УТВЕРЖДАЮ
Первый заместитель генерального директора –
заместитель по научной работе

_____А.Н. Щипунов

М.П. «10» 07 2017 г.

ИНСТРУКЦИЯ

ИЗМЕРИТЕЛИ МАЛЫХ ТОКОВ
В2981А, В2983А, В2985А, В2987А

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП-610-003-2017

2017

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на измерители малых токов B2981A, B2983A, B2985A, B2987A (далее – измерители), предусматривает методы первичной и периодической поверок и порядок оформления результатов поверки.

Интервал между поверками 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	7.3		
3.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	7.3.1	Да	Да
3.2 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.3.3	Да	Да
3.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.3.4	Да	Да
3.5 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда	7.3.5	Да	Да
4 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.4	Да	Да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

3.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение метрологических характеристик с требуемой точностью.

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

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного и вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.1, 7.3.2	Калибратор постоянного тока (рабочий эталон 2 разряда) НК4-1 (диапазон воспроизводимых токов от 10^{-17} до 1 А, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения ±(0,08-25) %; диапазон воспроизводимых сопротивлений от 10^{3} до 10^{19} Ом, пределы допускаемой относительной погрешности ±(0,05-30) %)
7.3.3, 7.3.5	Калибратор многофункциональный 3041R (диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(30 \cdot 10^{-6}) \cdot U_{уст}$)

7.3.4	Мультиметр 3458А (диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой погрешности $\pm(0{,}5\text{-}2{,}5)\cdot10^{-6}\cdot U_{изм}$)
7.3.5	Мера ёмкости образцовая Р597/7 (номинальное значение электрической ёмкости 1 нФ, класс точности 0,02)
7.3.5	Мера ёмкости образцовая Р597/15 (номинальное значение электрической ёмкости 100 нФ, класс точности 0,03)

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- питание от сети переменного тока
  напряжение, В от 198 до 242;
  частота, Гц 50±1.

5.2 К поверке допускаются лица, аттестованные на право поверки средств измерений электрических величин, изучившие техническую и эксплуатационную документацию и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность;
- проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого измерителя следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверка приостанавливается, поверяемый измеритель бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Опробование

Проверить работоспособность дисплея и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на дисплее при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании измеритель бракуется и направляется в ремонт.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока проводить методом прямых измерений с помощью калибратора постоянного тока (рабочего эталона 2-го разряда) НК4-1.

Измерения проводить в следующем порядке:

1) подключить к входу измерителя калибратор постоянного тока (рабочий эталон 2-го разряда) НК4-1;
2) перевести калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока;
3) установить на выходе калибратора силу постоянного тока 10 фА ($10 \cdot 10^{-15}$ А);
4) запустить процесс измерения;
5) снять показания поверяемого измерителя;
6) определение погрешности измерений силы постоянного тока проводить на отметках, указанных в графе 2 таблицы 3.

Таблица 3 – Режим измерений силы постоянного тока

Верхнее значение предела измерений	Поверяемая отметка	Результаты измерений	Абсолютная погрешность измерений, ±	Пределы допускаемой погрешности, ±	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
2 пА	10 фА			3,1 фА	
	1,5 пА			18 фА	
	2 пА			23 фА	
20 пА	1 пА			8 фА	
	10 пА			53 фА	
	20 пА			103 фА	
200 пА	10 пА			55 фА	
	100 пА			505 фА	
	200 пА			1,005 пА	
2 нА	100 пА			0,5 пА	
	1,5 нА			3,3 пА	
	2 нА			4,3 пА	
20 нА	1 нА			2,5 пА	
	10 нА			20,5 пА	
	20 нА			40,5 пА	
200 нА	10 нА			25 пА	
	100 нА			205 пА	
	200 нА			405 пА	
2 мкА	100 нА			0,15 нА	
	1,5 мкА			1,55 нА	
	2 мкА			2,05 нА	
20 мкА	1 мкА			1 нА	
	10 мкА			5,5 нА	
	20 мкА			10,5 нА	
200 мкА	10 мкА			10 нА	
	100 мкА			55 нА	
	200 мкА			105 нА	

2 мА	100 мкА			100 нА	
	1,5 мА			800 нА	
	2 мА			1,05 мкА	
20 мА	1 мА			1 мкА	
	10 мА			5,5 мкА	
	20 мА			10,5 мкА	

Рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (1):

$$\Delta = I_{изм} - I_{уст}, \quad (1)$$

где $I_{изм}$ – результат измерений, А;

$I_{уст}$ – установленное на калибраторе значение силы тока, А.

Результаты измерений и вычислений записать в таблицу 3.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений силы постоянного тока от 10 фА до 20 мА измеренные значения находятся в допускаемых пределах. В противном случае измеритель бракуется.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления

Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления проводить для измерителей мод. В2985А и мод. В2987А.

Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления проводить методом прямых измерений с помощью калибратора постоянного тока (рабочего эталона 2-го разряда) НК4-1.

Измерения проводить в следующем порядке:

1) подключить к входу измерителя калибратор;
2) перевести калибратор в режим воспроизведения сопротивления постоянному току;
3) установить на выходе калибратора сопротивление 1 кОм;
4) запустить процесс измерения;
5) снять показания поверяемого измерителя;
6) провести измерения по п.п. 1 – 5 для остальных отметок из графы 1 таблицы 5;

Таблица 5 – Режим измерений электрического сопротивления

Поверяемые точки	Значение напряжения встроенного источника, В	Результаты измерений	Абсолютная погрешность измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	6
1 кОм	20			2,35 Ом	
10 кОм	20			14,5 Ом	
100 кОм	20			136 Ом	
1 МОм	20			1,351 кОм	
10 МОм	20			13,51 кОм	
100 МОм	20			185,1 кОм	
1 ГОм	20			2,851 МОм	
10 ГОм	20			28,51 ГОм	
100 ГОм	20			410,1 МОм	
1 ТОм	200			4,501 ГОм	
10 ТОм	200			62,51 ГОм	
100 ТОм	200			750,1 ГОм	
1 ПОм	200			26,001 ТОм	

Рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (2):

$$\Delta = R_{изм} - R_{уст}, \quad (2)$$

где $R_{изм}$ – результат измерений, Ом;

$R_{уст}$ – установленное на калибраторе значение электрического сопротивления, Ом.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений электрического сопротивления от 10 Ом до 10 ПОм измеренные значения находятся в допускаемых пределах. В противном случае измеритель бракуется

7.3.3 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить для измерителей мод. В2985А и мод. В2987А.

Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить методом прямых измерений с помощью калибратора многофункционального 3041R.

Измерений проводить в следующем порядке:

1) подключить к входу измерителя калибратор;
2) перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения постоянного тока;
3) установить на выходе калибратора напряжение постоянного тока 100 мкВ;
4) запустить процесс измерения;
5) снять показания поверяемого измерителя;
6) определени абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока проводить в точках, указанных в графе 2 таблицы 7.

Таблица 7 – Режим измерений напряжения постоянного тока

Верхнее значение предела измерений	Поверяемая отметка	Результаты измерений	Абсолютная погрешность измерений	Пределы допускаемой погрешности, ±	Заключение о соответствии
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
2 В	100 мкВ			40,025 мкВ	
	2 мВ			40,5 мкВ	
	20 мВ			45 мкВ	
	200 мВ			90 мкВ	
	1 В			290 мкВ	
	2 В			540 мкВ	
20 В	1 В			650 мкВ	
	-1 В			650 мкВ	
	2 В			900 мкВ	
	-2 В			900 мкВ	
	3 В			1,15 мВ	
	-3 В			1,15 мВ	
	4 В			1,4 мВ	
	-4 В			1,4 мВ	
	5 В			1,65 мВ	
	-5 В			1,65 мВ	
	6 В			1,9 мВ	
	-6 В			1,9 мВ	
	7 В			2,15 мВ	
	-7 В			2,15 мВ	
	8 В			2,4 мВ	
	-8 В			2,4 мВ	
	9 В			2,65 мВ	
	-9 В			2,65 мВ	
	10 В			2,9 мВ	
	-10 В			2,9 мВ	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
	15 В			4,15 мВ	
	20 В			5,4 мВ	

Рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (3):

$$\Delta = U_{изм} - U_{уст}, \quad (3)$$

где $U_{изм}$ – результат измерений, В;

$U_{уст}$ – установленное значение напряжения постоянного тока, В.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений напряжения постоянного тока от 100 мкВ до 20 В измеренные значения находятся в допускаемых пределах. В противном случае измеритель бракуется

7.3.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводить для измерителей мод. В2985А, мод. В2987А.

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводить методом прямых измерений с помощью мультиметра 3458А.

Измерений проводить в следующем порядке:

1) подключить к входу измерителя мультиметр;
2) перевести мультиметр в режим измерений напряжения постоянного тока;
3) установить на поверяемом измерителе напряжение постоянного тока 100 мВ;
4) запустить процесс измерения;
5) снять показания на мультиметре 3458А;
6) определени абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводить в точках, указанных в графе 2 таблицы 9.

Таблица 9 – Режим воспроизведения напряжения постоянного тока

Верхнее значение предела измерений, В	Воспроиз-водимые значения напряжения постоянного тока	Показание мультиметра, В	Абсолютная погрешность воспроизведения, мВ	Пределы допускаемой погрешности, ±, мВ	Заключение о соответствии
1	2	3	4	5	67
20	0			2	
	100 мВ			2,05	
	1 В			2,5	
	10 В			7	
	20 В			12	
	-100 мВ			2,05	
	-1 В			2,5	
	-10 В			7	
	-20 В			12	
1000	100 В			150	
	200 В			200	
	400 В			300	
	600 В			400	
	800 В			500	
	1000 В			600	
	-100 В			150	
	-200 В			200	
	-400 В			300	
	-600 В			400	

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	67
	-800 В			500	
	-1000 В			600	

Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения по формуле (4):

$$\Delta = U_{пок} - U_{воспр}, \quad (4)$$

где $U_{пок}$ – показание мультиметра, В;

$U_{воспр}$ – воспроизводимое значение напряжения постоянного тока, В.

Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне воспроизведения напряжения постоянного тока от 100 мВ до 1000 В воспроизводимые значения находятся в допускаемых пределах. В противном случае измеритель бракуется

7.3.5 Определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда

Определить абсолютную погрешность измерений электрического заряда только для измерителей мод. В2985А, мод. В2987А.

Поверку провести с помощью мер ёмкости образцовых и калибратора многофункционального 3041R, соединив их по схеме рисунка 1.

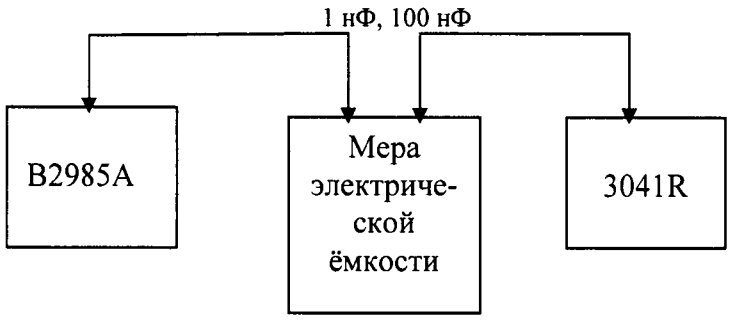


Рисунок 1 – Схема соединения приборов при определение абсолютной погрешности измерений электрического заряда

Соединить меру электрической ёмкости 1 нФ с поверяемым измерителем и калибратором.

Провести измерения в следующей последовательности:

1) установить на калибраторе режим DC и напряжение 0 В;
2) установить на измерителе режим измерения электрического заряда. Нажать клавишу «NULL»;
3) установить на калибраторе напряжение 2 В. После установления показаний записать измеренное значение электрического заряда в таблицу 11;
4) становить на калибраторе напряжение 20 В. После установления показаний записать измеренное значение электрического заряда в таблицу 11.

Присоединить меру электрической ёмкости 100 нФ по схеме рисунка 1.

Провести операции пп. 1-5.

Таблица 11 – Режим измерений электрического заряда

Верхнее значение предела измерений	Номинальное значение меры ёмкости	Установленное на калибраторе значение напряжения	Результаты измерений	Абсолютная погрешность измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±	Заключение о соответствии
2 нКл	0,99995 нФ	2 В			8,05 пКл	
20 нКл	0,99995 нФ	20 В			80,5 пКл	
200 нКл	100,004 нФ	2 В			805 пКл	
2 мкКл	100,004 нФ	20 В			8,05 нКл	

Определить абсолютную погрешность измерений по формуле (5):

$$\Delta = C_{изм} - C_{под}, \quad (5)$$

где $C_{изм}$ – результат измерений, Кл,

$C_{под}$ – заданное значение электрического заряда, Кл.

Результаты испытаний положительные, если в диапазоне измерений электрического заряда от $100 \cdot 10^{-15}$ до $2 \cdot 10^{-6}$ Кл значения абсолютной погрешности находятся в допускаемых пределах.

7.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Номер версии встроенного программного обеспечения (ПО) высвечивается на жидкокристаллическом табло индикации (ЖК-табло) при включении. Для проверки соответствия сравнивается номер версии, высвечиваемый на ЖК-табло, с номером версии, указанной в таблице 11.

Таблица 12 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	B2980A Series Firmware Update
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.0.1608.8800
Цифровой идентификатор ПО	-

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные совпадают с данными таблицы 12. В противном случае измеритель бракуется.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке установленного образца в установленном порядке.

8.2 При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности с указанием причины непригодности.

8.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

Начальник лаборатории 610 ФГУП «ВНИИФТРИ» С.В. Шерстобитов