

СОГЛАСОВАНО

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



_____ А.Н. Щипунов

_____ 02 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Источники-измерители прецизионные В2900В

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-22-002 МП

2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на источники-измерители прецизионные В2900В (далее – источники-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 источники-измерители и на используемое при поверке оборудование.

В методике поверки реализованы методы прямых и косвенных измерений.

1.4 Интервал между поверками – 2 года.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняют 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 абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока	10.1	да	да
4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерений силы постоянного тока	10.2	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый источники-измерители 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 источников-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	Измеритель напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0,1 до 200 В, с относительной погрешностью измерений $5 \cdot 10^{-3} \%$	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19;
10.2	Измеритель силы постоянного тока в диапазоне измерений от 0,1 мА до 1А, с относительной погрешностью $1 \cdot 10^{-2} \%$; Мера электрического сопротивления, номинальные значения 1 МОм, к.т. 0,005; Мера электрического сопротивления, номинальным значением 1 кОм, к.т. 0,002; Мера электрического сопротивления, номинальным значением 0,01 Ом, к.т. 0,01; Измеритель напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от 0,01 до 10 В, с относительной погрешностью измерений $1 \cdot 10^{-2} \%$.	Мультиметр 3458А, рег. № 77012-19; Мера электрического сопротивления Р4013, номинальные значения 1 МОм, к.т. 0,005, рег. № 5084-75; Мера электрического сопротивления МС3050Т, номинальным значением 1 кОм, к.т. 0,002, рег. № 42649-09; Катушка электрического сопротивления Р310, номинальным значением 0,01 Ом, к.т. 0,01, рег. № 1162-58.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых источников-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 источников-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 источников-измерителей.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать источники-измерители в условиях, указанных в п. 6 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 источников-измерителей провести в соответствии с РЭ.

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Войти в меню источников-измерителей (System Key).

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 идентификационное наименование и номер версии ПО соответствует значениям приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	B2900B Series Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 1.0.1339.6715
Цифровой идентификатор ПО	–

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений напряжений постоянного тока

10.1.1 Подсоединить источник-измеритель к мультиметру 3458A и перевести его в режим измерений напряжения постоянного тока.

10.1.2 В соответствии с РЭ установить режим источника-измерителя воспроизведения напряжения постоянного тока.

10.1.3 Последовательно задавая напряжения на источнике в соответствии с таблицей 4, провести измерения воспроизводимых источником-измерителем напряжений с помощью мультиметра и с помощью источника-измерителя. Записать в протокол измеренные мультиметром и измеренные источником-измерителем значения напряжения.

Результаты измерения занести в таблицу 4.

При проведении измерений значений напряжений выше 20 В необходимо использовать «Цепь блокировки» (Interlock Circuit) в соответствии с РЭ

Таблица 4

Воспроизводимое источником напряжение, В	Измеренное мультиметром напряжение, В	Погрешность воспроизведения напряжения, мВ	Допустимая погрешность воспроизведения напряжения, мВ	Показания напряжения на источнике, В	Погрешность измерения напряжения, мВ	Допустимая погрешность измерения напряжения, мВ
1	2	3	4	5	6	7
+0,1			±0,24			±0,24
-0,1			±0,24			±0,24
+0,2			±0,255			±0,255
-0,2			±0,255			±0,255
+1,0			±0,55			±0,55
-1,0			±0,55			±0,55
+2,0			±0,75			±0,75
-2,0			±0,75			±0,75
+10			±6,5			±6,5
-10			±6,5			±6,5
+20			±8			±8
-20			±8			±8
+100*			±65			±65
-100*			±65			±65
+200*			±80			±80
-200*			±80			±80

* - для моделей В2901В/В2902В/В2911В/В2912В

10.1.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta = U_{\text{ист}} - U_{\text{измМ}} \quad (1)$$

где $U_{\text{ист}}$ – значение напряжения постоянного тока, воспроизводимое источником-измерителем, В;

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

10.1.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерения напряжения постоянного тока по формуле (2):

$$\Delta = U_{\text{измИ}} - U_{\text{измМ}} \quad (2)$$

где $U_{\text{измИ}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником-измерителем, В;

$U_{\text{измМ}}$ – значение напряжения постоянного тока измеренное мультиметром, В;

10.1.6 Для источников-измерителей В2902, В2912 повторить измерения для канала 2.

10.1.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

10.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерения силы постоянного тока

10.2.1 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерений силы постоянного тока в диапазоне от 0,1 мА до 1 А проводят методом прямых измерений с помощью мультиметра, подключив к токовым клеммам.

10.2.2 В соответствии с РЭ установить режим источника-измерителя воспроизведения силы постоянного тока.

10.2.3 Последовательно задавая силу тока источника-измерителя в соответствии с таблицей 5, провести измерения силы тока с помощью мультиметра и с помощью источника-измерителя.

Таблица 5

Воспроизводимая источником сила тока	Измеренное мультиметром сила тока	Погрешность воспроизведения силы тока	Допустимая погрешность воспроизведения силы постоянного тока	Измеренное источником значение силы тока	Погрешность измерения силы тока	Допустимая погрешность измерения силы тока, мкА
1	2	3	4	5	6	7
+0,1 мА			±45 нА			±45 нА
-0,1 мА			±45 нА			±45 нА
+0,5 мА			±300 нА			±300 нА
-0,5 мА			±300 нА			±300 нА
+1 мА			±400 нА			±400 нА
-1 мА			±400 нА			±400 нА
+5 мА			±3,5 мкА			±3,5 мкА
-5 мА			±3,5 мкА			±3,5 мкА
+10 мА			±4,5 мкА			±4,5 мкА
-10 мА			±4,5 мкА			±4,5 мкА
+50 мА			±30 мкА			±30 мкА
-50 мА			±30 мкА			±30 мкА
+100 мА			±40 мкА			±40 мкА
-100 мА			±40 мкА			±40 мкА
+500 мА			±1,65 мА			±1,65 мА
-500 мА			±1,65 мА			±1,65 мА
+1 А			±1,8 мА			±1,8 мА
-1 А			±1,8 мА			±1,8 мА

10.2.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0,1 мА до 1 А по формуле (3):

$$\Delta = I_{\text{ист}} - I_{\text{мульт}} \quad (3)$$

где $I_{\text{ист}}$ – значение силы тока, воспроизводимое источником-измерителем, А;
 $I_{\text{мульт}}$ – значение силы тока измеренное мультиметром, А.

10.2.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерения постоянного тока в диапазоне от 0,1 мА до 1 А по формуле (4):

$$\Delta = I_{\text{изми}} - I_{\text{мульт}} \quad (4)$$

где $I_{\text{изми}}$ – значение силы тока, измеренное источником-измерителем, А;
 $I_{\text{мульт}}$ – значение силы тока измеренное мультиметром, А.

10.2.6 Определение погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерения напряжения постоянного тока в диапазоне от 10 нА мА до 0,1 мА и от 1 до 3 А проводят методом косвенных измерений, путем измерения падения напряжения на мерах сопротивления.

10.2.7 В соответствии с РЭ установить режим источника-измерителя воспроизведения силы постоянного тока.

10.2.8 Последовательно задавая силу тока источника-измерителя и подсоединяя меры сопротивления в соответствии с таблицей 6, провести измерение падения напряжения на мере сопротивления с помощью мультиметра и измерение силы тока с помощью источника-измерителя. Записать в протокол результаты измерений.

Результаты измерения занести в таблицу 6.

Таблица 6

Воспроизводимая источником сила тока	Ном. значение меры сопротивления	Измеренное мультиметром напряжение, В	Погрешность воспроизведения силы тока	Допустимая погрешность воспроизведения силы постоянного тока, мкА	Измеренное значение силы тока, мА	Погрешность измерения силы тока	Допустимая погрешность измерения силы тока, мкА
1	2	3	4	5	6	7	8
+10 нА*	1 МОм			±0,06 нА			±0,06 нА
-10 нА*	1 МОм			±0,06 нА			±0,06 нА
+50 нА**	1 МОм			±0,13 нА			±0,13 нА
-50 нА**	1 МОм			±0,13 нА			±0,13 нА
+100 нА**	1 МОм			±0,16 нА			±0,16 нА
-100 нА**	1 МОм			±0,16 нА			±0,16 нА
+500 нА	1 МОм			±0,625 нА			±0,625 нА
-500 нА	1 МОм			±0,625 нА			±0,625 нА
+1 мкА	1 МОм			±0,75 нА			±0,75 нА
-1 мкА	1 МОм			±0,75 нА			±0,75 нА
+5 мкА	1 МОм			±2,75 нА			±2,75 нА
-5 мкА	1 МОм			±2,75 нА			±2,75 нА
+10 мкА	1 МОм			±4 нА			±4 нА
-10 мкА	1 МОм			±4 нА			±4 нА
+50 мкА	1 кОм			±35 нА			±35 нА
-50 мкА	1 кОм			±35 нА			±35 нА
+1,5 А	0,01 Ом			±4,25 мА			±4,25 мА
-1,5 А	0,01 Ом			±4,25 мА			±4,25 мА
+3 А***	0,01 Ом			±19 мА			±19 мА
-3 А***	0,01 Ом			±19 мА			±19 мА

* - для моделей В2911В/В2912В/ В2911ВЛ/В2912ВЛ
** - для всех моделей кроме В2901/02ВЛ
*** - для моделей В2901В/В2902В/В2911В/В2912В

10.2.9 Рассчитать значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 10 нА мА до 0,1 мА и от 1 до 3 А по формуле (5):

$$\Delta = I_{\text{ист}} - \frac{U_{\text{мульт}}}{R}, \quad (5)$$

где $I_{\text{ист}}$ – значение силы тока, воспроизводимое источником-измерителем, А;

$U_{\text{мульт}}$ – значение напряжения измеренное мультиметром, В;

R – значение сопротивления меры, Ом.

10.2.10 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерения постоянного тока в диапазоне от 10 нА мА до 0,1 мА и от 1 до 3 А по формуле (6):

$$\Delta = I_{\text{изми}} - \frac{U_{\text{мульт}}}{R}, \quad (6)$$

где $I_{\text{изми}}$ – значение силы тока, измеренное источником-измерителем, А;

$U_{\text{мульт}}$ – значение напряжения измеренное мультиметром, В;

R – значение сопротивления меры, Ом.

10.2.11 Для источников-измерителей В2902, В2912 повторить измерения для канала 2.

10.2.12 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей воспроизведения силы постоянного тока и измерений напряжений находятся в пределах, приведенных в таблицах 5 и 6.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока и измерений напряжения постоянного тока

Рассчитанные значения абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока должны быть в пределах, приведенных в таблице 4.

11.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерений силы постоянного тока

Рассчитанные значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока и измерений силы постоянного тока должны быть в пределах, приведенных в таблицах 5 и 6.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки источников-измерителей подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца источников-измерителей или лица, представившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт источника-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