

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Источники питания программируемые серии Keithley 2280S

Назначение средства измерений

Источники питания программируемые серии Keithley 2280S (далее – источники питания) предназначены для воспроизведения стабилизированных значений напряжения и силы постоянного тока на резистивной нагрузке.

Описание средства измерений

Источники питания выполнены по классической линейной схеме. Регулировка напряжения или силы тока осуществляется вручную с лицевой панели либо дистанционно от внешнего компьютера через интерфейс USB, LAN, GPIB. Значения величин отображаются на цветном жидкокристаллическом дисплее с индикацией установленных значений и отсчетов внутреннего измерителя напряжения и силы тока.

Подключение нагрузки возможно по 2-х проводной и 4-х проводной схемам. Предусмотрена защита от перегрузки по напряжению и току, имеется возможность регулировки времени нарастания и спада напряжения и силы тока в нагрузке.

Установленные значения напряжения на выходе (или непосредственно на нагрузке в режиме обратной связи по 4-х проводной схеме) и силы тока измеряются встроенным измерителем напряжения и силы тока, выполненным на основе аналого-цифрового преобразования напряжения и потенциометрической схемы для измерения силы тока.

Источники питания позволяют контролировать стабильность параметров нагрузки с их графическим отображением на дисплее.

Конструктивно источники питания выполнены в виде моноблока в настольном исполнении. Общий вид источников питания изображен на рисунке 1, вид задней панели показан на рисунке 2.

Источники питания серии Keithley 2280S имеют две модели 2280S-32-6 и 2280S-60-3, отличающиеся диапазонами напряжения и силы тока.

Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на встроенный микроконтроллер, выполняет функции управления режимами, обработки и представления измерительной информации. Калибровочные константы хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера. Для расширения функциональных возможностей прилагается программа “KickStart”.

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «низкий» по Р 50.2.077-2014 (класс риска “А” по WELMEC 7.2, Issue 5).

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
идентификационное наименование	2280S Firmware
идентификационный номер версии	v01.03 и выше

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в таблице 2.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93



Рисунок 1 – Общий вид источников питания программируемых серии Keithley 2280S



место размещения знака утверждения типа
и знака поверки

место пломбирования
(защитный стикер)

Рисунок 2 – Вид задней панели источников питания программируемых серии Keithley 2280S

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
диапазоны и пределы воспроизведения и измерения напряжения, В	
2280S-32-6	от 0 до 32
2280S-60-3	от 0 до 60
диапазоны воспроизведения силы тока, А	
2280S-32-6	от 0 до 6
2280S-60-3	от 0 до 3,2
максимальная выходная мощность	192 Вт
пределы измерения силы тока	10 мА; 100 мА; 1 А; 10 А
разрешение индикации напряжения	
установленное значение	1 мВ
измеряемое значение	0,1 мВ
разрешение индикации установленного значения силы тока	0,1 мА

Продолжение таблицы 2

1		2	
разрешение индикации измеряемого значения силы тока			
на пределе 10 мА		10 нА	
на пределе 100 мА		100 нА	
на пределе 1 А		1 мкА	
на пределе 10 А		10 мкА	
уровень пульсаций и шумов напряжения в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц, не более			
2280S-32-6		1 мВ скз; 5 мВ п-п	
2280S-60-3		2 мВ скз; 7 мВ п-п	
уровень пульсаций и шумов силы тока в диапазоне частот от 20 Гц до 20 МГц, не более		3 мА скз	
параметры абсолютной погрешности и нестабильности $\Delta^{1)}$		b	a
погрешность воспроизведения напряжения ²⁾			
2280S-32-6		$2 \cdot 10^{-4}$	3 мВ
2280S-60-3			6 мВ
погрешность измерения напряжения ³⁾			
2280S-32-6		$2 \cdot 10^{-4}$	2 мВ
2280S-60-3			4 мВ
нестабильность напряжения при изменении силы тока в нагрузке от 0 до 100 % диапазона		$1 \cdot 10^{-4}$	2 мВ
нестабильность напряжения U при отклонении напряжения сети на ± 10 % от номинального значения 220 В		$1 \cdot 10^{-4}$	1 мВ
погрешность воспроизведения силы тока		$5 \cdot 10^{-4}$	5 мА
погрешность измерения силы тока ³⁾			
на пределах 10 мА и 100 мА		$5 \cdot 10^{-4}$	10 мкА
на пределах 1 А и 10 А			250 мкА
нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке от 10 до 90 % диапазона и при отклонении напряжения сети на ± 10 % от номинального значения 220 В		$1 \cdot 10^{-4}$	250 мкА
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ			
габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм		214 x 89 x 384	
масса, не более		13,3 кг	
напряжение сети питания, В		от 198 до 242	
частота сети питания		(50 $\pm$ 0,5) Гц	
потребляемая мощность от сети 220 В/50Гц, не более		630 В·А	
рабочий диапазон температур при относительной влажности воздуха до 80 %, °С		от 0 до 40	
диапазон температур транспортирования и хранения, °С		от минус 25 до 70	
электромагнитная совместимость (для класса “А”)		по ГОСТ Р 51522.1-2011	
безопасность		по ГОСТ 12.2.091-2012	
Примечания			
1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности Δ в интервале температур (23 $\pm$ 5) С, пределы допускаемой нестабильности при изменении нагрузки и напряжения питания определяются формулой			
$\Delta = \pm (bx + a),$			
где а – абсолютная аддитивная погрешность;			
b – относительная мультипликативная погрешность;			
x – значение воспроизводимой или измеряемой величины.			
2 Для 4-х проводной схемы. Для 2-х проводной схемы к указанным значениям погрешности следует добавить 0,5 мВ/А·I, где I – сила тока в нагрузке, А.			
3 Разрешение 6½ разрядов, частота отсчетов 1 PLC, с включенным фильтром и функцией компенсации смещения нуля “Autozero”.			

Знак утверждения типа

наносится на заднюю панель корпуса в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Комплектность источников питания приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность источников питания

Наименование и обозначение	Кол-во
Источник питания программируемый Keithley 2280S-32-6 / 2280S-60-3	1 шт. по заказу
Кабель сетевой А1	1 шт.
Разъем для соединителя на задней панели 2280-001	1 шт.
Кабель LAN CA-180-3A	1 шт.
Компакт-диск с документацией 063450700	1 шт.
Руководство по программе “KickStart”	1 шт.
Руководство по эксплуатации (на компакт-диске)	1 шт.
Методика поверки. KI-2280S-2015 МП	1 шт.

Поверка

осуществляется по документу KI-2280S-2015 МП «Источники питания программируемые серии Keithley 2280S. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 30.07.2015 г.

Средства поверки указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

Наименование и требования к метрологическим характеристикам	Рекомендуемое средство поверки и его метрологические характеристики
вольтметр постоянного напряжения абсолютная погрешность измерения напряжения U от 0 до 60 мВ не более $\pm (1 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2 \text{ мкВ})$ от 0 до 60 В не более $\pm (5 \cdot 10^{-5} \cdot U + 500 \text{ мкВ})$	мультиметр цифровой Keithley 2002 абсолютная погрешность измерения постоянного напряжения U от 0 до 200 мВ не более $\pm (3,7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1,8 \text{ мкВ})$ от 0 до 200 В не более $\pm (2,2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 400 \text{ мкВ})$
мера сопротивления 0,01 Ом относительная погрешность сопротивления не более $\pm 0,02 \%$; максимальная мощность 0,5 Вт	катушка электрического сопротивления P310 0,01 Ом класс точности 0,02; максимальная мощность 1 Вт
миллиамперметр постоянного тока абсолютная погрешность измерения силы тока от 0 до 100 мА не более $\pm (1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ мкА})$	мультиметр Agilent 3458A абсолютная погрешность измерения силы тока от 0 до 100 мА не более $\pm (4 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,5 \text{ мкА})$
нагрузка электронная абсолютная погрешность установки силы тока I от 0,1 до 6 А не более $\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot I + 50 \text{ мА})$; абсолютная погрешность установки напряжения U от 3 до 60 В не более $\pm (1 \cdot 10^{-2} \cdot U + 100 \text{ мВ})$; абсолютная погрешность установки сопротивления 1 Ом не более $\pm 100 \text{ мОм}$	нагрузка электронная программируемая Good Will Instruments PEL-300 абсолютная погрешность установки силы тока I от 0,1 до 6 А не более $\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot I + 10 \text{ мА})$; абсолютная погрешность установки напряжения U от 3 до 60 В не более $\pm (1 \cdot 10^{-3} \cdot U + 40 \text{ мВ})$; абсолютная погрешность установки сопротивления 1 Ом не более $\pm 60 \text{ мОм}$
осциллограф полоса пропускания 20 МГц; коэффициент отклонения 1 мВ/дел	осциллограф цифровой Tektronix TDS3012B полоса пропускания 100 МГц; функция ограничения полосы частот до 20 МГц; коэффициент отклонения от 1 мВ/дел до 10 В/дел

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений изложены в разделе 2 документа «Источники питания программируемые Keithley 2280S. Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к источникам питания программируемым серии Keithley 2280S

ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ 8.027-2001. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

ГОСТ 8.022-91. ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \div 30$ А.

ГОСТ Р 51522.1-2011 (МЭК 61326-1:2005). Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний.

ГОСТ 12.2.091-2012 (ИЕС 61010-1:2001). Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://keithley.nt-rt.ru/> || kyh@nt-rt.ru