

Утверждаю

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

30-го сентября 2016 г.

Калибратор-измеритель напряжения и силы тока

Keithley 2612

Методика поверки

МП 209-11-2016

Москва

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на калибратор-измеритель напряжения и силы тока Keithley 2612 (далее – прибор), и устанавливает методы и средства его поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1. Операции поверки

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	6.1	да	да
2	Подготовка к поверке	6.2	да	да
3	Опробование	7.2	да	да
4	Определение погрешности воспроизведения и измерения напряжения	7.3	да	да
5	Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока на пределах от 100 нА до 1 А	7.4	да	да
6	Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока на пределе 1.5 А	7.5	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

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

Таблица 2. Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	измеритель постоянного напряжения	7.3 7.5	относительная погрешность измерения напряжения от 200 мВ до 200 В не более $\pm 0,006$ %	мультиметр Agilent 3458A относительная погрешность измерения напряжения от 100 мВ до 200 В не более $\pm 0,0015$ %
2	измеритель силы постоянного тока	7.4	относительная погрешность измерения силы тока 100 нА не более $\pm 0,05$ %; 1 мкА не более $\pm 0,02$ %; 10; 100 мкА; 1; 10; 100 мА не более $\pm 0,01$ % 1 А не более $\pm 0,05$ %	мультиметр Agilent 3458A относительная погрешность измерения силы тока 100 нА не более $\pm 0,044$ % 1 мкА не более $\pm 0,0065$ % 10; 100 мкА; 1; 10 мА не более $\pm 0,0035$ % 100 мА не более $\pm 0,0045$ % 1 А не более $\pm 0,012$ %
3	мера сопротивления 0.01 Ом	7.5	относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,05$ %; рабочее напряжение до 200 В	катушка электрического сопротивления Р310 0.01 Ом класс точности 0,01 или 0,02; максимальная сила тока 10 А

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, 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 прибора и поверочного оборудования необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение оборудования к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля, предназначенного для данного оборудования;
- заземление оборудования должно производиться посредством заземляющего контакта сетевого кабеля;
- запрещается производить подсоединение кабелей к контактам оборудования или отсоединение от них, когда выход прибора находится в положении "ON";
- запрещается работать с прибором при обнаружении его явного повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха (23 ± 5) °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 разъёмов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, чёткость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

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

6.2 Подготовка к поверке

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

6.2.2 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора используемые средства поверки и поверяемый прибор должны быть подключены к сети (220 ± 10) В; ($50 \pm 0,5$) Гц и выдержаны во включённом состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева 120 min.

6.2.3 После прогрева перед началом выполнения операций поверки нужно подготовить к работе мультиметр, для чего выполнить следующие действия:

- 1) отсоединить все кабели от входов мультиметра.
- 2) Нажать клавиши [ACAL], [ENTER], и дождаться завершения процедуры автокалибровки;
- 3) Нажать клавиши [SHIFT], [NDIG] [6], [ENTER], [NPLC] [100], [ENTER]
- 4) Нажать клавишу [Terminals] для выполнения измерений с задней панели мультиметра.

6.2.4 Перед началом выполнения операций поверки необходимо произвести начальную установку поверяемого прибора, для чего выполнить следующие действия:

- 1) Отсоединить все кабели от входов поверяемого прибора

2) Нажать клавишу [MENU], выбрать SETUP, [ENTER]; RECALL, [ENTER]; INTERNAL, [ENTER]; FACTORY, [ENTER]; выйти из меню нажатием клавиши [EXIT].

6.2.5 Занести в протокол поверки значения температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

7.1.1 В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах документа. При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование

7.2.1 Выключить прибор и повторно включить его.

В течение примерно 30 с должна осуществиться процедура автоматического тестирования, по завершении которой прибор будет готов к работе.

После завершения процедуры автоматического тестирования не должны появиться сообщения об ошибках.

7.2.2 Проверить идентификацию серийного номера прибора и версии установленного на нём программного обеспечения, для чего:

1) Нажать клавишу [MENU], выбрать SYSTEM INFO, [ENTER], SERIAL#, [ENTER].

На дисплее должен отобразиться серийный номер прибора.

2) Нажать клавишу [EXIT], выбрать FIRMWARE, [ENTER].

На дисплее должен отобразиться номер версии программного обеспечения FIRMWARE VERSION.

3) Выйти из меню нажатием клавиши [EXIT].

Записать результаты опробования в таблицу 3.

Таблица 3. Опробование

результат проверки	критерий проверки
	отсутствие сообщений об ошибках при автоматическом тестировании после включения
	правильно отображается серийный номер прибора
	отображается идентификационный номер версии программного обеспечения 3.0.0 и выше

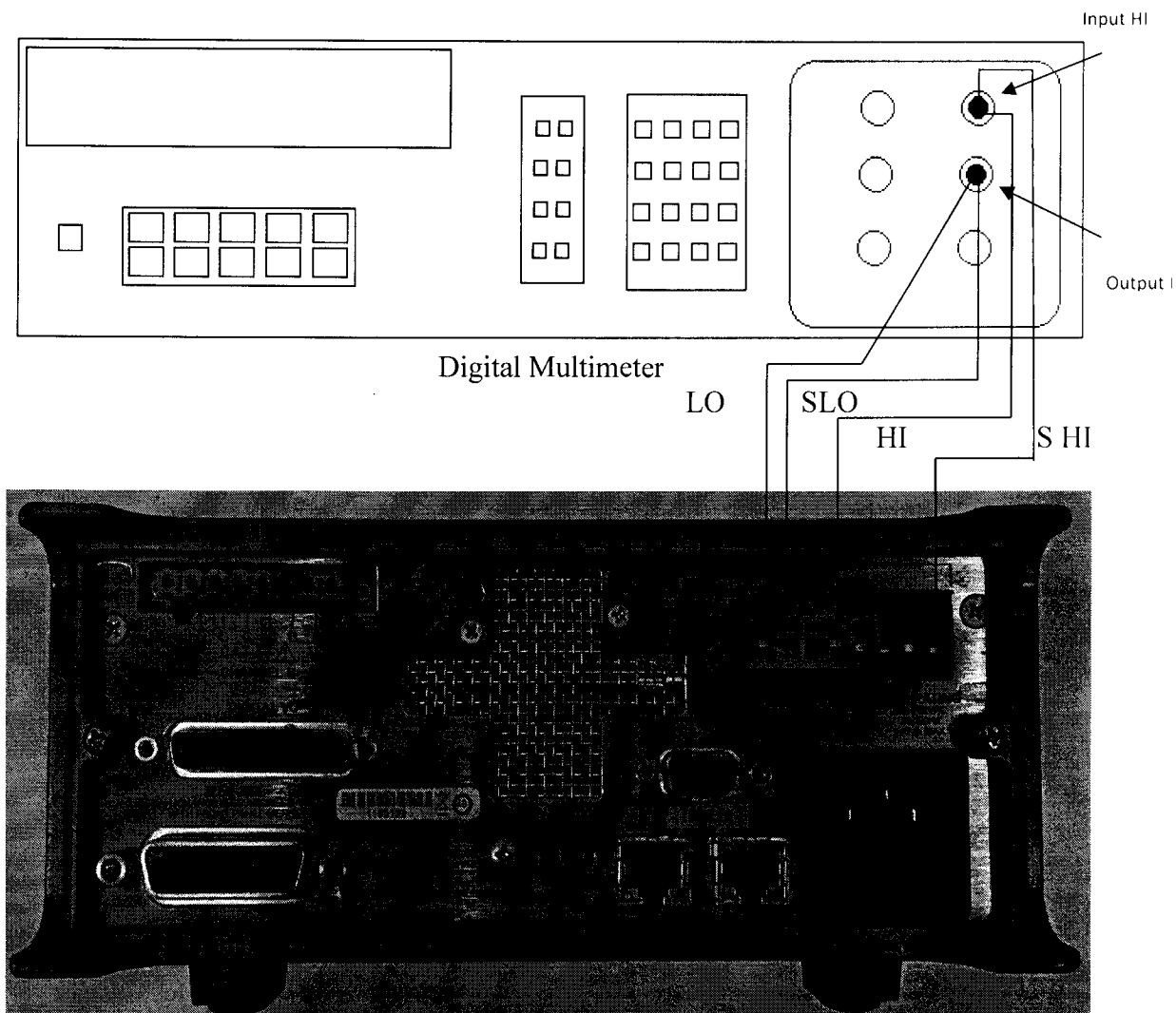
7.3 Определение погрешности воспроизведения и измерения напряжения

7.3.1 Временно отключить питание прибора и мультиметра для выполнения соединений.

7.3.2 Выполнить соединения прибора с мультиметром (клеммы на задней панели мультиметра) по 4-х проводной схеме.

При этом необходимо использовать переходную колодку 2600-KIT из комплекта прибора, и кабели, как показано на рисунке 1.

Рисунок 1. Схема измерения напряжения.



7.3.3 Включить питание прибора и мультиметра. Установить мультиметр в режим DCV.

7.3.4 Сделать установки на приборе (“CHANNEL A”)

[CONFIG], [SRC], V-SOURCE, [ENTER], SENCE-MODE, [ENTER], 4-WIRE, [ENTER]
[CONFIG], [MEAS], V-MEAS, [ENTER], SENCE-MODE, [ENTER], 4-WIRE, [ENTER]
[SPEED], HIGH-ACCURACY, [ENTER]
[DISPLAY], [SOURCE] (для выбора отображения установки на данном канале)
[DISPLAY], [MEAS] (для выбора отображения измерения на данном канале)
[DIGITS] (для выбора максимального разрешения)

7.3.5 Активировать выход прибора (“CHANNEL A”) клавишей “OUTPUT ON/OFF”. При этом должен загореться зелёный индикатор выхода.

7.3.6 При помощи клавиш [▲], [▼], [▶], [◀] и/или многофункционального колеса (используя функции нажатия и вращения), устанавливать на приборе диапазоны и значения напряжения U_s , указанные в столбце 1 таблицы 4.

Записывать показания мультиметра в столбец 3, и отсчёты на дисплее прибора в столбец 5 таблицы 4.

7.3.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения ΔU_{US} и абсолютной погрешности измерения напряжения ΔU_{UM} по формулам:

$$\Delta U_{US} = [U_0 - U_s]; \Delta U_{UM} = [U_M - U_0],$$

где U_s – установленное на приборе значение, U_0 – показание мультиметра, U_M – отсчёт на дисплее прибора.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 4.

Таблица 4. Погрешность воспроизведения и измерения напряжения модели 2612

установленное на приборе значение U_s	измеренное мультиметром значение U_0	абсолютная погрешность воспроизвед. ($U_s - U_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизвед.	измеренное прибором значение U_M	абсолютная погрешность измерения ($U_M - U_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+200 mV			±000.415			±000.255
-200 mV						
+2 V			±0.00100			±0.00075
- 2 V						
+20 V			±00.0090			±00.0080
-20 V						
+200 V			±000.090			±000.080
-200 V						

7.3.8 Отключить выход прибора (“CHANNEL A”) нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”. При этом должен загореться зеленый индикатор выхода.

7.3.9 Выполнить процедуру по пунктам 7.3.1 – 7.3.8 на канале “CHANNEL B”.

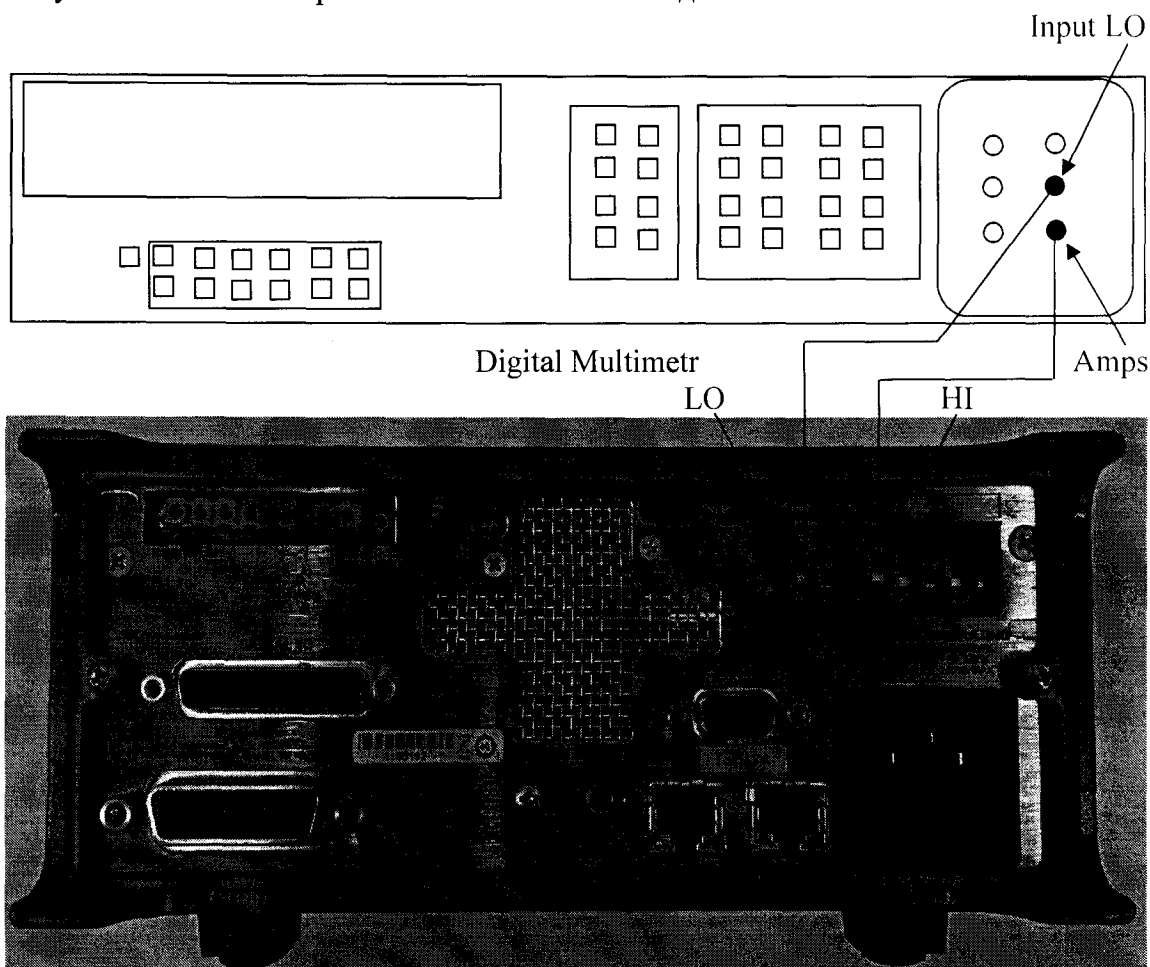
7.4 Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока на пределах от 100nA до 1A

7.4.1 Временно отключить питание прибора и мультиметра для выполнения соединений.

7.4.2 Выполнить соединения прибора с мультиметром (клеммы на задней панели мультиметра).

При этом необходимо использовать переходную колодку 2600 – KIT из комплекта прибора, и кабели, как показано на рисунке 2.

Рисунок 2. Схема измерений силы тока от 100nA до 1 A



7.4.3 Включить питание прибора и мультиметра. Установить мультиметр в режим DCI.

7.4.4 Сделать установки на приборе (“CHANNEL A”)

[CONFIG], [SRC], I-SOURCE, [ENTER]
 [CONFIG], [MEAS], I-MEAS, [ENTER]
 [SPEED], HIGH-ACCURACY
 [DISPLAY] (для выбора источника)
 [SRC] (для выбора источника тока)
 [MEAS] (для выбора измерения силы тока)
 [DISPLAY], [SRC] (для выбора отображения установки)
 [DISPLAY], [MEAS] (для выбора отображения измерения)
 [DIGITS] (для выбора максимального разрешения)

7.4.5 Активировать выход прибора (“CHANNEL A”) клавишей “OUTPUT ON/OFF”
 При этом должен загореться зеленый индикатор выхода.

7.4.6 При помощи клавиш [▲], [▼], [◀], [▶] и/или многофункционального колеса (используя функции нажатия и вращения), устанавливая на приборе диапазоны и значения силы тока I_s , указанные в столбце 1 таблицы 5.

Записывать показания мультиметра в столбец 2, и отсчеты на дисплее прибора в столбец 5 таблицы 5.

7.4.7. Рассчитать значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока ΔI_S и абсолютной погрешности измерения силы тока ΔI_M по формулам:

$$\Delta I_S = [I_0 - I_S]; \Delta I_M = [I_M - I_0],$$

где I_S - установленное на приборе значение, I_0 – показание мультиметра, I_M – отсчет на дисплее прибора.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 5.

Таблица 5. Погрешность воспроизведения и измерения силы тока на пределах от 100 nA до 1A

установленное на приборе значение I_S	измеренное мультиметром значение I_0	абсолютная погрешность воспроизвед. ($I_S - I_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизвед.	измеренное прибором значение I_M	абсолютная погрешность измерения ($I_M - I_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+ 100 nA			±000.160			±000.160
- 100 nA						
+ 1 μA			±0.00110			± 0.00075
- 1 μA						
+ 10 μA			± 00.0080			± 00.0040
- 10 μA						
+ 100 μA			± 000.090			± 000.045
- 100 μA						
+ 1 mA			± 0.00060			± 0.00040
- 1 mA						
+ 10 mA			± 00.0090			± 00.0045
- 10 mA						
+ 100 mA			± 000.060			± 000.040
- 100 mA						
+ 1 A			± 0.00230			±0.00180
- 1 A						

7.4.8 Отключить выход прибора (“CHANNEL A”) клавишей “OUTPUT ON/OFF”. При этом должен погаснуть зеленый индикатор выхода.

7.4.9. Выполнить процедуру по пунктам 7.4.1 – 7.4.8 на канале “CHANNEL B”.

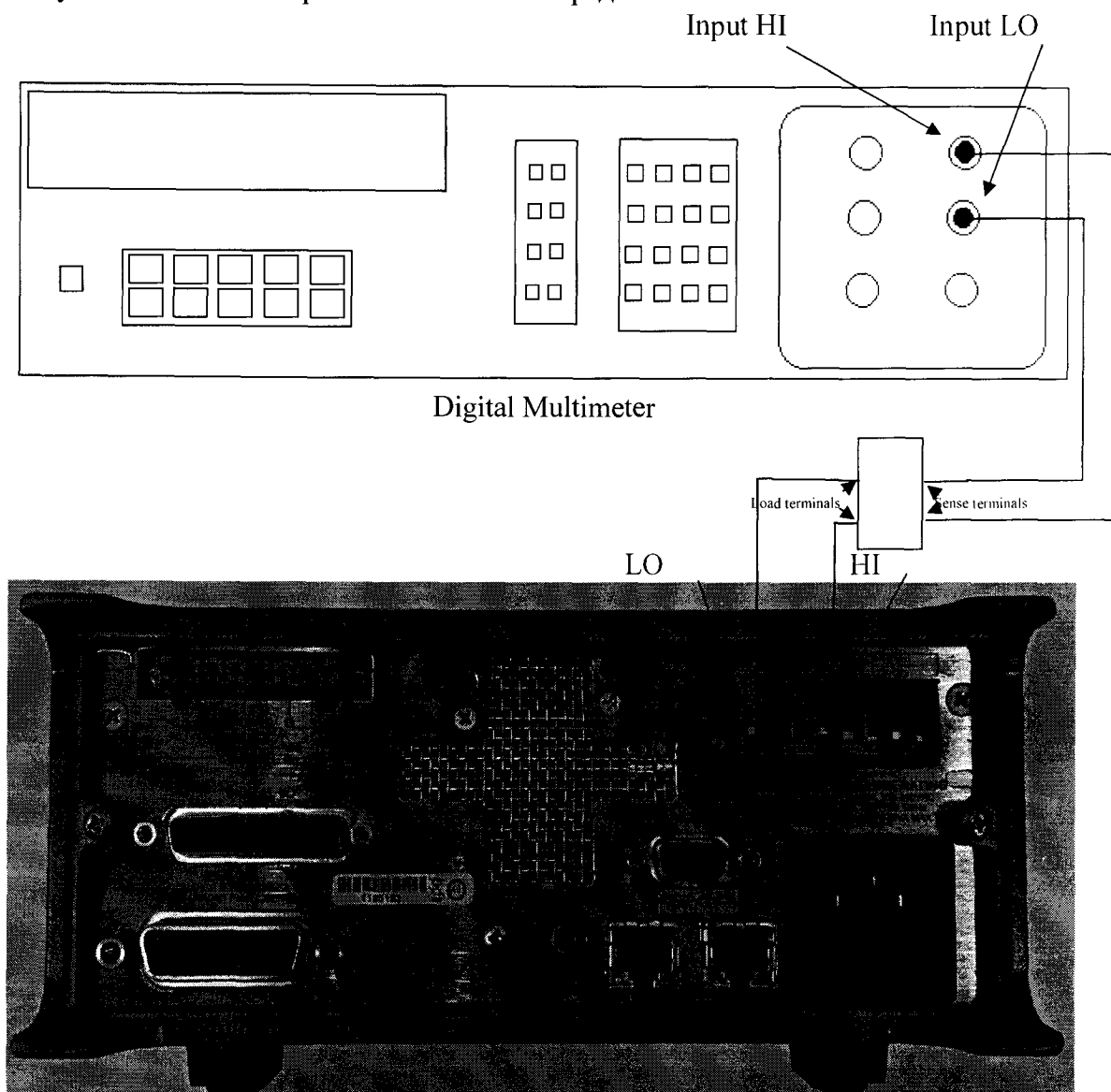
7.5 Определение погрешности воспроизведения и измерения силы тока на пределе 1.5 A

7.5.1 Временно отключить питание прибора и мультиметра для выполнения соединений.

7.5.2 Выполнить соединения прибора с мультиметром (клеммы на задней панели мультиметра).

При этом необходимо использовать переходную колодку 2600-K1T из комплекта прибора, и кабели, как показано на рисунке 3.

Рисунок 3. Схема измерений силы тока на пределе 3А.



- Соединить клемму “I₁” меры сопротивления 0.01 Ω с контактом “HI” прибора.
- Соединить клемму “I₂” меры сопротивления 0.01 Ω с контактом “LO” прибора.
- Соединить клемму “U₁” меры сопротивления 0.01 Ω с контактом “Input HI” мультиметра.
- Соединить клемму “U₂” меры сопротивления 0.01 Ω с контактом “Input LO” мультиметра.

7.5.3 Включить питание прибора и мультиметра.

7.5.4 Выбрать на мультиметре режим DCV. Выполнить установки на приборе, как указано в п. 7.4.4.

7.5.5 Активировать выход прибора (“CHANNEL A”) клавишей “OUTPUT ON/OFF”. При этом должен загореться зеленый индикатор выхода.

7.5.6 При помощи клавиш [▲], [▼], [◀], [▶] и/или многофункционального колеса (используя функции нажатия и вращения), установить на приборе максимальный предел и положительное значение силы тока I_s , указанное в столбце 1 таблицы 6.

Записать показание силы тока на дисплее прибора в столбец 5 таблицы 6.

Зафиксировать отсчет напряжения U_0 на мультиметре.

Записать в столбец 2 таблицы 6 измеренное значение силы тока I_0 , используя соотношение $I_0 [A] = U_0 [mV] / 0.01 [\Omega]$

7.5.7 При помощи клавиш [◀], [▶] и/или многофункционального колеса установить отрицательное значение силы тока, и записать отсчеты, как указано в пункте 7.5.6.

7.5.8 Отключить выход прибора (“CHANNEL A”) нажатием клавиши “OUTPUT ON/OFF”. При этом должен погаснуть зеленый индикатор сверху клавиши.

7.5.9 Рассчитать для каждого из значений, указанных в столбце 1 таблицы 6, значения абсолютной погрешности воспроизведения силы тока ΔI_s и абсолютной погрешности измерения силы тока ΔI_m по формулам:

$$\Delta I_s = [I_0 - I_s]; \Delta I_m = [I_m - I_0],$$

где I_s - установленное на приборе значение, I_0 – измеренное значение, I_m – отсчет на дисплее прибора.

Записать полученные значения абсолютной погрешности в столбцы 3 и 6 таблицы 6.

Таблица 6. Погрешность воспроизведения и измерения силы тока на пределе 1.5 А

установленное на приборе значение I_s	измеренное мультиметром значение I_0	абсолютная погрешность воспроизвед. ($I_s - I_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизвед.	измеренное прибором значение I_m	абсолютная погрешность измерения ($I_m - I_0$)	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
1	2	3	4	5	6	7
+ 1.5 А			± 0.00490			± 0.00425
- 1.5 А						

7.5.10 Выполнить процедуру по пунктам 7.5.1 – 7.5.9 для канала (“CHANNEL B”)

7.5.11 Отсоединить измерительные провода от прибора и оборудования.

Возможно проведение поверки на меньшем количестве диапазонов, каналов или на меньшем количестве измеряемых физических величин (с указанием в свидетельстве о поверке).

ПОВЕРКА ПРИБОРА ЗАВЕРШЕНА.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки;
- наименование и обозначение поверенного средства измерения, установленные опции;
- заводской(серийный) номер;

- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7.

8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными документами.

8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается свидетельство о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник отдела 209 ФГУП «ВНИИМС»

С.Г. Семенчинский

Главный метролог АО «НИИП»

С.Н. Маслова-Зарецкая

Инженер по метрологии 1 кат.

В.В. Пензин