

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



_____ А.Н. Щипунов

_____ 2021 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

КАЛИБРАТОРЫ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ

4000R

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-4000R-2021

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки калибраторов многофункциональных 4000R (далее – калибраторы), изготавливаемых фирмой «Transmille Ltd.», Великобритания, находящихся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

1.2 Интервал между поверками 1 (один) год.

1.3 Методика поверки реализуется посредством методов прямых и косвенных измерений.

1.4 При проведении поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к:
ГЭТ13-01. Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения;
ГЭТ89-2008. Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц;
ГЭТ4-91. Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока;
ГЭТ182-2010. Государственный первичный специальный эталон единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с;
ГЭТ88-2014. Государственный первичный специальный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот $20 - 1 \cdot 10^6$ Гц;
ГЭТ14-2014. Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления;
ГЭТ153-2012. Государственный первичный эталон единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц;
ГЭТ15-79. Государственный первичный эталон единицы индуктивности;
ГЭТ25-79. Государственный первичный эталон единицы электрической ёмкости;
ГЭТ1-2018. Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 — Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке или после ремонта	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр.	7	+	+
2 Проверка программного обеспечения (далее - ПО)	8	+	+
3 Подготовка к поверке и опробование	9	+	+
4 Определение метрологических характеристик	10	+	+
4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	10.1	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке или после ремонта	периодической поверке
1	2	3	4
4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	10.2	+	+
4.3 Определение относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока с внешней опцией EA3024 (усилитель)	10.3	+	+
4.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	10.4	+	+
4.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA013 (источник пикоамперных токов)	10.5	+	+
4.6 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока	10.6	+	+
4.7 Определение погрешности воспроизведения силы тока с внешней опцией EA3012A (усилитель)	10.7	+	+
4.8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току	10.8	+	+
4.9 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока и электрического сопротивления постоянного тока с внешней опцией EA008 (модуль измерений пикоамперных токов и больших сопротивлений)	10.9	+	+
4.10 Определение фактического значения коэффициента трансформации измерительного тока с внешней опцией EA002 (модуль для поверки токовых клещей)	10.10	+	+

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке или после ремонта	периодической поверке
1	2	3	4
4.11 Определение относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости	10.11	+	+
4.12 Определение относительной погрешности воспроизведения индуктивности	10.12	+	+
4.13 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты	10.13	+	+
4.14 Определение погрешности измерений и воспроизведения температуры с внешней опцией EA001A (опция имитация термопар)	10.14	+	+
4.15 Определение абсолютной погрешности измерений температуры со встроенной опцией PRT (имитация платиновых термометров сопротивления)	10.15	+	+
4.16 Определение относительной погрешности воспроизведения скважности	10.16	+	+
4.17 Определение метрологических характеристик калибраторов со встроенными опциями SCP350 или SCP600 (для поверки осциллографов)	10.17	+	+
4.18 Определение относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного и переменного тока. Определение абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига (встроенные опции PWRDDS, PWRSINE)	10.18	+	+
4.19 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3023	10.19	+	+
4.20 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3025A	10.20	+	+

Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке или после ремонта	периодической поверке
1	2	3	4
4.21 Определение метрологических характеристик калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA015	10.21	+	+
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	+	+
6 Оформление результатов поверки	12	+	+

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца средства измерения.

2.3 При получении отрицательных результатов испытаний по любому пункту таблицы 1 калибратор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 — Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип основного и вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1, 10.2, 10.4, 10.10, 10.15, 10.16, 10.19	Мультиметр цифровой прецизионный 8508А (диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,0003 - 0,0005) \%$; диапазон измерений напряжения переменного тока от 2 мВ до 1050 В, диапазон частот от 1 Гц до 1 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,01 - 1) \%$; диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 20 А, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,001 - 0,04) \%$; диапазон измерений силы переменного тока от 2 мкА до 20 А, частота 1 Гц – 100 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,02 - 0,4) \%$; диапазон измерений сопротивления постоянному току от 0 до 2 ГОм, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,001 - 0,05) \%$).
5.3.2, 10.12, 10.18	Мультиметр 3458А (диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0,1 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,0008 - 0,001) \%$; диапазон измерений напряжения переменного тока от 0,01 до 1000 В, диапазон частот от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,007 - 0,02) \%$; диапазон измерений силы постоянного тока от 100 нА до 1 А, пределы допускаемой погрешности $\pm(0,003 -$

	0,011 %); диапазон измерений силы переменного тока от 100 мкА до 1 А, диапазон частот от 10 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,002$ %; диапазон измерений сопротивления постоянному току от 10 Ом до 1 ГОм, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,001 - 0,05)$ %; диапазон измерений частоты от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,01$ %).
10.2	Преобразователь переменного напряжения прецизионный Fluke 792A (диапазон напряжения переменного тока от 2 мВ до 1000 В в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности: 10 Гц: $\pm(4,6 \cdot 10^{-6} - 0,06)$, 1 МГц: $\pm(1,12 \cdot 10^{-5} - 1,18 \cdot 10^{-2})$).
10.3	Киловольтметр спектральный цифровой КВЦ-120 (диапазон входного напряжения постоянного и переменного тока от 0,2 до 120 кВ, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,25$ %).
10.4	Катушка электрического сопротивления Р310 (воспроизводимое значение сопротивления постоянному току 0,001 Ом, к.т. 0,01)
10.5, 10.9, 10.12	Калибратор-измеритель напряжения и силы тока 6430 (диапазон измерений силы постоянного тока от 1 пА до 100 мА, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,025 - 1)$ %; диапазон измерений сопротивления постоянному току от 20 Ом до 20 ТОм, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,077 - 2,06)$ %).
10.7	Шунт переменного тока Fluke А40В (диапазон измерений силы тока от 0,001 до 100 А, частота от 20 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm(20 \cdot 10^{-4} - 90 \cdot 10^{-4})$ %).
10.7	Катушка электрического сопротивления Р323 (воспроизводимое значение сопротивления постоянному току 0,0001 Ом, к.т. 0,05)
10.21	Катушка электрического сопротивления Р322 (воспроизводимое значение сопротивления постоянному току 0,001 Ом, к.т. 0,002)
10.21	Источник питания постоянного тока PSU7 20-76 (диапазон установки выходного напряжения (0-20) В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,001 \cdot U_{\text{уст}} + 40 \text{ мВ})$, диапазон установки выходного тока (0-76) А, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,002 \cdot I_{\text{уст}} + 228 \text{ мА})$)
10.11, 10.19	Мультиметр цифровой прецизионный 8081-R (диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,0007$ %; диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 30 А, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,5 - 0,07)$ %; диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току от 1 Ом до 10 МОм, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,0015$ %; диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,05 - 0,08)$ %; диапазон частот от 10 Гц до 1 МГц, диапазон измерений силы переменного тока от 0 до 30 А, диапазон частот от 10 Гц до 10 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm (0,5 - 0,07)$ %)
10.12	Цифровой измеритель L, C, R E7-8 (диапазон измерений ёмкости от 10^{-14} до 10^{-4} Ф, диапазон измерений индуктивности от 10^{-7} до 10^3 Г, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,1$ %)
10.14, 10.17, 10.18, 10.19	Частотомер универсальный CNT-91 (диапазон измерений частот от 10^{-3} до $3 \cdot 10^8$ Гц, пределы допускаемой погрешности $\pm (2 \cdot 10^{-7})$ %).
10.14	Стандарт частоты рубидиевый FS725 (номинальные значения частоты 1 Гц, 5 МГц, 10 МГц, пределы допускаемой погрешности $\pm (5 \cdot 10^{-11})$ %).
10.10, 10.20, 10.21	Калибратор многофункциональный 3041R (диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности $\pm((25-30) \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{уст}} + (3,6-4000) \cdot 10^{-6})$; диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 1000 В в диапазоне частот от 10 Гц до 500 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm((0,04-0,8) \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + (20 \cdot 10^{-6} - 400 \cdot 10^{-3})$; диапазон воспроизведения

	силы постоянного тока от 1 мкА до 30 А, пределы допускаемой погрешности $\pm((0,008-0,004) \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + (0,03-350) \cdot 10^{-6})$; диапазон воспроизведения силы переменного тока от 1 мкА до 70 А в диапазоне частот 10 Гц-10 кГц, пределы допускаемой погрешности $\pm((0,06-0,8) \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + (0,25-4000) \cdot 10^{-6})$.
10.10	Пояс токоизмерительный Fluke i2000 Flex (диапазон измерений силы переменного тока от 0 до 2000 А, диапазон частот от 45 до 65 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,01 \cdot I)$, где I — верхняя граница диа-пазона измерений).

3.2 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с руководством по эксплуатации и документацией по поверке.

5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей", "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", а также, изложенные в руководстве по эксплуатации калибратора, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 28;
 - относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
 - атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
 - напряжение питающей сети, В от 206 до 244;
 - частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие калибратора требованиям эксплуатационной документации. При внешнем осмотре проверить:

- комплектность калибратора;
- отсутствие механических повреждений;

- функционирование органов управления и коммутации;
- чистоту гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных проводов и кабелей;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировки;
- наличие предохранителей и их соответствие номиналу;
- отсутствие внутри прибора незакрепленных предметов.

Калибраторы, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

8 ПРОВЕРКА ПО

8.1 Номер версии встроенного ПО (не ниже не ниже 13.1.10) должен высвечиваться на индикаторе калибратора при его включении. Для проверки соответствия сравнивается номер версии, высвечиваемый на индикаторе калибратора, с номером версии, указанным в таблицах 52-55.

Для подтверждения соответствия внешнего ПО на компьютере перейти к папке с программой обозначенной в таблицах 52-55, щелкнуть правой кнопкой мыши по проверяемому файлу (или нажать Alt+Enter) и в контекстном меню выбрать «свойства», перейти на вкладку «версия» и сравнить номер версии с указанным в таблицах 52-55, затем перейти на вкладку «контрольные суммы» и сравнить контрольную сумму исполняемого кода (CRC32) с указанной в таблицах 52-55 (для проверки контрольной суммы должна быть установлена соответствующая программа, например HashTab <http://beeblebrox.org/>).

8.2 Результаты поверки считать положительными, если номер версии встроенного ПО калибратора не меньше номера версии, указанного в таблицах 52-55.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

9.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать калибратор в условиях, указанных в п.4.1, в течение 8 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на калибратор, по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки, по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

9.2 Опробование

9.2.1 Произвести опробование работы калибратора для оценки его исправности.

9.2.2 При опробовании калибратора проверяется правильность прохождения встроенной тестовой программы на отсутствие индицируемых ошибок.

9.2.3 Тестовая программа выполняется автоматически после включения прибора.

9.2.4 Калибраторы, не прошедшие тест, бракуются и направляются в ремонт.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводить методом прямых измерений с помощью мультиметра цифрового прецизионного 8508А (далее – мультиметр 8508А).

Поверку проводить в следующей последовательности:

- соединить клеммы калибратора «VOLTAGE» с клеммами «ВХОД» мультиметра 8508А в соответствии с рисунком 1;
- установить на калибраторе режим источника калиброванных напряжений постоянного тока. В меню калибратора выбрать режим «VOLTS» и «DC»;
- установить на мультиметре 8508А режим измерений напряжения постоянного тока;
- установить ноль для всех диапазонов.
- провести измерения на отметках, приведенных в таблице 3.

Измерения для основного диапазона (2 - 20 В) проводят для положительной и отрицательной полярности выходного сигнала.

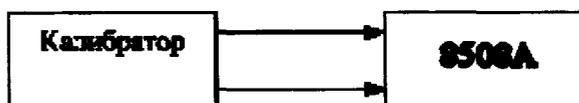


Рисунок 1 - Схема соединения приборов

Таблица 3 — Проверяемые отметки при определении погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

	от 0 до 199 мВ включ.	от 0,2 до 1,99 В включ.	от 2 до 19,9 В включ.	от 20 до 199 В включ.	от 200 до 1000 В
Проверяемые отметки	0 мВ	0,2 В	2 В	20 В	200 В
	50 мВ	0,5 В	5 В	50 В	250 В
	100 мВ	1,0 В	10 В	100 В	500 В
	150 мВ	1,5 В	15 В	150 В	750 В
	190 мВ	1,9 В	19 В	190 В	990 В
	199 мВ	1,99 В	19,9 В	199 В	1000 В
			-19,9 В		
			-19 В		
			-15 В		
			-10 В		
			-5 В		
		-2 В			

Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения постоянного тока калибраторов многофункциональных **4010R** записать в таблицу 4.

Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения постоянного тока калибраторов многофункциональных **4015R** записать в таблицу 5.

Таблица 4 - Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения постоянного тока калибратора **4010R**

Проверяемые отметки	Результат измерений, В	Нижняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Верхняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Заключение от соответствии
1	2	3	4	5
от 0 до 199 мВ включ.				
0 мВ		-0,002 мВ	0,002 мВ	
50 мВ		49,99725 мВ	50,00275 мВ	
100 мВ		99,9965 мВ	100,0035 мВ	
150 мВ		149,99575 мВ	150,00425 мВ	
190 мВ		189,99515 мВ	190,00485 мВ	
199 мВ		198,995 мВ	199,005 мВ	
от 0,2 до 1,99 В включ.				
0,2		0,1999957	0,2000043	
0,5		0,499993	0,500007	
1,0		0,9999885	1,0000115	
1,5		1,499984	1,500016	
1,9		1,899904	1,900196	
1,99		1,9899796	1,9900204	
от 2 до 19,9 В включ.				
2		1,99996	2,000040	
5		4,999936	5,000064	
10		9,999896	10,000104	
15		14,999856	15,000144	
19		18,999824	19,000176	
19,9		19,899817	20,000184	
-19,9		-20,000184	-19,899817	
-19		-19,000176	-18,999824	
-15		-15,000144	-14,999856	
-10		-10,000104	-9,999896	
-5		-5,000064	-4,999936	
-2		-2,000040	-1,99996	

Проверяемые отметки	Результат измерений, В	Нижняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Верхняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Заключение от соответствия
1	2	3	4	5
от 20 до 199 В включ.				
20		19,99952	20,00048	
50		49,99916	50,00084	
100		99,99856	100,00144	
150		149,99796	150,00204	
190		189,99748	190,00252	
199		198,9974	199,0026	
от 200 до 1000В				
200 В		199,9952	200,0048	
500 В		499,9916	500,0084	
750 В		749,9886	750,0114	
990 В		989,98572	990,01428	
1000 В		999,9856	1000,0144	

Таблица 5 - Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения постоянного тока калибратора 4015R

Проверяемые отметки	Результат измерений, В	Нижняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Верхняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Заклучение от соответствия
1	2	3	4	5
от 0 до 199 мВ включ.				
0 мВ		-0,003 мВ	0,003 мВ	
50 мВ		49,99875 мВ	50,00425 мВ	
100 мВ		99,9945 мВ	100,0055 мВ	
150 мВ		149,99325 мВ	150,00675 мВ	
190 мВ		189,99225 мВ	190,00775 мВ	
199 мВ		198,992 мВ	199,008 мВ	
от 0,2 до 1,99 В включ.				
0,2		0,199994	0,200006	
0,5		0,4999895	0,500105	
1,0		0,999982	1,000018	
1,5		1,4999745	1,5000255	
1,9		1,89685	1,90315	
1,99		1,9899552	1,9900448	
от 2 до 19,9 В включ.				

Проверяемые отметки	Результат измерений, В	Нижняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Верхняя граница допускаемого значения напряжения постоянного тока, В	Заключение от соответствия
1	2	3	4	5
2		1,99994	2,00006	
5		4,999895	5,000105	
10		9,99982	10,00018	
15		14,999775	15,000255	
19		18,999685	19,000315	
19,9		19,8996715	19,9003285	
-19,9		-19,9003285	-19,8996715	
-19		-19,000315	-18,999685	
-15		-15,000255	-14,999775	
-10		-10,00018	-9,99982	
-5		-5,000105	-4,999895	
-2		-2,00006	-1,99994	
от 20 до 199 В включ.				
20 В		19,9993	20,0007	
50 В		49,9987	50,0013	
100 В		99,9977	100,0023	
150 В		149,9967	150,0033	
190 В		189,9959	190,0041	
199 В		198,99572	199,00428	
от 200 до 1000 В				
200 В		199,993	200,007	
500 В		499,987	500,013	
750 В		749,982	750,018	
990 В		989,9772	990,0228	
1000 В		999,977	1000,023	

Результаты поверки калибратора 4010R считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 4, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах.

Результаты поверки калибратора 4015R считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 5, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах.

10.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока проводить с помощью преобразователя переменного напряжения прецизионного Fluke 792A, мультиметра 8508A, мультиметра 3458A, подключённых по схеме рисунка 2.

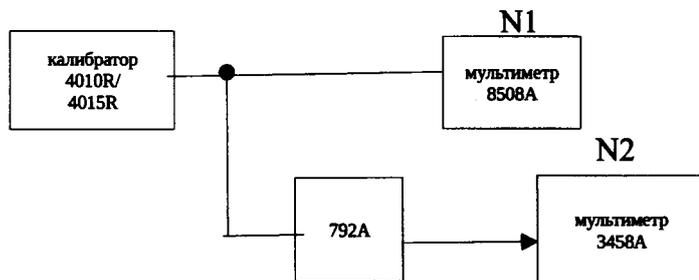


Рисунок 2 — Схема подключения приборов

Подготовить поверяемый калибратор к работе в режиме источника напряжения переменного тока. Установить мультиметры в режим измерений постоянного напряжения.

Соединить клеммы калибратора «VOLTAGE» с входными клеммами преобразователя 792A. В меню калибратора выбрать режим «VOLTS» и «AC».

Для калибраторов 4010R провести измерения на отметках, приведенных в таблице 6.

Для калибраторов 4015R провести измерения на отметках, приведенных в таблице 7.

Таблица 6 - Проверяемые отметки при определении погрешности воспроизведения напряжения переменного тока калибратора 4010R

	от 1 до 199 мВ включ.	от 0,2 до 1,99 В включ.	от 2 до 19,9 В включ.	от 20 до 199 В включ.	от 200 до 1000 В
	1 мВ	0,2	2	20	200
	100 мВ	1,0	10	100	500
	150 мВ	1,5	15	150	700
	199 мВ	1,9	19,9	199	1000
Частота переменного тока для каждой проверяемой отметки, кГц	0,01; 0,045; 1; 20; 100; 500	0,01; 0,045; 1; 20; 100; 500; 1000	0,01; 0,045; 1; 20; 100	0,03; 0,045; 1; 10; 40; 100	0,03; 0,045; 1; 10; 20

Таблица 7 –Проверяемые отметки при определении погрешности воспроизведения напряжения переменного тока калибратора 4015R

	от 1 до 199 мВ включ.	от 0,2 до 1,99 В включ.	от 2 до 19,9 В включ.	от 20 до 199 В включ.	от 200 до 1000 В
	1 мВ	0,2	2	20	200
	100 мВ	1,0	10	100	500
	150 мВ	1,5	15	150	700
	199 мВ	1,99	19,9	199	1000
Частота переменного тока для каждой проверяемой отметки, кГц	0,01; 0,045; 1; 10; 20; 50; 100; 500	0,01; 0,045; 1; 10; 20; 50; 100; 500	0,01; 0,045; 1; 10; 20; 50; 100	0,03; 0,045; 1; 10; 20; 40; 100	0,03; 0,045; 1; 5; 10

Поверку проводить в следующей последовательности.

Задать на поверяемом калибраторе значение переменного напряжения 100 мВ 10 Гц.

Записать показание мультиметра 3458A N2 (значение напряжения постоянного тока).

Перевести поверяемый калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока. Регулировкой калибратора добиться такого же показания на мультиметре N2.

Зафиксировать показание U_{1+} .

Поменять полярность поверяемого калибратора, записать показание U_{1-} .

Найти U_{RME} по формуле (1):

$$U_{RME} = (U_{1+} + U_{1-})/2. \quad (1)$$

Записать U_{RME} в таблицы 8 и 9.

Подобную операцию провести на всех отметках в соответствии с таблицами 6 и 7.

Результаты измерений для калибратора 4010R записать в таблицу 8.

Результаты измерений для калибратора 4015R записать в таблицу 9.

Таблица 8 - Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения переменного тока калибратора 4010R

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	
от 1 до 199 мВ включ.					
1 мВ	10 Гц		0,0009842	0,0010158	
1 мВ	45 Гц		0,0009842	0,0010158	
1 мВ	1 кГц		0,0009848	0,00101516	
1 мВ	20 кГц		0,0009718	0,0010282	
1 мВ	100 кГц		0,000959	0,001041	
1 мВ	500 кГц		0,000896	0,001104	
100 мВ	10 Гц		0,099905	0,100095	
100 мВ	45 Гц		0,099905	0,100095	
100 мВ	1 кГц		0,099969	0,100031	
100 мВ	20 кГц		0,099952	0,100048	
100 мВ	100 кГц		0,09986	0,100014	
100 мВ	500 кГц		0,09959	0,100041	
150 мВ	10 Гц		0,149865	0,150135	
150 мВ	45 Гц		0,149865	0,150135	
150 мВ	1 кГц		0,149961	0,150039	
150 мВ	20 кГц		0,149942	0,150048	
150 мВ	100 кГц		0,14981	0,15019	
150 мВ	500 кГц		0,14930	0,15070	
199 мВ	10 Гц		0,198826	0,199174	
199 мВ	45 Гц		0,198826	0,199174	
199 мВ	1 кГц		0,198942	0,199058	
199 мВ	20 кГц		0,199932	0,199068	
199 мВ	100 кГц		0,19876	0,19924	
199 мВ	500 кГц		0,198104	0,199896	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
от 0,2 до 1,99 В включ.					
0,2 В	10 Гц		0,19972	0,20028	
0,2 В	45 Гц		0,19972	0,20028	
0,2 В	1 кГц		0,199848	0,200152	
0,2 В	20 кГц		0,199778	0,200222	
0,2 В	100 кГц		0,19957	0,20043	
0,2 В	500 кГц		0,19895	0,20105	
0,2 В	1 МГц		0,19895	0,20105	
1 В	10 Гц		0,99932	1,00068	
1 В	45 Гц		0,99932	1,00068	
1 В	1 кГц		0,99972	1,00028	
1 В	20 кГц		0,99961	1,00039	
1 В	100 кГц		0,99905	1,00095	
1 В	500 кГц		0,99665	1,00345	
1 В	1 МГц		0,99665	1,00345	
1,5 В	10 Гц		1,49907	1,50093	
1,5 В	45 Гц		1,49907	1,50093	
1,5 В	1 кГц		1,49964	1,50036	
1,5 В	20 кГц		1,499505	1,500495	
1,5 В	100 кГц		1,49872	1,50128	
1,5 В	500 кГц		1,49505	1,50495	
1,5 В	1 МГц		1,49505	1,50495	
1,99 В	10 Гц		1,98882	1,99118	
1,99 В	45 Гц		1,98882	1,99118	
1,99 В	1 кГц		1,989562	1,990438	
1,99 В	20 кГц		1,989402	1,990598	
1,99 В	100 кГц		1,98841	1,99159	
1,99 В	500 кГц		1,98358	1,99642	
1,99 В	1 МГц		1,98358	1,99642	
от 2 до 19,9 В включ.					
2 В	10 Гц		1,9974	2,0026	
2 В	45 Гц		1,9974	2,0026	
2 В	1 кГц		1,99868	2,00132	
2 В	20 кГц		1,99798	2,00202	
2 В	100 кГц		1,9958	2,0042	
10 В	10 Гц		9,9934	10,0066	
10 В	45 Гц		9,9934	10,0066	
10 В	1 кГц		9,9974	10,0026	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
10 В	20 кГц		9,9963	10,0037	
10 В	100 кГц		9,991	10,009	
15 В	10 Гц		14,9909	15,0091	
15 В	45 Гц		14,9909	15,0091	
15 В	1 кГц		14,9966	15,0034	
15 В	20 кГц		14,99525	15,00475	
15 В	100 кГц		14,988	15,012	
19,9 В	10 Гц		19,88845	19,91155	
19,9 В	45 Гц		19,88845	19,91155	
19,9 В	1 кГц		19,89582	19,90418	
19,9 В	20 кГц		19,89422	19,90578	
19,9 В	100 кГц		19,88506	19,91494	
от 20 до 199 В включ.					
20 В	30 Гц		19,97	20,03	
20 В	45 Гц		19,97	20,03	
20 В	1 кГц		19,985	20,015	
20 В	10 кГц		19,98	20,02	
20 В	40 кГц		19,964	20,036	
20 В	100 кГц		19,91	20,09	
100 В	30 Гц		99,93	100,07	
100 В	45 Гц		99,93	100,07	
100 В	1 кГц		99,973	100,027	
100 В	10 кГц		99,964	100,036	
100 В	40 кГц		99,94	100,06	
100 В	100 кГц		99,75	100,25	
150 В	30 Гц		149,905	150,095	
150 В	45 Гц		149,905	150,095	
150 В	1 кГц		149,9655	150,0345	
150 В	10 кГц		149,954	150,046	
150 В	40 кГц		149,925	150,075	
150 В	100 кГц		149,65	150,35	
199 В	30 Гц		198,88	199,12	
199 В	45 Гц		198,88	199,12	
199 В	1 кГц		198,958	199,042	
199 В	10 кГц		198,944	199,056	
199 В	40 кГц		198,91	199,09	
199 В	100 кГц		198,55	199,45	
от 200 до 1000 В					
200 В	30 Гц		199,69	200,31	
200 В	45 Гц		199,69	200,31	
200 В	1 кГц		199,9	200,1	
200 В	10 кГц		199,83	200,17	
200 В	20 кГц		199,74	200,26	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение
					о соответ-
1		2	3	4	5
500 В	30 Гц		499,525	500,475	
500 В	45 Гц		499,525	500,475	
500 В	1 кГц		499,84	500,16	
500 В	10 кГц		499,755	500,245	
500 В	20 кГц		499,65	500,35	
700 В	30 Гц		699,415	700,585	
700 В	45 Гц		699,415	700,585	
700 В	1 кГц		699,81	700,19	
700 В	10 кГц		699,705	700,295	
700 В	20 кГц		699,59	700,41	
1000 В	30 Гц		999,25	1000,75	
1000 В	45 Гц		999,25	1000,75	
1000 В	1 кГц		999,74	1000,26	
1000 В	10 кГц		999,63	1000,37	
1000 В	20 кГц		999,5	1000,5	

Таблица 9 — Результаты измерений напряжения переменного тока калибраторов многофункциональных 4015R

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1					
от 1 до 199 мВ включ.					
1 мВ	10 Гц		0,0009743	0,0010257	
1 мВ	1 кГц		0,0009718	0,00102825	
1 мВ	10 кГц		0,0009718	0,00102825	
1 мВ	20 кГц		0,0009644	0,0010356	
1 мВ	50 кГц		0,000959	0,001041	
1 мВ	100 кГц		0,0009468	0,0010532	
1 мВ	500 кГц		0,000695	0,001305	
100 мВ	10 Гц		0,099905	0,100095	
100 мВ	1 кГц		0,099947	0,100053	
100 мВ	10 кГц		0,099947	0,100053	
100 мВ	20 кГц		0,099905	0,100095	
100 мВ	50 кГц		0,09986	0,10014	
100 мВ	100 кГц		0,09963	0,10037	
150 мВ	10 Гц		0,14987	0,15013	
150 мВ	45 Гц		0,14987	0,15013	
150 мВ	1 кГц		0,1499345	0,1500655	
150 мВ	10 кГц		0,1499345	0,1500655	
150 мВ	20 кГц		0,149875	0,150125	
150 мВ	50 кГц		0,14981	0,15019	
150 мВ	100 кГц		0,14947	0,15053	
150 мВ	500 кГц		0,14895	0,15105	
199 мВ	10 Гц		0,198836	0,199164	
199 мВ	45 Гц		0,198836	0,199164	
199 мВ	1 кГц		0,198922	0,199078	
199 мВ	10 кГц		0,198922	0,199078	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
199 мВ	20 кГц		0,198846	0,199154	
199 мВ	50 кГц		0,198761	0,199239	
199 мВ	100 кГц		0,198313	0,199687	
199 мВ	500 кГц		0,1987	0,2003	
от 0,2 до 1,99 В включ.					
0,2 В	10 Гц		0,19983	0,20017	
0,2 В	45 Гц		0,19983	0,20017	
0,2 В	1 кГц		0,19987	0,20013	
0,2 В	10 кГц		0,19987	0,20013	
0,2 В	20 кГц		0,19979	0,20021	
0,2 В	50 кГц		0,19967	0,20033	
0,2 В	100 кГц		0,19908	0,20092	
0,2 В	500 кГц		0,1983	0,2017	
1 В	10 Гц		0,99943	1,00057	
1 В	45 Гц		0,99943	1,00057	
1 В	1 кГц		0,99967	1,00033	
1 В	10 кГц		0,99967	1,00033	
1 В	20 кГц		0,99927	1,00073	
1 В	50 кГц		0,99895	1,00105	
1 В	100 кГц		0,9974	1,0026	
1 В	500 кГц		0,9947	1,0053	
1,5 В	10 Гц		1,49918	1,50082	
1,5 В	45 Гц		1,49918	1,50082	
1,5 В	1 кГц		1,499545	1,500455	
1,5 В	10 кГц		1,499545	1,500455	
1,5 В	20 кГц		1,498945	1,501055	
1,5 В	50 кГц		1,4985	1,5015	
1,5 В	100 кГц		1,49635	1,50365	
1,5 В	500 кГц		1,49245	1,50755	
1,99 В	10 Гц		1,98898	1,99102	
1,99 В	45 Гц		1,98898	1,99102	
1,99 В	1 кГц		1,989422	1,990578	
1,99 В	10 кГц		1,989422	1,990578	
1,99 В	20 кГц		1,989276	1,990724	
1,99 В	50 кГц		1,98806	1,99194	
1,99 В	100 кГц		1,9853	1,9947	
1,99 В	500 кГц		1,9802	1,9998	
от 2 до 19,9 В включ.					
2 В	10 Гц		1,9982	2,0018	
2 В	45 Гц		1,9982	2,0018	
2 В	1 кГц		1,9988	2,0012	
2 В	10 кГц		1,9988	2,0012	
2 В	20 кГц		1,9979	2,0021	
2 В	50 кГц		1,9974	2,0026	
2 В	100 кГц		1,994	2,006	
10 В	10 Гц		9,9942	10,0058	
10 В	45 Гц		9,9942	10,0058	
10 В	1 кГц		9,9968	10,0032	
10 В	10 кГц		9,9968	10,0032	
10 В	20 кГц		9,9927	10,0073	
10 В	50 кГц		9,9902	10,0098	
10 В	100 кГц		9,9772	10,0228	
15 В	10 Гц		14,9917	15,0083	
15 В	45 Гц		14,9917	15,0083	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допусаемого значения, В	Верхняя граница допусаемого значения, В	Заключение
					о соответ- ствии
1	2	3	4	5	
15 В	1 кГц		14,99555	15,00445	
15 В	10 кГц		14,99555	15,00445	
15 В	20 кГц		14,98945	15,01055	
15 В	50 кГц		14,9857	15,0143	
15 В	100 кГц		14,9667	15,0333	
19,9 В	10 Гц		19,88925	19,91075	
19,9 В	45 Гц		19,88925	19,91075	
19,9 В	1 кГц		19,89432	19,90568	
19,9 В	10 кГц		19,89432	19,90568	
19,9 В	20 кГц		19,8863	19,9137	
19,9 В	50 кГц		19,8813	19,9187	
19,9 В	100 кГц		19,8564	19,9436	
от 20 до 199 В включ.					
20 В	30 Гц		19,985	20,015	
20 В	45 Гц		19,985	20,015	
20 В	1 кГц		19,9815	20,0185	
20 В	10 кГц		19,9815	20,0185	
20 В	20 кГц		19,975	20,025	
20 В	40 кГц		19,972	20,028	
20 В	100 кГц		19,888	20,112	
100 В	30 Гц		99,945	100,055	
100 В	45 Гц		99,945	100,055	
100 В	1 кГц		99,9375	100,0625	
100 В	10 кГц		99,9375	100,0625	
100 В	20 кГц		99,915	100,085	
100 В	40 кГц		99,9	100,1	
100 В	100 кГц		99,72	100,28	
150 В	30 Гц		149,92	150,08	
150 В	45 Гц		149,92	150,08	
150 В	1 кГц		149,91	150,09	
150 В	10 кГц		149,91	150,09	
150 В	20 кГц		149,88	150,12	
150 В	40 кГц		149,855	150,145	
150 В	100 кГц		149,615	150,385	
199 В	30 Гц		198,886	199,114	
199 В	45 Гц		198,886	199,114	
199 В	1 кГц		198,883	199,117	
199 В	10 кГц		198,883	199,117	
199 В	20 кГц		198,841	199,159	
199 В	40 кГц		198,801	199,199	
199 В	100 кГц		198,512	199,488	
от 200 до 1000 В					
200 В	30 Гц		199,79	200,21	
200 В	45 Гц		199,79	200,21	
200 В	1 кГц		199,87	200,13	
200 В	5 кГц		199,82	200,18	
200 В	10 кГц		199,77	200,23	
500 В	30 Гц		499,625	500,375	
500 В	45 Гц		499,625	500,375	
500 В	1 кГц		499,705	500,295	
500 В	5 кГц		499,58	500,42	
500 В	10 кГц		499,485	500,515	
700 В	30 Гц		699,515	700,485	
700 В	45 Гц		699,515	700,485	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение
					о соот-
					ветствии
1	2	3	4	5	
700 В	1 кГц		699,595	700,405	
700 В	5 кГц		699,42	700,58	
700 В	10 кГц		699,295	700,705	
1000 В	30 Гц		999,35	1000,65	
1000 В	45 Гц		999,35	1000,75	
1000 В	1 кГц		999,43	1000,67	
1000 В	5 кГц		999,18	1000,82	
1000 В	10 кГц		999,01	1000,99	

Результаты поверки калибратора 4010R считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения переменного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 8, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока находятся в допускаемых пределах.

Результаты поверки калибраторов 4015R считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения переменного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3-4 таблицы 9, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока находятся в допускаемых пределах.

10.3 Определение относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока с внешней опцией EA3024 (усилитель)

Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока с внешней опцией EA3024 (усилитель) проводить с помощью киловольтметра спектрального цифрового КВЦ-120 (далее — киловольтметр КВЦ-120).

Поверку проводить в следующей последовательности.

Соединить выходные клеммы усилителя EA3024 с входными клеммами делителя высоковольтного из состава киловольтметра КВЦ-120, выходные клеммы делителя соединить с входными клеммами измерительного блока киловольтметра КВЦ-120 в соответствии с рисунком 3.

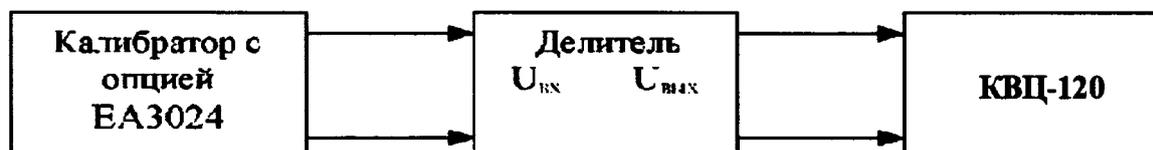


Рисунок 3 — Схема соединения приборов

Провести измерения напряжения постоянного тока, устанавливая значения напряжения на выходе усилителя калибратора $U_{уст}$ 2 кВ, 5 кВ, 10 кВ.

Провести измерения напряжения переменного тока, устанавливая следующие значения напряжения на выходе усилителя калибратора $U_{уст}$: 1 кВ, 3 кВ, 5 кВ при частоте переменного напряжения 50 Гц.

Для каждого установленного значения провести измерение напряжения $U_{изм}$ киловольтметром КВЦ-120 в соответствии с описанием в паспорте.

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 10.

Таблица 10 - Результаты измерений напряжения постоянного и переменного тока калибраторов с внешней опцией EA3024

	Заданные значения		Результаты измерений, кВ	Нижняя граница допускаемого значения напряжения, кВ	Верхняя граница допускаемого значения напряжения, кВ	Заключение о соответствии
	Напряжение, кВ	Частота, Гц				
1	2	3	4	5	6	7
DC	2	-		1,99	2,01	
	5	-		4,975	5,025	
	10	-		9,95	10,05	
AC	1	50		0,995	1,005	
	3	50		2,985	3,015	
	5	50		4,975	5,025	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного и переменного тока при использовании калибраторов с внешней опцией EA3024 находятся в допусках, указанных в графах 5 и 6 таблицы 10, то есть значения относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока находятся в допусках.

10.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

10.4.1 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока до 20 А определяют методом прямых измерений с помощью мультиметра 8508А в режиме измерений силы постоянного тока, подключенных по схеме рисунка 4.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника силы постоянного тока.

Соединить клеммы калибратора «CURRENT» с входными клеммами мультиметра 8508А в соответствии с рисунком 4. Выбрать в меню калибратора «AMPS» и «DC».

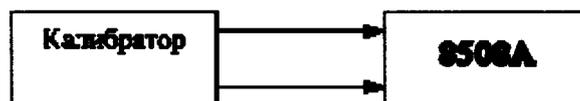


Рисунок 4 - Структурная схема соединения приборов

Перевести мультиметр 8508А в режим измерений силы постоянного тока.

Измерения для основного поддиапазона (2 - 20 мА) проводятся для прямого и обратного направления тока в измерительной цепи.

Выполнить установку нуля перед началом измерений.

Проверяемые отметки воспроизведения силы постоянного тока для поверки калибратора 4010R указаны в таблице 11.

Проверяемые отметки воспроизведения силы постоянного тока для поверки калибратора 4015R указаны в таблице 12.

Таблица 11 – Проверяемые отметки воспроизведения силы постоянного тока для поверки калибратора 4010R

Поддиапазоны	от 0 до 199 мкА включ.	от 0,2 до 1,99 мА включ.	от 2 до 19,9 мА включ.	от 20 до 199,9 мА включ.	от 0,2 до 1,99 А включ.	от 2 до 19,9 А включ.	от 20 до 30 А
Проверяемые отметки	0	0,2	2	20	0,2	2,0	20
	100	1,0	10	100	1,0	10,0	25
	150	1,5	15	150	1,5	15,0	27
	199	1,99	19,9	199,9	1,99	19,9	30
	-	-	-19,9	-	-	-	-
	-	-	-15	-	-	-	-
	-	-	-10	-	-	-	-
	-	-	-2	-	-	-	-

Таблица 12 – Проверяемые отметки воспроизведения силы постоянного тока для поверки калибратора 4015R

Поддиапазоны	от 0 до 199 мкА включ.	от 0,2 до 1,99 мА включ.	от 2 до 19,9 мА включ.	от 20 до 199,9 мА включ.	от 0,2 до 1,99 А включ.	от 2 до 30 А
Проверяемые отметки	0	0,25	2,5	20,5	0,25	3,0
	100	1,0	10	100	1,0	15,0
	150	1,5	15	150	1,5	20,0
	199	1,99	19,9	199,9	1,99	20,0
	-	-	-19,9	-	-	21,0
	-	-	-15	-	-	25,0
	-	-	-10	-	-	27,0
	-	-	-2,5	-	-	30,0

Результаты поверки калибратора 4010R в режиме воспроизведения силы постоянного тока записать в таблицу 13.

Результаты поверки калибратора 4015R в режиме воспроизведения силы постоянного тока записать в таблицу 14.

10.4.2 Погрешность воспроизведения силы постоянного тока свыше 20 А до 30 А определяют методом косвенных измерений с помощью мультиметра 8508А и катушки электрического сопротивления Р310 номиналом 0,001 Ом, подключенных по схеме рисунка 5.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника постоянного тока.

Перевести мультиметр 8508А в режим измерения напряжения постоянного тока.

Подготовить катушку электрического сопротивления Р310 (далее - мера Р310).

Соединить клеммы калибратора «HIGH CURRENT» с токовыми клеммами меры Р310, потенциальные клеммы меры Р310 соединить с входными клеммами «Lo и Hi» мультиметра 8508А в соответствии с рисунком 5.

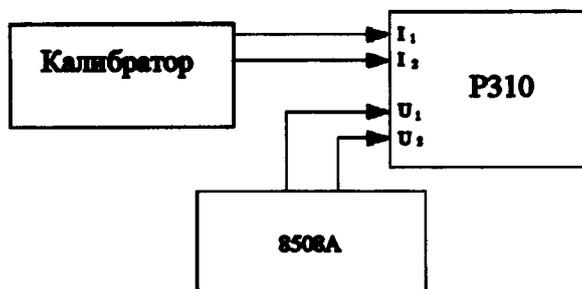


Рисунок 5 - Схема соединения при определении воспроизводимых значений силы постоянного тока свыше 20 А

Рассчитать значения силы постоянного тока I_p , измеренные косвенным методом, по формуле (2):

$$I_p = U_{изм} / R_{P310}, \quad (2)$$

где $U_{изм}$ – измеренное мультиметром напряжение постоянного тока на мере Р310, В;

R_{P310} - действительное значение сопротивления меры Р310, Ом.

Результаты измерений воспроизводимых значений силы постоянного тока калибратора 4010R записать в таблицу 13.

Результаты измерений воспроизводимых значений силы постоянного тока калибратора 4015R записать в таблицу 14.

Таблица 13 — Результаты поверки калибратора 4010R в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Проверяемые отметки	Результат измерений, А	Нижняя граница допускаемого значения силы постоянного тока	Верхняя граница допускаемого значения силы постоянного тока	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
от 0 до 199 мкА включ.				
0 мкА		-0,01 мкА	0,01 мкА	
100 мкА		99,98 мкА	100,02 мкА	
150 мкА		149,975	150,025 мкА	
199 мкА		198,97	199,03 мкА	
от 0,2 до 1,99 мА включ.				

Проверяемые отметки	Результат измерений, А	Нижняя граница допускаемого значения силы постоянного тока	Верхняя граница допускаемого значения силы постоянного тока	Заключение о соответ- ствии
1	2	3	4	5
0,2 мА		199,96 мкА	200,04 мкА	
1,0 мА		0,999947 мкА	1,000053 мкА	
1,5 мА		1,499895 мкА	1,500105 мкА	
1,99 мА		1,98987 мкА	1,99013 мкА	
от 2 до 19,9 мА включ.				
2 мА		1,9997 мА	2,0003 мА	
10 мА		9,9993 мА	10,0007 мА	
15 мА		14,99905 мА	15,00095 мА	
19,9 мА		19,8988 мА	19,9012 мА	
-19,9 мА		-19,9012 мА	-19,8988 мА	
-15 мА		-15,00095 мА	-14,99905 мА	
-10 мА		-10,0007 мА	-9,9993 мА	
-2 мА		-2,0003 мА	-1,9997 мА	
от 20 до 199 мА включ.				
20 мА		19,997 мА	20,003 мА	
100 мА		99,992 мА	100,008 мА	
150 мА		149,9905 мА	150,0095 мА	
199 мА		198,988 мА	199,012 мА	
св. 0,2 до 1,99 А включ.				
0,2 А		0,199044 А	0,200956 А	
1 А		0,99984 А	1,00016 А	
1,5 А		1,499775 А	1,500225 А	
1,99 А		1,989103 А	1,990897 А	
от 2 до 19,9 А				
2 А		1,9991 А	2,0009 А	
10 А		9,9967 А	10,0033 А	
15 А		14,9952 А	15,0048 А	
19,9 А		19,89373 А	19,90627 А	

от 20 до 30 А					
Проверяемые отметки	Показание мультиметра 8508А, В	Расчетное значение силы постоянного тока, А	Нижняя граница допускаемого значения силы постоянного тока, А	Верхняя граница допускаемого значения силы постоянного тока, А	Заключение о соответствии
20 А			19,98955	20,01045	
25 А			24,98705	25,01295	
27 А			26,98605	27,01395	
30 А			29,98455	30,01545	

Таблица 14 — Результаты поверки калибратора 4015R в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемого значения	Верхняя граница допускаемого значения	Заклучение о соответствии
1	2	3	4	5
от 0 до 199 мкА включ.				
0		-0,03 мкА	0,03 мкА	
100 мкА		99,96 мкА	100,04 мкА	
150 мкА		149,955 мкА	150,045 мкА	
199 мкА		198,95 мкА	199,05 мкА	
от 0,2 до 1,99 мА включ.				
0,2 мА		199,944 мкА	200,056 мкА	
1,0 мА		0,99988 мА	1,00012 мА	
1,5 мА		1,49984 мА	1,50016 мА	
1,99 мА		1,9898 мА	1,9902 мА	
от 2 до 19,9 мА включ.				
2 мА		1,9996 мА	2,0004 мА	
10 мА		9,9992 мА	10,0008 мА	
15 мА		14,99895 мА	15,00105 мА	
19,9 мА		19,8987 мА	19,9013 мА	
-19,9 мА		-19,9013 мА	-19,8987 мА	
-15 мА		-15,00105 мА	-14,99895 мА	
-10 мА		-10,0008 мА	-9,9992 мА	
-2 мА		-2,0004 мА	-1,9996 мА	
от 20 до 199,9 мА включ.				
20 мА		19,9954 мА	20,0046 мА	
100 мА		99,989 мА	100,011 мА	
150 мА		149,985 мА	150,015 мА	

Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемого значения	Верхняя граница допускаемого значения	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
199,9 мА		199,881 мА	199,919 мА	
от 0,2 до 1,99 А включ.				
0,2 А		0,199935 А	0,200065 А	
1 А		0,999815 А	1,000185 А	
1,5 А		1,49974 А	1,50026 А	
1,99 А		1,989667 А	1,990334 А	
от 2 до 30 А				
2 А		1,99885 А	2,00115 А	
15 А		14,99365 А	15,00635 А	
20 А		19,99165 А	20,00835 А	

Проверяемые отметки	Показание мультиметра 8508А, В	Расчетное значение силы постоянного тока, А	Нижняя граница допускаемого значения силы постоянного тока, А	Верхняя граница допускаемого значения силы постоянного тока, А	Заключение о соответствии
21 А			20,99125	21,00875	
25 А			24,98965	25,01035	
27 А			26,98885	27,01115	
30 А			29,98765	30,01235	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения силы постоянного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблиц 13 и 14, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в допускаемых пределах.

10.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA013 (источник пикоамперных токов)

Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA013 (источник пикоамперных токов) проводить методом прямых измерений с помощью калибратора-измерителя напряжения и силы тока 6430 (далее — измеритель 6430) в следующей последовательности.

Соединить измеритель 6430 с выходом EA013 в соответствии с рисунком 6. Измеритель 6430 перевести в режим измерений силы постоянного тока. Провести измерения на отметках, указанных в графе 2 таблицы 15.

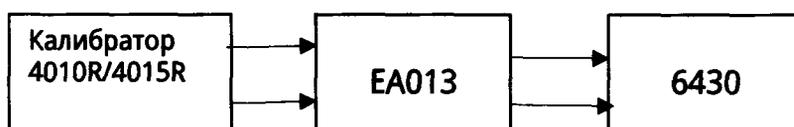


Рисунок 6 - Схема соединения при определении силы постоянного тока с внешней опцией EA013

Результаты измерений записать в таблицу 15.

Таблица 15 — Результаты измерений силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA013

Поддиапазоны	Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница результата измерений	Верхняя граница результата измерений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
от 1 пА до 10 нА включ.	2 пА		1,99 пА	2,0 пА	
	5 нА		4,975 нА	5,025 нА	
	10 нА		9,95 нА	10,05 нА	
св. 10 до 100 нА включ.	20 нА		19,9 нА	20,1 нА	
	50 нА		49,75 нА	50,25 нА	
	100 нА		99,5 нА	100,5 нА	
св. 100 нА до 1 мкА включ.	0,2 мкА		199 нА	201 нА	
	0,5 мкА		497,5 нА	502,5 нА	
	1 мкА		0,995 мкА	1,005 мкА	
св. 1 до 10 мкА включ.	2 мкА		1,99 мкА	2,01 мкА	
	5 мкА		4,975 мкА	5,025 мкА	
	10 мкА		9,95 мкА	10,05 мкА	
св. 10 до 100 мкА	20 мкА		19,9 мкА	20,1 мкА	
	50 мкА		49,75 мкА	50,25 мкА	
	100 мкА		99,5 мкА	100,5 мкА	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA013 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 15, то есть значения относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

10.6 Определение погрешности воспроизведения силы переменного тока

Определение погрешности воспроизведения силы переменного тока до 20 А определяют методом косвенных измерений. с помощью мультиметра 8508А и шунта переменного тока Fluke А40В, подключенных по схеме рисунка 7. Определение погрешности воспроизведения силы

переменного тока от 20 до 30 А проводить с помощью мультиметра цифрового прецизионного 8081-R (далее — мультиметр 8081-R).

10.6.1 Измерения силы переменного тока до 20 А проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника переменного тока.

Соединить клеммы калибратора «CURRENT» с разъемами мультиметра 8508А в соответствии с рисунком 7. В меню калибратора выбрать «AMPS» и «АС».

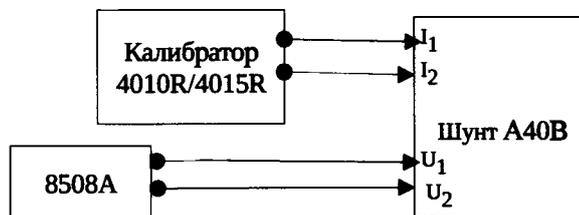


Рисунок 7 - Схема соединения приборов

Для калибраторов **4010R** провести измерения воспроизводимых значений силы переменного тока на отметках, указанных в таблице 16.

Для калибраторов **4015R** провести измерения воспроизводимых значений силы переменного тока на отметках, указанных в таблице 17.

Таблица 16 – Проверяемые отметки воспроизведения силы переменного тока калибратора **4010R**

Диапазоны	от 20 до 199 мкА включ.	от 0,2 до 1,99 мА включ.	от 2 до 19,9 мА включ.	от 20 до 199 мА включ.	от 0,2 до 1,99 А включ.	от 2 до 30 А
Проверяемые отметки поддиапазона	20	0,2	2	20	0,2	2
	100	1	10	100	1	15
	199	1,99	19,9	199	1,99	30
Частота переменного тока для каждой проверяемой отметки, кГц					0,01	0,03
					0,045	0,045
					1	0,1
					10	1
					30	5
					30	10

Таблица 17 – Проверяемые отметки воспроизведения силы переменного тока калибратора 4015R

Диапазоны	от 20 до 199 мкА включ.	от 0,2 до 1,99 мА включ.	от 2 до 19,9 мА включ.	от 20 до 199 мА включ.	от 0,2 до 1,99 А включ.	от 2 до 30 А
Проверяемые отметки диапазона	20	0,2	2	20	0,2	2
	100	1	10	100	1	15
	199	1,99	19,9	199	1,99	30
Частота переменного тока для каждой проверяемой отметки, кГц	0,01				0,01	0,01
	0,02				0,02	0,02
	0,045				0,045	0,045
	1				1	1
	5				5	5
	10				10	
	30					

Результаты измерений и вычислений для калибратора 4010R записать в таблицу 18.

Результаты измерений и вычислений для калибратора 4015R записать в таблицу 19.

Таблица 18 – Результаты измерений воспроизводимых значений силы переменного тока калибратора 4010R

Установленные значения		Показание мультиметра	Нижняя граница допусаемого значения, А	Верхняя граница допусаемого значения, А	Заклучение о соответствии
1	2	3	4	5	6
от 20 до 199 мкА включ.					
20 мкА	10 Гц		19,99971	$20,00029 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	45 Гц		19,99971	$20,00029 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	1 кГц		19,999836	$20,000164 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	10 кГц		19,99959	$20,00041 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	30 кГц		19,99928	$20,00072 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	10 Гц		$99,55 \cdot 10^{-6}$	$100,45 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	45 Гц		$99,55 \cdot 10^{-6}$	$100,45 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	1 кГц		$99,78 \cdot 10^{-6}$	$100,22 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	10 кГц		$98,95 \cdot 10^{-6}$	$101,05 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	30 кГц		$98,0 \cdot 10^{-6}$	$102 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	10 Гц		$199,35 \cdot 10^{-6}$	$199,65 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	45 Гц		$199,35 \cdot 10^{-6}$	$199,65 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	1 кГц		$199,71 \cdot 10^{-6}$	$199,29 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	10 кГц		$198,15 \cdot 10^{-6}$	$200,84 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	30 кГц		$201,82 \cdot 10^{-6}$	$202,18 \cdot 10^{-6}$	
от 0,2 до 1,99 мА включ.					
0,2 мА	10 Гц		$299,15 \cdot 10^{-6}$	$200,65 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	45 Гц		$299,15 \cdot 10^{-6}$	$200,65 \cdot 10^{-6}$	

Установленные значения		Показание мультиметра	Нижняя граница допусаемого значения, А	Верхняя граница допусаемого значения, А	Заключение о соответствии
1	2				
0,2 мА	1 кГц		$299,62 \cdot 10^{-6}$	$200,32 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	10 кГц		$298,2 \cdot 10^{-6}$	$201,3 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	30 кГц		$296,4 \cdot 10^{-6}$	$202,5 \cdot 10^{-6}$	
1 мА	10 Гц		$0,99775 \cdot 10^{-3}$	$1,00225 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	45 Гц		$0,99775 \cdot 10^{-3}$	$1,00225 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	1 кГц		$0,9992 \cdot 10^{-3}$	$1,0008 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	10 кГц		$0,9947 \cdot 10^{-3}$	$1,0053 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	30 кГц		$0,9894 \cdot 10^{-3}$	$1,0106 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	10 Гц		$1,98577 \cdot 10^{-3}$	$1,99423 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	45 Гц		$1,99577 \cdot 10^{-3}$	$1,99423 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	1 кГц		$1,98861 \cdot 10^{-3}$	$1,99139 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	10 кГц		$1,99975 \cdot 10^{-3}$	$2,00025 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	30 кГц		$1,9676 \cdot 10^{-3}$	$2,0124 \cdot 10^{-3}$	
от 2 до 19,9 мА включ.					
2 мА	10 Гц		$1,993 \cdot 10^{-3}$	$2,007 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	45 Гц		$1,993 \cdot 10^{-3}$	$2,007 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	1 кГц		$1,9976 \cdot 10^{-3}$	$2,0024 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	10 кГц		$1,9992 \cdot 10^{-3}$	$2,008 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	30 кГц		$1,986 \cdot 10^{-3}$	$2,014 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	10 Гц		$9,977 \cdot 10^{-3}$	$10,023 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	45 Гц		$9,977 \cdot 10^{-3}$	$10,023 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	1 кГц		$9,994 \cdot 10^{-3}$	$10,006 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	10 кГц		$9,972 \cdot 10^{-3}$	$10,028 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	30 кГц		$9,946 \cdot 10^{-3}$	$19,054 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	10 Гц		$19,8575 \cdot 10^{-3}$	$19,9425 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	45 Гц		$19,89004 \cdot 10^{-3}$	$19,90996 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	1 кГц		$19,94725 \cdot 10^{-3}$	$19,05275 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	10 кГц		$19,7965 \cdot 10^{-3}$	$20,0035 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	30 кГц		$19,896 \cdot 10^{-3}$	$20,104 \cdot 10^{-3}$	
от 20 до 199 мА включ.					
20 мА	10 Гц		$19,93 \cdot 10^{-3}$	$20,07 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	45 Гц		$19,93 \cdot 10^{-3}$	$20,07 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	1 кГц		$19,972 \cdot 10^{-3}$	$20,028 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	10 кГц		$19,86 \cdot 10^{-3}$	$20,14 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	30 кГц		$19,66 \cdot 10^{-3}$	$20,34 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	10 Гц		$99,77 \cdot 10^{-3}$	$100,23 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	45 Гц		$99,77 \cdot 10^{-3}$	$100,23 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	1 кГц		$99,94 \cdot 10^{-3}$	$100,06 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	10 кГц		$99,46 \cdot 10^{-3}$	$100,54 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	30 кГц		$99,1 \cdot 10^{-3}$	$100,9 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	10 Гц		$198,572 \cdot 10^{-3}$	$199,428 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	45 Гц		$198,572 \cdot 10^{-3}$	$199,428 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	1 кГц		$198,9005 \cdot 10^{-3}$	$199,0995 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	10 кГц		$198,965 \cdot 10^{-3}$	$200,035 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	30 кГц		$198,407 \cdot 10^{-3}$	$201,593 \cdot 10^{-3}$	
от 0,2 до 1,99 А включ.					
0,2 А	10 Гц		0,1993	0,2007	
0,2 А	45 Гц		0,1993	0,2007	
0,2 А	1 кГц		0,19968	0,20032	

Установленные значения		Показание мультиметра	Нижняя граница допустимого значения, А	Верхняя граница допустимого значения, А	Заключение о соответствии
1	2				
0,2 А	5 кГц		0,1986	0,2014	
0,2 А	10 кГц		0,1978	0,2022	
0,2 А	30 кГц		0,19	0,21	
1 А	10 Гц		0,9977	1,0023	
1 А	45 Гц		0,9977	1,9923	
1 А	1 кГц		0,9992	1,0008	
1 А	5 кГц		0,9946	1,0054	
1 А	10 кГц		0,993	1,007	
1 А	30 кГц		0,97	1,03	
1,99 А	10 Гц		1,98572	1,99428	
1,99 А	45 Гц		1,98572	1,99428	
1,99 А	1 кГц		1,98861	1,99139	
1,99 А	5 кГц		1,97965	2,00035	
1,99 А	10 кГц		1,97706	2,00294	
1,99 А	30 кГц		1,93525	2,04475	
от 2 до 30 А					
2 А	30 Гц		1,993	2,007	
2 А	45 Гц		1,993	2,007	
2 А	100 Гц		1,9964	2,0036	
2 А	1 кГц		1,99	2,01	
2 А	5 кГц		1,984	2,016	
2 А	10 кГц		1,935	2,065	
15 А	30 Гц		14,967	15,033	
15 А	45 Гц		14,967	15,033	
15 А	100 Гц		14,986	15,014	
15 А	1 кГц		14,951	15,049	
15 А	5 кГц		14,906	15,094	
15 А	10 кГц		14,545	15,455	
30 А	30 Гц		29,937	30,063	
30 А	45 Гц		29,937	30,063	
30 А	100 Гц		29,974	30,026	
30 А	1 кГц		29,906	30,094	
30 А	5 кГц		29,816	30,184	
30 А	10 кГц		29,095	30,905	

Таблица 19 – Результаты измерений воспроизводимых значений силы переменного тока калибратора 4015R

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, А	Верхняя граница допускаемого значения, А	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
от 20 до 199 мкА включ.					
20 мкА	10 Гц		$19,86 \cdot 10^{-6}$	$20,14 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	20 кГц		$19,86 \cdot 10^{-6}$	$20,14 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	45 Гц		$19,87 \cdot 10^{-6}$	$20,13 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	1 кГц		$19,874 \cdot 10^{-6}$	$20,126 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	5 кГц		$19,84 \cdot 10^{-6}$	$20,16 \cdot 10^{-6}$	$20,14 \cdot 10^{-6}$
20 мкА	10 кГц		$19,59 \cdot 10^{-6}$	$20,41 \cdot 10^{-6}$	
20 мкА	30 кГц		$19,28 \cdot 10^{-6}$	$20,72 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	10 Гц		$99,7 \cdot 10^{-6}$	$100,3 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	20 кГц		$99,7 \cdot 10^{-6}$	$100,3 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	45 Гц		$99,75 \cdot 10^{-6}$	$100,25 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	1 кГц		$99,73 \cdot 10^{-6}$	$100,23 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	5 кГц		$99,55 \cdot 10^{-6}$	$100,45 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	10 кГц		$98,95 \cdot 10^{-6}$	$101,05 \cdot 10^{-6}$	
100 мкА	30 кГц		$98,0 \cdot 10^{-6}$	$102,0 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	10 Гц		$198,502 \cdot 10^{-6}$	$199,498 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	20 кГц		$198,502 \cdot 10^{-6}$	$199,498 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	45 Гц		$198,6 \cdot 10^{-6}$	$199,4 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	1 кГц		$198,64 \cdot 10^{-6}$	$199,36 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	5 кГц		$198,94 \cdot 10^{-6}$	$199,06 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	10 кГц		$198,158 \cdot 10^{-6}$	$200,842 \cdot 10^{-6}$	
199 мкА	30 кГц		$196,416 \cdot 10^{-6}$	$202,684 \cdot 10^{-6}$	
от 0,2 до 1,99 мА включ.					
0,2 мА	10 Гц		$199,45 \cdot 10^{-6}$	$200,55 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	20 Гц		$199,45 \cdot 10^{-6}$	$200,55 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	45 Гц		$199,61 \cdot 10^{-6}$	$200,39 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	1 кГц		$199,73 \cdot 10^{-6}$	$200,27 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	5 кГц		$199,4 \cdot 10^{-6}$	$200,6 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	10 кГц		$198,7 \cdot 10^{-6}$	$201,3 \cdot 10^{-6}$	
0,2 мА	30 кГц		$197,6 \cdot 10^{-6}$	$202,4 \cdot 10^{-6}$	
1 мА	10 Гц		$0,99785 \cdot 10^{-3}$	$1,00215 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	20 Гц		$0,99785 \cdot 10^{-3}$	$1,00215 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	45 Гц		$0,99865 \cdot 10^{-3}$	$1,00135 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	1 кГц		$0,99925 \cdot 10^{-3}$	$1,00075 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	5 кГц		$0,9978 \cdot 10^{-3}$	$1,0022 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	10 кГц		$0,9947 \cdot 10^{-3}$	$1,0053 \cdot 10^{-3}$	
1 мА	30 кГц		$0,9896 \cdot 10^{-3}$	$1,0104 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	10 Гц		$1,98587 \cdot 10^{-3}$	$1,99413 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	20 Гц		$1,98587 \cdot 10^{-3}$	$1,99413 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	45 Гц		$1,98746 \cdot 10^{-3}$	$1,99254 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	1 кГц		$1,98866 \cdot 10^{-3}$	$1,99134 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	5 кГц		$1,98582 \cdot 10^{-3}$	$1,99418 \cdot 10^{-3}$	
1,99 мА	10 кГц		$1,97975 \cdot 10^{-3}$	$2,00025 \cdot 10^{-3}$	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, А	Верхняя граница допускаемого значения, А	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
1,99 мА	30 кГц		$1,9697 \cdot 10^{-3}$	$2,0103 \cdot 10^{-3}$	
от 2 до 19,9 мА включ.					
2 мА	10 Гц		$1,9944 \cdot 10^{-3}$	$2,0056 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	20 Гц		$1,9944 \cdot 10^{-3}$	$2,0056 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	45 Гц		$1,9962 \cdot 10^{-3}$	$2,0038 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	1 кГц		$1,9972 \cdot 10^{-3}$	$2,0028 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	5 кГц		$1,9964 \cdot 10^{-3}$	$2,0036 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	10 кГц		$1,993 \cdot 10^{-3}$	$2,007 \cdot 10^{-3}$	
2 мА	30 кГц		$1,988 \cdot 10^{-3}$	$2,012 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	10 Гц		$9,980 \cdot 10^{-3}$	$10,020 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	20 Гц		$9,980 \cdot 10^{-3}$	$10,020 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	45 Гц		$9,989 \cdot 10^{-3}$	$10,011 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	1 кГц		$9,994 \cdot 10^{-3}$	$10,006 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	5 кГц		$9,990 \cdot 10^{-3}$	$10,010 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	10 кГц		$9,977 \cdot 10^{-3}$	$10,023 \cdot 10^{-3}$	
10 мА	30 кГц		$9,956 \cdot 10^{-3}$	$19,044 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	10 Гц		$19,8622 \cdot 10^{-3}$	$19,9378 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	20 Гц		$19,8622 \cdot 10^{-3}$	$19,9378 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	45 Гц		$19,88009 \cdot 10^{-3}$	$19,91991 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	1 кГц		$19,89004 \cdot 10^{-3}$	$19,90996 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	5 кГц		$19,88208 \cdot 10^{-3}$	$19,01792 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	10 кГц		$19,8572 \cdot 10^{-3}$	$19,9428 \cdot 10^{-3}$	
19,9 мА	30 кГц		$19,8164 \cdot 10^{-3}$	$19,9836 \cdot 10^{-3}$	
от 20 до 199 мА включ.					
20 мА	10 Гц		$19,944 \cdot 10^{-3}$	$20,056 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	20 Гц		$19,944 \cdot 10^{-3}$	$20,056 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	45 Гц		$19,962 \cdot 10^{-3}$	$20,038 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	1 кГц		$19,972 \cdot 10^{-3}$	$20,028 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	5 кГц		$19,948 \cdot 10^{-3}$	$20,052 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	10 кГц		$19,9 \cdot 10^{-3}$	$20,1 \cdot 10^{-3}$	
20 мА	30 кГц		$19,72 \cdot 10^{-3}$	$20,28 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	10 Гц		$99,8 \cdot 10^{-3}$	$100,2 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	20 Гц		$99,8 \cdot 10^{-3}$	$100,2 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	45 Гц		$99,89 \cdot 10^{-3}$	$100,11 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	1 кГц		$99,94 \cdot 10^{-3}$	$100,06 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	5 кГц		$99,85 \cdot 10^{-3}$	$100,15 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	10 кГц		$99,7 \cdot 10^{-3}$	$100,3 \cdot 10^{-3}$	
100 мА	30 кГц		$99,4 \cdot 10^{-3}$	$100,6 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	10 Гц		$198,622 \cdot 10^{-3}$	$199,378 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	20 Гц		$198,622 \cdot 10^{-3}$	$199,378 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	45 Гц		$198,801 \cdot 10^{-3}$	$199,199 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	1 кГц		$198,904 \cdot 10^{-3}$	$199,096 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	5 кГц		$198,9301 \cdot 10^{-3}$	$199,0699 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	10 кГц		$198,4525 \cdot 10^{-3}$	$199,5475 \cdot 10^{-3}$	
199 мА	30 кГц		$198,004 \cdot 10^{-3}$	$199,996 \cdot 10^{-3}$	
от 0,2 до 1,99 А включ.					
0,2 А	10 Гц		0,19954	0,20046	
0,2 А	20 Гц		0,19954	0,20046	
0,2 А	45 Гц		0,19951	0,20049	

Установленное значение		Показание мультиметра	Нижняя граница допускаемого значения, А	Верхняя граница допускаемого значения, А	Заключение о соответствии
1		2	3	4	5
0,2 А	1 кГц		0,1998	0,2002	
0,2 А	5 кГц		0,1978	0,2022	
0,2 А	10 кГц		0,196	0,204	
1 А	10 Гц		0,9972	1,0028	
1 А	20 Гц		0,9972	1,0028	
1 А	45 Гц		0,99815	1,00185	
1 А	1 кГц		0,9994	1,0006	
1 А	5 кГц		0,993	1,007	
1 А	10 кГц		9,984	1,016	
1,99 А	10 Гц		1,98632	1,99368	
1,99 А	20 Гц		1,98632	1,99368	
1,99 А	45 Гц		1,98647	1,99353	
1,99 А	1 кГц		1,9889	1,9911	
1,99 А	5 кГц		1,97706	2,00294	
1,99 А	10 кГц		1,95915	2,02085	
от 2 до 30 А					
2 А	10 Гц		1,993	2,007	
2 А	20 Гц		1,993	2,007	
2 А	45 Гц		1,993	2,007	
2 А	1 кГц		1,9962	2,0038	
2 А	5 кГц		1,984	2,016	
15 А	10 Гц		14,967	15,033	
15 А	20 Гц		14,967	15,033	
15 А	45 Гц		14,967	15,033	
15 А	1 кГц		14,9845	15,0155	
15 А	5 кГц		14,906	15,094	
30 А	10 Гц		29,937	30,063	
30 А	20 Гц		29,937	30,063	
30 А	45 Гц		29,937	30,063	
30 А	1 кГц		29,971	30,024	
30 А	5 кГц		29,816	30,184	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения силы переменного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблиц 18 и 19, то есть значения погрешности воспроизведения силы переменного тока находятся в допускаемых пределах.

10.7 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы тока с внешней опцией EA3012A (усилитель)

10.7.1 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3012A (усилитель) проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника постоянного тока. Перевести мультиметр 8508A в режим измерения напряжения постоянного тока. Подключить внешнюю

опцию к калибратору через разъем «ADAPTER INTERFACE». Подготовить к работе катушку сопротивления электрическую P323 номиналом 0,0001 Ом (далее – катушка P323).

Соединить выходные клеммы опции EA3012A с токовыми клеммами катушки P323, потенциальные клеммы катушки P323 соединить с входными клеммами «Lo и Hi» мультиметра 8508A в соответствии с рисунком 8.

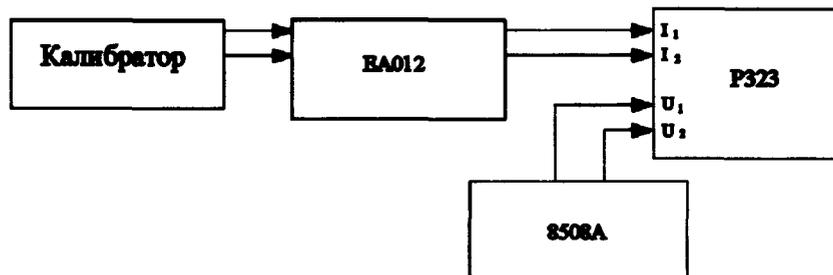


Рисунок 8 - Схема соединения приборов

Воспроизвести калибратором следующие значения силы постоянного тока:

50 А, 70 А, 100 А.

Рассчитать действительные значения силы постоянного тока по формуле (3):

$$I_{д} = U/R, \quad (3)$$

где U - измеренное мультиметром напряжение на катушке P323, В;

R - действительное значение сопротивления катушки P323, Ом.

Абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока вычислить по формуле (4):

$$\Delta = I_{y} - I_{д}, \quad (4)$$

где I_{y} - установленное на калибраторе значение силы постоянного тока, А;

$I_{д}$ – значение силы постоянного тока, рассчитанное по формуле (3), А.

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 20.

Таблица 20 - Результаты измерений силы постоянного тока с внешней опцией EA3012A

1	Заданные значения силы постоянного тока, А	Показание мультиметра, В	Расчетные значения $I_{д}$, А	Абсолютная погрешность, А	Допускаемая абсолютная погрешность, ±, А	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
DC	50				0,05	
	70				0,066	
	100				0,09	

10.7.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3012A (усилитель) проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника переменного тока. Перевести мультиметр 8508A в режим измерения напряжения переменного тока. Подключить внешнюю опцию к калибратору через разъем «ADAPTER INTERFACE». Подготовить к работе шунт переменного тока Fluke A40B (далее – шунт).

Соединить выходные клеммы опции EA3012A с токовыми клеммами шунта, потенциальные клеммы шунта соединить с входными клеммами «Lo и Hi» мультиметра 8508A в соответствии с рисунком 9.

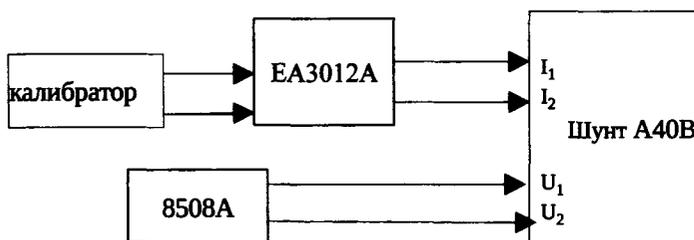


Рисунок 9 - Схема соединения приборов

Воспроизвести калибратором следующие значения силы переменного тока:

$$I_{уст} \quad 50 \text{ А, } 60 \text{ А, } 70 \text{ А при частоте } 50 \text{ Гц.}$$

Рассчитать действительные значения силы переменного тока по формуле $I_d = U/R_{ш}$, где U – напряжение на выходе шунта измеренное мультиметром, $R_{ш}$ – сопротивление шунта.

Абсолютную погрешность воспроизведения силы переменного тока вычисляют по формуле (4).

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 21.

Таблица 21 — Результаты измерений силы переменного тока с внешней опцией EA3012A

	Заданные значения		Показание мультиметра, В	Расчетные значения I_d , А	Абсолютная погрешность, А	Допускаемая абсолютная погрешность, \pm , А	Заключение о соответствии
	Сила тока, А	Частота, Гц					
1	2	3	4	5	6	7	8
АС	50	50				0,05	
	60	50				0,058	
	70	50				0,066	

Результаты поверки считать положительные, если значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с применением внешней опции EA3012A находятся в допустимых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 20.

Результаты поверки считать положительные, если значения абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока калибраторов 4010R, 4015R с применением внешней опции EA3012A находятся в допустимых пределах, приведенных в графе 7 таблицы 21.

10.8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току

10.8.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току определяют методом прямых измерений с помощью мультиметра 8508А.

10.8.1.1 Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника калиброванных значений сопротивления постоянному току.

Соединить калибратор с мультиметром 8508А в соответствии с рисунком 10.

Выбрать в меню калибратора «Ohms».

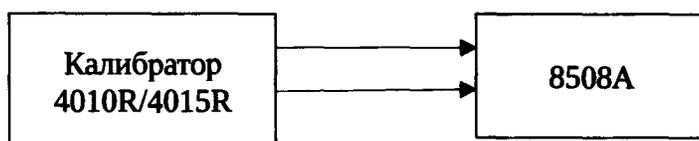


Рисунок 10 - Схема соединения приборов

10.8.1.2 Перевести мультиметр 8508А в режим измерений сопротивления постоянному току. Провести последовательно измерения всех фиксированных значений сопротивления: по 4-х проводной схеме подключения от 0 до 100 кОм, по 2-х проводной схеме подключения - от 1 МОм до 1 ГОм. При работе с калибратором в четырехпроводном режиме необходимо сначала установить на калибраторе выходное значение 0 Ом, и обнулить подключаемый к выходу калибратора мультиметр (значения погрешности для отличных от «0» контрольных точек указаны с учетом компенсации нуля мультиметра, проведенной при установлении выходного значения калибратора равным нулю).

Результаты измерений мультиметром выходного сопротивления калибратора 4010R по 2-х проводной схеме подключения записать в графу 2 таблицы 22, по 4-х проводной схеме подключения — в графу 2 в таблицы 23.

Результаты измерений мультиметром выходного сопротивления калибратора 4015R по 2-х проводной схеме подключения записать в графу 2 таблицы 24, по 4-х проводной схеме подключения — в графу 2 в таблицы 25.

Таблица 22 – Результаты измерений сопротивлений калибратора 4010R по 2-х-проводной схеме подключения

Проверяемые отметки	Результаты измерений, $R_{изм}$, Ом	Абсолютная погрешность, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
0 Ом			0,035	
0,1 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
1 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
10 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
100 Ом			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
1 кОм			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
10 кОм			$0,0008 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,05$	

100 кОм			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,5$	
1 МОм			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 5$	
10 МОм			$0,009 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 100$	
100 МОм			$0,18 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 2000$	
1 ГОм			$1 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 30000$	

Таблица 23 – Результаты измерений сопротивлений калибратора 4010R по 4-х проводной схеме подключения

Проверяемые отметки	Результаты измерений, $R_{изм}$, Ом	Абсолютная погрешность, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
0 Ом			0,005	
0,1 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
1 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
10 Ом			$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
100 Ом			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
1 кОм			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
10 кОм			$0,0008 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,05$	
100 кОм			$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,5$	

Таблица 24 – Результаты измерений сопротивлений калибратора 4015R по 2-х проводной схеме подключения

Проверяемые отметки	Результаты измерений, $R_{изм}$, Ом	Абсолютная погрешность, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
0 Ом			0,035	
0,1 Ом			$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
1 Ом			$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
10 Ом			$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
100 Ом			$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	
1 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,04$	
10 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,4$	
100 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4$	
1 МОм			$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 40$	
10 МОм			$0,035 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 400$	
100 МОм			$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4000$	
1 ГОм			$1 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 40000$	

Таблица 25 – Результаты измерений сопротивлений калибратора 4015R по 4-х проводной схеме подключения

Проверяемые отметки	Результаты измерений, $R_{изм}$, Ом	Абсолютная погрешность, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
0 Ом			0,005	
0,1 Ом			$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
1 Ом			$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
10 Ом			$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
100 Ом			$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	
1 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,04$	
10 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,4$	
100 кОм			$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4$	

10.8.1.3 Рассчитать пределы допускаемой погрешности воспроизведения электрического сопротивления по формулам, указанным в графе 4 таблиц 22-25, где $R_{уст}$ - воспроизводимое значение электрического сопротивления поверяемого калибратора.

Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения по формуле 5:

$$\Delta = R_{уст} - R_{изм} , \quad (5)$$

где $R_{уст}$ - воспроизводимое значение электрического сопротивления поверяемого калибратора, Ом;

$R_{изм}$ — показание мультиметра, Ом.

Результаты вычислений записать в графу 3 таблиц 22-25.

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения электрического сопротивления находятся в допускаемых пределах, указанных в графе 4 таблиц 22-25, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току находятся в допускаемых пределах.

10.8.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току со встроенной опцией SIMRC

Измерения проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току. Выбрать в меню «Ohms» и «ACTIVE». Установить ноль на мультиметре для всех диапазонов.

Соединить клеммы калибратора с клеммами мультиметра 8508A в соответствии с рисунком 13. Перевести мультиметр 8508A в режим измерений сопротивления.

Провести последовательно измерения следующих значений сопротивления: 1 Ом, 100 Ом, 300 Ом, 1 кОм, 3 кОм, 10 кОм, 30 кОм, 100 кОм, 300 кОм, 1 МОм, 3 МОм, 10 МОм, 30 МОм, 100 МОм, 300 МОм, 1 ГОм.

Результаты измерений записать в таблицу 26.

Таблица 26 — Результаты измерений воспроизводимых значений сопротивления постоянному току калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SIMRC

Воспроизводимые значения электрического сопротивления	Результаты измерений	Нижний предел погрешности воспроизведения, Ом	Верхний предел погрешности воспроизведения, Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1 Ом		0,94	1,06	
100 Ом		99,94	100,06	
300 Ом		299,917	300,083	
1 кОм		0,99985 нОм	1,00015 кОм	
3 кОм		2,99962 кОм	3,00038 кОм	
10 кОм		9,99895 кОм	10,00105 кОм	
30 кОм		29,99665 кОм	30,00335 кОм	
100 кОм		99,98995 кОм	100,01005 кОм	
300 кОм		299,96695 кОм	300,03305 кОм	
1 МОм		0,99989995 МОм	1,000100005 МОм	
3 МОм		2,99966995 МОм	3,00033005 МОм	
10 МОм		9,99895 МОм	10,00105 МОм	
30 МОм		29,9942 МОм	30,0058 МОм	
100 МОм		99,85 МОм	100,15 МОм	
300 МОм		296,6 МОм	303,4 МОм	
1 ГОм		0,9795 ГОм	1,0205 ГОм	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения электрического сопротивления находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 26, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току находятся в допустимых пределах.

10.9 Определение относительной погрешности измерений силы постоянного тока и электрического сопротивления постоянному току с внешней опцией EA008 (модуль измерений пикоамперных токов и больших сопротивлений)

Определение погрешности измерений силы постоянного тока с внешней опцией EA008 проводить методом прямых измерений с помощью калибратора-измерителя напряжения и силы тока 6430 (далее — измеритель 6430).

Присоединить к испытуемому калибратору внешнюю опцию EA008. Соединить измеритель 6430 с входом EA008 в соответствии с рисунком 11. Измеритель 6430 перевести в режим воспроизведения силы постоянного тока. Измерить с помощью EA008 силу тока на отметках, указанных в таблице 27.

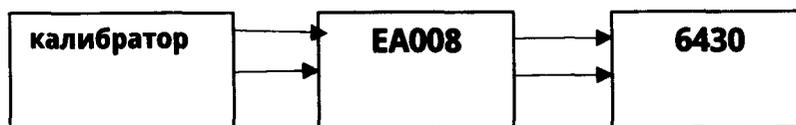


Рисунок 11 — Схема соединения приборов

Результаты измерений записать в таблицу 27.

Таблица 27 — Результаты измерений силы постоянного тока с внешней опцией EA008

Поддиапазоны	Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Верхняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
от 2 10 нА включ.	2 нА		1,99	2,01	
	5 нА		4,975	5,025	
	10 нА		9,95	10,05	
св. 10 до 100 нА включ.	20 нА		19,9	20,1	
	50 нА		49,75	50,25	
	100 нА		99,5	100,5	
св. 100 нА до 1 мкА включ.	0,2 мкА		0,199	0,201	
	0,5 мкА		0,4975	0,5025	
	1 мкА		0,995	1,005	
св. 1 до 10 мкА включ.	2 мкА		1,99	2,01	
	5 мкА		4,975	5,025	
	10 мкА		9,95	10,05	
св. 10 до 100 мкА	20 мкА		19,9	20,1	
	50 мкА		49,75	50,25	
	100 мкА		99,5	100,5	

Проводить проверку калибратора с опцией EA008 в части измерений электрического сопротивления нет необходимости, т.к. в этом режиме калибратор также измеряет силу постоянного тока, протекающего через измеряемое сопротивление, и проводит пересчет силы тока в сопротивление с учетом величины установленного испытательного напряжения от 20 до 1000 В. Погрешность воспроизведения постоянного напряжения проверялась ранее в п. 10.1, а погрешность измерений силы тока проверялась в данном пункте ранее.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения силы постоянного тока калибраторов 4010R и 4015R с внешней опцией EA008 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 27.

10.10 Определение фактического значения коэффициента трансформации измерительного тока с использованием внешней опции EA002 (модуль для поверки токовых клещей)

10.10.1 Внешняя опция EA002 представляет собой токовую катушку с числом витков $N_1=2$, $N_2=10$ и $N_3=50$, предназначенную в комплекте с поверяемым калибратором

для поверки и калибровки измерительных клещей и других бесконтактных измерителей силы тока.

Для проведения поверки использовать мультиметр 8508А в режиме измерений напряжения переменного тока, калибратор многофункциональный 3041R в режиме воспроизведения силы переменного тока и два пояса токоизмерительных Fluke i2000 Flex (далее — пояс токоизмерительный).

Поверку проводить в следующей последовательности.

10.10.2 На поверяемом калибраторе установить режим воспроизведения силы переменного тока. Подключить к поверяемой токовой катушке выход поверяемого калибратора в зависимости от проверяемого коэффициента трансформации: 10 А для $N_1=2$, 2 А для $N_2=10$, 400 мА для $N_3=50$ частотой 45 Гц и затем 60 Гц.

10.10.3 Подключить первый пояс токоизмерительный к поверяемой токовой катушке EA002. На пульте пояса токоизмерительного установить предел измерений 20 А. Выходной сигнал с пояса токоизмерительного измерить мультиметром 8508А в режиме измерения напряжения переменного тока. Результат измерений U_1 записать в таблицу 28.

10.10.4 Тот же первый пояс токоизмерительный подключить к калибратору 3041R в режиме воспроизведения силы переменного тока (20 А 45 Гц) через отрезок прямолинейного провода. Плавной регулировкой выходного тока калибратора 3041R добиться такого же что и ранее показания напряжения мультиметра U_1 . Записать значений силы переменного тока I_1 .

10.10.5 Повторить пп. 10.10.3-10.10.4 для второго пояса токоизмерительного и записать результат измерений I_2 в таблицу 28.

10.10.6 Рассчитать фактическое значение коэффициента трансформации по формуле (6):

$$N_{\text{факт}} = N_{\text{ном}} \cdot \left(\frac{I_1 + I_2}{40} \right). \quad (6)$$

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 28.

10.10.7 Найти абсолютную погрешность определения коэффициента трансформации по формуле (7):

$$\Delta = N_{\text{ФАКТ}} - N_{\text{НОМ}}. \quad (7)$$

Таблица 28 — Определение фактического значения коэффициента трансформации измерительного тока с использованием внешней опции EA002

№ном	I _{ТЕСТ}	Частота	Показание 8508A U ₁ , В	Показание 3041R I ₁ , А	Показание 3041R I ₂ , А	№ФАКТ	Абсолютная погрешность	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±	Заключение о соответствии
2	10 А	45 Гц						0,5	
		60 Гц						0,5	
10	2 А	45 Гц						0,5	
		60 Гц						0,5	
50	400 мА	45 Гц						0,5	
		60 Гц						0,5	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности определения коэффициента находится в пределах $\pm 0,5$. При такой методике в результате последовательных измерений собственные погрешности измерений токоизмерительных поясов компенсируют друг друга.

При положительном результате поверки на переменном токе, проводить измерения модуля для поверки токовых клещей EA002 в режиме воспроизведения силы постоянного тока нет необходимости, поскольку если коэффициент трансформации соответствует номинальному на переменном токе, то и на постоянном токе он тем более будет соответствовать номинальному значению.

10.11 Определение относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости

10.11.1 Определение относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости проводится методом прямых измерений с помощью цифрового измерителя L, C, R E7-8 (или E4980A) (далее — измеритель LCR).

Частота тестового сигнала 1 кГц.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме источника калиброванных значений электрической емкости. Выбрать в меню калибратора «F».

Соединить клеммы калибратора с измерителем LCR в соответствии с рисунком 13.

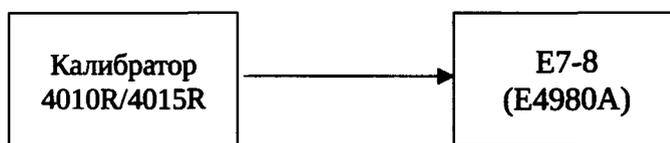


Рисунок 13 - Структурная схема соединения приборов

Провести последовательно измерения электрической ёмкости на отметках 1 нФ, 2 нФ, 5 нФ, 10 нФ, 100 нФ, 1 мкФ, 10 мкФ. Результаты измерений записать в графу 2 таблицы 29.

Таблица 29 – Результаты измерений воспроизводимых значений электрической ёмкости калибраторов 4010R, 4015R

Проверяемые отметки	Результаты измерений	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, ±, %	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1 нФ			0,25	
2 нФ			0,25	
5 нФ			0,25	
10 нФ			0,25	
100 нФ			0,25	
1 мкФ			0,4	
10 мкФ			0,6	

Рассчитать относительную погрешность воспроизведения электрической ёмкости по формуле 8:

$$\delta = \frac{C_y - C_u}{C} \cdot 100, \quad (8)$$

где C_y – установленное на калибраторе значение электрической ёмкости, Ф;

C_u – измеренное измерителем E4980A значение электрической ёмкости, Ф.

Результаты вычислений занести в графу 3 таблицы 29.

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения электрической ёмкости находятся в допускаемых пределах, указанных в графе 4 таблицы 29, то есть значения относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости находятся в допускаемых пределах.

10.11.2 Определение относительной погрешность воспроизведения электрической ёмкости со встроенной опцией SIMRC

Определение погрешности воспроизведения электрической ёмкости со встроенной опцией SIMRC проводить косвенным методом с помощью мультиметра 3458A и калибратора-измерителя напряжения и силы тока 6430 (далее - измеритель 6430).

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме имитации электрической ёмкости.

Собрать схему установки в соответствии с рисунком 14.

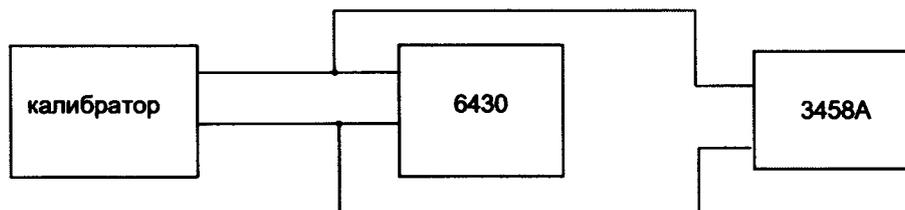


Рисунок 14 – Структурная схема соединения приборов

Установить на поверяемом калибраторе значение ёмкости 100 мкФ. Подать с измерителя 6430 значение силы постоянного тока 1 мА. Зафиксировать показание мультиметра 3458А ($U_{нач}$). Сделать отсчет по секундомеру 10 с. Зафиксировать показание мультиметра 3458 А ($U_{кон}$). Рассчитать значение ёмкости по формуле 9:

$$C_{расч} = I \cdot \frac{dV}{dt}. \quad (9)$$

Повторить для значений электрической ёмкости 10 мкФ, 100 мкФ.

Устанавливая на испытуемом калибраторе проверяемые отметки 1 мФ, 10 мФ, 100 мФ, повторить измерения, подавая значения силы тока 10 мА, 100 мА, соответственно. Результаты поверки занести в таблицу 30.

Рассчитать относительную погрешность воспроизведения электрической ёмкости по формуле 10:

$$\delta = [(C_{ном} - C_{расч})/C_{расч}] \cdot 100 \%. \quad (10)$$

Результаты измерений записать в графу 6 таблицы 30.

Таблица 30 — Результаты измерений и вычислений значений электрической ёмкости калибраторов 4010R, 4015R с использованием встроенной опции **SIMRC**

Номинальные значения ёмкости, $C_{ном}$	Подаваемые значения силы тока, мА	Результаты измерений		Рассчитанные значения электрической ёмкости	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Заключение о соответствии
		$U_{нач}$, В	$U_{кон}$, В				
1	2	3	4	5	6	7	8
1 мкФ	1 мА					±0,7	
10 мкФ	1 мА						
100 мкФ	1 мА						
1 мФ	10 мА						
10 мФ	100 мА						
100 мФ	100 мА						

Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения электрической ёмкости находятся в пределах, указанных в графе 7 таблицы 30, то есть значения относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости находятся в допускаемых пределах.

10.12 Определение относительной погрешности воспроизведения индуктивности

Определение относительной погрешности воспроизведения индуктивности калибраторов 4010R, 4015R со встроенной обцией **IND** проводить методом прямых измерений с помощью цифрового измерителя L, C, R E7-8 (E4980A).

Поверку проводить при частоте 1 кГц.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме воспроизведения индуктивности. Выбрать в меню калибратора «IND».

Соединить клеммы калибратора с измерителем E7-8 в соответствии с рисунком 13. Провести последовательно измерения всех фиксированных значений индуктивности на отметках: 1 мГн, 10 мГн, 19 мГн, 29 мГн, 50 мГн, 100 мГн, 1 Гн, 10 Гн.

Результаты измерений записать в графу 2 таблицы 31.

Относительную погрешность воспроизведения индуктивности вычислить по формуле (11):

$$\delta = [(L_y - L_{изм}) / L_{изм}] \times 100 \%, \quad (11)$$

где L_y - установленное на калибраторе значение индуктивности, Гн;

$L_{изм}$ - измеренное E4980A значение индуктивности, Гн.

Результаты измерений и вычислений записать в графу 3 таблицы 31.

Таблица 31 — Результаты измерений воспроизводимых значений индуктивности калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией IND

Проверяемые отметки	Результаты измерений	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1 мГн			±0,5	
10 мГн				
19 мГн				
29 мГн				
50 мГн				
100 мГн				
1 Гн				
10 Гн				

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения индуктивности находятся в допускаемых пределах, указанных в графе 4 таблицы 31, то есть значения относительной погрешности воспроизведения индуктивности находятся в допускаемых пределах.

10.13 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты

Определение относительной погрешности воспроизведения частоты проводится методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-91.

10.13.1 Поверку необходимо проводить в следующей последовательности.

Подготовить калибратор к работе в режиме воспроизведения частоты. Выбрать в меню калибратора «FREQ».

Соединить коаксиальный выход калибратора со входом частотомера CNT-91 в соответствии с рисунком 15.

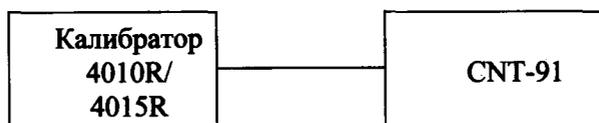


Рисунок 15 - Структурная схема соединения приборов

Провести измерения фиксированных значений частоты 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц, 10 МГц и записать результаты измерений:

-для калибратора 4010R в таблицу 32,

-для калибратора 4015R в таблицу 33.

Таблица 32 — Результаты измерений воспроизводимых значений частоты калибратора 4010R.

Установленные значения частоты	Результаты измерений	Нижняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Верхняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1 Гц		0,999999	1,000001	
10 Гц		9,99999	10,00001	
100 Гц		99,9999	100,0001	
1 кГц		0,999999	1,000001	
10 кГц		9,99999	10,00001	
100 кГц		99,9999	100,0001	
1 МГц		0,999999	1,000001	
10 МГц		9,99999	10,00001	

Таблица 33 — Результаты измерений воспроизводимых значений частоты калибратора 4015R

Установленные значения частоты	Результаты измерений	Нижняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Верхняя граница допустимых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Заклучение о соответствии
1	2	3	4	5
1 Гц		0,99998	1,00002	
10 Гц		9,9998	10,0002	
100 Гц		99,998	100,002	
1 кГц		0,99998	1,00002	
10 кГц		9,9998	10,0002	
100 кГц		99,998	100,002	
1 МГц		0,99998	1,00002	
10 МГц		9,9998	10,0002	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения частоты находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблиц 33 и 34, то есть значения относительной погрешности воспроизведения частоты находятся в допустимых пределах.

10.13.2 Определение относительной погрешности воспроизведения частоты со встроенной опцией FRQ

Определение погрешности воспроизведения частоты со встроенной опцией FRQ проводится методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-91 и стандарта частоты рубидиевого FS725, подключённых по схеме рисунка 17.

Подготовить калибратор к работе в режиме воспроизведения частоты.

Соединить калибратор с частотомером CNT-91 и стандартом частоты FS-725 в соответствии с рисунком 16.

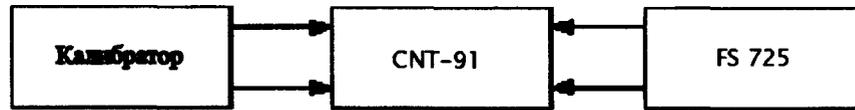


Рисунок 16 - Структурная схема соединения приборов

Провести последовательно измерения фиксированных значений частоты в соответствии с графой 1 таблицы 35. Результаты измерений записать в таблицу 35.

Таблица 34 - Результаты измерений воспроизводимых значений частоты калибратора 4015R со встроенной опцией FRQ

Воспроизводимые значения частоты	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Верхняя граница допускаемых значений (единицы измерений такие же, как и проверяемые отметки)	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1 Гц		0,999999	1,000001	
10 Гц		9,99999	10,00001	
100 Гц		99,9999	100,0001	
1 кГц		0,999999	1,000001	
10 кГц		9,99999	10,00001	
100 кГц		99,9999	100,0001	
1 МГц		0,999999	1,000001	
10 МГц		9,99999	10,00001	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения частоты со встроенной опцией FRQ находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 35, то есть значения относительной погрешности воспроизведения частоты находятся в допускаемых пределах.

10.14 Определение абсолютной погрешности измерений и воспроизведения температуры с внешней опцией EA001A (опция имитация термопар)

Определение погрешности измерений и воспроизведения температуры с внешней опцией EA001A проводится с помощью мультиметра 8508A.

Структурная схема соединения приборов приведена на рисунке 17.

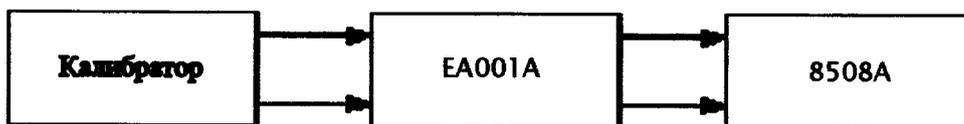


Рисунок 17 - Структурная схема соединения приборов

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подключить внешнюю опцию имитации термопар EA001A к калибратору через разъем «ADAPTER INTERFACE».

Соединить клеммы мультиметра 8508A с выходными клеммами «TEMPERATURE METER CONNECTION» опции EA001A.

Установить компенсацию холодного спая (CJC) 0 °C.

На калибраторе выбрать тип термопары. Установить значение имитируемой температуры T_1 в соответствии с графой 2 таблицы 36.

С помощью плавной регулировки устанавливаемой температуры установить по мультиметру 8508A значение напряжения в соответствии с графой 3 таблицы 36, записать скорректированное значение температуры как T_2 в графу 4. Значения термоЭДС и температуры в зависимости от типа термопары соответствуют ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования».

Провести аналогичные измерения для всех поверяемых точек всех типов термопар.

Рассчитать абсолютную погрешность измерений температуры по формуле (12):

$$\Delta = T_2 - T_1, \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (12)$$

Результаты поверки записать в таблицу 35.

Таблица 35 — Результаты измерений (воспроизведения) температуры калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA001A

Тип термопары	Поверяемые значения температуры T_1 , °C	Соответствующие значения напряжения постоянного тока, мВ	Показание калибратора T_2 , °C	Абсолютная погрешность, °C	Пределы допускаемой погрешности, ±, °C
1	2	3	4	5	6
J	-210	-8,095			0,23
	-90	-4,215			0,11
	0	0,000			0,09
	+500	+27,393			0,14
	+1200	+69,553			0,19
K	-200	-5,891			0,27
	-50	-1,889			0,15
	0	0,000			0,11
	+1000	+41,276			0,20
	+1370	+54,819			0,26
T	-250	-6,18			0,60
	0	0,000			0,10
	+120	+5,228			0,09
	+400	+20,872			0,11

Тип термопары	Поверяемые значения температуры T_1 , °C	Соответствующие значения напряжения постоянного тока, мВ	Показание калибратора T_2 , °C	Абсолютная погрешность, °C	Пределы допускаемой погрешности, ±, °C
1	2	3	4	5	6
R	0	0,000			0,80
	+500	+4,471			0,44
	+1760	+21,003			0,51
S	0	0,000			0,80
	+500	+4,233			0,44
	+1760	+18,609			0,51
B	+600	+1,792			0,75
	+900	+3,957			0,75
	+1500	+10,099			0,75
	+1820	+13,820			0,75
N	-200	-3,99			0,42
	-50	-1,269			0,2
	0	0,000			0,2
	+200	+5,913			0,2
	+1300	+47,513			0,24
E	-250	-9,718			0,50
	-50	-2,787			0,12
	0	0,000			0,12
	+500	+37,005			0,12
	+1000	+76,373			0,15

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений (воспроизведения) температуры с внешней опцией EA001A находятся в допускаемых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 36.

10.15 Определение погрешности измерений температуры со встроенной опцией PRT (имитация платиновых термометров сопротивления)

Применение в калибраторах встроенной опции PRT позволяет имитировать платиновые термометры сопротивления.

Для поверки калибраторов со встроенной опцией PRT используется мультиметр 8508A.

По 2-х проводной схеме подключения калибратора к мультиметру 8508A проводится измерения температуры имитируемого термометра сопротивления Pt100.

По 4-х проводной схеме подключения калибратора к мультиметру 8508A проводятся измерения температуры имитируемых термометров сопротивления Pt25, Pt100, Pt250, Pt500, Pt1000.

10.15.1 Определения погрешности измерений температуры поверяемого калибратора с встроенной опцией PRT по 4-х проводной схеме подключения.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Собрать схему установки в соответствии с рисунком 18.

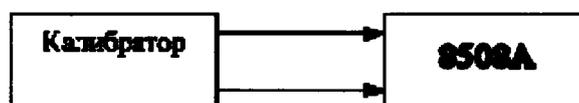


Рисунок 18 - Структурная схема соединения приборов

Соединить клеммы мультиметра 8508А с клеммами калибратора.

Перевести калибратор в режим имитации термометра сопротивления, для чего с помощью соответствующей функциональной клавиши выбрать режим «PRT».

Имитируется термометр сопротивления платиновый Pt100 с температурным коэффициентом сопротивления $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Зависимость сопротивления Pt100 от температуры соответствует ГОСТ Р 8.625-2006 «ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний».

Установить значение имитируемой температуры в соответствии с таблицей 36 и записать как T_1 .

С помощью плавной регулировки имитируемой температуры установить по мультиметру 8508А значение сопротивления в соответствии с таблицей 36, записать скорректированное значение температуры как T_2 .

Провести измерения для всех поверяемых точек: минус $100 \text{ } ^\circ\text{C}$, $0 \text{ } ^\circ\text{C}$, $30 \text{ } ^\circ\text{C}$, $60 \text{ } ^\circ\text{C}$, $100 \text{ } ^\circ\text{C}$, $200 \text{ } ^\circ\text{C}$, $300 \text{ } ^\circ\text{C}$, $800 \text{ } ^\circ\text{C}$. Результаты измерений записать в таблицу 36.

Таблица 36 - Результаты измерений температуры по 4-х проводной схеме подключения

Поверяемые значения температуры $T_1, \text{ } ^\circ\text{C}$	Соответствующие значения сопротивления постоянному току, Ом	Измеренные значения сопротивления постоянному току, Ом	Соответствующие значения температуры по ГОСТ Р 8.625-2006, $T_2, \text{ } ^\circ\text{C}$	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
-100	60,26			-100,01	-99,99	
0	100,00			-0,01	0,01	
+30	111,67			29,997	30,003	
+60	123,24			59,994	60,006	
+100	138,51			99,99	100,01	
+200	175,86			199,98	200,02	
+300	212,05			299,97	300,03	
+800	375,7			799,92	800,08	

Результаты поверки считать положительными, если значения температуры находятся в допускаемых пределах, указанных графам 5 и 6 таблицы 36, то есть значения относительной погрешности измерений температуры по 4-х проводной схеме подключения находятся в допускаемых пределах.

10.15.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры поверяемого калибратора с встроенной опцией PRT по 2-х проводной схеме подключения

Поверку проводить в последовательности, описанной в п. 5.3.15.1.

Результаты измерений записать в таблицу 37.

Таблица 37 - Результаты измерений температуры по 2-х проводной схеме подключения

Тип датчика	Диапазон измерений температуры, °С	Проверяемые отметки, °С	Результаты измерений, °С	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
Pt25	от -200 до 0	-200		-200,5	-199,5	
		-10		-10,5	-9,5	
	от 0 до +800	+10		9,4	10,6	
		+800		799,4	800,6	
Pt100	от -200 до 0	-200		-200,13	-199,87	
		-10		-10,13	-9,87	
	от 0 до +800	+10		9,45	10,55	
		+800		799,45	800,55	
Pt250	от -200 до 0	-200		-200,25	-199,75	
		-10		-10,25	-9,75	
	от 0 до +800	+10		9,7	10,3	
		+800		799,7	800,3	
Pt500	от минус 200 до +260	-200		-200,1	-199,9	
		+250		249,9	250,1	
	от +260 до +500	+300		299,1	300,9	
		+500		499,1	500,9	
Pt1000	от -200 до 0	-200		-200,08	-199,92	
		-10		-10,08	-9,92	
	от 0 до +800	+10		9,55	10,45	
		+800		799,55	800,45	

Результаты поверки считать положительными, если значения температуры находятся в допускаемых пределах, соответствующих графам 5 и 6 таблицы 37, то есть значения абсолютной погрешности измерений температуры по 2-х проводной схеме подключения находятся в допускаемых пределах.

10.16 Определение относительной погрешности воспроизведения скважности импульсов со встроенной опцией PWM

Подготовить калибратор к работе в режиме воспроизведения скважности импульсов, выбрав в меню калибратора «PWM».

Соединить калибратор с частотомером CNT-91 в соответствии с рисунком 19.

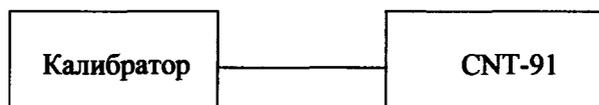


Рисунок 19 - Структурная схема соединения приборов

Провести измерения скважности импульсов 5, 50 и 95 % при значениях частоты следования 1 Гц, 10 Гц, 20 Гц, 100 Гц, 200 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 10 кГц в соответствии с таблицей 38.

Таблица 38 — Результаты измерений скважности импульсов калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWM

Заданные значения скважности, %	Заданные значения частоты	Результаты измерений, %	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
5	1 Гц		4,9985	5,0015	
	10 Гц		4,9985	5,0015	
	20 Гц		4,9997	5,0003	
	100 Гц		4,9997	5,0003	
	200 Гц		4,997	5,003	
	1 кГц		4,997	5,003	
	2 кГц		4,97	5,03	
	10 кГц		4,97	5,03	
50	1 Гц		49,985	50,015	
	10 Гц		49,985	50,015	
	20 Гц		49,997	50,003	
	100 Гц		49,997	50,003	
	200 Гц		49,97	50,03	
	1 кГц		49,97	50,03	
	2 кГц		49,7	50,3	
	10 кГц		49,7	50,3	
95	1 Гц		94,972	95,028	
	10 Гц		94,972	95,028	
	20 Гц		94,9943	95,0057	
	100 Гц		94,9943	95,0057	
	200 Гц		94,943	95,057	
	1 кГц		94,943	95,057	
	2 кГц		94,43	95,57	
	10 кГц		94,43	95,57	

Результаты поверки считать положительными, если значения скважности импульсов находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 38, то есть значения относительной погрешности воспроизведения скважности импульсов со встроенной опцией PWM находятся в допускаемых пределах.

10.17 Определение метрологических характеристик калибраторов со встроенными опциями SCP350 или SCP600 (для поверки осциллографов)

10.17.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм

Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм проводить методом прямых измерений с помощью мультиметра 3458А, подключенного к выходу «SCOPE OUT» калибратора.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 20.

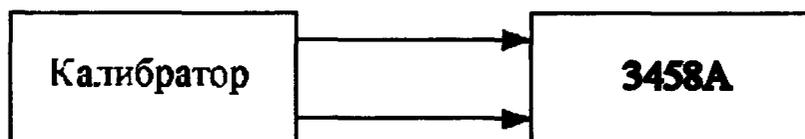


Рисунок 20 – Структурная схема подключения приборов

Перевести мультиметр 3458А в режим измерений постоянного напряжения. Включить в мультиметре автовыбор диапазона и статистическую обработку - среднее значение отсчетов (функция SMATH MEAN). Установить на калибраторе режим калибровки коэффициентов отклонения напряжение постоянного тока 2 мВ .

Установить на калибраторе режим воспроизведения напряжения постоянного тока при нагрузке 1 МОм и включить выход.

Провести измерения воспроизводимых калибратором значений напряжения на выходе «SCOPE OUT» на отметках, указанных в графе 2 таблицы 40.

Результаты измерений записать в таблицу 39.

Таблица 39 — Результаты измерений воспроизводимых значений напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм

Значения коэф-фициентов вертикального отклонения	Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
2 мВ/дел	2 мВ		1,9798 мВ	2,0202 мВ	
	20 мВ		19,978 мВ	20,022 мВ	
5 мВ/дел	5 мВ		4,9795 мВ	5,0205 мВ	
	50 мВ		49,975 мВ	50,025 мВ	
10 мВ/дел	10 мВ		9,979 мВ	10,021 мВ	
	100 мВ		99,97 мВ	100,03 мВ	
20 мВ/дел	20 мВ		19,98 мВ	20,02 мВ	
	200 мВ		199,96 мВ	200,04 мВ	
50 мВ/дел	50 мВ		49,975 мВ	50,025 мВ	
	500 мВ		499,93 мВ	500,07 мВ	

Значения коэффициентов вертикального отклонения	Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
100 мВ/дел	100 мВ		99,97 мВ	100,03 мВ	
	1 В		0,99988 В	1,00012 В	
1 В/дел	1 В		0,99988 В	1,00012 В	
	10 В		9,999898 В	10,000102 В	
2 В/дел	2 В		1,99978 В	2,00022 В	
	20 В		19,99798 В	20,00202 В	
5 В/дел	5 В		4,99948 В	5,00052 В	
	50 В		49,99498 В	50,00502 В	
10 В/дел	10 В		9,999898 В	10,000102 В	
	100 В		99,98998 В	100,01002 В	
20 В/дел	20 В		19,99798 В	20,00202 В	
	200 В		199,97998 В	200,02002 В	
50 В/дел	50 В		49,99498 В	50,00502 В	
	500 В		499,94998 В	500,05002 В	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах, указанных в графам 4 и 5 таблицы 39, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм находятся в допускаемых пределах.

10.17.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала при нагрузке 1 МОм

Определение погрешности воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала на нагрузке 1 МОм проводить методом прямых измерений с помощью мультиметра 3458А.

Перевести мультиметр 3458А в режим измерений постоянного напряжения, включить в мультиметре статистическую обработку - среднее значение отсчетов (функция SMATH MEAN). Диапазон измерений устанавливать вручную.

Поверяемый калибратор перевести в режим воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала на нагрузке 1 МОм. Подключить выход «SCOPE OUT» калибратора ко входу мультиметра, а выход сигнала синхронизации калибратора — ко входу внешнего запуска мультиметра в соответствии с руководством по эксплуатации на приборы. Устанавливать следующие настройки для мультиметра 3458А в зависимости от уровня выходного напряжения калибратора (диапазон 100 мВ для сигналов до 100 мВ, диапазон 1 В для сигналов свыше 100 мВ до 1 В, диапазон 10 В для сигналов свыше 1 В до 10 В, диапазон 1000 В для сигналов свыше 100 В до 500 В; NPLC = 0,01; задержка при измерении уровня прямоугольного сигнала 0,0007 с)

Установить на поверяемом калибраторе значение частоты 1 кГц и провести измерения на отметках, соответствующих графе 2 таблицы 40.

Таблица 40 - Воспроизведение амплитуды прямоугольного сигнала на нагрузке 1 МОм при частоте 1 кГц

Значения коэффициентов вертикального отклонения	Проверяемые отметки	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
2 мВ/дел	2 мВ		1,958 мВ	2,042 мВ	
	20 мВ		19,94 мВ	20,06 мВ	
5 мВ/дел	5 мВ		4,955 мВ	5,045 мВ	
	50 мВ		49,91 мВ	50,09 мВ	
10 мВ/дел	10 мВ		9,95 мВ	10,05 мВ	
	100 мВ		99,86 мВ	100,14 мВ	
20 мВ/дел	20 мВ		19,94 мВ	20,06 мВ	
	200 мВ		199,76 мВ	200,24 мВ	
50 мВ/дел	50 мВ		49,91 мВ	50,09 мВ	
	500 мВ		499,46 мВ	500,54 мВ	
100 мВ/дел	100 мВ		99,86 мВ	100,14 мВ	
	1 В		0,99896 В	1,00104 В	
1 В/дел	1 В		0,99896 В	1,00104 В	
	10 В		9,98996 В	10,01004 В	
2 В/дел	2 В		1,99796 В	2,00204 В	
	20 В		19,97996 В	20,02004 В	
5 В/дел	5 В		4,99496 В	5,00504 В	
	50 В		49,94995 В	50,05004 В	
10 В/дел	10 В		9,98996 В	10,01004 В	
	100 В		99,89996 В	100,10004 В	
20 В/дел	20 В		19,97994 В	20,02004 В	
	200 В		199,70004 В	200,20004 В	
50 В/дел	50 В		49,94995 В	50,05004 В	
	500 В		499,49996 В	500,50004 В	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 40, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала при нагрузке 1 МОм находятся в допускаемых пределах.

10.17.3 Определение относительной погрешности установки периода следования временных маркеров

Определение погрешности установки периода следования временных маркеров проводить методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-91 (далее - частотомер).

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 21.



Рисунок 21 – Структурная схема соединения приборов

Включить на частотомере режим измерений периода, на поверяемом калибраторе установить режим временных маркеров.

Устанавливая на калибраторе значения периода следования временных маркеров 2 нс/дел, 5 нс/дел, 10 нс/дел, 20 нс/дел, 50 нс/дел, 100 нс/дел, 200 нс/дел, 500 нс/дел, 1 мс/дел, 2 мс/дел, 5 мс/дел, 10 мс/дел, 20 мс/дел, 50 мс/дел, 100 мс/дел, 200 мс/дел, 500 мс/дел, 1 с/дел, 2 с/дел, 5 с/дел, определить по частотомеру действительные значения периода следования временных маркеров.

Результаты измерений записать в таблицу 41.

Таблица 41 — Результаты измерений периода следования временных маркеров

Установленные значения периода следования временных маркеров	Результаты измерений	Нижняя граница допускаемых значений	Верхняя граница допускаемых значений	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
2 нс/дел		1,99999 не	2,00001 не	
5 нс/дел		4,999975 не	5,000025 не	
10 нс/дел		9,99995 не	10,00005 не	
20 нс/дел		19,9999 не	20,0001 не	
50 нс/дел		49,99975 не	50,00025 не	
100 нс/дел		99,9995 не	100,0005 не	
200 нс/дел		199,999 не	200,001 не	
500 нс/дел		499,9975 не	500,0025 не	
1 мс/дел		0,999995 мс	1,000005 мс	
2 мс/дел		1,99999 мс	2,00001 мс	
5 мс/дел		4,999975 мс	5,000025 мс	
10 мс/дел		9,99995 мс	10,00005 мс	
20 мс/дел		19,9999 мс	20,0001 мс	
50 мс/дел		49,99975 мс	50,00025 мс	
100 мс/дел		99,9995 мс	100,0005 мс	
200 мс/дел		199,999 мс	200,001 мс	

500 мс/дел		499,9975 мс	500,0025 мс	
1 с/дел		0,000005 с	1,000005 с	
2 с/дел		1,99999 с	2,00001 с	
5 с/дел		4,999975 с	5,000025 с	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения периода следования временных маркеров находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 41, то есть значения относительной погрешности установки периода следования временных маркеров находятся в допустимых пределах, соответствующих столбцам 3-4 таблицы 41.

10.17.4 Определение относительной погрешности установки частоты нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц и неравномерности амплитуды гармонического сигнала генератора сигналов синусоидальной формы относительно нормированного значения на частоте 50 кГц.

Частота нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц определяется методом прямых измерений с помощью частотомера CNT-91, результат измерений записывается в таблицу 43 для опции SCP350 и таблицу 44 для опции SCP600

Неравномерность амплитуды гармонического сигнала измеряется методом прямых измерений при помощи вольтметра высокочастотного В3-100 (далее — вольтметр В3-100), подключенных по схеме рисунка 22.

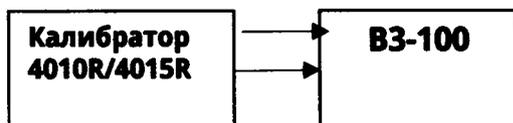


Рисунок 22 — Схема соединения приборов

Подключить выход калибратора «SCOPE OUT» ко входу вольтметра В3-100 с согласованной нагрузкой на входе 50 Ом. На поверяемом калибраторе установить режим генератора синусоидальных напряжений, уровень сигнала составляет от пика до пика 600 мВ при частоте 50 кГц. Подключить вольтметр В3-100 в соответствии с руководством по эксплуатации, установив в меню вид измерений - относительные измерения дельта и размерность «%». Опорным сигналом является сигнал 50 кГц. Устанавливая частоту сигнала в зависимости от опции в соответствии с таблицей 43 или 44 измерить отклонение напряжения от опорной частоты 50 МГц, в процентах.

Для калибраторов со встроенной опцией SCP350 результаты измерений записать в таблицу 42.

Для калибраторов со встроенной опцией SCP600 результаты измерений записать в таблицу 43.

Таблица 42 — Результаты измерений относительной погрешности установки частоты нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц и неравномерности амплитуды гармонического сигнала генератора сигналов синусоидальной формы относительно нормированного значения на частоте 50 кГц калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SCP350

Установленные значения частоты	Результаты измерений частоты	Нижняя граница допускаемых значений, МГц	Верхняя граница допускаемых значений, МГц	Заключение о соответствии
50 кГц		49,9985	50,0015	
Установленные значения частоты	Результаты измерений неравномерности амплитуды	Нижняя граница допускаемых значений неравномерности	Верхняя граница допускаемых значений неравномерности	Заключение о соответствии
50 кГц	опорный уровень	-	-	-
5 МГц		-12%	+12%	
10 МГц		-12%	+12%	
20 МГц		-12%	+12%	
50 МГц		-12%	+12%	
100 МГц		-12%	+12%	
200 МГц		-12%	+12%	
300 МГц		-12%	+12%	
350 МГц		-12%	+12%	

Таблица 43 — Результаты измерений относительной погрешности установки частоты нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц и неравномерности амплитуды гармонического сигнала генератора сигналов синусоидальной формы относительно нормированного значения на частоте 50 кГц калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SCP600

Установленные значения частоты	Результаты измерений частоты	Нижняя граница допускаемых значений, МГц	Верхняя граница допускаемых значений, МГц	Заключение о соответствии
50 кГц		49,9985	50,0015	
Установленные значения частоты	Результаты измерений неравномерности амплитуды	Нижняя граница допускаемых значений неравномерности	Верхняя граница допускаемых значений неравномерности	Заключение о соответствии
50 кГц	опорный уровень	-	-	-
5 МГц		-12%	+12%	
10 МГц		-12%	+12%	

20 МГц		-12%	+12%	
50 МГц		-12%	+12%	
100 МГц		-12%	+12%	
200 МГц		-12%	+12%	
300 МГц		-12%	+12%	
400 МГц		-12%	+12%	
500 МГц		-12%	+12%	
600 МГц		-12%	+12%	

Результаты поверки считать положительными, если установленные значения частоты для калибраторов с опцией SCP350 находятся в допусковых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 42, для калибраторов с опцией SCP600 находятся в допусковых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 43, то есть значения относительной погрешности установки частоты генератора сигналов синусоидальной формы находятся в допусковых пределах.

10.18 Определение относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного и переменного тока. Определение абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига (встроенные опции PWRDDS, PWRSINE)

10.18.1 Определение относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного тока

Определение погрешности воспроизведения мощности постоянного тока проводить в режиме двух выходных сигналов: напряжение и сила постоянного тока. Поверку проводить с помощью мультиметров 8081-R, 8508A. Мультиметр 8081-R установить в режим измерений напряжения постоянного тока, мультиметр 8508A установить в режим измерений силы постоянного тока.

Установить на калибраторе режим воспроизведения напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, нажав клавишу «POWER». Установить значения напряжения на выходе NORMAL и силы постоянного тока на выходе AUX в соответствии с таблицей 44.

Показания мультиметров записать в таблицу 44.

Таблица 44 — Результаты измерений напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWRDDS

Установленное значение на калибраторе	Показание 8081-R, В	Нижняя граница измерений, В	Верхняя граница измерений, В	Показание 8508A, А	Нижняя граница измерений, А	Верхняя граница измерений, А	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7	8
10 В. 100 мА		9.99971	10.00029		99.86 мА	100.14 мА	
10 В. 1 А		9.99971	10.00029		0.99945	1.00055	
10 В. 30 А		9.99971	10.00029		29.984	30.016	
100 В. 100 мА		99.9966	100.0034		99.86 мА	100.14 мА	
100 В. 1 А		99.9966	100.0034		0.99945	1.00055	
100 В. 30 А		99.9966	100.0034		29.984	30.016	
900 В. 100 мА		899.969	900.031		99.86 мА	100.14 мА	
900 В. 1 А		899.969	900.031		0.99945	1.00055	
900 В. 30 А		899.969	900.031		29.984	30.016	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWRDDS находятся в пределах, указанных в графах 3, 4, 6 и 7 таблицы 44, то есть значения относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного тока находятся в допусковых пределах.

10.18.2 Определение относительной погрешности воспроизведения мощности переменного тока

Определение погрешности воспроизведения мощности переменного тока проводить в режиме двух выходных сигналов: напряжение и сила переменного тока при частоте 50 Гц. Поверку проводить с помощью мультиметров 8081-R и 8508A. Мультиметр 8081-R установить в режим измерений напряжения переменного тока частотой 50 Гц, мультиметр 8508A установить в режим измерений силы переменного тока частотой 50 Гц.

Установить на калибраторе режим воспроизведения мощности переменного тока, нажав клавишу «POWER». Установить значения напряжения на выходе NORMAL и силы тока на выходе AUX в соответствии с таблицей 46.

Показания мультиметров записать в таблицу 45.

Таблица 45 - Результаты измерений напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWRSINE

Установленное значение на калибраторе	Показание 8081-R, В	Нижняя граница измерений, В	Верхняя граница измерений, В	Показание 8508A, А	Нижняя граница измерений, А	Верхняя граница измерений, А	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7	8
10 В 100 мА 50 Гц		9,9956	10,0044		99,76 мА	100,24 мА	
10 В 1 А 50 Гц		9,9956	10,0044		0,9986	1,0014	
10 В 30 А 50 Гц		9,9956	10,0044		29,901	30,019	
100 В 100 мА 50 Гц		99,9525	100,0475		99,76 мА	100,24 мА	
100 В 1 А 50 Гц		99,9525	100,0475		0,9986	1,0014	
100 В 30 А 50 Гц		99,9525	100,0475		29,901	30,019	
900 В 100 мА 50 Гц		899,565	900,435		99,76 мА	100,24 мА	
900 В 1 А 50 Гц		899,565	900,435		0,9986	1,0014	
900 В 30 А 50 Гц		899,565	900,435		29,901	30,019	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWRSINE находятся в пределах, указанных в графах 3, 4, 6 и 7 таблицы 45, то есть значения относительной погрешности воспроизведения мощности переменного тока находятся в допусках пределах.

10.18.3 Абсолютную погрешность установки угла фазового сдвига определяется методом прямых измерений.

Измерения необходимо проводить в следующей последовательности.

Соединить выходные клеммы напряжения калибратора с входом «А» частотомера CNT-91. Соединить выходные клеммы силы тока калибратора с вспомогательным устройством — сопротивлением 1 Ом, способным выдержать ток 1 А, в качестве которого может выступать мера Н4-12МС номинальным значением 1 Ом. Выходные клеммы меры Н4-12МС соединить с входом «В» частотомера CNT-91.

Структурная схема соединения приборов приведена на рисунке 23.

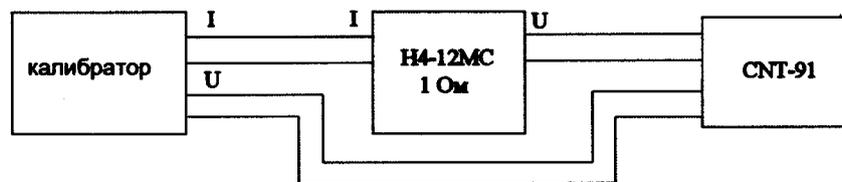


Рисунок 23 - Структурная схема соединения приборов.

Перевести калибратор в режим воспроизведения мощности, для чего с помощью соответствующей функциональной клавиши выбрать режим «POWER».

Установить режим «АС».

Установить значение частоты 50 Гц (установка по умолчанию).

Установить напряжение 1 В.

Установить силу тока 1 А.

Нажатием функциональных клавиш «DEG+» и «DEG-» задать требуемое значение фазового угла.

Нажатием функциональной клавиши «STEP» изменять значение шага фазового угла в зависимости от задаваемой величины.

Провести измерения частотомером воспроизводимых калибратором значений фазового угла:

0°, 45°, 90°, 180°, 270°, 350° при частотах 50 и 400 Гц.

Абсолютная погрешность вычисляется по формуле (13):

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi_y, \quad (13)$$

где φ_n - измеренное значение, градус;

φ_y - действительное значение фазового угла, градус.

Результаты измерений записать в таблицу 46.

Таблица 46 — Результаты измерений угла фазового сдвига

Воспроизводимые калибратором значения угла фазового сдвига, градус	Частота, Гц	Результаты измерений, градус	Нижняя граница измерений, градус	Верхняя граница измерений, градус	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
0	50		-0,109	0,109	
45			44,846	45,154	
90			89,801	90,199	
180			179,711	180,289	
270			269,621	270,379	
350			349,541	350,459	
0	400		-0,87	0,87	
45			44,085	45,915	
90			89,04	90,96	
180°			178,95	181,05	
270°			268,86	271,14	
350			348,78	351,22	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения угла фазового сдвига находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 46, то есть значения абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига находятся в допустимых пределах.

10.19 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3023

Калибраторы с внешней опцией EA3023 предназначены для поверки источников питания 3 А/63 В. Определения погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3023 проводится методом прямых измерений с использованием калибратора 3041R.

10.19.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока с внешней опцией EA3023

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подключить внешнюю опцию EA3023 к поверяемому калибратору через разъем «ADAPTER INTERFACE».

Соединить потенциальные клеммы опции EA3023 с выходными клеммами калибратора 3041R, в соответствии с рисунком 24.

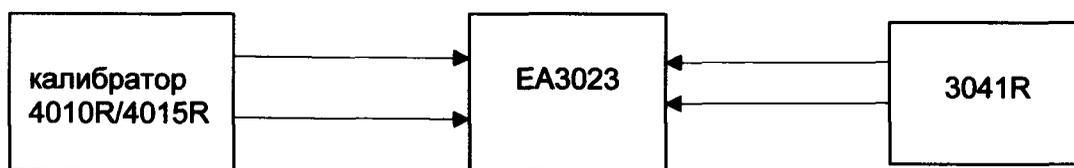


Рисунок 24 – Структурная схема соединения приборов

Провести измерения воспроизводимых калибратором 3041R следующих значений напряжения:

3, 15, 30, 45 и 63 В.

Результаты измерений записать в таблицу 47.

Таблица 47 — Результаты измерений напряжения постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3023

Воспроизводимые 3041R значения напряжения постоянного тока, В	Результат измерений, В	Нижняя граница измерений, В	Верхняя граница измерений, В	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
3		2,9794	3,0206	
15		14,977	15,023	
30		29,974	30,026	
45		44,971	45,029	
63		62,9674	63,0326	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3023 находятся в допусках, указанных в графе 3 таблицы 47, то есть значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допусках.

10.19.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока с внешней опцией EA3023

Соединить токовые клеммы опции EA3023 с выходными клеммами калибратора 3041R.

Провести измерения воспроизводимых калибратором следующих значений силы тока, устанавливая эти же значения силы тока для опции EA3023 в программе «Virtual Front Panel» или «ProCal»:

0,3; 1; 1,5; 2; 2,5 и 3 А.

Результаты измерений записать в таблицу 48.

Таблица 48 — Результаты измерений силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3023

Воспроизводимые 3041R значения силы постоянного тока, А	Результат измерений, А	Нижняя граница измерений, А	Верхняя граница измерений, А	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
0,3		0,299885	0,30115	
1		0,9985	1,0015	
1,5		1,499825	1,50175	
2		1,998	2,002	
2,5		2,49775	2,50225	
3		2,9975	3,0025	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3023 находятся в допусках, указанных в графе 4 таблицы 48, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допусках.

10.20 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3025A

Калибраторы с внешней опцией EA3025A предназначены для поверки источников питания 60 А/100 В.

Определение погрешности измерений силы постоянного тока проводится косвенным методом с помощью катушки P322, мультиметра 8508А, источника питания, подключенных по схеме рисунка 26.

10.20.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока с внешней опцией EA3025A

Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока с внешней опцией EA3025A проводить методом прямых измерений с использованием калибратора 3041R, подключенного по схеме рисунка 25.

Поверку проводить в следующей последовательности.

Подключить внешнюю опцию **EA3025A** к поверяемому калибратору через разъем «ADAPTER INTERFACE». Соединить потенциальные клеммы опции **EA3025A** с выходными клеммами калибратора 3041R.

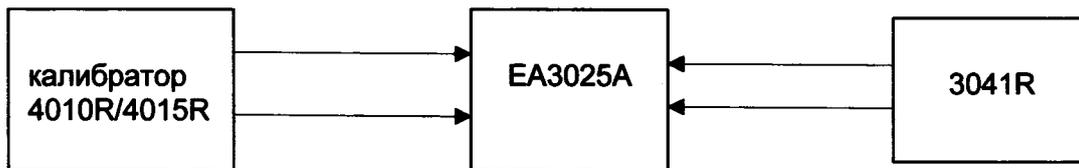


Рисунок 25 – Структурная схема соединения приборов

Провести измерения воспроизводимых калибратором 3041R следующих значений напряжения:

6, 15, 30, 50, 75 и 100 В.

Результаты измерений записать в таблицу 49.

Таблица 49 — Результаты измерений напряжения постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией **EA3025A**

Воспроизводимые 3041R значения напряжения постоянного тока, В	Результат измерений, В	Нижняя граница измерений, В	Верхняя граница измерений, В	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
6		5,9688	6,0312	
15		14,967	15,033	
30		29,964	30,036	
50		49,96	50,04	
75		74,955	75,045	
100		99,95	100,05	

10.20.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока с внешней опцией **EA3025A**

Собрать схему в соответствии с рисунком 26.

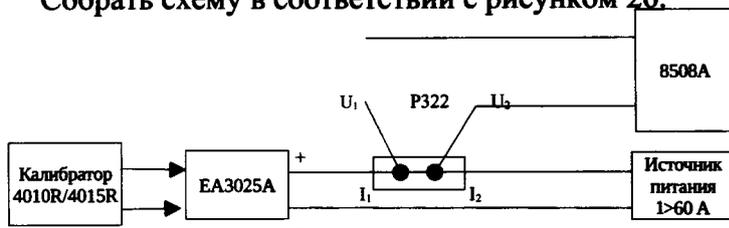


Рисунок 26 — Схема соединения приборов при измерении силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией **EA3025A**

Установить на поверяемом калибраторе режим ограничения силы тока и выставить 6 А. Плавно повышая напряжение с источника питания добиться значения тока ограничения (6 А). Показание мультиметра 8508А (в мВ) записать в таблицу 50. Рассчитать значение силы тока I_d по формуле (14):

$$I_d = U_{8508A} / R_d \quad (14)$$

где U_{8508A} - показание мультиметра 8508А, мВ;

R_d — действительное значение сопротивления меры электрического сопротивления Р322 (0,001 Ом).

Повторить для заданных значений силы тока 15 А, 30 А, 45 А, 60 А.
Результаты измерений записать в таблицу 50.

Таблица 50 — Определение значений силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3025

Воспроизводимые значения силы постоянного тока, А	Показание мультиметра 8508А, В	Расчетное значение силы постоянного тока, А	Нижняя граница измерений, А	Верхняя граница измерений, А	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
6			5,967	6,033	
15			14,9625	15,0375	
30			29,955	30,045	
45			44,9475	45,0525	
60			59,94	60,06	

Результаты поверки калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3025А считать положительными в режиме измерений напряжения постоянного тока считать положительными, если измеренные значения находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 49, то есть значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допустимых пределах.

Результаты поверки калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA3025А считать положительными в режиме измерений силы постоянного тока считать положительными, если измеренные значения находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 50, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допустимых пределах.

10.21 Определение метрологических характеристик калибраторов многофункциональных 4010R, 4015R с внешней опцией EA015 (многоцелевая платформа)

Внешняя опция EA015 подключается к калибраторам 4010R, 4015R через разъем «ADAPTER INTERFACE».

Измерения необходимо проводить в следующей последовательности.

Подключить внешнюю опцию EA015 к калибратору.

10.21.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока проводится методом прямых измерений с помощью калибратора 3041R.

Соединить клеммы опции EA015 «VOLTAGE MEASURE» и «COMMON» с выходными клеммами поверяемого калибратора. Поверяемый калибратор соединить с калибратором 3041R в соответствии с рисунка 27.

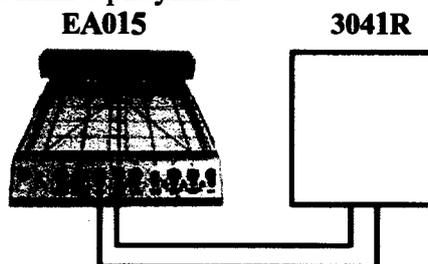


Рисунок 27 - Структурная схема соединения приборов

Установить на калибраторе требуемые диапазоны измерения напряжения с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой MODE войдите в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выберите «Workstation», затем функцию «V Measure». Кнопками RANGE DN, RANGE UP установите требуемый диапазон измерения напряжения).

Перед началом измерения нажмите кнопку NULL для установки нуля поверяемого калибратора.

Провести измерения на отметках, приведенных в графе 2 таблицы 51.

Таблица 51- Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока с внешней опцией EA015

Верхний предел поддиапазон а	Проверяемые отметки, В	Результаты измерений, В	Нижняя граница измерений, В	Верхняя граница измерений, В	Заклучение о соответствии
1	2	3	4	5	6
100 мВ	20 мВ		9,98 мВ	10,02 мВ	
	40 мВ		39,97 мВ	40,03 мВ	
	60 мВ		59,97 мВ	60,03 мВ	
	80 мВ		79,96 мВ	80,04 мВ	
	100 мВ		99,96 мВ	100,04 мВ	
1 В	0,1 В		0,09978	0,10022	
	0,3 В		0,29974	0,30026	
	0,5 В		0,4997	0,5003	
	0,7 В		0,69966	0,70034	
	1 В		0,9996	1,0004	

30 В	3 В		2,9984	3,0016	
	5 В		4,998	5,002	
	10 В		9,997	10,003	
	20 В		19,995	20,005	
	30 В		29,993	30,007	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 51, то есть значения относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допустимых пределах.

10.21.2 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

Определение погрешности измерений силы постоянного тока проводится методом прямых измерений с помощью калибратора 3041R.

Соединить клеммы опции **Е А015** «CURRENT MEASURE» и «COMMON» с выходными клеммами калибратора. Поверяемый калибратор соединить с калибратора 3041R в соответствии с рисунком 28.

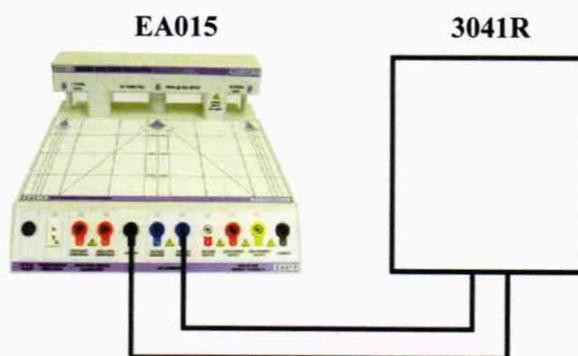


Рисунок 28 - Структурная схема соединения приборов.

Установить на калибраторе режим измерения силы постоянного тока с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой **MODE** войдите в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выберите «Workstation», затем функцию «**I Measure**»).

Перед началом измерения нажмите кнопку **NULL** для установки нуля калибратора

Провести измерения силы постоянного тока на отметках 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, 30 мА.

Результаты измерений записать в таблицу 52.

Таблица 52 - Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока с внешней опцией EA015

Проверяемые отметки, мА	Результаты измерений, мА	Нижняя граница измерений, мА	Верхняя граница измерений, мА	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
4		3,9938	4,0062	
8		7,9926	8,0074	
12		11,9914	12,0086	
16		15,9902	16,0098	
20		19,989	20,011	
30		29,986	30,014	

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения силы постоянного тока находятся в пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 52, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допусковых пределах.

10.21.3 Определение относительной погрешности воспроизведения сопротивления изоляции (сопротивление постоянному току) в диапазоне частот от 100 кОм до 5 МОм

Определение погрешность воспроизведения сопротивления изоляции в диапазоне от 100 кОм до 5 МОм определяется методом прямых измерений с помощью мультиметра 8508А в режиме измерений сопротивления.

Соединить клеммы опции **EA015** разъемы красный «Insulation Resistance» и черный «Common») с выходными клеммами мультиметра 8508А в соответствии с рисунком 29.



Рисунок 29 - Структурная схема соединения приборов.

Установить на калибраторе значения имитируемого сопротивления в соответствии с графой 3 таблицы 52 с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой MODE войти в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выбрать «Workstation», затем функцию «Insulation Res», установить требуемое значение) и провести измерения мультиметром 8508А в режиме измерения сопротивления при величинах испытательного напряжения 100 В и 250 В.

Относительную погрешность воспроизведения сопротивления вычислить по формуле (15):

$$\delta = [(R_y - R_{изм}) / R_{изм}] \cdot 100 \%, \quad (15)$$

где R_y - установленное на калибраторе значение сопротивления, кОм;

$R_{изм}$ - измеренное мультиметром значение сопротивления, кОм.

Результаты измерений записать в таблицу 54.

Таблица 53 - Результаты измерений воспроизводимых значений электрического сопротивления

Испытательное напряжение, В	Диапазон	Установленные значения	Результаты измерений	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, ±, %	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6	7
100 В	100 кОм-5 МОм	100 кОм			0,2	
		500 кОм			0,2	
		1 МОм			0,2	
		5 МОм			0,2	
	5,01 кОм-2 ГОм	5,1 МОм			3	
		100 МОм			3	
		500 МОм			3	
		1 ГОм			3	
		2 ГОм			3	
250 В	100 кОм-5 МОм	100 кОм			0,2	
		500 кОм			0,2	
		1 МОм			0,2	
		5 МОм			0,2	
	5,01 кОм-2 ГОм	5,1 МОм			3	
		100 МОм			3	
		500 МОм			3	
		1 ГОм			3	
		2 ГОм			3	

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности воспроизведения сопротивления находятся в допускаемых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 53.

10.21.4 Определение абсолютной погрешности измерений испытательного напряжения постоянного тока

Погрешность измерений испытательного напряжения определяется методом прямых измерений.

Соединить клеммы опции **EA015** разъемы красный «Insulation Resistance» и черный «Common» с выходными клеммами калибратора 3041R в соответствии с рисунком 31.

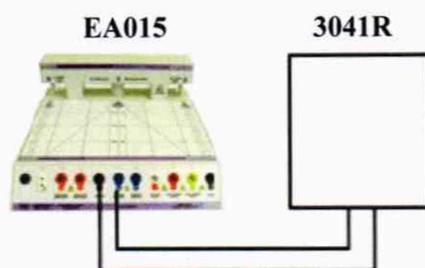


Рисунок 31- Структурная схема соединения приборов

Установить на калибраторе диапазоны измерения испытательного напряжения 50 В, 100 В, 250 В, 500 В, 1000 В с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой MODE войдите в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выберите «Workstation», затем функцию «Ins.Test V». Кнопками RANGE DN, RANGE UP установите требуемый диапазон измерения тестового напряжения) Перед началом измерения нажмите кнопку NULL—для установки нуля калибратора

Калибратором 3041R задать следующие отметки: 50, 100, 250, 500, 750 и 900 В напряжения постоянного тока.

Результаты измерений записать в таблицу 54.

Таблица 54 - Результаты измерений испытательного напряжения

Заданные значения испытательного напряжения, В	Результаты измерений, В	Нижняя граница допускаемого значения, В	Верхняя граница допускаемого значения, В	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
50 В		49,73	50,27	
100 В		99,48	100,52	
250 В		248,73	251,27	
500 В		497,48	502,52	
750 В		746,23	753,77	
900 В		894,98	905,02	

. Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения испытательного напряжения находится в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 54, то есть значения абсолютной погрешности измерений испытательного напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах.

10.21.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току

Диапазон и погрешность воспроизведения сопротивления постоянному току определяются методом прямых измерений.

Соединить клеммы опции EA015 «CONTINUITY» и «COMMON» с выходными клеммами калибратора в соответствии с рисунком 32.

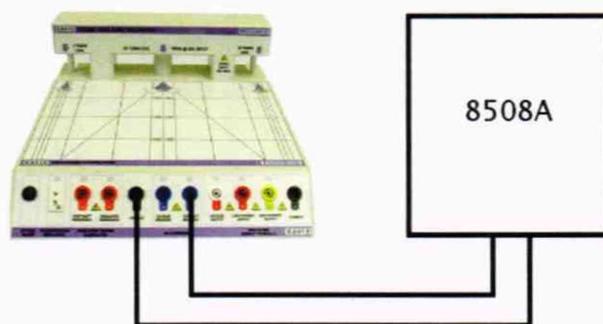


Рисунок 32 - Структурная схема соединения приборов.

Установить на первичном калибраторе значения сопротивления 1,9 Ом, 10 Ом, 19 Ом, 190 Ом, 1000 Ом с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой MODE войдите в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выберите «Workstation», затем функция «Continuity Res». Навигационными кнопками вверх или вниз установите требуемое значение сопротивления)

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 55.

Таблица 55 - Результаты измерений воспроизводимых значений электрического сопротивления

Заданные значения электрического сопротивления, Ом	Результаты измерений, Ом	Нижняя граница допускаемого значения, Ом	Верхняя граница допускаемого значения, Ом	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5
1,9		1,846	1,954	
10		9,93	10,07	
19		18,912	19,088	
190		189,57	190,43	
1000		997,95	1002,05	

Результаты поверки считать положительными, если воспроизводимые значения электрического сопротивления находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 56, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току находятся в допускаемых пределах.

10.21.6 Определение абсолютной погрешности калибраторов при имитации термоэлектрических преобразователей (термопар)

Погрешность имитации термопар определяется методом прямых измерений.

Соединить клеммы опции EA015 «Thermocouple Simulation» с выходными клеммами калибратора в соответствии с рисунком 33..

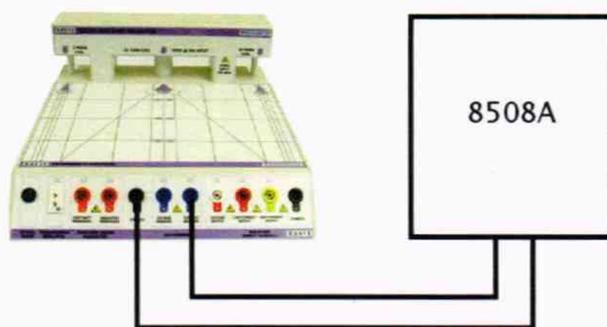


Рисунок 33 - Структурная схема соединения приборов.

Установить на калибраторе режим имитации термопар с помощью программы VFP EA015 или на калибраторе (кнопкой MODE войдите в режим выбора внешних опций, навигационными кнопками выберите «Workstation», затем выберите функцию «Thermocouple».)

Выбрать режим «MAN CJ» установить 0 грд С.

Установить тип имитируемой термопары в соответствии с таблицей 48.

Выбрать режим «MAN CJ».

Установить значение имитируемой температуры в соответствии с графой 2 таблицы 56, записать как T_1 .

С помощью плавной регулировки устанавливаемой температуры установить по мультиметра 8508A значение напряжения в соответствии с графой 3 таблицы 56, записать скорректированное значение температуры как T_2 .

Провести аналогичные измерения для всех поверяемых точек всех типов термопар.

Абсолютная погрешность имитации термопар вычисляется по формуле (16):

$$\Delta = T_2 - T_1. \quad (16)$$

Таблица 56 — Результаты измерений

Тип термопары	Поверяемые значения температуры T_1 , °C	Соответствующие значения напряжения постоянного тока, мВ	Показание калибратора T_2 , °C	Абсолютная погрешность, °C	Пределы допускаемой погрешности, ±, °C
1	2	3	4	5	6
J	-210	-8,095			0,23
	-90	-4,215			0,11
	0	0,000			0,09
	+500	+27,393			0,14
	+1200	+69,553			0,19
K	-200	-5,891			0,27
	-50	-1,889			0,15
	0	0,000			0,11
	+1000	+41,276			0,20
	+1370	+54,819			0,26
T	-250	-6,18			0,60
	0	0,000			0,10
	+120	+5,228			0,09
	+400	+20,872			0,11
R	0	0,000			0,80
	+500	+4,471			0,44
	+1760	+21,003			0,51

S	0	0,000			0,80
	+500	+4,233			0,44
	+1760	+18,609			0,51
B	+600	+1,792			0,73
	+900	+3,957			0,65
	+1500	+10,099			0,54
	+1820	+13,820			0,55
N	-200	-3,99			0,42
	-50	-1,269			0,20
	0	0,000			0,16
	+200	+5,913			0,15
	+1300	+47,513			0,24
E	-250	-9,718			0,50
	-50	-2,787			0,10
	0	0,000			0,09
	+500	+37,005			0,12
	+1000	+76,373			0,15

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности калибраторов при имитации термоэлектрических преобразователей (термопар) находятся в допустимых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 55.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока считать положительными, если:

- воспроизводимые значения напряжения постоянного тока калибратора 4010R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 4, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в допустимых пределах;

- если воспроизводимые значения напряжения постоянного тока калибратора 4015R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 5, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в допустимых пределах.

11.2 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока считать положительными, если:

-воспроизводимые значения напряжения переменного тока калибратора 4010R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 8, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока находятся в допустимых пределах;

-воспроизводимые значения напряжения переменного тока калибраторов 4015R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3-4 таблицы 9, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока находятся в допустимых пределах.

11.3 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока с внешней опцией EA3024 (усилитель) считать положительными, если:

-измеренные значения напряжения постоянного и переменного тока при использовании калибраторов 4000R с внешней опцией EA3024 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 5 и 6 таблицы 10, то есть значения относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

11.4 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока считать положительными, если:

-воспроизводимые значения силы постоянного тока калибратора 4010R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 13, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в допустимых пределах;

-воспроизводимые значения силы постоянного тока калибратора 4015R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 14, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в допустимых пределах.

11.5 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA013 (источник пикоамперных токов) считать положительными, если:

-воспроизводимые значения силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA013 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 15, то есть значения относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

11.6 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока считать положительными, если:

-воспроизводимые значения силы переменного тока калибратора 4010R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 18, то есть значения погрешности воспроизведения силы переменного тока находятся в допустимых пределах;

-воспроизводимые значения силы переменного тока калибратора 4015R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 19, то есть значения погрешности воспроизведения силы переменного тока находятся в допустимых пределах.

11.7 Результаты поверки по определению погрешности воспроизведения силы тока с внешней опцией EA3012A (усилитель) считать положительными, если:

-значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока калибраторов 4000R с применением внешней опции EA3012A находятся в допустимых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 20;

-значения абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока калибраторов 4000R с применением внешней опции EA3012A находятся в допустимых пределах, приведенных в графе 7 таблицы 21.

11.8 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току считать положительными, если:

-воспроизводимые значения электрического сопротивления находятся в допустимых пределах, указанных в графе 4 таблиц 22-25, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току находятся в допустимых пределах;

-воспроизводимые значения электрического сопротивления калибраторов 4000R со встроенной опцией SIMRC находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 26, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току находятся в допустимых пределах.

11.9 Результаты поверки по определению погрешности воспроизведения силы постоянного тока и электрического сопротивления постоянному току с внешней опцией EA008 (модуль измерений пикоамперных токов и больших сопротивлений) считать положительными, если:

-если измеренные значения силы постоянного тока калибраторов 4000R с внешней опцией EA008 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 27, т. е. значения относительной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

-если измеренные значения силы постоянного тока и сопротивления постоянному току калибраторов 4000R с внешней опцией EA008 находятся в допустимых пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 27, т. е. значения относительной погрешности измерений находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

11.10 Результаты поверки по определению фактического значения коэффициента трансформации измерительного тока с внешней опцией EA002 (модуль для поверки токовых клещей) считать положительными, если:

-значения абсолютной погрешности определения коэффициента трансформации находятся в пределах $\pm 0,5$.

11.11 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости считать положительными, если:

-воспроизводимые значения электрической ёмкости находятся в допустимых пределах, указанных в графе 4 таблицы 29, то есть значения относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости находятся в допустимых пределах:

-рассчитанные значения электрической ёмкости калибраторов 4000R со встроенной опцией SIMRC находятся в пределах, указанных в графе 7 таблицы 30, то есть значения относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости находятся в допустимых пределах.

11.12 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения индуктивности считать положительными, если:

-воспроизводимые значения индуктивности находятся в допустимых пределах, указанных в графе 4 таблицы 31, то есть значения относительной погрешности воспроизведения индуктивности находятся в допустимых пределах $\pm 0,5\%$.

11.13 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения частоты считать положительными, если:

-воспроизводимые значения частоты калибратора 4010R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 32, то есть значения относительной погрешности воспроизведения частоты находятся в допустимых пределах $\pm 1 \cdot 10^{-4}\%$;

-воспроизводимые значения частоты калибратора 4015R находятся в допустимых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 33, то есть значения относительной погрешности воспроизведения частоты находятся в допустимых пределах

$\pm 2 \cdot 10^{-3} \%$;

-воспроизводимые значения частоты калибраторов со встроенной опцией FRQ находятся в допусковых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 35, то есть значения относительной погрешности воспроизведения частоты находятся в допусковых пределах $\pm 1 \cdot 10^{-4} \%$.

11.14 Результаты поверки по определению погрешности измерений и воспроизведения температуры с внешней опцией EA001A (опция имитация термодпар) считать положительными, если:

-значения абсолютной погрешности измерений (воспроизведения) температуры с внешней опцией EA001A находятся в допусковых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 35.

11.15 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности измерений температуры со встроенной опцией PRT (имитация платиновых термометров сопротивления) считать положительными, если:

-значения температуры находятся в допусковых пределах, указанных графам 5 и 6 таблицы 36, то есть значения относительной погрешности измерений температуры по 4-х проводной схеме подключения находятся в допусковых пределах;

-значения температуры находятся в допусковых пределах, соответствующих графам 5 и 6 таблицы 37, то есть значения абсолютной погрешности измерений температуры по 2-х проводной схеме подключения находятся в допусковых пределах.

11.16 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения скважности считать положительными, если

-значения скважности импульсов находятся в пределах, указанных в графам 4 и 5 таблицы 38, то есть значения относительной погрешности воспроизведения скважности импульсов со встроенной опцией PWM находятся в допусковых пределах.

11.17 Результаты поверки по определению метрологических характеристик калибраторов со встроенными опциями SCP350 или SCP600 (для поверки осциллографов) считать положительными, если:

-измеренные значения напряжения постоянного тока находятся в допусковых пределах, указанных в графам 4 и 5 таблицы 39, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм находятся в допусковых пределах;

-измеренные значения воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала находятся в допусковых пределах, указанных в графам 4 и 5 таблицы 40, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды прямоугольного сигнала при нагрузке 1 МОм находятся в допусковых пределах;

-измеренные значения периода следования временных маркеров находятся в допусковых пределах, указанных в графам 3 и 4 таблицы 41, то есть значения относительной погрешности установки периода следования временных маркеров находятся в допусковых пределах, соответствующих столбцам 3-4 таблицы 41;

-установленные значения частоты для калибраторов с опцией SCP350 находятся в допусковых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 42, для калибраторов с опцией SCP600 находятся в допусковых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 43, то есть значения относительной погрешности установки частоты генератора сигналов синусоидальной формы находятся в допусковых пределах.

11.18 Результаты поверки по определению относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного и переменного тока и определению абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига (встроенные опции PWRDDS, PWRSINE) считать положительными, если:

-воспроизводимые значения напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWRDDS находятся в пределах, указанных в графах 3, 4, 6 и 7 таблицы 44, то есть значения относительной погрешности воспроизведения мощности постоянного тока находятся в допусках пределах;

-воспроизводимые значения напряжения и силы постоянного тока калибраторов 4000R со встроенной опцией PWRSINE находятся в пределах, указанных в графах 3, 4, 6 и 7 таблицы 45, то есть значения относительной погрешности воспроизведения мощности переменного тока находятся в допусках пределах;

-воспроизводимые значения угла фазового сдвига находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 46, то есть значения абсолютной погрешности установки угла фазового сдвига находятся в допусках пределах.

11.19 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3023 считать положительными, если:

-измеренные значения напряжения постоянного тока калибраторов 4000R с внешней опцией EA3023 находятся в допусках пределах, указанных в графе 3 таблицы 47, то есть значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допусках пределах;

-измеренные значения силы постоянного тока калибраторов 4000R с внешней опцией EA3023 находятся в допусках пределах, указанных в графе 4 таблицы 48, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допусках пределах.

11.20 Результаты поверки по определению абсолютной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока с внешней опцией EA3025A считать положительными, если:

-измеренные значения напряжения постоянного тока находятся в допусках пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 49, то есть значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допусках пределах;

-измеренные значения силы постоянного тока находятся в допусках пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 50, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допусках пределах.

11.21 Результаты поверки по определению метрологических характеристик калибраторов с внешней опцией EA015 считать положительными, если:

-измеренные значения напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в графах 4 и 5 таблицы 51, то есть значения относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в допусках пределах;

-измеренные значения силы постоянного тока находятся в пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 52, то есть значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в допусках пределах;

-значения относительной погрешности воспроизведения сопротивления находятся в допусках пределах, приведенных в графе 6 таблицы 53;

-измеренные значения испытательного напряжения находится в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 54, то есть значения абсолютной погрешности измерений испытательного напряжения постоянного тока находятся в допускаемых пределах;

-воспроизводимые значения электрического сопротивления находятся в допускаемых пределах, указанных в графах 3 и 4 таблицы 56, то есть значения абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току находятся в допускаемых пределах;

-значения абсолютной погрешности калибраторов при имитации термоэлектрических преобразователей (термопар) находятся в допускаемых пределах, приведенных в графе 6 таблицы 55.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки калибраторов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Нанесение знака поверки на калибраторы не предусмотрено. По заявлению владельца калибратора или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом №2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Начальник НИО-6 ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И Добровольский

Начальник лаборатории 610 ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.В. Шерстобитов