

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин



« 30 » 07 2015 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Источники питания программируемые серии Keithley 2280S

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
КИ-2280S-2015

н.р.61814-15

Начальник НИО метрологического
обеспечения электрических измерений
ФГУП «ВНИИМС»

Заместитель генерального директора
ЗАО «АКТИ-Мастер» по метрологии

С.Г. Семенчинский

Д.Р. Васильев

Настоящая методика поверки распространяется на источники питания программируемые серии Keithley 2280S (далее – приборы), и устанавливает методы и средства их 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
Внешний осмотр	6.1	да	да
Подготовка к поверке	6.2	да	да
Опробование и идентификация	7.2	да	да
Определение погрешности воспроизведения и измерения напряжения	7.3	да	да
Определение нестабильности напряжения при изменении силы тока в нагрузке	7.4	да	да
Определение нестабильности напряжения при отклонении напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения	7.5	да	нет
Определение погрешности воспроизведения силы тока	7.6	да	да
Определение погрешности измерения силы тока на пределах 1 А и 10 А	7.7	да	да
Определение нестабильности силы тока при изменении напряжения в нагрузке	7.8	да	да
Определение нестабильности силы тока при отклонении напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения	7.9	да	нет
Определение погрешности измерения силы тока на пределах 10 мА и 100 мА	7.10	да	нет
Определение уровня пульсаций и шумов напряжения	7.11	да	нет
Определение уровня пульсаций и шумов силы тока	7.12	да	нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для поверки рекомендуется применять 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, средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ				
1	вольтметр постоянного напряжения	7.3 – 7.7	абсолютная погрешность измерения напряжения U от 0 до 60 mV не более $\pm (1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2 \mu V)$; от 0 до 60 V не более $\pm (5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 500 \mu V)$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2002</u> абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения U от 0 до 200 mV не более $\pm (3.7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1,8 \mu V)$ от 0 до 200 V не более $\pm (2.2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 400 \mu V)$
2	мера сопротивления	7.6 – 7.8 7.10	номинальное значение 0.01 Ω ; относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,02 \%$; максимальная мощность 0.5 W	<u>катушка сопротивления R310 0,01 Ом</u> класс точности 0,02; максимальная мощность 1 W
3	миллиамперметр постоянного тока	7.8	абсолютная погрешность измерения силы тока от 0 до 100 mA не более $\pm (1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \mu A)$	<u>мультиметр Agilent 3458A</u> абсолютная погрешность измерения силы тока от 0 до 100 mA не более $\pm (4 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,5 \mu A)$
4	нагрузка электронная	7.3 – 7.10	абсолютная погрешность установки силы тока I от 0.1 до 6 A не более $\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot I + 50 \text{ mA})$; абсолютная погрешность установки напряжения U от 3 до 60 V не более $\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot U + 100 \text{ mV})$; абсолютная погрешность установки сопротивления 1 Ω не более $\pm 100 \text{ m}\Omega$	<u>нагрузка электронная программируемая Good Will Instruments PEL-300</u> абсолютная погрешность установки силы тока I от 0.1 до 6 A не более $\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ mA})$; абсолютная погрешность установки напряжения U от 3 до 60 V не более $\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \text{ mV})$; абсолютная погрешность установки сопротивления 1 Ω не более $\pm 60 \text{ m}\Omega$
5	осциллограф	7.9, 7.10	полоса пропускания 20 MHz; коэффициент отклонения 1 mV/div	<u>осциллограф цифровой Tektronix TDS3012B</u> полоса пропускания 100 MHz; функция ограничения полосы частот до 20 MHz; коэффициент отклонения от 1 mV/div до 10 V/div
ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ				
1	автотрансформатор	7.5, 7.8	диапазон регулировки от 190 до 250 V, мощность не менее 1000 V·A	<u>автотрансформатор лабораторный РНО-250-2М</u> диапазон регулировки от 0 до 250 V, мощность не менее 2250 V·A
2	кабели и аксессуары	7.3 – 7.8	-	-

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, и 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 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 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 прибора проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса;
- комплектность согласно эксплуатационной документации.

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 выполнения операций необходимо изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2 Присоединить сетевые кабели прибора, вольтметра, электронной нагрузки и осциллографа к розеткам сети питания 220 V, расположенным на общей колодке.

ВНИМАНИЕ: присоединение сетевых кабелей прибора и поверочного оборудования к разным цепям сети питания может вызвать помехи, которые повлияют на результаты измерений.

6.2.3 Включить прибор, вольтметр, электронную нагрузку и осциллограф.

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

Минимальное время прогрева прибора 40 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, указанные в таблицах настоящего раздела 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 и идентификация

7.2.1 Выключить прибор и повторно включить его.

После включения должна осуществляться процедура автоматического тестирования, по завершении которой прибор будет готов к работе. В процессе выполнения автоматического тестирования не должно появиться сообщений об ошибках.

Записать результаты автоматического тестирования в таблицу 7.2.

7.2.2 Проверить идентификацию версии установленного на приборе программного обеспечения, для чего нажать клавишу [MENU], выбрать “System”, “Communication”, “Information”.

На дисплее должен отобразиться номер версии программного обеспечения (Firmware).

Записать результаты идентификации в таблицу 7.2.

Выйти из меню нажатием клавиши [HOME].

Таблица 7.2 – Опробование и идентификация

Операция	Результат проверки	Критерий проверки
автоматическое тестирование		нет сообщений об ошибках
идентификация ПО		номер версии v01.03 и выше

7.3 Определение погрешности воспроизведения и измерения напряжения

7.3.1 Выключить питание прибора.

7.3.2 Снять с клеммной колодки на задней панели прибора перемычки между выходными контактами “+”, “-” и потенциальными контактами “+S”, “-S”.

7.3.3 Выполнить соединения прибора с электронной нагрузкой и мультиметром, используя контакты на клеммной колодке прибора, как показано на рисунке 7.3.

Соединить кабелями с сечением провода (1...2) mm² клемму “+” прибора с клеммой “+” электронной нагрузки, клемму “-” прибора с клеммой “-” электронной нагрузки.

Соединить клемму “+S” прибора с клеммой “+” электронной нагрузки, клемму “-S” прибора с клеммой “-” электронной нагрузки.

Соединить клемму “HI” мультиметра с клеммой “+” электронной нагрузки, клемму “LO” мультиметра с клеммой “-” электронной нагрузки при помощи кабелей из комплекта мультиметра и зажимов типа «крокодил», присоединив наконечники зажимов как можно ближе к клеммам электронной нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ: для уменьшения влияния шумов рекомендуется скручивать разнополярные провода в виде витой пары.

7.3.4 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим выбором предела измерения.

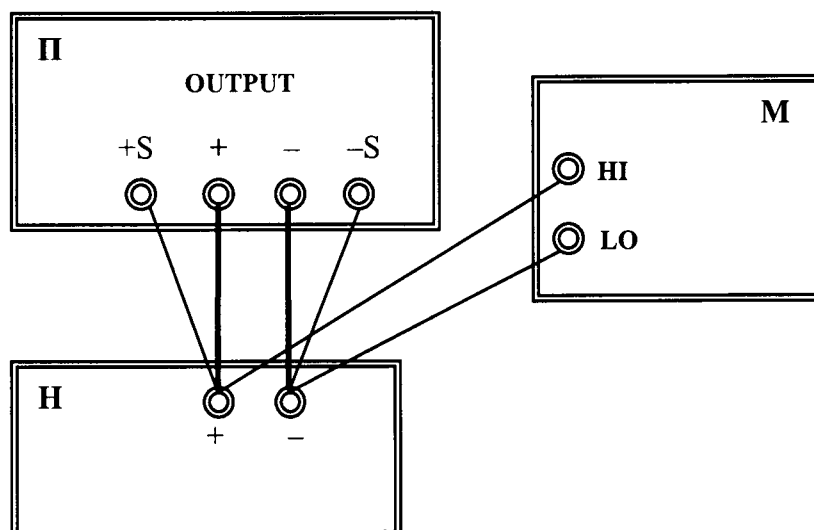


Рисунок 7.3

П – поверяемый прибор; Н – электронная нагрузка; М – мультиметр

7.3.5 Включить питание прибора.

Установить на приборе предел ограничения по току:

- 6.0 А для модели 2280S-32-6;
- 3.2 А для модели 2280S-60-3.

7.3.6 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока, и значение силы тока:

- 3.0 А для модели 2280S-32-6;
- 1.6 А для модели 2280S-60-3.

7.3.7 Активировать электронную нагрузку.

7.3.8 Установить на приборе первое значение воспроизводимого напряжения, указанное в столбце 1 таблицы 7.3.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.3.2 (модель 2280S-60-3).

7.3.9 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.3.10 Записать отсчет мультиметра U_0 в столбец 3 таблицы 7.3.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.3.2 (модель 2280S-60-3).

Записать отсчет индикатора U_M на дисплее прибора в столбец 5 таблицы 7.3.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.3.2 (модель 2280S-60-3).

7.3.11. Устанавливать на приборе остальные значения напряжения, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.3.2 (модель 2280S-60-3).

Выполнять действия по пункту 7.3.10.

7.3.12 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

7.3.13 Деактивировать электронную нагрузку.

7.3.14 Рассчитать и записать в столбец 6 таблицы 7.3.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.3.2 (модель 2280S-60-3) значения абсолютной погрешности ΔU_M измерения напряжения по формуле

$$\Delta U_M = (U_M - U_0).$$

Таблица 7.3.1 – Погрешность воспроизведения и измерения напряжения 2280S-32-6, V

Установленное на приборе значение	Нижний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное мультиметром значение напряжения U_0	Верхний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное прибором значение напряжения U_M	Абсолютная погрешность измерения напряжения ($U_M - U_0$)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения
1	2	3	4	5	6	7
0.0000	- 0.0030		0.0030			± 0.0020
8.0000	7.9954		8.0046			± 0.0036
16.0000	15.9938		16.0062			± 0.0052
24.0000	23.9922		24.0078			± 0.0068
32.0000	31.9906		32.0094			± 0.0084

Таблица 7.3.2 – Погрешность воспроизведения и измерения напряжения 2280S-60-3, V

Установленное на приборе значение	Нижний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное мультиметром значение напряжения U_0	Верхний предел допускаемых значений установки напряжения	Измеренное прибором значение напряжения U_M	Абсолютная погрешность измерения напряжения ($U_M - U_0$)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения
1	2	3	4	5	6	7
0.0000	- 0.0060		0.0060			± 0.0040
15.0000	14.9910		15.0090			± 0.0070
30.0000	29.9880		30.0120			± 0.0100
45.0000	44.9850		45.0150			± 0.0130
60.0000	59.9820		60.0180			± 0.0160

7.3.15 Отсоединить кабели от прибора, электронной нагрузки и мультиметра.

7.4 Определение нестабильности напряжения при изменении силы тока в нагрузке

7.4.1 Отключить питание прибора.

7.4.2 Установить на клеммную колодку задней панели прибора перемычки между выходными контактами “+”, “-” и потенциальными контактами “+S”, “-S”, снятые при выполнении пункта 7.3.2 предыдущей операции.

7.4.3 Выполнить соединения клемм на передней панели прибора с мультиметром и электронной нагрузкой, как показано на рисунке 7.4.

Соединить кабелями с сечением провода (1...2) мм² клеммы “+” и “-” прибора с клеммами “+” и “-” электронной нагрузки.

Соединить клемму “HI” мультиметра с клеммой “+” прибора, клемму “LO” мультиметра с клеммой “-” прибора при помощи кабелей из комплекта мультиметра и зажимов типа «крокодил», присоединив наконечники зажимов как можно ближе к клеммам электронной нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ: для уменьшения влияния шумов рекомендуется скручивать разнополярные провода в виде витой пары.

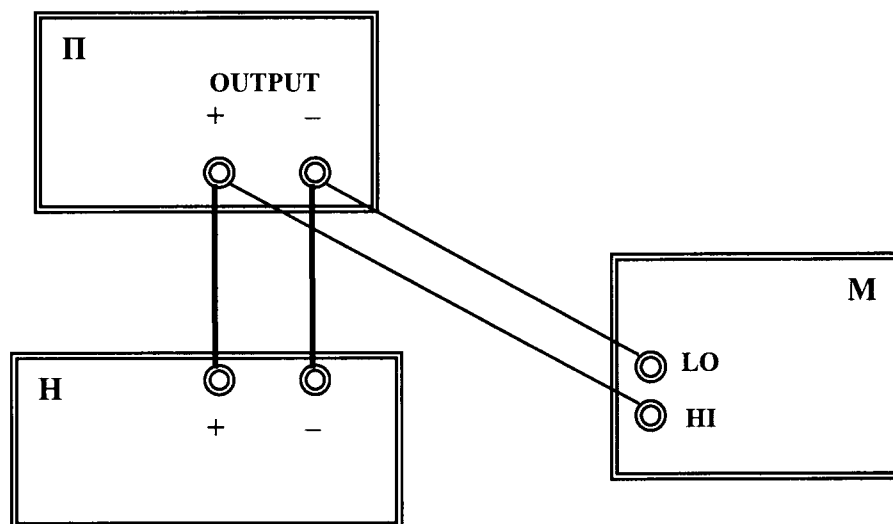


Рисунок 7.4

П – поверяемый прибор; Н – электронная нагрузка; М – мультиметр

7.4.4 Включить питание прибора.

Установить на приборе предел ограничения по току:

- 6.0 А для модели 2280S-32-6;

- 3.2 А для модели 2280S-60-3.

Установить значение воспроизводимого напряжения на приборе:

- 32 V для модели 2280S-32-6;

- 60 V для модели 2280S-60-3.

7.4.5 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока, значение силы тока:

- 3.0 А для модели 2280S-32-6;

- 1.6 А для модели 2280S-60-3.

7.4.6 Активировать электронную нагрузку.

Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.4.7 Ввести на мультиметре режим относительных измерений.

Убедиться в том, что отсчет напряжения на мультиметре близок к нулю.

7.4.8 Установить на электронной нагрузке значение силы тока 0.1 А.

Записать отсчет напряжения на мультиметре в столбец 3 таблицы 7.4.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.4.2 (модель 2280S-60-3).

7.4.9 Установить на электронной нагрузке значение силы тока:

- 5.4 А для модели 2280S-32-6;

- 2.88 А для модели 2280S-60-3.

Записать отсчет напряжения на мультиметре в столбец 3 таблицы 7.4.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.4.2 (модель 2280S-60-3).

7.4.10 Перевести мультиметр в нормальный режим.

7.4.12 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Деактивировать электронную нагрузку.

Таблица 7.4.1 – Нестабильность напряжения при изменении силы тока в нагрузке 2280S-32-6

Установленное на приборе напряжение, V	Значение силы тока в электронной нагрузке, A	Измеренное мультиметром значение, V	пределы допускаемого отклонения напряжения, V
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
32	3.0	0.00000 (REL)	-
	0.1		± 0.0052
	5.4		± 0.0052

Таблица 7.4.2 Нестабильность напряжения при изменении силы тока в нагрузке 2280S-60-3

Установленное на приборе напряжение, V	Значение силы тока в электронной нагрузке, A	Измеренное мультиметром значение, V	пределы допускаемого отклонения напряжения, V
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
60	1.6	0.00000 (REL)	-
	0.1		± 0.0080
	2.88		± 0.0080

7.5 Определение нестабильности напряжения при изменении напряжения сети на ± 10 % от номинального значения

Схема соединения клемм на передней панели прибора с мультиметром и электронной нагрузкой по предыдущей операции.

7.5.1 Временно отключить питание прибора.

7.5.2 Отсоединить от сетевой розетки вилку сетевого кабеля прибора и присоединить ее к выходным клеммам автотрансформатора. Присоединить входные клеммы автотрансформатора к розетке сети 220 V / 50 Hz.

7.5.3 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 220 V.

7.5.4 Включить питание прибора.

Установить на приборе предел ограничения по току:

- 6.0 A для модели 2280S-32-6;

- 3.2 A для модели 2280S-60-3.

Установить значение воспроизводимого напряжения на приборе, указанное в столбце 1 таблицы 7.5.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.5.2 (модель 2280S-60-3).

7.5.5 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока, и значение силы тока, указанное в столбце 2 таблицы 7.5.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.5.2 (модель 2280S-60-3).

7.5.6 Активировать электронную нагрузку.

7.5.7 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.5.8 Ввести на мультиметре отсчет относительных значений напряжения.

Убедиться в том, что отсчет напряжения на мультиметре близок к нулю.

7.5.9 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 198 V.

Записать отсчет напряжения на мультиметре в столбец 4 таблицы 7.5.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.5.2 (модель 2280S-60-3).

7.5.10 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 242 V.

Записать отсчет напряжения на мультиметре в столбец 4 таблицы 7.5.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.5.2 (модель 2280S-60-3).

7.5.11 Перевести мультиметр в нормальный режим.

7.5.12 Деактивировать электронную нагрузку.

Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Таблица 7.5.1 – Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания сети на $\pm 10\%$ от номинального значения 2280S-32-6

Установленное значение, V	Установленная сила тока электронной нагрузки, A	Значение напряжения питания, V	Измеренное мультиметром значение, V	Верхний предел допускаемых значений, V
1	2	3	4	5
32	3.0	220	0.00000 (REL)	-
		198		± 0.0042
		242		± 0.0042

Таблица 7.5.2 – Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания сети на $\pm 10\%$ от номинального значения 2280S-60-3

Установленное значение, V	Установленная сила тока электронной нагрузки, A	Значение напряжения питания, V	Измеренное мультиметром значение, V	Верхний предел допускаемых значений, V
1	2	3	4	5
60	1.6	220	0.00000 (REL)	-
		198		± 0.0070
		242		± 0.0070

7.6 Определение погрешности воспроизведения силы тока

7.6.1 Выполнить соединения клемм на передней панели прибора с электронной нагрузкой и токовыми контактами меры сопротивления $0.01\ \Omega$, соединения потенциальных контактов меры сопротивления с клеммами мультиметра, как показано на рисунке 7.6.

Соединить кабелями с сечением провода $(1..2)\ \text{mm}^2$ клеммы “+” и “-” прибора с клеммами “+” и “-” электронной нагрузки и токовыми контактами “I₁”, “I₂” меры сопротивления.

Соединить потенциальные контакты “U₁”, “U₂” меры сопротивления с входными клеммами мультиметра, используя кабели из комплекта мультиметра и зажимы «крокодил».

7.6.2 Установить на мультиметре режим DCV, предел 100 mV.

Установить переключку между контактами “HI” и “LO” мультиметра, ввести отсчет относительных значений напряжения, после чего снять переключку.

7.6.3 Установить на приборе предел ограничения по напряжению:

- 32 V для модели 2280S-32-6;

- 60 V для модели 2280S-60-3.

7.6.4 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации напряжения, и значение напряжения:

- 16 V для модели 2280S-32-6;

- 30 V для модели 2280S-60-3.

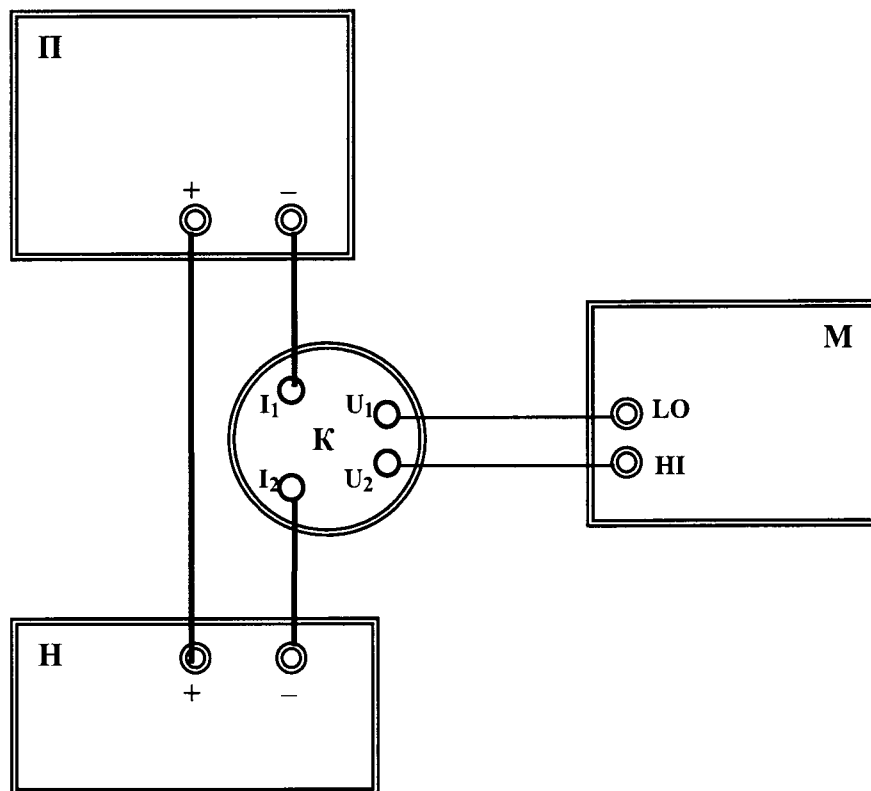


Рисунок 7.6

П – поверяемый прибор, Н – электронная нагрузка,
 М – мультиметр, К – мера сопротивления 0.01 Ω

Таблица 7.6.1 – Погрешность воспроизведения силы тока 2280S-32-6

Установленное значение, А	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное по отсчету мультиметра значение силы тока	Верхний предел допускаемых значений, А
1	2	3	4
0.0000	- 0.00500		0.00500
1.5000	1.49425		1.50575
3.0000	2.99350		3.00650
4.5000	4.49225		4.50725
6.0000	5.99200		6.00800

Таблица 7.6.2 – Погрешность воспроизведения силы тока 2280S-60-3

Установленное значение, А	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное по отсчету мультиметра значение силы тока	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
0.0000	- 0.00500		0.00500
0.8000	0.79460		0.80540
1.6000	1.59420		1.60580
2.4000	2.39380		2.40620
3.2000	3.19340		3.20660

7.6.5 Активировать электронную нагрузку.

7.6.6 Установить на приборе первое значение воспроизводимой силы тока, указанное в столбце 1 таблицы 7.6.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.6.2 (модель 2280S-60-3).

7.6.7 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.6.8 Зафиксировать отсчет напряжения U_0 [mV] на мультиметре и записать измеренное значение силы тока I_0 [A] = $0.1 \cdot U_0$ [mV] в столбец 3 таблицы 7.6.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.6.2 (модель 2280S-60-3).

7.6.9 Устанавливать на приборе остальные значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.6.2 (модель 2280S-60-3).

Записывать измеренные значения силы тока, как указано в пункте 7.6.9, в столбец 3 таблицы 7.6.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.6.2 (модель 2280S-60-3).

7.6.10 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Деактивировать электронную нагрузку.

7.7 Определение погрешности измерения силы тока на пределах 1 А и 10 А

Схема соединения клемм на передней панели прибора с мультиметром, мерой сопротивления и электронной нагрузкой, и установки на мультиметре по предыдущей операции.

7.7.1 Выполнить действия по пунктам 7.6.2 – 7.6.5 предыдущей операции.

7.7.2 Установить на приборе предел измерения 10 А.

Установить первое значение воспроизводимой силы тока, указанное в столбце 1 таблицы 7.7.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.7.2 (модель 2280S-60-3).

7.7.3 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.7.4 Зафиксировать отсчет напряжения U_0 [mV] на мультиметре и записать измеренное значение силы тока I_0 [A] = $0.1 \cdot U_0$ [mV] в столбец 2 таблицы 7.7.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.7.2 (модель 2280S-60-3).

Таблица 7.7.1 – Погрешность измерения силы тока на пределах 1 А и 10 А 2280S-32-6

Установленное значение, А	Измеренное по отсчету мультиметра значение силы тока I_0 , А	Отсчет силы тока на дисплее прибора I_M , А	Абсолютная погрешность измерения силы тока $(I_M - I_0)$, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
1	2	3	4	5
предел измерения 10 А				
0.0000				± 0.00025
0.6000				± 0.00055
3.0000				± 0.00175
6.0000				± 0.00325
предел измерения 1 А				
0.0000				± 0.00025
0.1000				± 0.00030
0.5000				± 0.00050
1.0000				± 0.00075

Таблица 7.7.2 – Погрешность измерения силы тока на пределах 1 А и 10 А 2280S-60-3

Установленное значение, А	Измеренное по отсчету мультиметра значение силы тока I_0 , А	Отсчет силы тока на дисплее прибора I_M , А	Абсолютная погрешность измерения силы тока $(I_M - I_0)$, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
1	2	3	4	5
предел измерения 10 А				
0.0000				± 0.00025
0.3200				± 0.00041
1.6000				± 0.00105
3.2000				± 0.00185
предел измерения 1 А				
0.0000				± 0.000250
0.1000				± 0.000300
0.5000				± 0.000500
1.0000				± 0.000750

7.7.5 Записать отсчет силы тока на дисплее прибора I_M в столбец 3 таблицы 7.7.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.7.2 (модель 2280S-60-3).

7.7.6 Вычислить абсолютную погрешность измерения силы тока $(I_M - I_0)$, и записать вычисленное значение в столбец 4 таблицы 7.7.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.7.2 (модель 2280S-60-3).

7.7.7 Устанавливать на приборе остальные значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.7.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.7.2 (модель 2280S-60-3).

Выполнять действия по пунктам 7.7.4 – 7.7.6.

7.7.8 Выполнить действия по пунктам 7.7.2 – 7.7.7, установив на приборе предел измерения силы тока 1 А.

7.7.9 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Деактивировать электронную нагрузку.

7.8 Определение нестабильности силы тока при изменении напряжения в нагрузке

Схема соединения оборудования и режимы – по предыдущей операции.

7.8.1 Включить питание прибора.

Установить на приборе предел ограничения по напряжению:

- 32 V для модели 2280S-32-6;

- 60 V для модели 2280S-60-3.

Установить значение воспроизводимой силы тока на приборе:

- 6.0 А для модели 2280S-32-6;

- 3.2 А для модели 2280S-60-3.

7.8.2 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации напряжения, и значение напряжения:

- 16 V для модели 2280S-32-6;

- 30 V для модели 2280S-60-3.

7.8.3 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

Активировать электронную нагрузку.

7.8.4 Ввести на мультиметре отсчет относительных значений напряжения.

Убедиться в том, что отсчет напряжения на мультиметре близок к нулю.

7.8.5 Установить на электронной нагрузке значение напряжения:

- 3.2 V для модели 2280S-32-6;

- 6.0 V для модели 2280S-60-3.

7.8.6 Зафиксировать отсчет напряжения U_0 [mV] на мультиметре и записать измеренное значение силы тока I_0 [A] = $0.1 \cdot U_0$ [mV] в столбец 3 таблицы 7.8.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.8.2 (модель 2280S-60-3).

7.8.7 Установить на электронной нагрузке значение напряжения

- 28.8 V для модели 2280S-32-6;

- 54.0 V для модели 2280S-60-3.

7.8.8 Выполнить действия по пункту 7.8.6.

Таблица 7.8.1 – Нестабильность силы тока при изменении напряжения в нагрузке 2280S-32-6

Установленное значение, А	Установленное напряжение электронной нагрузки, V	Измеренное значение, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	2	3	4
6.0000	16.0	0.00000 (REL)	-
	3.2		± 0.00085
	28.8		± 0.00085

Таблица 7.8.2 – Нестабильность силы тока при изменении напряжения в нагрузке 2280S-60-3

Установленное значение, А	Установленное напряжение электронной нагрузки, V	Измеренное значение, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	2	3	4
3.2000	30.0	0.00000 (REL)	-
	6.0		± 0.00057
	54.0		± 0.00057

7.8.9 Перевести мультиметр в нормальный режим.

7.8.10 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Деактивировать электронную нагрузку.

7.9 Определение нестабильности силы тока при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения

Схема соединения оборудования и режимы – по предыдущей операции.

7.9.1 Временно отключить питание прибора.

7.9.2 Отсоединить от сетевой розетки вилку сетевого кабеля прибора и присоединить ее к выходным клеммам автотрансформатора. Присоединить входные клеммы автотрансформатора к розетке сети 220 V / 50 Hz.

7.9.3 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 220 V.

7.9.4 Включить питание прибора.

7.9.5 Установить на приборе предел ограничения по напряжению:

- 32 V для модели 2280S-32-6;

- 60 V для модели 2280S-60-3.

Установить значение воспроизводимой силы тока на приборе:

- 6.0 A для модели 2280S-32-6;

- 3.2 A для модели 2280S-60-3.

7.9.6 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации напряжения, и значение напряжения:

- 16 V для модели 2280S-32-6;

- 30 V для модели 2280S-60-3.

7.9.7 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

Активировать электронную нагрузку.

7.9.8 Ввести на мультиметре отсчет относительных значений напряжения.

Убедиться в том, что отсчет напряжения на мультиметре близок к нулю.

7.9.9 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 198 V.

7.9.10 Зафиксировать отсчет напряжения U_0 [mV] на мультиметре и записать измеренное значение силы тока I_0 [A] = $0.1 \cdot U_0$ [mV] в столбец 3 таблицы 7.9.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.9.2 (модель 2280S-60-3).

7.9.11 Установить на автотрансформаторе выходное напряжение 242 V.

7.9.12 Выполнить действия по пункту 7.9.10.

7.9.10 Деактивировать электронную нагрузку.

Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.

Таблица 7.9.1 – Нестабильность силы тока при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ от номинального значения 2280S-32-6

Установленное значение, A	Установленное напряжение электронной нагрузки, V	Значение напряжения питания, V	Измеренное значение, A	Верхний предел допускаемых значений, A
1	2	3	4	5
6.0	16.0	220	0.00000 (REL)	-
		198		± 0.00085
		242		± 0.00085

Таблица 7.9.2 – Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания сети на $\pm 10\%$ от номинального значения 2260В-30-72

Установленное значение, А	Установленное напряжение электронной нагрузки, V	Значение напряжения питания, V	Измеренное значение, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	2	3	4	5
3.2	30.0	220	0.00000 (REL)	-
		198		± 0.00085
		242		± 0.00085

7.10 Определение погрешности измерения силы тока на пределах 10 мА и 100 мА

7.10.1 Выполнить соединения клемм на передней панели прибора с электронной нагрузкой и клеммами мультиметра, как показано на рисунке 7.10.

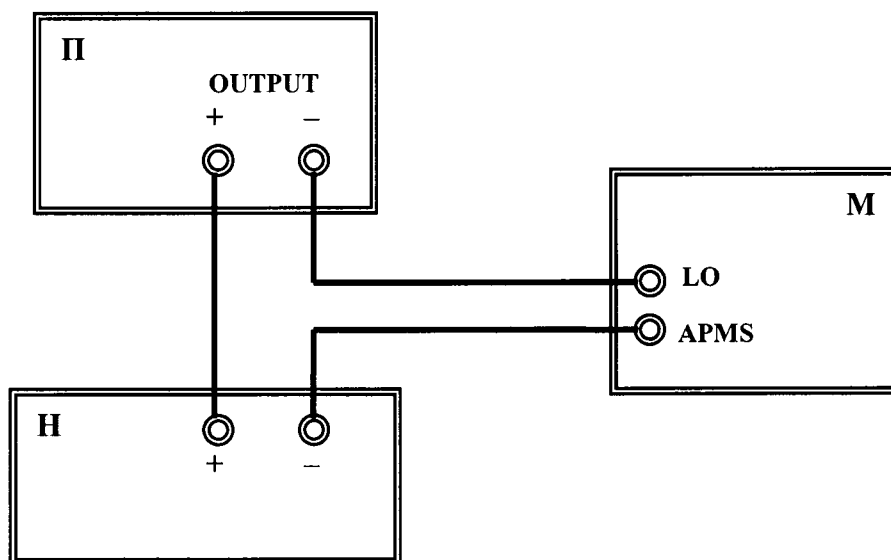


Рисунок 7.10

П – поверяемый прибор; Н – электронная нагрузка; М – мультиметр

7.10.2 Установить на мультиметре режим DCI, предел 100 мА.

7.10.3 Установить на приборе предел ограничения по напряжению:

- 32 V для модели 2280S-32-6;
- 60 V для модели 2280S-60-3.

7.10.4 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации напряжения, и значение напряжения:

- 16 V для модели 2280S-32-6;
- 30 V для модели 2280S-60-3.

Активировать электронную нагрузку.

7.10.5 Установить на приборе предел измерения силы тока 100 мА.

Установить на приборе первое значение воспроизводимой силы тока, указанное в столбце 1 таблицы 7.10.

7.10.6 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

7.10.7 Записать отсчет силы тока на мультиметре I_O в столбец 2 таблицы 7.10.

7.10.8 Записать отсчет силы тока на дисплее прибора I_M в столбец 3 таблицы 7.10.

7.10.9 Вычислить абсолютную погрешность измерения силы тока ($I_M - I_O$), и записать вычисленное значение в столбец 4 таблицы 7.10.

7.10.10 Устанавливать на приборе остальные значения силы тока, указанные в столбце 1 таблицы 7.10.

Выполнять действия по пунктам 7.10.7 – 7.10.9.

7.10.11 Выполнить действия по пунктам 7.10.5 – 7.10.10, установив на приборе предел измерения силы тока 10 мА, и такой же предел измерения на мультиметре.

Таблица 7.10 – Погрешность измерения силы тока на пределах 10 мА и 100 мА

Установленное значение, А	Отсчет силы тока на мультиметре I_O , мА	Отсчет силы тока на дисплее прибора I_M , мА	Абсолютная погрешность измерения силы тока ($I_M - I_O$), мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, мА
1	2	3	4	5
предел измерения 100 мА				
0.0000				± 0.0100
0.0100				± 0.0150
0.0500				± 0.0350
0.1000				± 0.0600
предел измерения 10 мА				
0.0000				± 0.01000
0.0010				± 0.01050
0.0050				± 0.01250
0.0100				± 0.01500

7.10.12 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.
Деактивировать электронную нагрузку.

7.10.13 Отсоединить кабели от оборудования.

7.11 Определение уровня пульсаций и шумов напряжения

7.11.1 Выполнить соединения клемм на передней панели прибора с осциллографом и электронной нагрузкой, как показано на рисунке 7.11.

Соединить кабелями с сечением провода (1...2) mm² клеммы “+” и “-” прибора с клеммами “+” и “-” электронной нагрузки.

Соединить кабелем BNC(m) с переходом на разъем “banana”(m-m) канал CH1 осциллографа с клеммами “+” и “-” прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ: для уменьшения влияния шумов рекомендуется скручивать разнополярные провода в виде витой пары.

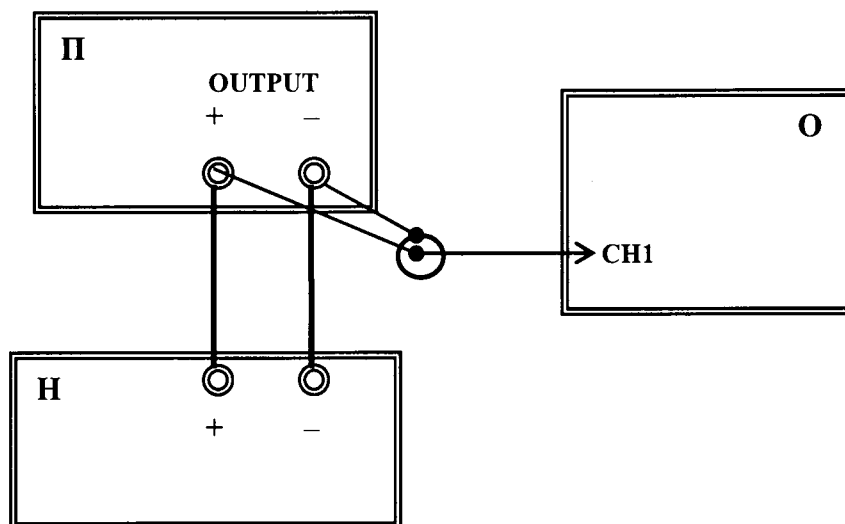


Рисунок 7.11

П – поверяемый прибор; Н – электронная нагрузка; О – осциллограф

7.11.2 Сделать установки на осциллографе:

- Input Impedance 1 MΩ
- AC Coupled
- 20 MHz bandwidth (BW) limit
- Vertical Range 1 mV/div
- Horizontal Range 1 ms/div
- Trigger Auto
- Measure Vp-p, Vrms

7.11.3 Установить на приборе предел ограничения по току:

- 6.0 A для модели 2280S-32-6;
- 3.2 A для модели 2280S-60-3.

7.11.4 Установить значение воспроизводимого напряжения на приборе:

- 29 V для модели 2280S-32-6;
- 54 V для модели 2280S-60-3.

7.11.5 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока, и значение силы тока:

- 3.0 A для модели 2280S-32-6;
- 1.6 A для модели 2280S-60-3.

7.11.6 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

Активировать электронную нагрузку.

7.11.7 Записать отсчет на осциллографе среднеквадратического значения напряжения (rms) в столбец 1 таблицы 7.11.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.11.2 (модель 2280S-60-3).

Записать отсчет на осциллографе отсчет амплитуды напряжения (p-p) в столбец 3 таблицы 7.11.1 (модель 2280S-32-6), таблицы 7.11.2 (модель 2280S-60-3).

Таблица 7.11.1 – Уровень шумов и пульсаций напряжения 2280S-32-6, mV

Измеренное значение напряжения rms	Верхний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения p-p	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
	1.0		5.0

Таблица 7.11.2 – Уровень шумов и пульсаций напряжения 2280S-60-3, mV

Измеренное значение напряжения rms	Верхний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения p-p	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
	2.0		7.0

7.11.8 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.
Деактивировать электронную нагрузку.

7.12 Определение уровня пульсаций и шумов силы тока

Схема соединения оборудования и установки на осциллографе – по предыдущей операции.

7.12.1 Установить на приборе предел ограничения по напряжению:

- 32 V для модели 2280S-32-6;
- 60 V для модели 2280S-60-3.

7.12.2 Установить значение воспроизводимой силы тока на приборе:

- 5.4 A для модели 2280S-32-6;
- 2.9 A для модели 2280S-60-3.

7.12.3 Установить на электронной нагрузке режим сопротивления, и значение сопротивления 1 Ω.

7.12.4 Включить выход на приборе клавишей “Output”.

Активировать электронную нагрузку.

7.12.5 Зафиксировать отсчет на осциллографе среднеквадратического значения напряжения (rms), и записать измеренный уровень пульсаций силы тока $I [mA] = U_o [mV]$ в столбец 2 таблицы 7.12.

Таблица 7.12 – Уровень шумов и пульсаций силы тока, mA

Измеренный уровень пульсаций силы тока (rms)	Верхний предел допускаемых значений, (rms)
1	2
	3.0

7.12.6 Отключить выход прибора нажатием клавиши “Output”.
Деактивировать электронную нагрузку.

7.12.7 Выключить прибор и оборудование.

Отсоединить кабели от прибора и оборудования.

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;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке эталонных средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и относительная влажность воздуха 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 ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

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 ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.