

**СОГЛАСОВАНО**

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



**А.Н. Щипунов**

**2022 г.**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Измерители малых токов В2980В**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**651-22-006 МП**

2022 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители малых токов В2980В (далее - измерители), изготавливаемые компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd», Малайзия и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам: единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001, единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на измерители и на используемое при поверке оборудование.

В методике поверки реализованы методы прямых и косвенных измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняются операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерения	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да
4.1 Определение метрологических характеристик измерителей модификаций В2981В, В2983В	10.1	да	да
4.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	10.1.1	да	да
4.2 Определение метрологических характеристик измерителей модификаций В2985В, В2987В	10.2	да	да
4.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	10.2.1	да	да
4.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.2.2	да	да
4.2.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	10.2.3	да	да
4.2.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда	10.2.4	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый измеритель бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа величин или меньшего числа поддиапазонов. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта, оформленного в произвольной форме.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 28 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре, не более 80 %;

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки измерителей допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (далее - РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющий право на проведение поверки (аттестованный в качестве поверителей).

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1.1, 10.2.1	<p>Источник силы постоянного тока диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0,5 мкА до 20 мА.</p> <p>Источник напряжения постоянного тока в диапазоне от 0,01 В до 20 В.</p> <p>Измеритель силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0,5 мкА до 20 мА, с относительной погрешностью не более <math>\pm 2 \cdot 10^{-2} \%</math>;</p> <p>Измеритель напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0,01 до 20 В с относительной погрешностью не более <math>\pm 1 \cdot 10^{-2} \%</math>;</p> <p>Мера электрического сопротивления, номинальные значения 100 МОм, к.т. 0,02;</p> <p>Мера электрического сопротивления, номинальные значения 1 ГОм, к.т. 0,03;</p> <p>Мера электрического сопротивления, номинальные значения 10 ГОм, к.т. 0,05.</p>	<p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19;</p> <p>Источник питания/ источник сигналов В2961А, рег. № 79117-20;</p> <p>Набор эталонных мер сопротивления и емкости 5156DR рег. № 57171-14</p>
10.2.2	<p>Источник напряжения постоянного тока в диапазоне от 0,01 В до 20 В;</p> <p>Измеритель напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0,01 до 20 В с относительной погрешностью не более <math>\pm 1 \cdot 10^{-2} \%</math>.</p>	<p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19;</p> <p>Источник питания/ источник сигналов В2961А, рег. № 79117-20</p>
10.2.3	<p>Измеритель напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0,1 до 1000 В с относительной погрешностью не более <math>\pm 2 \cdot 10^{-2} \%</math>.</p>	<p>Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19</p>
10.2.4	<p>Источник напряжения постоянного тока в диапазоне от 1 В до 10 В. с относительной погрешностью воспроизведения напряжения постоянного тока, не более <math>\pm 2,5 \cdot 10^{-2} \%</math>;</p> <p>Мера емкости 1 нФ, к.т. 0,1;</p> <p>Мера емкости 10 нФ, к.т. 0,1.</p>	<p>Источник питания/ источник сигналов В2961А, рег. № 79117-20;</p> <p>Набор эталонных мер сопротивления и емкости 5156DR рег. № 57171-14</p>

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых измерителей с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

## **6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2009, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ измерителей, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

### **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность измерителей.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность измерителей.

### **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

#### **8.1 Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать измерители в условиях, указанных в п. 3 в течение не менее 1 часа;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

#### **8.2 Опробование измерителей провести в соответствии с РЭ.**

Результаты опробования считать положительными, если при включении измерителей после загрузки программного обеспечения на дисплее не появляется сообщение об ошибках.

### **9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Войти в меню измерителей (System).

9.2 Выбрать пункт «Info».

9.3 Выбрать пункт меню «Revision».

9.4 Считать версию программного обеспечения (ПО).

9.5 Результаты поверки считать положительным, если номер версии ПО не ниже 2.0.1608.8800.

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **10.1 Определение метрологических характеристик измерителей модификаций В2981В, В2983В**

#### **10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока**

10.1.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

10.1.1.2 Установить на источнике В2961А режим работы воспроизведение силы постоянного тока.

10.1.1.3 Перевести мультиметр 3458А в режим измерения силы постоянного тока.

10.1.1.4 В соответствии с РЭ установить режим работы измерителя малых токов «измерение силы постоянного тока».

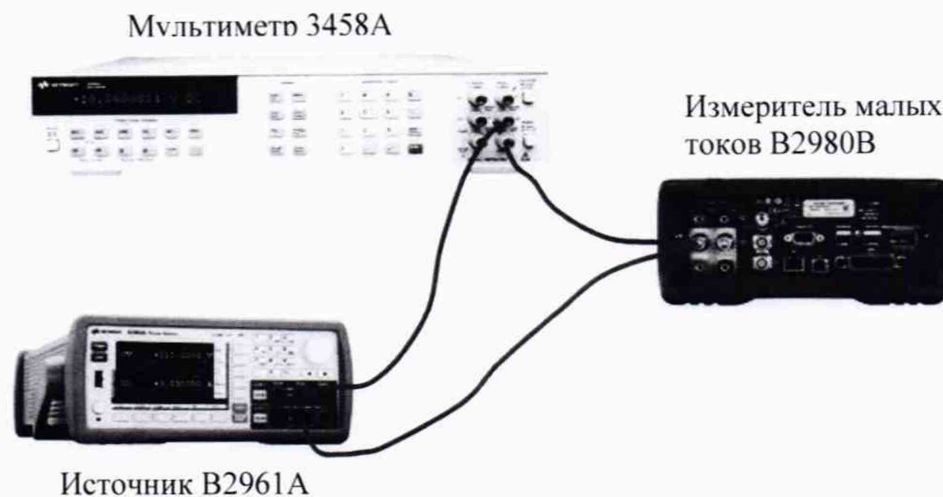


Рисунок 1

10.1.1.5 Последовательно задавая силу тока на источнике В2961А в соответствии с таблицей 3, провести измерения силы тока при помощи мультиметра 3458А и измерителя малых токов. Результаты измерений записать в протокол.

Результаты измерения занести в таблицу 3.

Таблица 3

Воспроизводимая источником сила тока	Измеренная мультиметром 3458А сила тока, А	Измеренная измерителем сила тока, А	Абсолютная погрешность измерения, мА	Допускаемая абсолютная погрешность измерения
1	2	3	4	5
+0,5 мкА				±0,55 нА
-0,5 мкА				±0,55 нА
+2,0 мкА				±2,05 нА
-2,0 мкА				±2,05 нА
+5,0 мкА				±3,0 нА
-5,0 мкА				±3,0 нА
+20 мкА				±10,5 нА
-20 мкА				±10,5 нА
+50 мкА				±30 нА
-50 мкА				±30 нА
+200 мкА				±105 нА
-200 мкА				±105 нА
+0,5 мА				±0,3 мкА
-0,5 мА				±0,3 мкА
+2 мА				±1,05 мкА
-2 мА				±1,05 мкА
+5 мА				±3 мкА
-5 мА				±3 мкА
+20 мА				±10,5 мкА
-20 мА				±10,5 мкА

10.1.1.6 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{мульт}} \quad (1)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное измерителем малых токов, А;  
 $I_{\text{мульт}}$  – значение силы постоянного тока измеренное при помощи мультиметра 3458А, А.

10.1.1.7 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

10.1.1.8 Источник В2961А подключить к мере сопротивления номинальным значением 100 ГОм.

10.1.1.9 Установить на источнике В2961А режим воспроизведения напряжения постоянного тока.

10.1.1.10 Перевести мультиметр 3458А в режим работы «измерение напряжения постоянного тока».

10.1.1.11 Выход меры сопротивления подключить к измерителю малых токов.

10.1.1.12 Перевести измеритель малых токов в режим работы «измерение силы тока».



Рисунок 2

10.1.1.13 Последовательно задавая напряжение постоянного тока на источнике В2961А, и подсоединяя меры сопротивления в соответствии с таблицей 4, провести измерения силы тока при помощи измерителя малых токов. Выходное напряжение источника В2961А контролировать при помощи мультиметра 3458А. Результаты измерений занести в протокол.

Таблица 4

Воспроизводимое источником напряжение постоянного тока	Номинальное значение меры сопротивления	Действительное значение меры сопротивления	Номинальное значение силы тока	Измеренная измерителем сила тока	Абсолютная погрешность измерения силы тока	Допустимое значение абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+0,01 В	100 ГОм		+100 фА			±4,0 фА
-0,01 В	100 ГОм		-100 фА			±4,0 фА
+0,2 В	100 ГОм		+2,0 пА			±23 фА
-0,2 В	100 ГОм		-2,0 пА			±23 фА
+0,5 В	100 ГОм		+5,0 пА			±28 фА
-0,5 В	100 ГОм		-5,0 пА			±28 фА
+2,0 В	100 ГОм		+20 пА			±103 фА
-2,0 В	100 ГОм		-20 пА			±103 фА
+0,5 В	10 ГОм		+50 пА			±0,255 пА
-0,5 В	10 ГОм		-50 пА			±0,255 пА
+2,0 В	10 ГОм		+200 пА			±1,005 пА
-2,0 В	10 ГОм		-200 пА			±1,005 пА
+0,5 В	1 ГОм		+0,5 нА			±1,03 пА
-0,5 В	1 ГОм		-0,5 нА			±1,03 пА
+2,0 В	1 ГОм		+2,0 нА			±4,03 пА
-2,0 В	1 ГОм		-2,0 нА			±4,03 пА
+0,5 В	100 МОм		+5,0 нА			±10,5 пА
-0,5 В	100 МОм		-5,0 нА			±10,5 пА
+2,0 В	100 МОм		+20 нА			±40,5 пА
-2,0 В	100 МОм		-20 нА			±40,5 пА
+5,0 В	100 МОм		+50 нА			±0,105 нА
-5,0 В	100 МОм		-50 нА			±0,105 нА
+20 В	100 МОм		+200 нА			±0,405 нА
-20 В	100 МОм		-200 нА			±0,405 нА

10.1.1.14 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока по формуле (2):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - \frac{U_{\text{кал}}}{R}, \quad (2)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы тока, измеренное измерителем малых токов, А;

$U_{\text{кал}}$  – значение напряжения установленное на калибраторе, В;

$R$  – действительное значение меры сопротивления, Ом.

10.1.1.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблицах 3 и 4.

## 10.2 Определение метрологических характеристик измерителей модификаций В2985В, В2987В

### 10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

10.2.1.1 Выполнить пункт 10.1.1 настоящей методики.

### 10.2.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянно-го тока

10.2.2.1 Подсоединить источник В2961А к потенциальному входу измерителя малых токов и к потенциальному входу мультиметра 3458А (рис.3).

10.2.2.2 Перевести источник В2961А в режим работы воспроизведение напряжение постоянного тока.

10.2.2.3 Установить на выходе источника В2961А напряжение в соответствии с таблицей 5. Выходное напряжение источника В2961А контролировать при помощи мультиметра 3458А.

10.2.2.4 Измерить напряжение постоянного тока при помощи измерителя малых токов, результаты измерений занести в протокол.

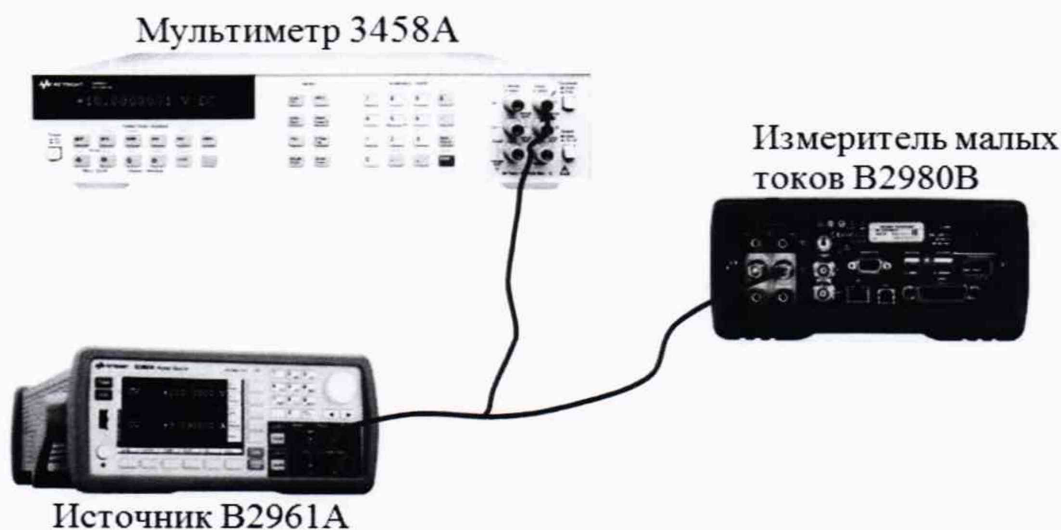


Рисунок 3

Таблица 5

Воспроизводимое калиб-ратором напряжение постоянного тока, В	Напряжение измеренное измерителем малых токов, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока	Допустимое значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока
1	2	3	4
+0,05			±52,5 мкВ
-0,05			±52,5 мкВ
+0,1			±65 мкВ
-0,1			±65 мкВ
+0,5			±165 мкВ
-0,5			±165 мкВ
+1,0			±290 мкВ
-1,0			±290 мкВ



Продолжение таблицы 5

Воспроизводимое калибратором напряжение постоянного тока, В	Напряжение измеренное измерителем малых токов, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока	Допустимое значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока
1	2	3	4
+2,0			±540 мкВ
-2,0			±540 мкВ
+5,0			±1,65 мВ
-5,0			±1,65 мВ
+10			±2,90 мВ
-10			±2,9 мВ
+20			±5,4 мВ
-20			±5,4 мВ

10.2.2.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (3):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{ист}} \quad (3)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное измерителем малых токов, В;

$U_{\text{ист}}$  – значение напряжения постоянного тока установленное на источнике, В.

10.2.2.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

### 10.2.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

10.2.3.1 Подсоединить мультиметр 3458А к клеммам выхода напряжения постоянного тока измерителя малых токов (рис. 4).

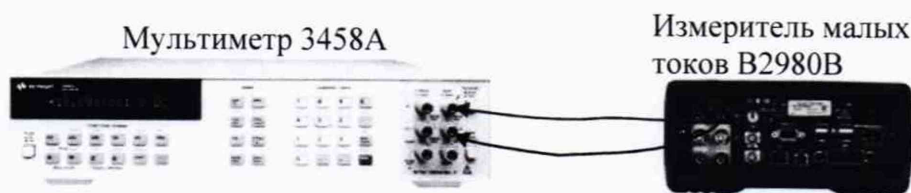


Рисунок 4

10.2.3.2 Перевести мультиметр 3458А в режим работы измерение напряжение постоянного тока.

10.2.3.3 Установить на выходе измерителя малых токов напряжение в соответствии с таблицей 6.

10.2.3.4 Измерить напряжение постоянного тока при помощи мультиметра 3458А, результаты измерений занести в протокол.

Таблица 6

Воспроизводимое измерителем малых токов напряжение постоянного тока, В	Напряжение измеренное мультиметром, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока	Допустимое значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока
1	2	3	4
+0,1			±2,05 мВ
-0,1			±2,05 мВ
+0,5			±2,25 мВ
-0,5			±2,25 мВ
+1,0			±2,5 мВ
-1,0			±2,5 мВ
+2,0			±3 мВ
-2,0			±3 мВ
+5,0			±4,5 мВ
-5,0			±4,5 мВ
+10			±7 мВ
-10			±7 мВ
+20			±12 мВ
-20			±12 мВ
+50			±0,125 В
-50			±0,125 В
+100			±0,15 В
-100			±0,15 В
+500			±0,35 В
-500			±0,35 В
+1000			±0,6 В
-1000			±0,6 В

10.2.3.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей воспроизведений напряжения постоянного тока по формуле (4):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{мульт}} , \quad (4)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, установленное на измерителе малых токов, В;

$U_{\text{мульт}}$  – значение напряжения постоянного тока измеренное мультиметром 3458А, В.

10.2.3.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

## 10.2.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда

10.2.4.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

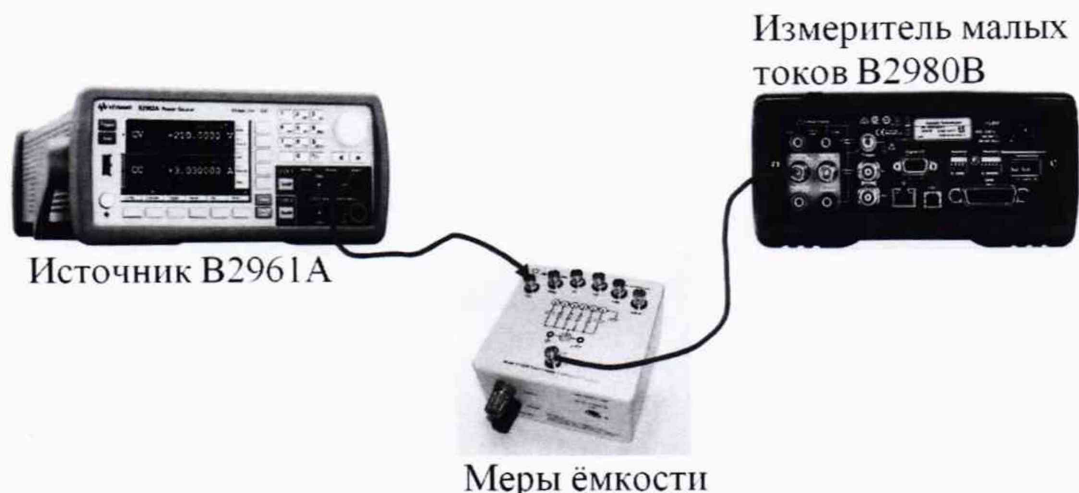


Рисунок 5

10.2.4.2 Установить источник B2961A в режим работы «воспроизведение напряжения постоянного тока».

10.2.4.3 Установить величину выходного напряжения источника в соответствии с таблицей 7 отрицательной полярности.

10.2.4.4 В соответствии с РЭ установить режим работы измерителя «измерение электрического заряда». Нажать клавишу «Null».

10.2.4.5 Установить положительную полярность выходного сигнала источника.

10.2.4.6 После установления показаний результат измерения электрического заряда измерителя малых токов занести в протокол.

Таблица 7

Номинальное значение меры ёмкости	Действительное значение меры емкости	Установленное на источнике значение напряжения	Измеренное значение эл. заряда, Ф	Абсолютная погрешность измерения электрического заряда	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического заряда
1	3	2	4	5	6
1 нФ		1 В			±8,05 пКл
1 нФ		10 В			±80,5 пКл
100 нФ		1 В			±805 пКл
100 нФ		10 В			±8,05 нКл

10.2.4.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического заряда по формуле (5).

$$\Delta = Q_{\text{изм}} - C_{\text{меры}} \cdot 2U, \quad (5)$$

где  $Q_{\text{изм}}$  - значение электрического заряда измеренное при помощи измерителя малых токов, Ф;

$C_{\text{меры}}$  - действительное значение меры емкости, Ф;

$U$  - величина напряжения установленная на источнике.

10.2.4.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений электрического заряда находятся в пределах, указанных в таблице 7.

## **11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока.

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока должны быть в пределах, приведенных в таблицах 3, 4.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока должны быть в пределах, приведенных в таблице 5.

11.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока.

Рассчитанные значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока должны быть в пределах, приведенных в таблице 6.

11.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда

Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений электрического заряда должны быть в пределах, приведенных в таблице 7.

## **12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

12.1 Результаты поверки измерителей малых токов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца измерителей или лица, представившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт измерителя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-6  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 620  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.В. Нечаев