




**Закрытое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
тел./факс (495)926-71-70 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

**Генеральный директор
ЗАО «АКТИ-Мастер»**

 **В.В. Федулов**

« 22 » апреля 2018 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Мультиметры

Keithley 2000, Keithley 2001, Keithley 2002, Keithley 2010

**Методика поверки
КІ2000/МП-2019**

**Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**



Д.Р. Васильев

**г. Москва
2019**

Настоящая методика поверки распространяется на мультиметры Keithley 2000, Keithley 2001, Keithley 2002, Keithley 2010 (далее – приборы), изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование (функциональное тестирование и идентификация программного обеспечения)	7.2	да	да
Определение погрешности измерения частоты	7.3	да	да
Определение погрешности измерения силы постоянного тока	7.4	да	да
Определение погрешности измерения силы переменного тока	7.5	да	да
Определение погрешности измерения переменного напряжения	7.6	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения	7.7	да	да
Определение погрешности измерения сопротивления	7.8	да	да

1.2 По письменному запросу пользователя указанные в таблице 1 операции поверки допускается проводить для меньшего числа измеряемых величин и на меньшем числе диапазонов измерений. При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны измеренные величины и диапазоны.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип средства поверки
7.3	Генератор сигналов произвольной формы Tektronix AFG3021C; номер реестра 53102-13
7.3 – 7.7	Калибратор многофункциональный Fluke 5730A; номер реестра 60407-15
7.8	Катушка электрического сопротивления P4030-M1 к.т. 0,01; номер реестра 2825-88 (для моделей Keithley 2001, Keithley 2002)

2.2 Для выполнения операций поверки могут быть использованы средства поверки, аналогичные указанным в таблице 2 и обеспечивающие соответствующие метрологические характеристики.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, прошедшие обучение по программе «Поверка/калибровка средств измерений» со специализацией «Измерения электрических величин», и имеющие практический опыт в области электрических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения мультиметра и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью сетевых кабелей, предназначенных для данного оборудования;
- заземление оборудования должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;
- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам оборудования или отсоединение от них, когда на вход прибора подается сигнал;
- запрещается работать с прибором при обнаружении его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха в помещении (23 ± 2) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса прибора;
- комплектность прибора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации прибора, его следует направить в сервисный центр для проведения ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 До начала операций поверки выдержать прибор и средства поверки во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева прибора в соответствии с таблицей 6.2.

Таблица 6.2 – Время прогрева прибора до выполнения операций поверки

Номер операции по таблице 1	Модель мультиметра			
	Keithley 2000	Keithley 2001	Keithley 2002	Keithley 2010
7.3 – 7.6	1 час	1 час	1 час	2 часа
7.7 – 7.8	1 час	1 час	4 часа	2 часа

6.2.4 На калибраторе Fluke 5730A перед началом операций поверки следует выполнить процедуру установки нуля.

6.2.5 Произвести начальную (заводскую установку) поверяемого прибора.

Для моделей 2000, 2010:

SHIFT, SETUP: FACT, ENTER

Для моделей 2001, 2002:

MENU; SAVESETUP, ENTER, RESET, ENTER, BENCH, ENTER, ENTER

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

Полученные в процессе выполнения операций результаты измерений должны укладываться в пределы допускаемых значений, указанных в таблицах раздела 7 настоящей методики. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для регулировки и/или ремонта.

Для модели Keithley 2002 допускается использовать пределы допускаемых значений (допускаемой погрешности), которые включают в себя допускаемую погрешность калибратора Fluke 5730A.

7.2 Опробование (функциональное тестирование и идентификация программного обеспечения)

7.2.1 Нажатием клавиш на лицевой панели прибора убедиться в том, что режимы работы и настройки соответствуют указанным в руководстве по эксплуатации.

Записать в таблицу 7.2 результаты проверки.

7.2.2 Выключить прибор и сразу снова включить его. В процессе загрузки на дисплее должен отобразиться номер версии программного обеспечения.

Записать в таблицу 7.2 результат проверки идентификации версии программного обеспечения.

Таблица 7.2 – Опробование и функциональное тестирование

Операция	Результат проверки	Критерий проверки	
Проверка установки режимов и функций		Правильность установки режимов и функций	
Идентификация номера версии ПО		Keithley 2000/2002/2010	Keithley 2001
		не ниже A02 или B02	не ниже B17

7.3 Определение погрешности измерения частоты

7.3.1 Клавишей INPUTS на приборе выбрать положение FRONT.

Соединить с помощью коаксиального кабеля BNC клеммы "INPUT HI, INPUT LO" поверяемого прибора с выходом генератора.

7.3.2 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Сделать установку режима измерения частоты на поверяемом приборе:

Для моделей 2000, 2010 нажать клавишу **FREQ**.

Для моделей 2001, 2002 выполнить настройки:

**CONFIG, FREQ: MAX-SIGNAL-LEVEL, ENTER, VOLTAGE, ENTER, IV, ENTER, EXIT
FREQ**

7.3.3 Установить на генераторе амплитуду напряжения синусоидального сигнала 0.5 V p-p на нагрузку HI-Z.

7.3.4 Устанавливать на генераторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.1. Записывать показания поверяемого прибора в столбец 2 таблицы.

Таблица 7.1.1 – Погрешность измерения частоты моделей 2000, 2010

Установленное значение	Показание поверяемого прибора	Пределы допускаемых значений
1	2	3
3 Hz		2.9997 ... 3.0003
10 Hz		9.999 ... 10.001
100 Hz		99.99 ... 100.01
1 kHz		.9999 ... 1.0001
10 kHz		9.999 ... 10.001
100 kHz		99.99 ... 100.01
500 kHz		499.95 ... 500.05

Таблица 7.1.2 – Погрешность измерения частоты моделей 2001, 2002

Установленное значение	Показание поверяемого прибора	Пределы допускаемых значений
1	2	3
1 Hz		0.9997 ... 1.0003
10 Hz		9.997 ... 10.003
100 Hz		99.97 ... 100.03
1 kHz		0.9997 ... 1.0003
10 kHz		9.997 ... 10.003
100 kHz		99.97 ... 100.03
1 MHz		0.9997 ... 1.0003
10 MHz		9.997 ... 10.003
15 MHz		14.996 ... 15.004

7.3.5 Отсоединить кабель и проходную нагрузку от поверяемого прибора и генератора.

7.4 Определение погрешности измерения силы постоянного тока

7.4.1 Установить калибратор Fluke 5730A в положение "STANDBY", выбрать режим воспроизведения силы постоянного тока, значение 0 μ A.

7.4.2 Соединить гнезда "INPUT AMPS", "INPUT LO" на передней панели прибора соответственно с гнездами "OUTPUT HI", "OUTPUT LO" калибратора.

7.4.3 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Клавишей INPUTS выбрать положение FRONT.

Выбрать режим "DCI" и выполнить установки:

Для моделей 2000, 2010

RATE: SLOW

FILTER: 010 RDGS, ENTER, MOVING AV, ENTER

Для моделей 2001, 2002

CONFIG, DCI, SPEED, HIACCURACY, ENTER,

FILTER, ENTER, AVERAGING, 10, ENTER, EXIT

7.4.4 Перевести калибратор в режим "OPERATE".

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе и значения силы тока на калибраторе, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.

Записывать показания поверяемого прибора в столбец 4 таблицы.

Таблица 7.4.1 – Погрешность измерения силы постоянного тока моделей 2000, 2010

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
10 mA	+10 mA	+09.9942		+10.0058
	-10 mA	-10.0058		-9.9942
100 mA	-100 mA	-100.130		-99.870
	+100 mA	+99.870		+100.130
1 A	+1 A	+0.99912		+1.00088
	-1 A	-1.00088		-0.99912
3 A	-2.2 A	-2.20276		-2.19724
	+2.2 A	+2.19724		+2.20276

Таблица 7.4.2 – Погрешность измерения силы постоянного тока модели 2001

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200 μ A	+200 μ A	+199.895		+200.105
	-200 μ A	-200.105		-199.895
2 mA	-2 mA	-1.99916		-2.00084
	+2 mA	+2.00084		+1.99916
20 mA	+20 mA	+20.0084		+19.9916
	-20 mA	-19.9916		-20.0084
200 mA	-200 mA	-200.104		-199.896
	+200 mA	+199.896		+200.104
2 A	+2 A	+1.99816		+2.00184
	-2 A	-2.00184		-1.99816

Таблица 7.4.3 – Погрешность измерения силы постоянного тока модели 2002

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200 μ A	+200 μ A	+199.925		+200.075
	-200 μ A	-200.075		-199.925
2 mA	-2 mA	-1.99926		-2.00074
	+2 mA	+2.00074		+1.99926
20 mA	+20 mA	+20.0074		+19.9926
	-20 mA	-19.9926		-20.0074
200 mA	-200 mA	-200.079		-199.921
	+200 mA	+199.921		+200.079
2 A	+2 A	+1.99846		+2.00154
	-2 A	-2.00154		-1.99846

7.4.5 Перевести калибратор в положение “STANDBY”.

7.5 Определение погрешности измерения силы переменного тока

Схема соединения оборудования по пункту 7.4.2.

7.5.1 Установить калибратор Fluke 5730A в положение “STANDBY”, выбрать режим воспроизведения силы переменного тока.

7.5.2 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Выбрать на приборе режим “AC”.

7.5.3 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе, значения частоты и силы тока (rms) на калибраторе, как указано соответственно в столбцах 1, 2 и 3 таблицы 7.3.

Записывать показания поверяемого прибора в столбец 5 таблицы.

7.5.4 Перевести калибратор в положение “STANDBY”.

Отсоединить кабели от оборудования.

Таблица 7.5.1 – Погрешность измерения силы переменного тока (rms) моделей 2000, 2010

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	частота	сила тока (rms)			
1	2	3	4	5	6
1 A	20 Hz	1 A	0.99860		1.00140
	3 kHz	1 A	0.99860		1.00140
	5 kHz	1 A	0.99820		1.00180
3 A	20 Hz	2.2 A	2.19490		2.20510
	3 kHz	2.2 A	2.19490		2.20510
	5 kHz	2.2 A	2.19424		2.20576

Таблица 7.5.2 – Погрешность измерения силы переменного тока (rms) моделей 2001, 2002

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	частота	сила тока (rms)			
1	2	3	4	5	6
200 μ A	20 Hz	200 μ A	199.270		200.730
	190 Hz	200 μ A	199.570		200.430
	990 Hz	200 μ A	199.170		200.830
	9.9 kHz	200 μ A	198.970		201.030
2 mA	20 Hz	2 mA	1.99370		2.00630
	190 Hz	2 mA	1.99670		2.00330
	990 Hz	2 mA	1.99730		2.00270
	9.9 kHz	2 mA	1.99730		2.00270
20 mA	20 Hz	20 mA	19.9370		20.0630
	190 Hz	20 mA	19.9670		20.0330
	990 Hz	20 mA	19.9730		20.0270
	9.9 kHz	20 mA	19.9730		20.0270
200 mA	20 Hz	200 mA	199.370		200.630
	190 Hz	200 mA	199.670		200.330
	990 Hz	200 mA	199.730		200.270
	9.9 kHz	200 mA	199.670		200.330
2 A	20 Hz	2 A	1.99260		2.00740
	190 Hz	2 A	1.99560		2.00440
	990 Hz	2 A	1.99360		2.00640
	9.9 kHz	2 A	1.99060		2.00940

7.6 Определение погрешности измерения переменного напряжения

7.6.1 Установить калибратор Fluke 5730A в положение “STANDBY”, выбрать режим воспроизведения переменного напряжения.

7.6.2 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Клавишей INPUTS выбрать положение FRONT.

Выбрать на приборе режим “ACV”.

Для моделей 2000, 2010 выполнить установку:

RATE: SLOW

Для моделей 2001, 2002 установить режим “LOW FREQUENCY MODE”:

CONFIG, ACV, AC-TYPE, ENTER, LOW-FREQ-RMS, ENTER, EXIT

7.6.3 Соединить гнезда “INPUT HI”, “INPUT LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора.

Для соединений следует использовать измерительный экранированный кабель.

7.6.4 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе, значения частоты и напряжения (rms) на калибраторе, как указано соответственно в столбцах 1, 2 и 3 таблицы 7.6.

Записывать показания поверяемого прибора в столбец 5 таблицы.

7.6.5 Для моделей 2001, 2002 выполнить операцию в режиме “NORMAL MODE”, для чего сделать начальную установку, как описано в пункте 6.2.5, и выполнить действия по пункту 7.6.4.

7.6.6 Перевести калибратор в положение “STANDBY”.
Отсоединить кабели от оборудования.

Таблица 7.6.1 – Погрешность измерения переменного напряжения (rms) моделей 2000, 2010

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	частота	напряжение (rms)			
1	2	3	4	5	6
100 mV	20 Hz	100 mV	99.910		100.090
	19 kHz	100 mV	99.910		100.090
	49 kHz	100 mV	99.830		100.170
	99 kHz	100 mV	99.320		100.680
	299 kHz	100 mV	95.500		104.500
1 V	20 Hz	1 V	0.99910		1.00090
	19 kHz	1 V	0.99910		1.00090
	49 kHz	1 V	0.99830		1.00170
	99 kHz	1 V	0.99320		1.00680
	299 kHz	1 V	0.95500		1.04500
10 V	20 Hz	10 V	9.9910		10.0090
	19 kHz	10 V	9.9910		10.0090
	49 kHz	10 V	9.9830		10.0170
	99 kHz	10 V	9.9320		10.0680
	299 kHz	10 V	9.5500		10.4500
100 V	20 Hz	100 V	99.910		100.090
	19 kHz	100 V	99.910		100.090
	49 kHz	100 V	99.830		100.170
	99 kHz	100 V	99.320		100.680
	299 kHz	100 V	95.500		104.500
750 V	20 Hz	700 V	699.355		700.645
	1 kHz	700 V	699.355		700.645

Таблица 7.6.2 – Погрешность измерения переменного напряжения (rms) модели 2001

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	частота	напряжение (rms)			
1	2	3	4	5	6
LOW FREQUENCY MODE					
200 mV	20 Hz	200 mV	199.850		200.150
	1.9 kHz	200 mV	199.870		200.130
2 V	20 Hz	2 V	1.99850		2.00150
	1.9 kHz	2 V	1.99870		2.00130
20 V	20 Hz	20 V	19.9830		20.0170
	1.9 kHz	20 V	19.9850		20.0150
200 V	20 Hz	200 V	199.822		200.178
	1.9 kHz	200 V	199.842		200.158
750 V	20 Hz	700 V	698.724		701.276
	1 kHz	700 V	698.724		701.276
NORMAL MODE					
200 mV	30 Hz	200 mV	199.470		200.530
	99 Hz	200 mV	199.810		200.190
	9.9 kHz	200 mV	199.870		200.130
	29 kHz	200 mV	199.870		200.130
	49 kHz	200 mV	199.850		200.150
	99 kHz	200 mV	199.370		200.630
	199 kHz	200 mV	198.450		201.550
	999 kHz	200 mV	195.800		204.200
2 V	30 Hz	2 V	1.99470		2.00530
	99 Hz	2 V	1.99810		2.00190
	9.9 kHz	2 V	1.99870		2.00130
	29 kHz	2 V	1.99870		2.00130
	49 kHz	2 V	1.99850		2.00150
	99 kHz	2 V	1.99370		2.00630
	199 kHz	2 V	1.98450		2.01550
	999 kHz	2 V	1.95800		2.04200
20 V	30 Hz	20 V	19.9470		20.0530
	99 Hz	20 V	19.9810		20.0190
	9.9 kHz	20 V	19.9800		20.0200
	29 kHz	20 V	19.9730		20.0270
	49 kHz	20 V	19.9710		20.0290
	99 kHz	20 V	19.9370		20.0630
	199 kHz	20 V	19.8450		20.1550
	999 kHz	20 V	19.1600		20.8400
200 V	30 Hz	200 V	199.462		200.538
	99 Hz	200 V	199.802		200.198
	9.9 kHz	200 V	199.792		200.208
	29 kHz	200 V	199.722		200.278
	49 kHz	200 V	199.702		200.298
	99 kHz	200 V	199.362		200.638
750 V	30 Hz	700 V	697.654		702.346
	1 kHz	700 V	698.844		701.156

Таблица 7.6.3 – Погрешность измерения переменного напряжения (rms) модели 2002

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	частота	напряжение (rms)			
1	2	3	4	5	6
LOW FREQUENCY MODE					
200 mV	20 Hz	200 mV	199.850		200.150
	1.9 kHz	200 mV	199.900		200.100
2 V	20 Hz	2 V	1.99890		2.00110
	1.9 kHz	2 V	1.99920		2.00080
20 V	20 Hz	20 V	19.9850		20.0150
	1.9 kHz	20 V	19.9910		20.0090
200 V	20 Hz	200 V	199.862		200.138
	1.9 kHz	200 V	199.902		200.098
750 V	20 Hz	700 V	698.914		701.086
	1 kHz	700 V	698.914		701.086
NORMAL MODE					
200 mV	30 Hz	200 mV	199.470		200.530
	99 Hz	200 mV	199.830		200.170
	9.9 kHz	200 mV	199.920		200.080
	29 kHz	200 mV	199.910		200.090
	49 kHz	200 mV	199.860		200.140
	99 kHz	200 mV	199.370		200.630
	199 kHz	200 mV	198.450		201.550
	999 kHz	200 mV	195.800		204.200
2 V	30 Hz	2 V	1.99470		2.00530
	99 Hz	2 V	1.99830		2.00170
	9.9 kHz	2 V	1.99920		2.00080
	29 kHz	2 V	1.99910		2.00090
	49 kHz	2 V	1.99860		2.00140
	99 kHz	2 V	1.99370		2.00630
	199 kHz	2 V	1.98450		2.01550
	999 kHz	2 V	1.95800		2.04200
20 V	30 Hz	20 V	19.9470		20.0530
	99 Hz	20 V	19.9830		20.0170
	9.9 kHz	20 V	19.9890		20.0110
	29 kHz	20 V	19.9870		20.0130
	49 kHz	20 V	19.9830		20.0170
	99 kHz	20 V	19.9370		20.0630
	199 kHz	20 V	19.8450		20.1550
	999 kHz	20 V	19.1600		20.8400
200 V	30 Hz	200 V	199.462		200.538
	99 Hz	200 V	199.822		200.178
	9.9 kHz	200 V	199.882		200.118
	29 kHz	200 V	199.862		200.138
	49 kHz	200 V	199.822		200.178
	99 kHz	200 V	199.362		200.638
750 V	30 Hz	700 V	698.004		701.996
	1 kHz	700 V	699.194		700.806

7.7 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

7.7.1 Установить калибратор Fluke 5730A в положение “STANDBY”, режим воспроизведения постоянного напряжения, значение 0 mV.

7.7.2 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.
Клавишей INPUTS выбрать положение FRONT.
Выбрать на приборе режим “DCV”.

Для моделей 2000, 2010 выполнить установки:

RATE: SLOW

FILTER: 010 RDGS, ENTER, MOVING AV, ENTER

Для моделей 2001, 2002 выполнить установки:

CONFIG, DCV, SPEED, HIACCURACY, ENTER,

FILTER, ENTER, AVERAGING, 10, ENTER, EXIT

7.7.3 Соединить гнезда “INPUT HI”, “INPUT LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора.

Для соединения следует использовать экранированный измерительный кабель с минимизированной термоэдс.

7.7.4 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

7.7.5 Вести на приборе функцию REL. Убедиться в том, что отсчет на дисплее прибора не превышает (0 ± 0.001) mV.

7.7.6 Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе и значения напряжения на калибраторе, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.7.

Записывать показания прибора в столбец 4 таблицы.

ПРИМЕЧАНИЕ: в диапазонах 200 mV, 2 V и 20 V соотношение допускаемых погрешностей калибратора Fluke 5730A и мультиметра Keithley 2002 менее 1:4, в таблице 7.7.3а приведены пределы допускаемых значений для модели Keithley 2002 с учетом допускаемой погрешности калибратора Fluke 5730A.

7.7.7 Перевести калибратор в положение “STANDBY”.

Отсоединить кабель от оборудования.

Таблица 7.7.1 – Погрешность измерения постоянного напряжения модели 2000

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
100 mV	+100 mV	+99.9915		+100.0085
	-100 mV	-100.0085		-99.9915
1 V	-1 V	-1.000037		-0.999963
	+1 V	+0.999963		+1.000037
10 V	+10 V	+9.99965		+10.00035
	-10 V	-10.00035		-9.99965
100 V	-100 V	-100.0051		-99.9949
	+100 V	+99.9949		+100.0051
1000 V	+1000 V	+999.939		+1000.061
	-1000 V	-1000.061		-999.939

Таблица 7.7.2 – Погрешность измерения постоянного напряжения модели 2001

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200 mV	+200 mV	+199.9914		+200.0086
	-200 mV	-200.0086		-199.9914
2 V	-2 V	-2.000054		-1.999946
	+2 V	+1.999946		+2.000054
20 V	+20 V	-20.00056		-19.99944
	-20 V	+19.99944		+20.00056
200 V	-200 V	-200.0082		-199.9918
	+200 V	+199.9918		+200.0082
1000 V	+1000 V	+999.953		+1000.047
	-1000 V	-1000.047		-999.953

Таблица 7.7.3 – Погрешность измерения постоянного напряжения модели 2002

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200 mV	+200 mV	+199.99376		+200.00624
	-200 mV	-200.00624		-199.99376
2 V	-2 V	-2.0000282		-1.9999718
	+2 V	+1.9999718		+2.0000282
20 V	+20 V	-20.000255		-19.999745
	-20 V	+19.999745		+20.000255
200 V	-200 V	-200.00532		-199.99468
	+200 V	+199.99468		+200.00532
1000 V	+1000 V	+999.9550		+1000.0450
	-1000 V	-1000.0450		-999.9550

Таблица 7.7.3а – Погрешность измерения постоянного напряжения модели 2002 с учетом допускаемой погрешности калибратора Fluke 5730A

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
200 mV	+200 mV	+199.99186		+200.00814
	-200 mV	-200.00814		-199.99186
2 V	-2 V	-2.0000389		-1.9999611
	+2 V	+1.9999611		+2.0000389
20 V	+20 V	-20.000329		-19.999671
	-20 V	+19.999671		+20.000329
200 V	-200 V	-200.00636		-199.99364
	+200 V	+199.99364		+200.00636
1000 V	+1000 V	+999.9481		+1000.0519
	-1000 V	-1000.0519		-999.9481

Таблица 7.7.4 – Погрешность измерения постоянного напряжения модели 2010

Предел диапазона (Range)	Установленное на калибраторе значение	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
100 mV	+100 mV	+99.9954		+100.0046
	-100 mV	-100.0046		-99.9954
1 V	-1 V	-1.000027		-0.999973
	+1 V	+0.999973		+1.000027
10 V	+10 V	+9.99972		+10.00028
	-10 V	-10.00028		-9.99972
100 V	-100 V	-100.0047		-99.9953
	+100 V	+99.9953		+100.0047
1000 V	+1000 V	-1000.057		-999.943
	-1000 V	+999.943		+1000.057

7.8 Определение погрешности измерения сопротивления

Выполнение операции для моделей 2000, 2010

7.8.1 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Выбрать на приборе режим “Ω4”, клавишей INPUTS выбрать положение FRONT.

7.8.2 Установить калибратор Fluke 5730A в положение “STANDBY”, режим воспроизведения сопротивления по 4-х проводной схеме (“External Sense ON”).

7.8.3 Выполнить соединение поверяемого прибора с калибратором по 4-х проводной схеме, используя экранированные кабели.

Соединить гнезда “INPUT HI”, “INPUT LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора.

Соединить гнезда “SENSE HI”, “SENSE LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “SENSE HI”, “SENSE LO” калибратора.

7.8.4 Сделать установки на поверяемом приборе:

RATE: SLOW; FILTER: 010 RDGS, ENTER, MOVING AV, ENTER

7.8.5 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе до 10 МΩ включительно и номинальные значения сопротивления на калибраторе, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8.

Записывать отображаемые на калибраторе действительные значения сопротивления в столбец 3, и показания поверяемого прибора в столбец 4 таблицы 7.8.

7.8.6 Перевести калибратор в положение “STANDBY”, режим воспроизведения сопротивления по 2-х проводной схеме (“External Sense OFF”).

7.8.7 Отсоединить кабель от гнезд “SENSE HI”, “SENSE LO” калибратора и гнезд “SENSE HI”, “SENSE LO” на приборе.

Оставить соединение гнезд “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора с гнездами “INPUT HI”, “INPUT LO” на приборе (2-х проводная схема).

7.8.8 Выбрать на поверяемом приборе режим “Ω2” и сделать установки:

CONFIG, Ω2, SPEED, HIACCURACY, ENTER, FILTER, ENTER, AVERAGING, 10, ENTER,

7.8.9 Установить на приборе диапазон 100 МΩ и номинальное значение сопротивления на калибраторе 100 МΩ.

Перевести калибратор в режим "OPERATE".

Записать отображаемое на калибраторе действительное значение сопротивления в столбец 3, и показание поверяемого прибора в столбец 4 таблицы 7.8.

7.8.10 Перевести калибратор в положение "STANDBY".

7.8.11 Для всех измеренных значений сопротивления вычислить значения абсолютной погрешности Δ_R по формуле

$$\Delta_R = (R_M - R_C),$$

где R_M – показание поверяемого прибора, R_C – действительное значение сопротивления калибратора.

Записать полученные значения погрешности в столбец 5 таблицы 7.8.

Таблица 7.8.1 – Погрешность измерения сопротивления модели 2000

Предел диапазона (Range)	Сопротивление калибратора		Измеренное прибором значение R_M	Абсолютная погрешность $\Delta_R = (R_M - R_C)$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
	номинал	действительное значение R_C			
1	2	3	4	5	6
4-х проводная схема					
100 Ω	100 Ω				±0.0140
1 kΩ	1 kΩ				±0.000110
10 kΩ	10 kΩ				±0.00110
100 kΩ	100 kΩ				±0.0110
1 MΩ	1 MΩ				±0.000110
10 MΩ	10 MΩ				±0.00410
2-х проводная схема					
100 MΩ	100 MΩ				±0.1530

Таблица 7.8.2 – Погрешность измерения сопротивления модели 2010

Предел диапазона (Range)	Сопротивление калибратора		Измеренное прибором значение R_M	Абсолютная погрешность $\Delta_R = (R_M - R_C)$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
	номинал	действительное значение R_C			
1	2	3	4	5	6
4-х проводная схема					
10 Ω	10 Ω				±0.00085
100 Ω	100 Ω				±0.0092
1 kΩ	1 kΩ				±0.000097
10 kΩ	10 kΩ				±0.00052
100 kΩ	100 kΩ				±0.0074
1 MΩ	1 MΩ				±0.000089
10 MΩ	10 MΩ				±0.00429
2-х проводная схема					
100 MΩ	100 MΩ				±0.1504

Выполнение операции для моделей 2001, 2002

7.8.1 Выполнить начальную установку прибора по пункту 6.2.5.

Выбрать на приборе режим “Ω4”, клавишей INPUTS выбрать положение FRONT.

7.8.2 Установить калибратор Fluke 5730A в положение “STANDBY”, режим воспроизведения сопротивления по 4-х проводной схеме (“External Sense ON”).

7.8.3 Выполнить соединение поверяемого прибора с калибратором по 4-х проводной схеме, используя экранированные кабели.

Соединить гнезда “INPUT HI”, “INPUT LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора.

Соединить гнезда “SENSE HI”, “SENSE LO” на передней панели прибора соответственно с гнездами “SENSE HI”, “SENSE LO” калибратора.

7.8.4 Сделать установки на поверяемом приборе:

**CONFIG, Ω4, SPEED, HIACCURACY, ENTER,
FILTER, ENTER, AVERAGING, 10, ENTER,
OFFSETCOPM, ENTER, ON, ENTER, EXIT**

7.8.5 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе и номинальные значения сопротивления на калибраторе, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8 для 4-х проводной схемы.

Записывать отображаемые на калибраторе действительные значения сопротивления в столбец 3, и показания поверяемого прибора в столбец 4 таблицы 7.8.

На диапазоне 200 кΩ отключить функцию компенсации смещения:

CONFIG, Ω4, OFFSETCOPM, ENTER, OFF, ENTER, EXIT

7.8.6 Перевести калибратор в положение “STANDBY”, режим воспроизведения сопротивления по 2-х проводной схеме (“External Sense OFF”).

7.8.7 Отсоединить кабель от гнезд “SENSE HI”, “SENSE LO” калибратора и гнезд “SENSE HI”, “SENSE LO” на приборе.

Оставить соединение гнезд “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора с гнездами “INPUT HI”, “INPUT LO” на приборе (2-х проводная схема).

7.8.8 Выбрать на поверяемом приборе режим “Ω2” и сделать установки:

**CONFIG, Ω2, SPEED, HIACCURACY, ENTER,
FILTER, ENTER, AVERAGING, 10, ENTER**

7.8.9 Перевести калибратор в режим “OPERATE”.

Устанавливать диапазоны на поверяемом приборе и номинальные значения сопротивления на калибраторе, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.8 для 2-х проводной схемы.

Записывать отображаемые на калибраторе действительные значения сопротивления в столбец 3, и показания поверяемого прибора в столбец 4 таблицы 7.8.

7.8.10 Перевести калибратор в положение “STANDBY”.

7.8.11 Для всех измеренных значений сопротивления вычислить значения абсолютной погрешности Δ_R по формуле

$$\Delta_R = (R_M - R_C),$$

где R_M – показание поверяемого прибора, R_C – действительное значение калибратора.

Записать полученные значения погрешности в столбец 5 таблицы 7.8.

ПРИМЕЧАНИЕ: в диапазонах от 20 Ω до 20 кΩ соотношение допускаемых погрешностей калибратора Fluke 5730A и мультиметра Keithley 2002 менее 1:4, в таблице 7.8.2а приведены пределы допускаемых значений для модели Keithley 2002 с учетом допускаемой погрешности калибратора Fluke 5730A.

Таблица 7.8.1 – Погрешность измерения сопротивления модели 2001 в диапазонах до 200 МΩ

Предел диапазона (Range)	Сопротивление калибратора		Измеренное прибором значение R_M	Абсолютная погрешность $\Delta_R = (R_M - R_C)$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
	номинал	действительное значение R_C			
1	2	3	4	5	6
4-х проводная схема					
20 Ω	19 Ω				±0.00151
200 Ω	190 Ω				±0.0120
2 kΩ	1.9 kΩ				±0.000103
20 kΩ	19 kΩ				±0.00103
200 kΩ	190 kΩ				±0.0180
2-х проводная схема					
2 MΩ	1.9 MΩ				±0.000313
20 MΩ	19 MΩ				±0.01719
200 MΩ	100 MΩ				±2.020

Таблица 7.8.2 – Погрешность измерения сопротивления модели 2002 в диапазонах до 200 МΩ

Предел диапазона (Range)	Сопротивление калибратора		Измеренное прибором значение R_M	Абсолютная погрешность $\Delta_R = (R_M - R_C)$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
	номинал	действительное значение R_C			
1	2	3	4	5	6
4-х проводная схема					
20 Ω	19 Ω				±0.001004
200 Ω	190 Ω				±0.00549
2 kΩ	1.9 kΩ				±0.0000350
20 kΩ	19 kΩ				±0.000327
200 kΩ	190 kΩ				±0.00822
2 MΩ	2 MΩ				±0.000153
2-х проводная схема					
20 MΩ	19 MΩ				±0.00505
200 MΩ	100 MΩ				±0.0571

Таблица 7.8.2а – Погрешность измерения сопротивления модели 2002 в диапазонах до 200 МΩ с учетом допускаемой погрешности калибратора Fluke 5730A

Предел диапазона (Range)	Сопротивление калибратора		Измеренное прибором значение R_M	Абсолютная погрешность $\Delta_R = (R_M - R_C)$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
	номинал	действительное значение R_C			
1	2	3	4	5	6
4-х проводная схема					
20 Ω	19 Ω				±0.00144
200 Ω	190 Ω				±0.00739
2 kΩ	1.9 kΩ				±0.0000474
20 kΩ	19 kΩ				±0.000451
200 kΩ	190 kΩ				±0.00983
2 MΩ	2 MΩ				±0.000187
2-х проводная схема					
20 MΩ	19 MΩ				±0.00594
200 MΩ	100 MΩ				±0.0671

7.8.12 Отсоединить кабель от гнезд “OUTPUT HI”, “OUTPUT LO” калибратора.

7.8.13 Используя экранированные кабели, соединить клеммы “INPUT HI”, “INPUT LO” на приборе с входными контактами катушки сопротивления P4030-M1.

Соединить экранированный контакт катушки сопротивления с клеммой “INPUT LO” прибора.

7.8.14 Установить на поверяемом приборе диапазон 1 GΩ.

Записать отсчет в столбец 4 таблицы 7.8А.

Таблица 7.8.А1 – Погрешность измерения сопротивления 1 GΩ модели 2001

Предел диапазона (Range)	Значение меры сопротивления	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1 GΩ	1 GΩ	9.9599		1.0401

Таблица 7.8.А2 – Погрешность измерения сопротивления 1 GΩ модели 2002

Предел диапазона (Range)	Значение меры сопротивления	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1 GΩ	1 GΩ	9.99792		1.00208

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки разрешается привести качественные результаты измерений о соответствии допускаемым значениям без указания измеренных числовых значений величин.

8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.