

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley 2657A

#### Назначение средства измерений

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley 2657A (далее – калибраторы) предназначены для воспроизведения напряжения и силы постоянного тока, измерения напряжения и силы постоянного тока, сопротивления и мощности.

#### Описание средства измерений

Принцип действия основан на цифро-аналоговом преобразовании заданного в цифровом коде значения напряжения или силы тока в выходную аналоговую величину и аналого-цифровом преобразовании входного напряжения или силы тока в цифровой код. Для измерения напряжения и силы тока используются независимые аналого-цифровые преобразователи в каналах напряжения и тока двух типов: интегрирующие разрядностью 22 бит и скоростные разрядностью 18 бит. Измерение сопротивления и мощности производится путем вычисления значений этих величин через измеренные значения напряжения и силы тока. Имеется режим проверки целостности контактов, и режим прецизионной электронной нагрузки.

На встроенный микроконтроллер установлено фирменное программное обеспечение. Управление режимами работы производится с лицевой панели либо дистанционно через интерфейсы RS-232, GPIB, LAN, а также с цифровых входов/выходов. Для хранения измеренных данных и пользовательских настроек может быть использован подключаемый к порту USB флеш-накопитель. Параметры режимов работы, значения воспроизводимых и измеряемых величин отображаются на монохромном жидкокристаллическом дисплее.

Конструктивно калибраторы выполнены в виде моноблока в настольном исполнении. Вид передней панели калибраторов показан на рисунке 1, вид задней панели – на рисунке 2.



### Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на встроенный микроконтроллер, по структуре является целостным и служит для управления режимами работы, задания диапазонов воспроизведения и измерения, выполнения математических функций обработки измерительной информации, усреднений с различными режимами выборки, и прочие сервисные функции. Калибровочные константы хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера. Для расширения функциональных возможностей прилагается программа “Test Script Builder”.

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	Series 2650A Firmware
идентификационный номер версии	v1.1.3 и выше

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики

ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ					
Предел диапазона	Разрешение	Параметры абсолютной погрешности $\Delta_0^{1), 2)}$			
		b		a	
200 В	5 мВ	3·10 <sup>-4</sup>		50 мВ	
500 В	10 мВ			125 мВ	
1500 В	40 мВ			375 мВ	
3000 В	80 мВ			750 мВ	
ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ					
Предел диапазона	Разрешение	Параметры абсолютной погрешности $\Delta_0^{1), 2)}$			
		интегрирующий АЦП <sup>3)</sup>		скоростной АЦП <sup>4)</sup>	
		b	a	b	a
200 В	100 мкВ	2,5·10 <sup>-4</sup>		50 мВ	
500 В				100 мВ	
1500 В	300 мВ				
3000 В	600 мВ				
	1 мВ			5·10 <sup>-4</sup>	
				100 мВ	
				200 мВ	
				600 мВ	
				1,2 В	
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ СИЛЫ ТОКА					
Предел диапазона	Разрешение	Параметры абсолютной погрешности $\Delta_0^{1), 5)}$			
		b		a	
1 нА	30 фА	1·10 <sup>-3</sup>		2 пА	
10 нА	300 фА			5 пА	
100 нА	3 пА			60 пА	
1 мкА	30 пА	3·10 <sup>-4</sup>		700 пА	
10 мкА	300 пА			5 нА	
100 мкА	3 нА			60 нА	
1 мА	30 нА			300 нА	
2 мА	60 нА			1,2 мкА	
20 мА	600 нА			12 мкА	
120 мА	3 мкА			36 мкА	

Продолжение таблицы 2

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА					
Предел диапазона	Разрешение	Параметры абсолютной погрешности $\Delta_0$ <sup>1), 5)</sup>			
		интегрирующий АЦП <sup>3)</sup>		скоростной АЦП <sup>4)</sup>	
		b	a	b	a
1 нА	1 фА	$1 \cdot 10^{-3}$	600 фА	$2 \cdot 10^{-3}$	600 фА
10 нА	10 фА		5 пА		5 пА
100 нА	100 пА		60 пА		60 пА
1 мкА	1 пА	$2,5 \cdot 10^{-4}$	400 пА	$8 \cdot 10^{-4}$	800 пА
10 мкА	10 пА		1,5 нА		3 нА
100 мкА	100 нА		25 нА		50 нА
1 мА	1 нА	$2 \cdot 10^{-4}$	200 нА	$5 \cdot 10^{-4}$	400 нА
2 мА			500 нА		1 мкА
20 мА	10 нА		5 мкА		10 мкА
120 мА	100 нА		24 мкА		50 мкА

  

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
максимальное воспроизводимое значение силы тока	
при установке выходного напряжения до 1500 В	120 мА
при установке выходного напряжения свыше 1500 В	20 мА
габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм	435 x 89 x 549
масса, не более	10,0 кг
напряжение сети питания, В	от 100 до 250
частота сети питания	(50 ± 0,5) Гц
потребляемая мощность от сети 220 В/50Гц, не более	550 В·А
рабочий диапазон температур при относительной влажности воздуха до 80 %, °С	от 0 до 50
электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р 51522.1-2011
безопасность	по ГОСТ 12.2.091-2012

  

Примечания

1 Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности  $\Delta_0$  в интервале температур (23 ± 5) °С определяются формулой

$$\Delta_0 = \pm (bx + a),$$

где а – абсолютная аддитивная погрешность;  
 b – относительная мультипликативная погрешность;  
 x – значение воспроизводимой или измеряемой величины.

2 Пределы дополнительной абсолютной погрешности при изменении температуры окружающей среды на 1 °С в интервалах от 18 до 0 °С и от 28 до 50 °С равны 0,15 $\Delta_0$ .

3 Частота дискретизации 50 Гц.

4 Частота дискретизации 1 МГц, усреднение по 1000 отсчетам.

5 Пределы дополнительной абсолютной погрешности при изменении температуры окружающей среды на 1 °С в интервалах от 18 до 0 °С и от 28 до 50 °С равны 0,35 $\Delta_0$ .

**Знак утверждения типа**

наносится на переднюю панель корпуса в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

**Комплектность средства измерений**

Комплектность калибраторов приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность

Наименование и обозначение	Кол-во
Калибратор-измеритель напряжения и силы тока Keithley 2657A	1 шт.
Кабель сетевой А1	1 шт.
Разъем для соединителя цифровых входов/выходов 7709-308А	1 шт.
Кабель LAN CA-180-3А	1 шт.
Компакт-диск с документацией 2650AS-950-01	1 шт.
Компакт-диск с программой “Test Script Builder” KTS-850	1 шт.
Блок коммутации Keithley 8010	1 шт. по заказу
Кабели и принадлежности	по заказу
Руководство по эксплуатации (на компакт-диске)	1 шт.
Методика поверки KI-2657A-2015 МП	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу KI-2657A-2015 МП «Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley 2657A. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМС» 30.07.2015 г.

Рекомендуемые средства поверки:

- мультиметр Agilent 3458A (относительная погрешность измерения постоянного напряжения от 1 до 1000 В не более  $\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$ , относительная погрешность измерения силы постоянного тока от 1 мкА до 120 мА не более  $\pm 7 \cdot 10^{-5}$ ).

- калибратор-измеритель напряжения и силы тока Keithley 6430 (относительная погрешность измерения силы постоянного тока от 1 до 100 нА не более  $\pm 7 \cdot 10^{-4}$ );

Вспомогательное оборудование:

- делитель напряжения Fluke 80K-40 (диапазон напряжения от 0 до 40 кВ; коэффициент деления 1000:1; входное сопротивление 1 ГОм).

### Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений изложены в разделе 5 документа «Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley 2657A. Руководство по эксплуатации».

### Нормативные документы, устанавливающие требования к калибраторам-измерителям напряжения и силы тока Keithley 2657A

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

**Изготовитель**

Компания "Tektronix (China) Co, Ltd.", Китай;  
Адрес: 1227 Chuan Qiao Road, Pudong New Area, Shanghai 201206, P.R.C;  
тел. (8621)38960893, факс (8621)58993156

**Заявитель**

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»)  
Адрес: 127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5;  
тел./факс (495)926-71-85, e-mail [post@actimaster.ru](mailto:post@actimaster.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)  
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46  
Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66  
E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.