

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401

#### Назначение средства измерений

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401 предназначены для воспроизведения и измерения напряжения и силы постоянного тока, а также измерения сопротивления.

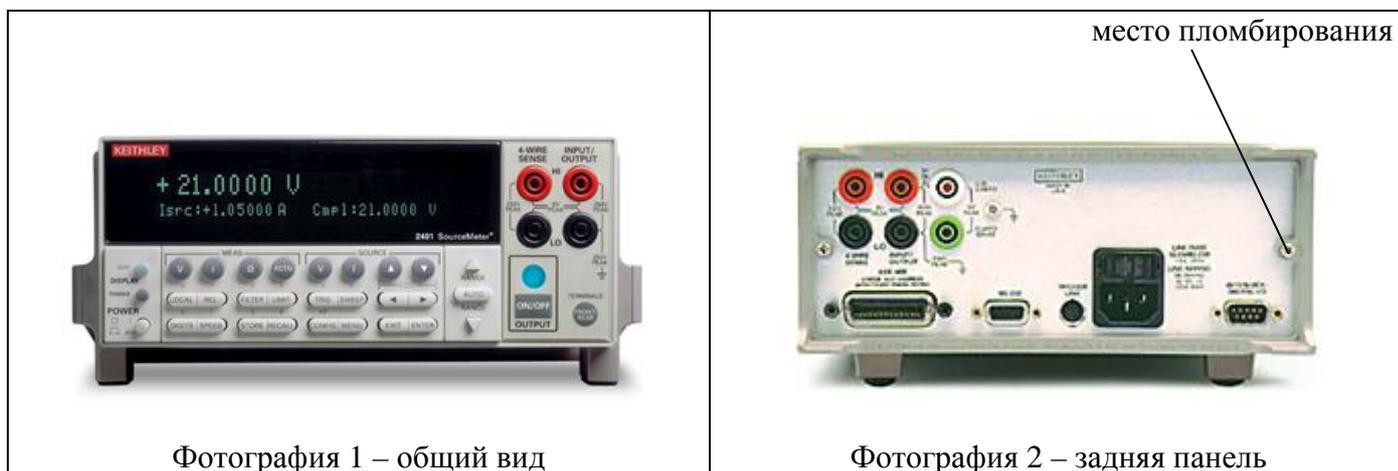
#### Описание средства измерений

Принцип действия калибраторов-измерителей напряжения и силы тока 2401 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. Используются быстродействующие цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, высокостабильные устройства умощнения выхода, прецизионные резистивные элементы во входных цепях деления напряжения и потенциометрического измерения силы тока. Измерение сопротивления реализуется в режиме воспроизведения силы тока (напряжения) и измерения напряжения (силы тока). Управление режимами работы производится с лицевой панели либо дистанционно через интерфейсы RS-232, IEEE-488. На встроенный микроконтроллер установлено фирменное программное обеспечение. Параметры установленных режимов работы, значения воспроизводимых и измеряемых величин отображаются на монохромном жидкокристаллическом дисплее.

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401 выполнены в виде моноблока в настольном исполнении.

Пломбирование от несанкционированного доступа производится нанесением на заводе-изготовителе или в авторизованном сервисном центре специальной краски под винт на задней панели. Знак поверки в виде наклейки размещается в середине боковой панели.

Вид спереди калибраторов-измерителей напряжения и силы тока 2401 показан на фотографии 1, вид сзади – на фотографии 2.



По техническим требованиям калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401 соответствуют ГОСТ 22261-94, по требованиям к климатическим и механическим воздействиям – группе 3 ГОСТ 22261-94 с диапазоном рабочих температур от 0 до + 50 °С.

#### Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на встроенный микроконтроллер, по структуре является целостным.

Оно выполняет функции управления режимами и отображения измерительной информации, в том числе преобразование двоичного цифрового кода в десятичный код, усреднение с различными режимами выборки, и прочие сервисные функции. Калибровочные константы

хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера, вход в калибровочный режим защищен от неавторизованного доступа паролем. Идентификационные данные и сведения о защите программного обеспечения представлены в таблице ниже.

идентификационное наименование программного обеспечения	2400 Series Firmware
номер версии программного обеспечения	A01 и выше
класс риска (уровень защиты)	класс риска С по WELMEC 7.2 для категории P уровень защиты С по МИ 3286-2010

### Метрологические и технические характеристики

пределы воспроизведения и измерения напряжения	от 0,2 до 20 В <sup>1</sup>
пределы воспроизведения и измерения силы тока	от 1 мкА до 1 А <sup>1</sup>
пределы измерения сопротивления	от 0,2 Ом до 200 МОм <sup>1</sup>
максимальная выходная мощность	22 Вт
пределы допускаемой основной погрешности $\Delta_0$ воспроизведения напряжения U при температуре $23 \pm 5$ °С	
на пределах 200 мВ и 2 В	$\pm (2 \cdot 10^{-4} U + 600 \text{ мкВ})$
на пределе 20 В	$\pm (2 \cdot 10^{-4} U + 2,4 \text{ мВ})$
пределы допускаемой основной погрешности $\Delta_0$ измерения напряжения U при температуре $23 \pm 5$ °С	
на пределах 200 мВ и 2 В	$\pm (1,2 \cdot 10^{-4} U + 300 \text{ мкВ})$
на пределе 20 В	$\pm (1,2 \cdot 10^{-4} U + 1,5 \text{ мВ})$
пределы допускаемой основной погрешности $\Delta_0$ воспроизведения силы тока I при температуре $23 \pm 5$ °С	
на пределе 1 мкА	$\pm (3,5 \cdot 10^{-4} I + 600 \text{ пА})$
на пределе 10 мкА	$\pm (3,3 \cdot 10^{-4} I + 2 \text{ нА})$
на пределе 100 мкА	$\pm (3,1 \cdot 10^{-4} I + 20 \text{ нА})$
на пределе 1 мА	$\pm (3,4 \cdot 10^{-4} I + 200 \text{ нА})$
на пределе 10 мА	$\pm (4,5 \cdot 10^{-4} I + 2 \text{ мкА})$
на пределе 100 мА	$\pm (6,6 \cdot 10^{-4} I + 20 \text{ мкА})$
на пределе 1 А	$\pm (2,7 \cdot 10^{-3} I + 900 \text{ мкА})^2$
пределы допускаемой основной погрешности $\Delta_0$ измерения силы тока I при температуре $23 \pm 5$ °С	
на пределе 1 мкА	$\pm (2,9 \cdot 10^{-4} I + 300 \text{ пА})$
на пределе 10 мкА	$\pm (2,7 \cdot 10^{-4} I + 700 \text{ пА})$
на пределе 100 мкА	$\pm (2,5 \cdot 10^{-4} I + 6 \text{ нА})$
на пределе 1 мА	$\pm (2,7 \cdot 10^{-4} I + 60 \text{ нА})$
на пределе 10 мА	$\pm (3,5 \cdot 10^{-4} I + 600 \text{ нА})$
на пределе 100 мА	$\pm (5,5 \cdot 10^{-4} I + 6 \text{ мкА})$
на пределе 1 А	$\pm (2,2 \cdot 10^{-3} I + 570 \text{ мкА})^2$

Примечание 1. С шагом, кратным 10.

Примечание 2. Для значений силы тока свыше 105 мА в циклическом режиме при продолжительности воспроизведения не более 1 мин.

пределы допускаемой основной погрешности $\Delta_0$ измерения сопротивления R при температуре $23 \pm 5$ °С в автоматическом режиме выбора значения силы тока и предела измерения напряжения <sup>3</sup>	
на пределе 20 Ом	$\pm (1 \cdot 10^{-3} R + 3 \text{ МОм})$
на пределе 200 Ом	$\pm (8 \cdot 10^{-4} R + 30 \text{ МОм})$
на пределе 2 кОм	$\pm (7 \cdot 10^{-4} R + 300 \text{ МОм})$
на пределе 20 кОм	$\pm (6 \cdot 10^{-4} R + 3 \text{ Ом})$
на пределе 200 кОм	$\pm (7 \cdot 10^{-4} R + 30 \text{ Ом})$

на пределе 2 МОм на пределе 20 МОм на пределе 200 МОм	$\pm (1,1 \cdot 10^{-3} R + 300 \text{ Ом})$ $\pm (1,1 \cdot 10^{-3} R + 1 \text{ кОм})$ $\pm (6,6 \cdot 10^{-3} R + 10 \text{ кОм})$
пределы допускаемой дополнительной погрешности в интервалах температур от 0 до 18 °С и от 28 до 50 °С	
воспроизведение напряжения и силы тока, измерение напряжения и сопротивления	$\pm 0,15 \% \cdot \Delta_0 / ^\circ\text{С}$
измерение силы тока	$\pm 0,1 \% \cdot \Delta_0 / ^\circ\text{С}$
габаритные размеры	
ширина	213 мм
высота	89 мм
глубина	370 мм
масса, не более	3,21 кг
потребляемая мощность от сети 220 В / 50 Гц, не более	190 ВА
рабочие условия применения	
температура окружающей среды	от 0 до 50 °С
относительная влажность воздуха при температуре до 35 °С	до 70 %
предельная высота над уровнем моря	2000 м
температура хранения и транспортирования	от – 25 до + 65 °С
электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р 51522-99
безопасность	по ГОСТ Р 52319-2005

Примечание 3. В ручном режиме погрешность измерения сопротивления равна сумме погрешности воспроизведения (измерения) силы тока и погрешности измерения напряжения

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится в правой стороне задней панели корпуса в виде наклейки и на титульный лист руководства по пользователю 2400S-900-01R.

### Комплектность средства измерений

наименование и обозначение	количество
Калибратор-измеритель напряжения и силы тока 2401	1 шт.
Кабель сетевой	1 шт.
Кабель измерительный P/N 1754	1 шт.
Series 2400 SourceMeter User's Manual. 2400S-900-01	1 шт.
Калибраторы-измерители напряжения и силы тока серии 2400. Руководство пользователя. 2400S-900-01R	1 шт.
Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401. Методика поверки. KI-2401-2012	1 шт.

### Поверка

осуществляется по документу KI-2401-2012 «Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2401. Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ «РОСИСПЫТАНИЯ» 20.02.2012 г.

Средства поверки:

наименование и требования к метрологическим характеристикам	рекомендуемое средство поверки и его метрологические характеристики
измеритель постоянного напряжения относительная погрешность измерения напряжения 200 мВ не более $\pm 0,03 \%$ 2 В; 20 В не более $\pm 0,004 \%$	мультиметр Agilent 3458A относительная погрешность измерения напряжения 200 мВ; 2 В; 20 В не более $\pm 0,0014 \%$

<u>измеритель силы постоянного тока</u> относительная погрешность измерения силы тока 0,95 мкА не более $\pm 0,01$ % 9,5; 95; 950 мкА; 9,5 мА не более $\pm 0,006$ % 95 мА не более $\pm 0,01$ % 0,95 А не более $\pm 0,06$ %	<u>мультиметр Agilent 3458A</u> относительная погрешность измерения силы тока 0,95 мкА не более $\pm 0,0065$ % 9,5; 95; 950 мкА; 9,5 мА не более $\pm 0,0035$ % 95 мА не более $\pm 0,0045$ % 0,95 А не более $\pm 0,012$ %
<u>калибратор сопротивления</u> относительная погрешность воспроизведения сопротивления 19 Ом; 190 Ом; 1,9 кОм; 19 кОм; 190 кОм; 1,9; 19 МОм не более $\pm 0,02$ % 100 МОм не более $\pm 0,15$ %	<u>калибратор многофункциональный Fluke 5720A</u> относительная погрешность воспроизведения сопротивления 19 Ом не более $\pm 0,0023$ % 190 Ом; 1,9; 19; 190 кОм не более $\pm 0,0011$ % 1,9 МОм не более $\pm 0,0021$ % 19 МОм не более $\pm 0,0047$ % 100 МОм не более $\pm 0,011$ %

### Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений изложены в руководстве пользователя 2400S-900-01R.

### Нормативные документы, устанавливающие требования к калибраторам-измерителям напряжения и силы тока 2401

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

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

### Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Выполнение работ и оказание услуг по обеспечению единства измерений.

### Изготовитель

Компания "Keithley Instruments, Inc.", США. 28775 Aurora Road, Cleveland Ohio, USA.  
тел./факс 1-888-534-8453, e-mail [info@keithley.com](mailto:info@keithley.com).

### Заявитель

Закрытое акционерное общество «АКТИ-Мастер» (ЗАО «АКТИ-Мастер»)  
юридический адрес: 125047, Москва, ул. Александра Невского, д. 19/25, стр. 1  
тел./факс (499)154-74-86

### Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений «РОСИСПЫТАНИЯ»  
103001, г. Москва, Гранатный пер., 4; тел. (495)236-41-71, факс (499)230-36-25  
Аттестат аккредитации № 30123-10

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.П.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.