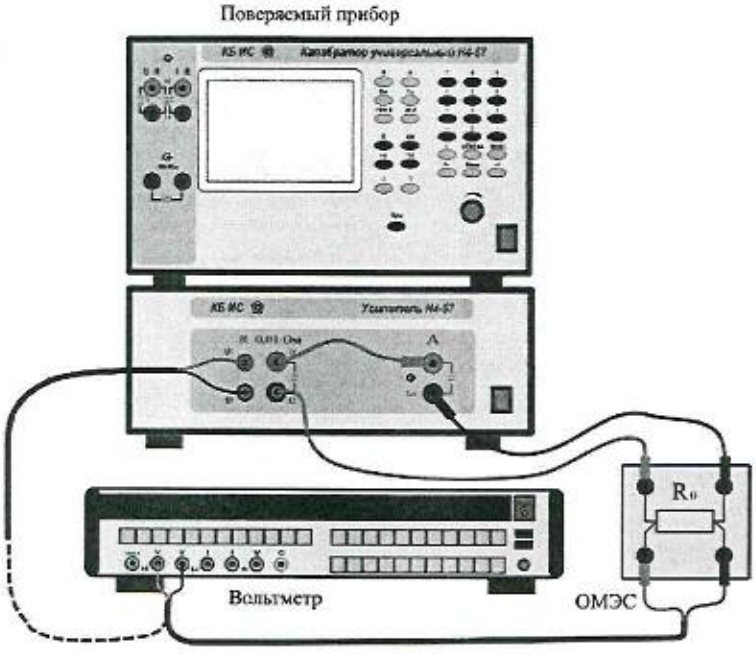


Рисунок 13.9 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному и переменному току резистора 0,01 Ом с применением усилителя Н4-57 поверяемого калибратора

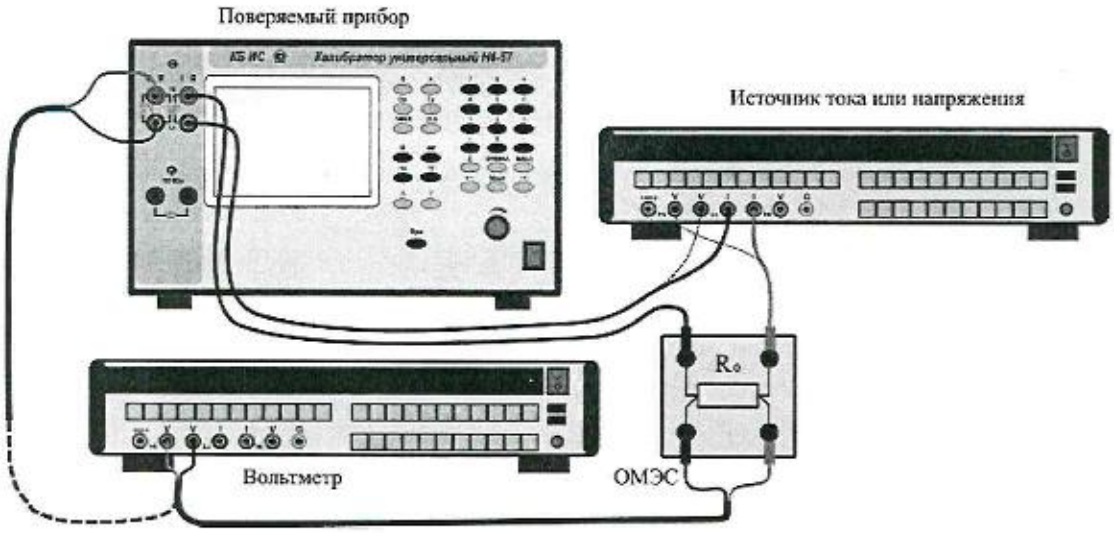


Рисунок 13.10 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному и переменному току резисторов 1, 10, 100 Ом, 1, 10 кОм

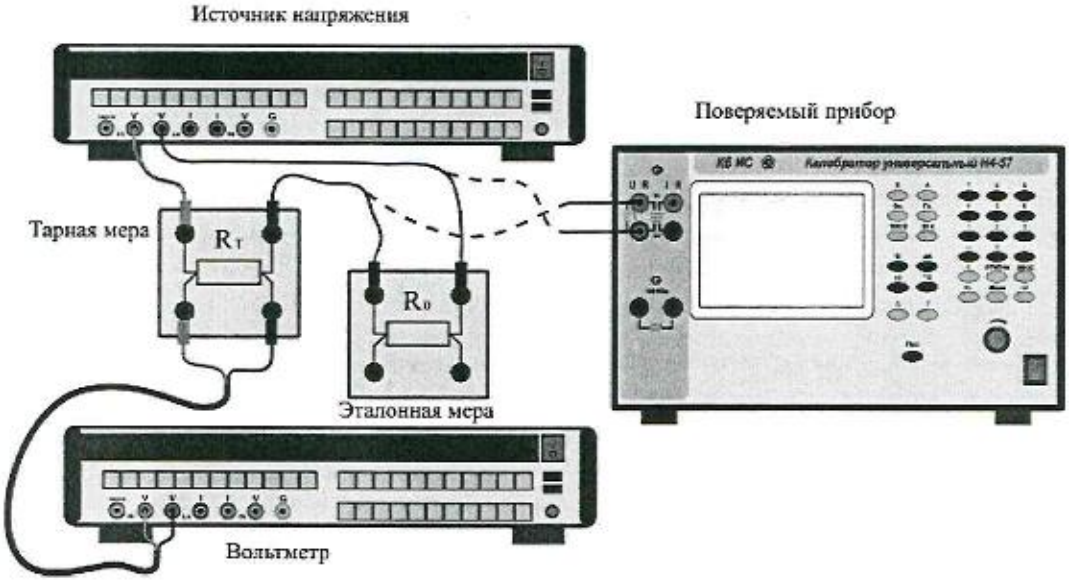


Рисунок 13.11 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному току резисторов 100 кОм, 1 МОм

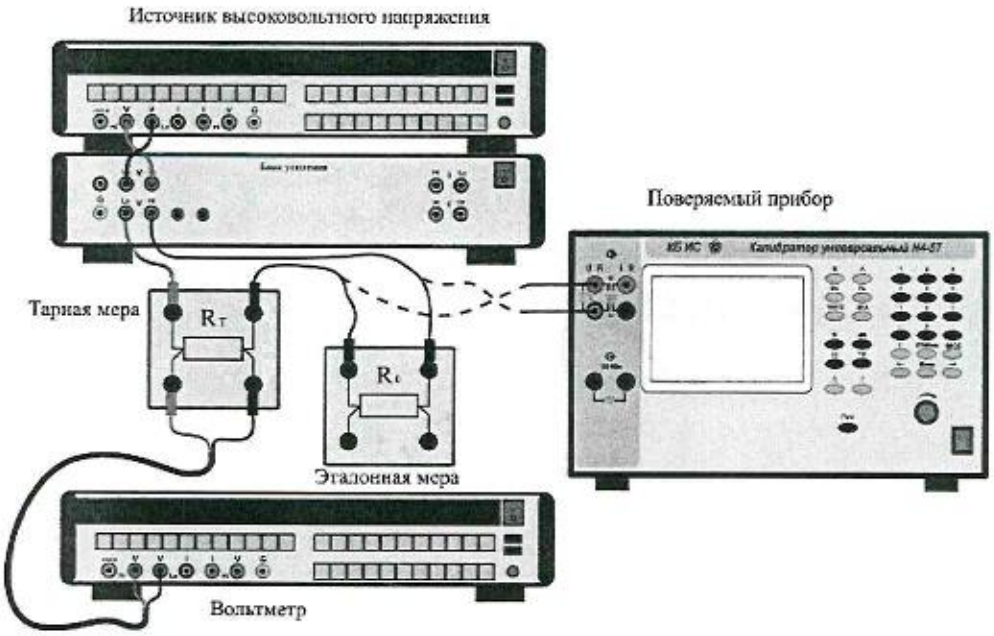


Рисунок 13.12 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному току резистора 10 МОм

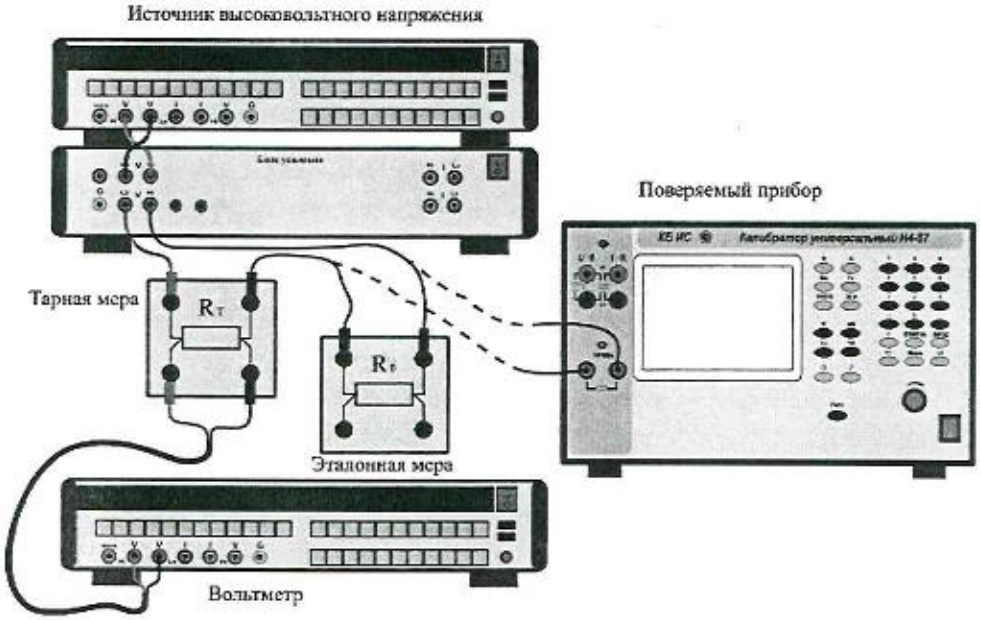


Рисунок 13.13 – Схема измерения для определения действительного значения сопротивления постоянному току резистора 100 МОм

13.11.7 Определение основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления переменному току

13.11.7.1 При выполнении данной методики производится определение следующих метрологических характеристик:

- действительного значения сопротивления декадных прецизионных резисторов переменному току на фиксированных частотах;

- дополнительной погрешности в частотном диапазоне (относительное отклонение действительного значения сопротивления резистора переменному току на фиксированных частотах от его действительного значения на постоянном токе).

13.11.7.2 Действительные значения сопротивлений резисторов переменному току на фиксированных частотах $R_{дF}$ определяются методом косвенных измерений (потенциометрическим методом) с помощью компаратора. В качестве компаратора применяется измеритель напряжения переменного тока (вольтметр) с разрешением не менее шести десятичных разрядов. Схемы измерений приведены на рисунках 13.8 - 13.10. В качестве источника стабильного тока используется универсальный прецизионный калибратор в режиме воспроизведения силы переменного тока. При поверке резистора с номинальным значением 0,01 Ом допускается использовать в качестве источника тока усилитель Н4-57 поверяемого прибора, при условии положительных результатов поверки по п.13.11.5, схема измерения приведена на рисунке 13.9. Параметры поверки и допустимые значения отклонения воспроизводимого сопротивления переменному току от его номинального значения указаны в таблице 13.11.

Выполняемые операции поверки необходимо проводить в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии:

- с рисунком 13.8 или 13.9 при определении действительного значения сопротивления резистора с номинальным значением 0,01 Ом;

- с рисунком 13,10 при определении действительных значений сопротивлений декадных резисторов других номиналов, указанных в таблице 13.11;

б) установить номинальное значение поверяемого сопротивления, руководствуясь указаниями, приведенными в таблице 13.11;

в) руководствуясь указаниями, приведенными в таблице 13.11, выбрать и подключить в измерительную цепь эталонную меру сопротивления с известной частотной характеристикой;

г) установить на выходе источника тока значение силы переменного тока и частоты, указанные в таблице 13.11 для выбранного номинального значения поверяемого сопротивления;

д) подключить вход измерителя напряжения переменного тока (вольтметра) к потенциальным выводам эталонной меры сопротивления, в случае отсутствия у эталонной меры сопротивления потенциальных выводов допускается подключение вольтметра непосредственно к контактным клеммам токовой цепи;

е) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на образцовой мере сопротивления U_0, мВ;

ж) подключить вход вольтметра к потенциальным выводам проверяемого резистора, расположенные на передней панели калибратора (усилителя);

з) после установления показаний вольтметра, считать и зафиксировать измеренное значение падения напряжения на поверяемом резисторе U_X, мВ;

и) определить действительное значение воспроизводимого сопротивления переменному току на данной частоте $R_{ДF}$, Ом, вычислив его по формуле (13.14);

$$R_{ДF} = R_{0F} \cdot (U_X / U_0), \qquad (13.14)$$

где R_{0F} *– действительное значение эталонной меры сопротивления переменному току на фиксированной частоте, Ом;*

U_0 *– падение напряжения на эталонной УОМЭС, В;*

U_X *– падение напряжения на проверяемом резисторе, В.*

к) вычислить величину относительного отклонения действительного значения сопротивления резистора переменному току от его действительного значения на постоянном токе δR_{XF}, % по формуле (13.15);

л) повторить операции по перечислению а) — к) для определения величины действительного значения сопротивлений резисторов и относительного отклонения действительного значения сопротивления от его действительного значения на постоянном токе для других резисторов в соответствии с данными приведёнными в таблице 13.11.

м) действительные значения сопротивлений резисторов переменному току полученные в результате поверки необходимо занести в протокол, форма которого приведена в приложении В.

$$\delta R_{XF} = ((R_{ДF} - R_{Д0}) / R_H) \cdot 100, \qquad (13.15)$$

где $R_{ДF}$ *– действительное значение сопротивления поверяемого резистора, на фиксированной частоте Ом;*

$R_{Д0}$ *– действительное значение сопротивления поверяемого резистора на постоянном токе, определённое ранее в соответствии с методикой 13.11.6.3 и 13.11.6.4, Ом;*

R_H *– номинальное значение сопротивления поверяемого резистора, Ом.*

13.11.7.3 Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительное отклонение действительных значений сопротивлений переменному току на фиксированных частотах, определённых по формуле (13.15), не превышают величин, приведённых в таблице 13.11.

13.11.7.4 В случае выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.7 дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.7.5 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

13.11.7.6 Действительные значения сопротивлений резисторов постоянному и переменному току полученные в результате поверки пп.13.11.6, 13.11.7 и зафиксированные в протоколах поверки, следует записать в электронный журнал поверяемого калибратора, используя режим цифровой калибровки в соответствии с п.10.3.6 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57».

Таблица 13.11 – Параметры проверки в режиме воспроизведения сопротивления переменному току

Номинальное значение воспроизводимого сопротивления, $R_{ном}$	Номинальное значение эталонной ОМЭС, R_0	Номинальное значение силы тока на выходе источника, I_0, А	Номинальное значение частоты, кГц	Отклонение действительного значения сопротивления от его значения на постоянном токе, ± δ, %
1	2	3	4	5
0,01 Ом	0,01 Ом	10	0,12	0,100
			0,19	0,100
			0,4	0,100
			0,6	0,100
			0,8	0,100
			1	0,100
			1,5	0,500
			2	0,500
			3	0,500
			5	0,500
			7	1,000
			10	1,000
1 Ом	1 Ом	1	0,19	0,005
			1	0,005
			5	0,040
			10	0,050
10 Ом	10 Ом	0,1	0,19	0,005
			1	0,005
			5	0,010
			10	0,020
100 Ом	100 Ом	0,01	0,19	0,005
			1	0,005
			5	0,010
			10	0,020

13.11.8 **Определение временной нестабильности сопротивления постоянному и переменному току**

13.11.8.1 Определение временной нестабильности воспроизводимого сопротивления постоянному и переменному току выполняется с целью присвоения резисторам статуса рабочего эталона соответствующего разряда по результатам долговременного исследования их метрологических характеристик и анализа соответствия результатов исследований требованиям Государственной поверочной схеме для средств измерений электрического сопротивления постоянному и переменному току.

13.11.8.2 Величина временной нестабильности сопротивления резистора постоянному току и переменному току на частоте 1 кГц νR_X, %, определяется по формуле (13.16). Для определения погрешности необходимо:

- выбрать для расчёта погрешности резистор с номинальным значением сопротивления, приведённым в таблице 13.10 для постоянного тока или в таблице 13.11 для переменного тока;
- взять из протокола предыдущей поверки или из электронного журнала поверяемого калибратора действительное значение сопротивления выбранного резистора, полученное при предыдущей поверке;
- взять из протокола текущей поверки действительное значение сопротивления резистора с тем же номиналом, полученное при выполнении операций поверки в соответствии с п.13.11.6 для сопротивления постоянному току или с п.13.11.7 для сопротивления переменному току, определённому на частоте 1 кГц;
- вычислить значение временной нестабильности сопротивления резистора по формуле (13.16);
- повторить расчёт погрешности для других номинальных значений резисторов.

$$\nu R_X = \frac{(R_Д - R_{Д.П})}{m \times R_{ном}} \times 100 \qquad (13.16)$$

где $R_Д$ *– действительное значение сопротивления резистора при настоящей поверке, Ом;*

$R_{Д.П}$ *– действительное значение сопротивления резистора при предыдущей поверке Ом;*

m *– число лет, прошедших со времени предыдущей поверки;*

$R_{ном}$ *– номинальное значение сопротивления поверяемого резистора, Ом.*

13.11.8.3 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

13.11.8.4 Результаты трёх поверок, полученные за интервал времени не менее двух лет используются для присвоения резисторам статуса рабочего эталона определенного разряда в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянному и переменному току.

13.11.9 **Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты**

13.11.9.1 Определение основной абсолютной погрешности установки частоты проводится методом прямых измерений частоты выходного сигнала эталонным частотомером или осциллографом в режиме воспроизведения переменного напряжения. Для проведения поверки по данному пункту необходимо собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.14. Для сглаживания импульсных помех («ступенек»), которые могут вызвать нестабильность показаний частотомера, применяется фильтр нижних частот с полосой пропускания 300 кГц. Принципиальная электрическая схема фильтра показана на рисунке 13.15. Установить на выходе калибратора значение воспроизводимой величины с параметрами, указанными в таблице 13.12. После установления показаний частотомера зафиксировать их. Определить основную абсолютную погрешность воспроизведения частоты как разность между измеренными значениями частоты, определенными по показаниям частотомера и номинальными значениями частоты, установленными на поверяемом приборе.

13.11.9.2 Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная абсолютная погрешность воспроизведения частоты для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в таблице 13.12.

13.11.9.3 В случаи выявления несоответствий поверяемого прибора требованиям п.13.11.9 дальнейшая поверка не проводится, прибор бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.9.4 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.12 – Параметры определения погрешности воспроизведения частоты

Контролируемые параметры		Максимально допустимые значения основной абсолютной погрешности воспроизведения частоты, ± Δ, Гц
Номинальное значение выходного напряжения, В	Номинальное значение воспроизводимой частоты, кГц	
1	2	3
10 В	0,1	0,03
10 В	1	0,30
10 В	10	3,00
10 В	100	30,00
10 В	1000	300,00

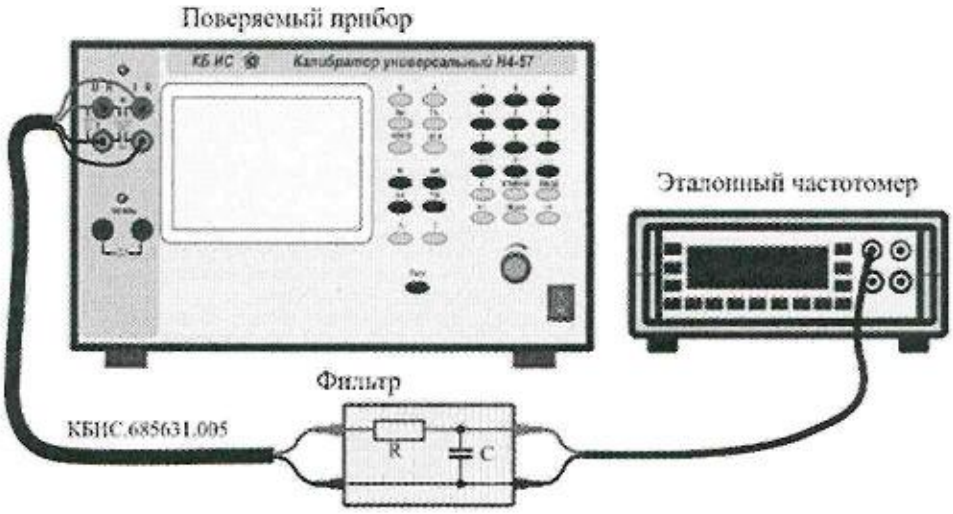


Рисунок 13.14 – Схема измерения для определения погрешности воспроизведения частоты

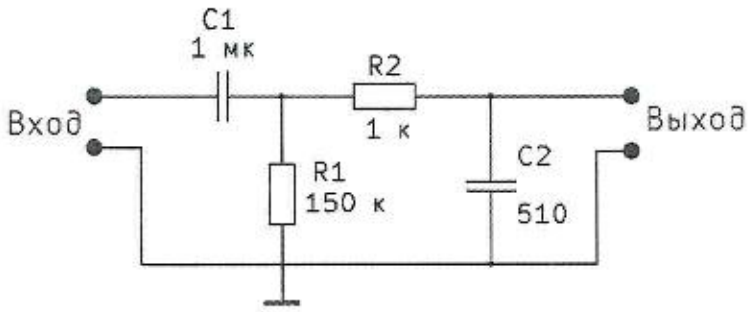


Рисунок 13.15 – Схема полосового фильтра с полосой пропускания от 1 Гц до 300 кГц

Примечание - Полосовой фильтр с полосой пропускания от 1 Гц до 300 кГц реализован в устройстве «Блок нагрузок и делителей» КБИС.434159.001, входящий в состав комплекта поставки калибратора универсального Н4-56.

13.11.10 **Определение параметров катушки токовой КТИ-1000/34**

13.11.10.1 При проведении первичной поверки производится определение действительного значения входного сопротивления токовой катушки постоянному току в соответствии с методикой п.13.11.10.2 и определение значения коэффициента преобразования в соответствии с методикой п.13.11.10.3.

При проведении периодической поверки производится определение только действительного значения входного сопротивления токовой катушки постоянному току в соответствии с методикой п.13.11.10.2.

13.11.10.2 Определение входного сопротивления выполняется методом косвенных измерений путём определения напряжения непосредственно на входных клеммах катушки при протека-

нии через неё постоянного тока величиной 10 А с последующим вычислением величины входного сопротивления R, Ом, в соответствии с формулой 13.17.

$$R = \frac{U}{I}, \tag{13.17}$$

где U - напряжение, измеренное на входных клеммах катушки, В;

I - величина силы тока, протекающая в катушке, равная 10 А.

Схема измерения приведена на рисунке 13.16. В качестве источника тока допускается использовать поверяемый прибор после положительных результатов его поверки в соответствии с п.13.11.4. Если текущая температура при которой проводились измерения отличается от 25 °С более чем на 2 °С, то необходимо к сопротивлению катушки, приведенному в п.4.6.2 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57», ввести поправку на текущую температуру, вычислив сопротивление катушки R, Ом, по формуле (13.18).

$$R = R_0 \times \left(1 + \alpha \times (t - 25)\right), \tag{13.18}$$

где R_0 - нормируемое сопротивление катушки, Ом, при 25 °С, п.4.6.2 РЭ;

α - ТКС электротехнической меди, равный 0,004 $°C^{-1}$;

t - текущая температура, °С.

ПРИМЕЧАНИЕ - Если перед проведением испытания через катушку протекал ток величиной более 2 А, то перед измерением сопротивления необходимо выдержать катушку в нормальных условиях применения без тока в течении 30 мин.

13.11.10.3 Определение значения коэффициента передачи выполняется методом сличения силы переменного тока в катушке с силой тока в проводнике с помощью токовых клещей переменного тока. Проводник представляет собой один виток провода, имеющий отдельные гнёзда для подключения к источнику тока и конструктивно совмещённый с витками катушки таким образом, что токовые клещи одновременно обхватывают витки самой катушки и проводник. Данное конструктивное совмещение катушки и проводника позволяет в процессе проведения измерений не менять положение токовых клещей по отношению к катушке, что исключает дополнительную погрешность позиционирования. Токовые клещи с коэффициентом преобразования 1 мВ/А подключаются к вольтметру переменного тока с пределом измерения 200 мВ и разрешением не менее шести десятичных разрядов.

Операции поверки необходимо выполнять в следующей последовательности:

а) собрать схему измерения в соответствии с рисунком 13.17.

б) подключить токовые клещи к проверяемой катушке при этом, положение клещей должно быть симметрично и перпендикулярно охватываемой обмотке, одновременно магнитопровод токовых клещей будет замкнут вокруг проводника;

в) подключить источник тока к входным гнёздам катушки I (1 виток) рисунок 13.17 а), а затем установить на его выходе величину силы переменного тока I_1, А, в соответствии с данными приведёнными в таблице 13.13 для проверяемого предела воспроизведения;

г) после установления показаний вольтметра считать и зафиксировать измеренное значение напряжения на выходе токовых клещей или установить режим относительных измерений при наличии этой функции в вольтметре;

е) подключить источник тока к входным гнёздам катушки I (34 витка) рисунок 13.17 б), а затем установить на его выходе величину силы переменного тока I_2, А, в соответствии с данными приведёнными в таблице 13.13;

ж) откорректировать выходной уровень источника тока для получения ранее зафиксированных показаний или добиться нулевых показаний вольтметра при включенном режиме относительных измерений;

з) зафиксировать, полученную после коррекции, выходную величину силы тока источника I_3, А, а затем вычислить с помощью формулы (13.19) коэффициент передачи проверяемой катушки К, А/А;

$$K = \frac{I_1}{I_3}, \qquad (13.19)$$

где I_1 - сила тока в проводнике, А;

I_3 - сила тока в катушке после коррекции, А.

и) определить абсолютную погрешность коэффициента передачи как разность между его номинальным значением и значением, полученным в результате вычисления по формуле (13.19)

к) повторить измерения по перечислению а) - и) для следующей частоты, в соответствии с таблицей 13.13.

13.11.10.4 Результаты поверки считают удовлетворительными, если:

- измеренное значение сопротивления катушки постоянному току соответствует требованиям п.4.6.2 руководства по эксплуатации «Калибратор универсальный Н4-57» при условии введения поправки на текущую температуру (при необходимости);

- основная абсолютная погрешность коэффициента преобразования не превышает значений, приведенные в таблице 13.13.

13.11.10.5 В случаи выявления несоответствий катушки токовой требованиям п.13.11.10 катушка бракуется, и направляется в ремонт.

13.11.10.6 Результаты поверки по данному пункту оформляются протоколом по форме, приведенной в приложении В.

Таблица 13.13 Данные определения коэффициента преобразования

Коэффициент преобразования, А/А	Номинальное значение частоты, Гц	Номинальное значение силы тока,	Номинальное значение силы тока,	Пределы допустимых значений основной абсолютной погрешности ко-

		I_2, А	I_1, А	эффициента преобразования, ± Δ, А/А
1	2	3	4	5
34	60	0,735	25	0,17
	100			0,34

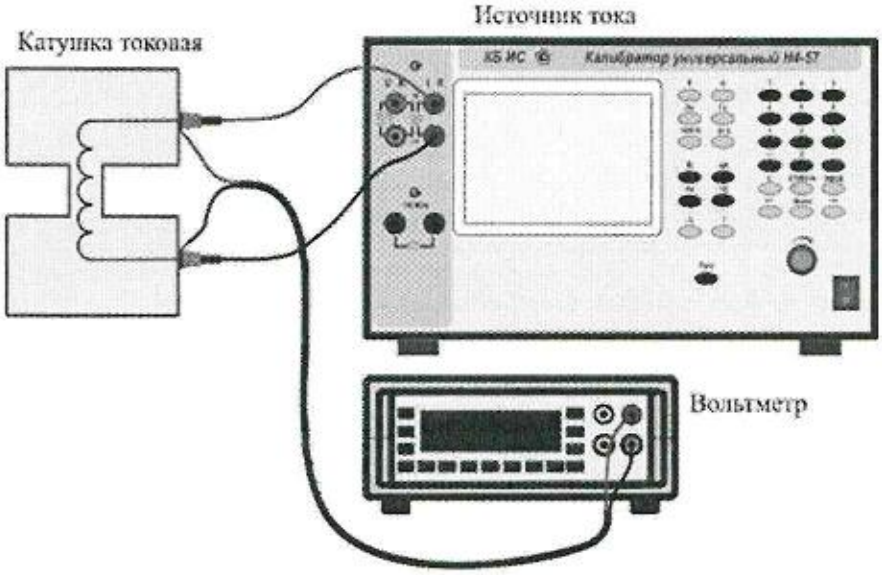
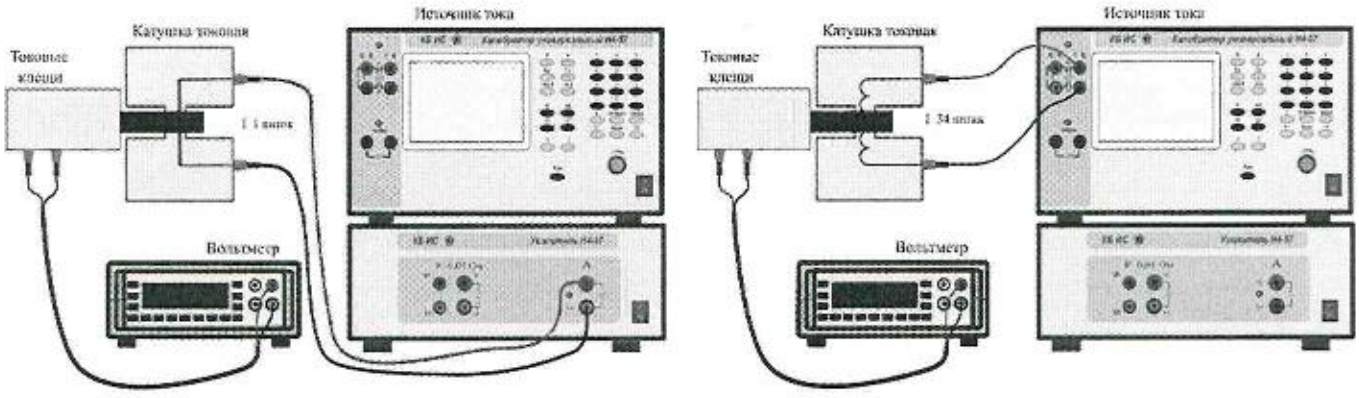


Рисунок 13.16 – Схема измерения сопротивления катушки токовой



а) измерение силы тока в проводнике *б) измерение силы тока в катушке*

Рисунок 13.17 – Схема измерения для определения коэффициента преобразования катушки токовой

13.12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

13.12.1 Результаты поверки по определению коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведении напряжения и силы переменного тока считаются положительными, если измеренное значение коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведения поверяемым прибором напряжения и силы переменного тока для всех контролируемых значений не превышает максимально допустимого значения, приведенного в графе 4 таблицы 13.5.

13.12.2 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения поверяемым прибором напряжения постоянного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в графе 3 таблицы 13.6.

13.12.3 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения поверяемым прибором напряжения переменного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в графах 3-7 таблицы 13.7.

13.12.4 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения поверяемым прибором силы постоянного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в графе 4 таблицы 13.8.

13.12.5 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения поверяемым прибором силы переменного тока для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в графе 4 таблицы 13.9.

13.12.6 Результаты поверки по определению основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току считаются положительными, если относительное отклонение определённого действительного значения воспроизводимого сопротивления постоянному току от его номинального значения не превышает величины, указанной в графе 5 таблицы 13.10.

13.12.7 Результаты поверки по определению основных метрологических характеристик в режиме воспроизведения сопротивления переменному току считаются положительными, если относительное отклонение определённого действительного значения воспроизводимого сопротивления переменному току на фиксированных частотах от его номинального значения не превышает величины, указанной в графе 5 таблицы 13.11.

13.12.8 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения частоты считаются положительными, если абсолютная погрешность воспроизведения поверяемым прибором частоты для всех контролируемых значений находится в пределах, указанных в графе 3 таблицы 13.12.

13.12.9 Результаты поверки по определению параметров катушки токовой КТИ-1000/34 считаются положительными если:

- измеренное значение сопротивления катушки постоянному току не превышает 0,035 Ом при условии введения поправки на текущую температуру (если температура окружающего воздуха превышает 25 ±2 °С);

- абсолютная погрешность коэффициента преобразования не превышает значений, приведенные в графе 5 таблицы 13.13.

13.13 Оформление результатов поверки

13.13.1 Оформление результатов поверки осуществляется в соответствии с требованиями действующих нормативно правовых актов в области обеспечения единства измерений, устанавливающих порядок проведения поверки средств измерений.

13.13.2 В целях подтверждения поверки, сведения о результатах поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений.

13.13.3 В случаи положительных результатов поверки (подтверждено соответствие поверяемого СИ установленным метрологическим требованиям) в целях исключения несанкционированного доступа к элементам регулировки и настройки на средство измерений, в специально отведенных местах в соответствии с указаниями описания типа, руководствуясь положениями пункта 10.3.8 настоящего руководства по эксплуатации аккредитованным лицом, проводившим поверку наноситься знак поверки.

13.13.4 По письменному заявлению владельца или лица представившего СИ на поверку в случаи положительных результатов поверки аккредитованным лицом, проводившим поверку, выдаётся свидетельство о поверке установленного образца и вносится запись в формуляр по установленной форме, а в случаи отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие поверяемого СИ установленным метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению установленного образца.

13.13.5 При положительных результатах первичной поверки (при выпуске прибора из производства) организация, проводившая поверку, производит оформление результатов поверки в формуляре изделия по установленной форме (раздел 7 Свидетельство о приёмке), путем внесения записи «поверка выполнена», которая заверяется подписью работника аккредитованного лица проводившего поверку с расшифровкой подписи (указывается фамилия и инициалы поверителя) и наносится знак поверки с указанием даты поверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛОВ ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№_____ от «____» _____ 20___г.

Наименование и тип СИ: *Калибратор универсальный Н4-57*

Регистрационный номер сведений об утверждённых типах СИ: _____

Год выпуска: _____

Заводской номер: _____

В составе: *Усилитель Н4-57, катушка токовая КТИ-1000/34*

Заказчик: _____

Поверено на основании: _____

Условия поверки:

температура окружающей среды - _____

относительная влажность воздуха - _____

атмосферное давление - _____

напряжение питающей сети - _____

частота питающей сети - _____

Дата поверки: _____

Средства поверки:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

1. Внешний осмотр: _____
соответствует / не соответствует п.13.7 методики поверки

2. Проверка программного обеспечения _____
соответствует / не соответствует п.13.8 методики поверки

3. Опробование: _____
соответствует / не соответствует п.13.9 методики поверки

Проверка выполнения требований электробезопасности

4. Проверка электрической прочности изоляции: _____
соответствует / не соответствует п.13.10.1. методики поверки

5. Проверка электрического сопротивления изоляции: _____
соответствует / не соответствует п.13.10.2 методики поверки

6. Проверка электрического сопротивления защитного заземления: _____
соответствует / не соответствует п.13.10.3 методики поверки

Определение метрологических характеристик

7. Определение коэффициента нелинейных искажений в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока п.13.11.1 методики поверки

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемого уровня	Номинальное значение контролируемой частоты	Значение	
			допустимой величины коэффициента нелинейных искажений К, %, не более	определённой величины коэффициента нелинейных искажений, К, %
напряжение переменного тока				
2 В	2 В	10 Гц	0,02	
	2 В	10 кГц	0,02	
	2 В	40 кГц	0,04	
	2 В	100 кГц	0,08	
20 В	15 В	10 Гц	0,02	
	15 В	10 кГц	0,02	
	15 В	40 кГц	0,04	
	15 В	100 кГц	0,08	
200 В	150 В	10 Гц	0,02	
	150 В	10 кГц	0,02	
	150 В	40 кГц	0,05	
	150 В	100 кГц	0,10	
1000 В	700 В	500 Гц	0,03	
	700 В	15 кГц	0,10	
	700 В	30 кГц	0,30	
	500 В	50 кГц	0,50	

Предел воспроизведения	Номинальное значение контролируемого уровня	Номинальное значение контролируемой частоты	Значение	
			допустимой величины коэффициента нелинейных искажений К, %, не более	определённой величины коэффициента нелинейных искажений, К, %
сила переменного тока				
2 мА	2,0 мА	190 Гц	0,030	
	2,0 мА	12 кГц	0,120	
20 мА	20,0 мА	190 Гц	0,015	
	20,0 мА	12 кГц	0,060	
200 мА	200,0 мА	190 Гц	0,020	
	200,0 мА	12 кГц	0,080	
2000 мА	2000 мА	190 Гц	0,030	
	2000 мА	12 кГц	0,120	
30 А	20 А	190 Гц	0,030	
	20 А	12 кГц	0,120	

8. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока п.13.11.2 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение		
	номинального уровня, В	допустимой погрешности, ± Δ, мВ	определённой погрешности, Δ, мВ
200 мВ	000,0000	0,0010	
	+200,0000 мВ	0,0050	
	-200,0000 мВ	0,0050	
2 В	+0,300000	0,0085	
	-0,300000	0,0085	
	+0,500000	0,0115	
	+1,000000	0,0190	
	-1,000000	0,0190	
	-1,500000	0,0265	
	+2,000000	0,0340	
	-2,000000	0,0340	
20 В	+3,00000	0,0850	
	-3,00000	0,0850	
	+10,00000	0,1900	
	+20,00000	0,3400	
	-20,00000	0,3400	
200 В	+30,0000	1,1000	
	-30,0000	1,1000	
	+100,0000	2,5000	
	+200,0000	4,5000	
	-200,0000	4,5000	
1000 В	+300,00	12,0000	
	-300,00	12,0000	
	+500,00	18,0000	
	+1000,00	33,0000	
	-1000,00	33,0000	

9. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока п.13.11.3 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение			
	номинального уровня, В	номинальной частоты	допустимой погрешности, ± Δ, мВ	определённой погрешности, Δ, мВ
20 мВ	0,10000 мВ	1 кГц	0,0040	
	20,00000 мВ	20 Гц	0,0100	
		1 кГц	0,0100	
		10 кГц	0,0100	
		20 кГц	0,0100	
		50 кГц	0,0180	
		100 кГц	0,0300	
		300 кГц	0,0800	
		500 кГц	0,1100	
		1000 кГц	0,1800	
200 мВ	200,0000 мВ	10 Гц	0,0180	
		20 Гц	0,0180	
		1 кГц	0,0180	
		10 кГц	0,0180	
		20 кГц	0,0180	
		50 кГц	0,0440	
		100 кГц	0,0880	
		1000 кГц	0,5500	
2 В	0,316000	10 Гц	0,0200	
		20 Гц	0,0200	
		1 кГц	0,0200	
		10 кГц	0,0200	
		20 кГц	0,0200	
		50 кГц	0,0410	
		100 кГц	0,0510	
		1000 кГц	1,0320	
	0,600000	1 кГц	0,0320	
	1,000000	1 кГц	0,0480	
	2,000000	10 Гц	0,088	
		20 Гц	0,088	
		1 кГц	0,088	
		10 кГц	0,088	
		20 кГц	0,088	
		50 Гц	0,176	
		100 кГц	0,220	
		1000 кГц	4,400	

Предел воспроизведения	Значение			
	номинального уровня, В	номинальной частоты	допустимой погрешности, ± Δ, мВ	определённой погрешности, Δ, мВ
20 В	6,00000	10 Гц	0,320	
		20 Гц	0,320	
		1 кГц	0,320	
		10 кГц	0,320	
		20 кГц	0,320	
		50 кГц	0,640	
		100 кГц	0,800	
		1000 кГц	16,000	
	10,00000	1 кГц	0,480	
	20,00000	10 Гц	0,880	
		20 Гц	0,880	
		1 кГц	0,880	
		10 кГц	0,880	
		20 кГц	0,880	
		50 кГц	1,760	
		100 кГц	2,200	
		1000 кГц	44,000	
200 В	60,0000	1 кГц	4,000	
	100,0000	10 Гц	6,000	
		20 Гц	6,000	
		1 кГц	6,000	
		10 кГц	6,000	
		20 кГц	6,000	
		50 кГц	18,000	
		100 кГц	30,000	
	200,0000	10 Гц	11,000	
		20 Гц	11,000	
		1 кГц	11,000	
		10 кГц	11,000	
		20 кГц	11,000	
		50 кГц	33,000	
		100 кГц	55,000	
1000 В	200,000	10 Гц	24,000	
		20 Гц	24,000	
		1 кГц	24,000	
		10 кГц	24,000	
		20 кГц	60,000	
		50 кГц	300,000	
	600,000	10 Гц	56,0	
		20 Гц	56,0	
		1 кГц	56,0	
		10 кГц	56,0	
		20 кГц	140,0	

10. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока п.13.11.4 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение		
	номинального уровня, мА	допустимой погрешности, ± Δ, мкА	определённой погрешности, Δ, мкА
2 мА	+0,100000	0,012	
	+1,000000	0,048	
	+1,900000	0,084	
	-1,900000	0,084	
20 мА	+5,00000	0,280	
	+10,00000	0,480	
	+19,00000	0,840	
	-19,00000	0,840	
200 мА	+50,0000	2,800	
	+100,0000	4,800	
	+190,0000	8,400	
	-190,0000	8,400	
2000 мА	+500,000	35,000	
	+1000,000	60,000	
	+1900,000	105,000	
	-1900,000	105,000	
30 А	+3,000 А	0,900 мА	
	+15,000 А	2,700 мА	
	+30,000 А	4,950 мА	
	-30,000 А	4,950 мА	

11. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока п.13.11.5 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение			
	номинального уровня, мА	номинальной частоты	допустимой погрешности, ± Δ, мкА	определённой погрешности, Δ, мкА
2 мА	0,500000 мА	200 Гц	0,105	
	1,000000 мА	200 Гц	0,180	
	1,500000 мА	200 Гц	0,255	
	2,000000 мА	1 кГц	0,330	
	2,000000 мА	5 кГц	1,100	
	2,000000 мА	10 кГц	1,100	
20 мА	5,00000 мА	200 Гц	1,050	
	10,00000 мА	200 Гц	1,800	
	15,00000 мА	200 Гц	2,550	
	20,00000 мА	1 кГц	3,300	
	20,00000 мА	5 кГц	11,000	
	20,00000 мА	10 кГц	11,000	
200 мА	50,0000 мА	200 Гц	10,500	
	100,0000 мА	200 Гц	18,000	
	150,0000 мА	200 Гц	25,500	
	200,0000 мА	1 кГц	33,000	
	200,0000 мА	5 кГц	110,000	
	200,0000 мА	10 кГц	110,000	
2000 мА	500,000 мА	200 Гц	105,000	
	1000,000 мА	200 Гц	180,000	
	1500,000 мА	200 Гц	255,000	
	2000,000 мА	1 кГц	330,000	
	2000,000 мА	5 кГц	1100,000	
	2000,000 мА	10 кГц	1100 ,000	
30 А	3,00000 А	120 Гц	1,800 мА	
	5,00000 А	600 Гц	2,400 мА	
	10,00000 А	1 кГц	3,900 мА	
	15,00000 А	2 кГц	18,000 мА	
	30,00000 А	10,0 кГц	165,000 мА	

12. Определение действительного значения сопротивления резистора постоянному току п.13.11.6 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение сопротивления			
	номинальное	минимально допустимое	максимально допустимое	действительное
0,01 Ом	10,00000 мОм	0,00999 Ом	0,01001 Ом	
1 Ом	1,000000 Ом	0,999500 Ом	1,000500 Ом	
10 Ом	10,00000 Ом	9,99500 Ом	10,00500 Ом	
100 Ом	100,0000 Ом	99,9500 Ом	100,0500 Ом	
1 кОм	1,000000 кОм	0,999500 кОм	1,000500 кОм	
10 кОм	10,00000 кОм	9,99500 кОм	10,00500 кОм	
100 кОм	100,0000 кОм	99,9500 кОм	100,0500 кОм	
1 МОм	1,000000 МОм	0,999500 МОм	1,000500 МОм	
10 МОм	10,00000 МОм	9,99500 МОм	10,00500 МОм	
100 МОм	100,0000 МОм	99,8500 МОм	100,1500 МОм	

13. Определение действительного значения сопротивления резистора переменному току на фиксированных частотах п.13.11.7 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение				
	номинального сопротивления, Ом	номинальной частоты, кГц	действительного сопротивления, Ом	допустимой дополнительной частотной погрешности, ± δ,%	определённой дополнительной частотной погрешности, δ, %
0,01 Ом	10,00000 мОм	0,12		0,100	
		0,19		0,100	
		0,4		0,100	
		0,6		0,100	
		0,8		0,100	
		1		0,100	
		1,5		0,500	
		2		0,500	
		3		0,500	
		5		0,500	
		7		1,000	
		10		1,000	
1 Ом	1,000000	0,19		0,005	
		1		0,005	
		5		0,040	
		10		0,050	
10 Ом	10,00000	0,19		0,005	
		1		0,005	
		5		0,010	
		10		0,020	
100 Ом	100,0000	0,2		0,005	
		1		0,005	
		5		0,010	
		10		0,020	

14. Определение основной относительной погрешности сопротивления резистора постоянному току п.13.11.8 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение			
	номинального сопротивления	действительного сопротивления, предыдущая поверка	действительного сопротивления, настоящая поверка	определённой погрешности сопротивления, ± ν, %
0,01 Ом	10,00000 мОм			
1 Ом	1,000000 Ом			
10 Ом	10,00000 Ом			
100 Ом	100,0000 Ом			
1 кОм	1,000000 кОм			
10 кОм	10,00000 кОм			
100 кОм	100,0000 кОм			
1 МОм	1,000000 МОм			
10 МОм	10,00000 МОм			
100 МОм	100,0000 МОм			

15. Определение основной относительной погрешности сопротивления резистора переменному току на частоте 1 кГц п.13.11.8 методики поверки.

Предел воспроизведения	Значение			
	номинального сопротивления	действительного сопротивления, предыдущая поверка	действительного сопротивления, настоящая поверка	определённой погрешности сопротивления, ± ν, %
0,01 Ом	10,00000 мОм			
1 Ом	1,000000 Ом			
10 Ом	10,00000 Ом			
100 Ом	100,0000 Ом			

16. Определение погрешности воспроизведения частоты п.13.11.9 методики поверки.

Значение			
номинального напряжения	номинальной частоты, кГц	допустимой погрешности ± Δ, Гц	определённой погрешности, Δ, Гц
10 В	0,1	0,03	
10 В	1	0,3	
10 В	10	3	
10 В	100	30	
10 В	1000	300	

17. Определение параметров катушки токовой п.13.11.10 методики поверки.

Номинальное значение сопротивления катушки при 25 °С, не более	Температура окружающей среды, °С	Измеренное сопротивление, Ом	Сопротивление катушки с поправкой на температуру, Ом
0,035			

Значение			
номинального коэффициента преобразования, А/А	номинальной частоты, Гц	допустимой погрешности, ± Δ, А/А	определённой погрешности, Δ, А/А
34	60	0,17	
	100	0,34	

Заключение по результатам поверки - _____
годен / не годен

Поверитель: _____ _____
подпись Ф. И. О