

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «7» декабря 2021 г. № 2749

Регистрационный № 83936-21

Лист № 1
Всего листов 25

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Калибраторы многофункциональные 4000R

Назначение средства измерений

Калибраторы многофункциональные 4000R (далее - калибраторы) предназначены для воспроизведения напряжения и силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления постоянному току, электрической ёмкости, индуктивности, частоты, измерений напряжения и силы постоянного тока и сопротивления постоянному току.

Описание средства измерений

Принцип действия калибраторов основан на автоматическом управлении встроенными прецизионными источниками сигналов, опорными из которых являются: источник напряжения постоянного тока, термоэлектрический преобразователь напряжения переменного тока в постоянный, набор резисторов, ёмкостей и индуктивностей. Калибраторы являются микропроцессорными приборами генераторного типа, оснащены программой самодиагностики. В функции безопасности входит защита от поражения электрическим током. Имеется функция подстройки (девиации) выходных параметров. Калибраторы оснащены интерфейсами USB, GPIB (дополнительно RS232).

Калибраторы выпускаются в двух исполнениях: 4010R, 4015R. Калибраторы имеют одинаковое конструктивное исполнение, но отличаются метрологическими характеристиками.

Конструктивно калибраторы выпускаются в моноблочном исполнении в металлическом корпусе, на передней панели имеется жидкокристаллическое табло индикации и органы управления.

Для расширения функциональных возможностей калибраторы могут комплектоваться встроенными и внешними опциями.

Встроенные опции:

- SIMRC для имитации электрического сопротивления и электрической ёмкости;
- IND для воспроизведения индуктивности;
- FRQ для воспроизведения частоты с повышенной точностью;
- PRT для моделирования термометров сопротивления;
- SCP350, SCP600 являются модулями для поверки осциллографов с полосой пропускания 350 или 600 МГц;
- PWRDDS, PWRSINE для воспроизведения мощности постоянного и переменного тока;
- PWM для воспроизведения скважности импульсов.

Внешние опции:

- EA001A для измерений и имитации сигналов термопар;
- EA002 для поверки токовых клещей;
- EA008 для измерений пикоамперных токов и больших сопротивлений;

- EA3012A для усиления силы тока;
- EA013 является источником пикоамперных токов;
- EA015 является многоцелевой платформой;
- EA3023 для поверки источников питания 3 А/63 В;
- EA3024 для усиления напряжения;
- EA3025A для поверки источников питания 60 А/100 В.

Внешние и встроенные опции поставляются по заказу.

Серийный номер наносится на наклейку типографским способом в виде буквенно-цифрового кода на верхнюю панель калибратора.

Общий вид калибраторов с указанием места размещения знака утверждения типа представлен на рисунке 1. Нанесение знака поверки на калибраторы и пломбирование не предусмотрено.

Место размещения знака утверждения типа



Рисунок 1 — Общий вид калибраторов

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее - ПО) калибраторов представляет собой прошивку микроконтроллера с идентификационными данными, приведённым в таблице 1.

Встроенное ПО записано в микросхемы. Конструкция калибраторов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

ПО является метрологически значимым. Метрологические характеристики калибраторов нормированы с учетом влияния ПО.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	не ниже 13.1.10
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значения	
	4010R	4015R
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В с внешней опцией EA3024, кВ	от 0 до 1000 от 1 до 10	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, В	таблица 3	
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока калибратора 4010R в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц, В калибратора 4015R в диапазоне частот от 10 Гц до 500 кГц, В с внешней опцией EA3024 в диапазоне частот от 40 до 60 Гц, кВ	от 0,001 до 1000 от 0,001 до 1000 от 1 до 5	
Пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения переменного тока, В	таблица 4	таблица 5
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA3012A, А с внешней опцией EA013, А	от 0 до 30 от 30 до 100 от $2 \cdot 10^{-9}$ до $100 \cdot 10^{-6}$	
Пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы посто- янного тока, А	таблица 6	таблица 7
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA002	таблица 8	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией EA3023	таблица 9	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией EA3025A	таблица 10	
Диапазон воспроизведения силы переменного тока в диапазоне ча- стот от 10 Гц до 30 кГц, А с внешней опцией EA3012A, в диапазоне частот от 40 до 400 Гц, А	от $20 \cdot 10^{-6}$ до 30 от 30 до 70	
Пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы пере- менного тока, А	таблица 11	таблица 12
Диапазоны воспроизведения электрического сопротивления посто- янному току, Ом	от 0 до $1 \cdot 10^9$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления постоянному току, Ом со встроенной опцией SIMRC, Ом	таблица 13	таблица 14
	таблица 15	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA008	таблица 16	

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение для модели	
	4010R	4015R
Воспроизводимые значения электрической ёмкости при частоте 1 кГц, Ф	1·10 ⁻⁹ , 2·10 ⁻⁹ , 5·10 ⁻⁹ , 10·10 ⁻⁹ , 100·10 ⁻⁹ , 1·10 ⁻⁶ , 10·10 ⁻⁶	
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости, %	таблица 17	
Диапазон воспроизведения электрической ёмкости со встроенной опцией SIMRC, Ф	от 0,95·10 ⁻⁶ до 100·10 ⁻³	
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения электрической ёмкости со встроенной опцией SIMRC, %	таблица 18	
Воспроизводимые значения индуктивности при частоте 1 кГц со встроенной опцией IND, Гн	1·10 ⁻³ , 10·10 ⁻³ , 19·10 ⁻³ , 29·10 ⁻³ , 50·10 ⁻³ , 100·10 ⁻³ , 1, 10	
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения индуктивности со встроенной опцией IND, %	таблица 19	
Диапазон воспроизведения частоты, Гц	от 1 до 10·10 ⁶	
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты, % со встроенной опцией FRQ, %	±1·10 ⁻⁴ -	±2·10 ⁻³ ±1·10 ⁻⁴
Диапазон воспроизведения скважности со встроенной опцией PWM, %	от 5 до 95	
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения скважности, %	таблица 20	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SCP350 или SCP600	таблица 21	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PRT	таблицы 22, 23	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA001A	таблица 24	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенными опциями PWRDDS, PWRSINE	таблицы 25, 26	
Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA015	таблица 27	

Таблица 3 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Верхний предел поддиапазона	Разрешение, мкВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, В		Выходное сопротивление, Ом
				4010R	4015R	
Напряжение постоянного тока	от 0 до 200 мВ включ.	202 мВ	0,01	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст}^* + 2 \cdot 10^{-6}$	$25 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$	50
	св. 0,2 до 2 В включ.	2,02 В	0,1	$9 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 2,5 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$	0,2
	св. 2 до 20 В включ.	20,2 В	1	$8 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 24 \cdot 10^{-6}$	$15 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 30 \cdot 10^{-6}$	0,2
	св. 20 до 200 В включ.	202 В	10	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 240 \cdot 10^{-6}$	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 300 \cdot 10^{-6}$	0,5
	св. 200 до 1000 В	1025 В	100	$12 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 2,4 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-6} \cdot U_{уст} + 3 \cdot 10^{-3}$	0,7
С внешней опцией ЕА3024 (усилитель)	Диапазон, кВ		Разрешение, мВ	Пределы допускаемой относительной погрешности, %		
	от 1 до 10			10	±0,5	

* $U_{уст}$ — установленное значение напряжения постоянного тока, В

Таблица 4 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Верхний предел поддиапазона	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, В	Выходное сопротивление, Ом
Напряжение переменного тока	от 1 до 200 мВ включ.	202 мВ	от 10 до 45 Гц включ.	1 мкВ	$0,08 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст}^* + 15 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 45 Гц до 1 кГц включ.	1 мкВ	$0,016 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 15 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 1 до 20 кГц включ.	1 мкВ	$0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 28 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 20 до 100 кГц включ.	1 мкВ	$0,1 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 40 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 100 до 500 кГц	1 мкВ	$0,4 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 100 \cdot 10^{-6}$	50
	св. 0,2 до 2 В включ.	2,02 В	от 10 до 45 Гц включ.	10 мкВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 180 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 45 Гц до 1 кГц включ.	10 мкВ	$0,016 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 120 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 1 до 20 кГц включ.	10 мкВ	$0,021 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 180 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 20 до 100 кГц включ.	10 мкВ	$0,065 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 300 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 100 кГц до 1 МГц	10 мкВ	$0,3 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 450 \cdot 10^{-6}$	0,2
	св. 2 до 20 В включ.	20,2 В	от 10 до 45 Гц включ.	100 мкВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 1,6 \cdot 10^{-3}$	0,2
			св. 45 Гц до 1 кГц включ.	100 мкВ	$0,016 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 1 \cdot 10^{-3}$	0,2
			св. 1 до 20 кГц включ.	100 мкВ	$0,021 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 1,6 \cdot 10^{-3}$	0,2
			св. 20 до 100 кГц	100 мкВ	$0,06 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 3 \cdot 10^{-3}$	0,2
	св. 20 до 200 В включ.	202 В	от 30 до 45 Гц включ.	1 мВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 20 \cdot 10^{-3}$	0,5
			св. 45 Гц до 1 кГц включ.	1 мВ	$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 12 \cdot 10^{-3}$	0,5
св. 1 до 10 кГц включ.			1 мВ	$0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 16 \cdot 10^{-3}$	0,5	

Продолжение таблицы 4

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Верхний предел поддиапазона	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, В	Выходное сопротивление, Ом
			св. 10 до 40 кГц включ.	1 мВ	$0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 30 \cdot 10^{-3}$	0,5
			св. 40 до 100 кГц	1 мВ	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 50 \cdot 10^{-3}$	0,5
	св. 200 до 1000 В	1020 В	от 30 до 45 Гц включ.	10 мВ	$0,055 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 200 \cdot 10^{-3}$	0,7
			св. 45 Гц до 1 кГц включ.	10 мВ	$0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 60 \cdot 10^{-3}$	0,7
			св. 1 до 10 кГц включ.	10 мВ	$0,025 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 120 \cdot 10^{-3}$	0,7
			св. 10 до 20 кГц	10 мВ	$0,03 \cdot 10^{-2} \cdot U_{уст} + 200 \cdot 10^{-3}$	0,7
С внешней опцией ЕА3024 (усилитель)	Диапазон, кВ		Диапазон частот, Гц	Разрешение, мВ	Пределы допускаемой относительной погрешности, ±, %	
	от 1 до 5		от 40 до 60	100	0,5	
* $U_{уст}$ — установленное значение напряжения переменного тока, В						

Таблица 5 – Метрологические характеристики калибраторов 4015R в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Воспроизводи- мая величина	Поддиа- пазоны	Верхний предел поддиапазона	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, В	Выходное сопро- тивление, Ом
Напряжение переменного тока	от 1 до 200 мВ включ.	202 мВ	от 10 до 45 Гц включ.	1 мкВ	$0,07 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}}^* + 25 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 45 Гц до 10 кГц включ.	1 мкВ	$0,025 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 28 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 10 до 20 кГц включ.	1 мкВ	$0,06 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 35 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 20 до 50 кГц включ.	1 мкВ	$0,1 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 40 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 50 до 100 кГц включ.	1 мкВ	$0,32 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 50 \cdot 10^{-6}$	50
			св. 100 до 500 кГц	1 мкВ	$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 300 \cdot 10^{-6}$	50
	св. 0,2 до 2 В включ.	2,02 В	от 10 до 45 Гц включ.	10 мкВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 70 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 45 Гц до 10 кГц включ.	10 мкВ	$0,025 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 80 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 10 до 20 кГц включ.	10 мкВ	$0,065 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 80 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 20 до 50 кГц включ.	10 мкВ	$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 150 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 50 до 100 кГц включ.	10 мкВ	$0,21 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 500 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 100 до 500 кГц	10 мкВ	$0,45 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 800 \cdot 10^{-6}$	0,2
	св. 2 до 20 В включ.	20,2 В	от 10 до 45 Гц включ.	100 мкВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 800 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 45 Гц до 10 кГц включ.	100 мкВ	$0,025 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 700 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 10 до 20 кГц включ.	100 мкВ	$0,065 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 800 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 20 до 50 кГц включ.	100 мкВ	$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 800 \cdot 10^{-6}$	0,2
			св. 50 до 100 кГц	100 мкВ	$0,21 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 1,8 \cdot 10^{-3}$	0,2
	св. 20 до 200 В включ.	202 В	от 30 до 45 Гц включ.	1 мВ	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 5 \cdot 10^{-3}$	0,5
			св. 45 Гц до 10 кГц включ.	1 мВ	$0,055 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 7,5 \cdot 10^{-3}$	0,5
			св. 10 до 20 кГц включ.	1 мВ	$0,075 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 10 \cdot 10^{-3}$	0,5
св. 20 до 40 кГц включ.			1 мВ	$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 10 \cdot 10^{-3}$	0,5	
св. 40 до 100 кГц			1 мВ	$0,21 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 70 \cdot 10^{-3}$	0,5	
св. 200 до 1000 В	1020 В	от 30 до 45 Гц включ.	10 мВ	$0,055 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 100 \cdot 10^{-3}$	0,7	
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.	10 мВ	$0,055 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 20 \cdot 10^{-3}$	0,7	
		св. 1 до 5 кГц включ.	10 мВ	$0,08 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 20 \cdot 10^{-3}$	0,7	
		св. 5 до 10 кГц	10 мВ	$0,095 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{уст}} + 40 \cdot 10^{-3}$	0,7	
С внешней опцией EA3024	Диапазон, кВ		Диапазон частот, Гц	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, ±, %	
	от 1 до 5		от 40 до 60	100 мВ	0,5	

* $U_{\text{уст}}$ — установленное значение напряжения переменного тока, В

Таблица 6 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Верхний предел поддиапазона	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
Сила постоянного тока	от 0 до 200 мкА включ.	202 мкА	10 пА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст}^* + 0,01 \cdot 10^{-6}$
	св. 0,2 до 2 мА включ.	2,02 мА	100 пА	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,03 \cdot 10^{-6}$
	св. 2 до 20 мА включ.	20,2 мА	1 нА	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,2 \cdot 10^{-6}$
	св. 20 до 200 мА включ.	202 мА	10 нА	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
	св. 0,2 до 2 А включ.	2,02 А	100 нА	$0,013 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 30 \cdot 10^{-6}$
	св. 2 до 20 А включ.	20,2 А	1 мкА	$0,03 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 300 \cdot 10^{-6}$
	св. 20 до 30 А	30 А	10 мкА	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 450 \cdot 10^{-6}$
С внешней опцией ЕА3012А (усилитель)	Диапазон		Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
	от 30 до 100 А			
С внешней опцией ЕА013 (источник пикоамперных токов)	Верхний предел поддиапазона		Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	10 нА		1 пА	
	100 нА		10 пА	
	1 мкА		100 пА	
	10 мкА		1 нА	
	100 мкА		10 нА	
* $I_{уст}$ — установленное значение силы постоянного тока, А				

Таблица 7 – Метрологические характеристики калибраторов 4015R в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Верхний предел поддиапазона	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
Сила постоянного тока	от 0 до 200 мкА включ.	202 мкА	10 пА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст}^* + 0,03 \cdot 10^{-6}$
	св. 0,2 до 2 мА включ.	2,02 мА	100 пА	$0,008 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,04 \cdot 10^{-6}$
	св. 2 до 20 мА включ.	20,2 мА	1 нА	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,3 \cdot 10^{-6}$
	св. 20 до 200 мА включ.	202 мА	10 нА	$0,008 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$
	св. 0,2 до 2 А включ.	2,02 А	100 нА	$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 35 \cdot 10^{-6}$
	св. 2 до 30 А	30 А	1 мкА	$0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 350 \cdot 10^{-6}$
С внешней опцией ЕА3012А (усилитель)	Диапазон		Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
	от 30 до 100 А			
С внешней опцией ЕА013 (источник пикоамперных токов)	Верхний предел поддиапазона		Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	10 нА			
	100 нА		10 пА	
	1 мкА		100 пА	
	10 мкА		1 нА	
	100 мкА		10 нА	
* $I_{уст}$ — установленное значение силы постоянного тока, А				

Таблица 8 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA002 (модуль поверки токовых клещей)

Тип катушки	Диапазон силы тока на входе		Диапазон силы тока на выходе, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока, ±, А	
				4010R	4015R
1	2	3	4	5	6
2-витковая катушка	DC	от 0 до 30 А	от 0 до 60	$0,49 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст}^* + 0,072$	$0,49 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,09$
	AC	от 0 до 30 А в диапазоне частот от 30 до 60 Гц			
10-витковая катушка	DC	от 0 до 30 А	от 0 до 300	$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,112$	$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,13$
	AC	от 0 до 30 А в диапазоне частот от 30 до 60 Гц			
50-витковая катушка	DC	от 0 до 30 А	от 0 до 1500	$0,46 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,42$	$0,46 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,44$
	AC	от 0 до 30 А в диапазоне частот от 30 до 60 Гц			

* $I_{уст}$ — установленное значение силы постоянного тока, А

Таблица 9 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией EA3023 (для определения характеристик источников питания 3 А/63 В)

Характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 63
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U^* + 0,020)$
Диапазон регулируемой силы тока через электронную нагрузку, А	от 0 до 3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, А	$\pm(0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I^{**} + 0,001)$

* U - измеренное значение напряжения постоянного тока, В;
** I — измеренное значение силы постоянного тока, А

Таблица 10 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией EA3025A (для определения характеристик источников питания 60 А/100 В)

Характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, В	$\pm(0,02 \cdot 10^{-2} \cdot U^* + 0,030)$
Диапазон регулируемой силы тока через электронную нагрузку, А	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока, А	$\pm(0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I^{**} + 0,030)$

* U - измеренное значение напряжения постоянного тока, В;

** I — измеренное значение силы постоянного тока, А

Таблица 11 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R в режиме воспроизведения силы переменного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
Сила переменного тока	от 20 до 200 мкА	от 10 до 45 Гц включ.	1 нА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст}^* + 0,25 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,07 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,15 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 10 кГц включ.		$0,8 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,25 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$1,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,4 \cdot 10^{-6}$
	от 0,2 до 2 мА	от 10 до 45 Гц включ.	10 нА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,25 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,06 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,2 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 10 кГц включ.		$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,3 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,6 \cdot 10^{-6}$
	от 2 до 20 мА	от 10 до 45 Гц включ.	100 нА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 10 кГц включ.		$0,25 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 4 \cdot 10^{-6}$
	от 20 до 200 мА	от 10 до 45 Гц включ.	1 мкА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 30 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 20 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 10 кГц включ.		$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 40 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$0,7 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 200 \cdot 10^{-6}$
	от 0,2 до 2 А	от 10 до 45 Гц включ.	10 мкА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 300 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,06 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 200 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 400 \cdot 10^{-6}$
		св. 5 до 10 кГц включ.		$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 1 \cdot 10^{-3}$
	от 2 до 30 А	от 30 до 45 Гц включ.	100 мкА	$2,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 5 \cdot 10^{-3}$
		св. 45 до 100 Гц включ.		$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-3}$
		св. 100 Гц до 1 кГц включ.		$0,08 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-3}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,3 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 4 \cdot 10^{-3}$
С внешней опцией EA3012A (усилитель)	от 30 до 70 А	от 40 до 400 Гц	$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 4 \cdot 10^{-3}$	
			$3 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 5 \cdot 10^{-3}$	

* I_{уст} - установленное значение силы переменного тока, А

Таблица 12 – Метрологические характеристики калибраторов 4015R в режиме воспроизведения силы переменного тока

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
Сила переменного тока	от 20 до 200 мкА	от 10 до 20 Гц включ.	1 нА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст}^* + 0,1 \cdot 10^{-6}$
		св. 20 до 45 Гц включ.		$0,15 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,1 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,13 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,1 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,3 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,15 \cdot 10^{-6}$
		св. 5 до 10 кГц включ.		$0,8 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,25 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$1,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,4 \cdot 10^{-6}$
	от 0,2 до 2 мА	от 10 до 20 Гц включ.	10 нА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,15 \cdot 10^{-6}$
		св. 20 до 45 Гц включ.		$0,12 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,15 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,06 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,15 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,2 \cdot 10^{-6}$
		св. 5 до 10 кГц включ.		$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,3 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$1,0 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 0,4 \cdot 10^{-6}$
	от 2 до 20 мА	от 10 до 20 Гц включ.	100 нА	$0,18 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
		св. 20 до 45 Гц включ.		$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,08 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-6}$
		св. 5 до 10 кГц включ.		$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$0,4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 4 \cdot 10^{-6}$
	от 20 до 200 мА	от 10 до 20 Гц включ.	1 мкА	$0,18 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 20 \cdot 10^{-6}$
		св. 20 до 45 Гц включ.		$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 20 \cdot 10^{-6}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,04 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 20 \cdot 10^{-6}$
		св. 1 до 5 кГц включ.		$0,1 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 50 \cdot 10^{-6}$
		св. 5 до 10 кГц включ.		$0,25 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 50 \cdot 10^{-6}$
		св. 10 до 30 кГц		$0,4 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 200 \cdot 10^{-6}$
от 0,2 до 2 А	от 10 до 20 Гц включ.	10 мкА	$0,18 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 100 \cdot 10^{-6}$	
	св. 20 до 45 Гц включ.		$0,17 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 150 \cdot 10^{-6}$	
	св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 100 \cdot 10^{-6}$	
	св. 1 до 5 кГц включ.		$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 1 \cdot 10^{-3}$	
	от 5 до 10 кГц		$1,5 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 1 \cdot 10^{-3}$	

Продолжение таблицы 12

Воспроизводимая величина	Поддиапазоны	Диапазон частот	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , А
	от 2 до 30 А	от 10 до 20 Гц включ.	100 мкА	$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-3}$
		св. 20 до 45 Гц включ.		$0,2 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 3 \cdot 10^{-3}$
		св. 45 Гц до 1 кГц включ.		$0,09 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 2 \cdot 10^{-3}$
		св. 1 до 5 кГц		$0,6 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 4 \cdot 10^{-3}$
С внешней опцией ЕА3012А (усилитель)	от 30 до 70 А	от 40 до 400 Гц	10 мА	$0,08 \cdot 10^{-2} \cdot I_{уст} + 10 \cdot 10^{-3}$

* $I_{уст}$ - установленное значение силы переменного тока, А

Таблица 13 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R в режиме воспроизведения электрического сопротивления постоянному току

Воспроизводимая величина	Номинальные значения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом		Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В
		2-х проводная схема подключения	4-х проводная схема подключения		
Электрическое сопротивление постоянному току	0 Ом	0,035	0,005	0,5	-
	0,1 Ом	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст}^* + 0,035$	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст}^* + 0,005$	0,5	-
	1 Ом	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,4	-
	10 Ом	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,3	-
	100 Ом	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,1	-
	1 кОм	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	-	10
	10 кОм	$0,0008 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,05$	$0,0008 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,05$	-	50
	100 кОм	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,5$	$0,0018 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,5$	-	100
	1 МОм	$0,0025 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 5$	-	-	100
	10 МОм	$0,009 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 100$	-	-	100
	100 МОм	$0,18 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 2000$	-	-	100
	1 ГОм	$1 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 30000$	-	-	100

* $R_{уст}$ - воспроизводимое значение электрического сопротивления, Ом

Таблица 14 – Метрологические характеристики калибраторов 4015R в режиме воспроизведения электрического сопротивления постоянному току

Воспроизводимая величина	Номинальные значения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом		Максимальный ток, А	Максимальное напряжение, В
		2-х проводная схема подключения	4-х проводная схема подключения		
Электрическое сопротивление постоянному току	0 Ом	0,035	0,005	0,5	-
	0,1 Ом	$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст}^* + 0,035$	$0,015 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст}^* + 0,005$	0,5	-
	1 Ом	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,4	-
	10 Ом	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,3	-
	100 Ом	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,035$	$0,005 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,005$	0,1	-
	1 кОм	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,04$	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,04$	-	10
	10 кОм	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,4$	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 0,4$	-	50
	100 кОм	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4$	$0,004 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4$	-	100
	1 МОм	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 40$	-	-	100
	10 МОм	$0,035 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 400$	-	-	100
	100 МОм	$0,5 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 4000$	-	-	100
	1 ГОм	$1 \cdot 10^{-2} \cdot R_{уст} + 40000$	-	-	100

* $R_{уст}$ - воспроизводимое значение электрического сопротивления, Ом

Таблица 15 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R в режиме воспроизведения электрического сопротивления со встроенной опцией SIMRC (моделирование электрического сопротивления)

Диапазон воспроизведения электрического сопротивления	Разрешение	Измерительный ток	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, \pm , Ом
от 0 до 100 Ом включ.	10 мОм	20 мА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}}^* + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 100 до 330 Ом включ.	10 мОм	20 мА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 330 Ом до 1 кОм включ.	100 мОм	2 мА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 1 до 3,3 кОм включ.	100 мОм	2 мА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 3,3 до 10 кОм включ.	1 Ом	300 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 10 до 33 кОм включ.	1 Ом	300 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 33 до 100 кОм включ.	10 Ом	40 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 100 до 330 кОм включ.	10 Ом	40 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 330 кОм до 1 МОм включ.	100 Ом	4 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 1 до 3,3 МОм включ.	100 Ом	4 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50 \cdot 10^{-3}$
св. 3,3 до 10 МОм включ.	1 кОм	0,4 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 50$
св. 10 до 33 МОм включ.	1 кОм	0,4 мкА	$0,01 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 2,5 \cdot 10^3$
св. 33 до 100 МОм	10 кОм	0,2 мкА	$0,05 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 100 \cdot 10^3$
св. 110 до 330 МОм включ.	10 кОм	0,2 мкА	$1 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 100 \cdot 10^3$
св. 330 МОм до 1 ГОм	100 кОм	10 нА	$2 \cdot 10^{-2} \cdot R_{\text{д}} + 500 \cdot 10^3$

* $R_{\text{д}}$ - верхнее значение диапазона воспроизведения электрического сопротивления, Ом

Таблица 16 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA008 (модуль измерений пикоамперных токов и высокого сопротивления)

Измерение силы постоянного тока			Измерение сопротивления постоянному току		
Верхнее значение поддиапазоны	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, %	Испытательное напряжение	Диапазоны измерений сопротивления постоянному току	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
10 нА	1 пА	$\pm 0,5$	50 В	от 500 кОм до 50 ГОм	$\pm 0,5$
100 нА	10 пА		100 В	от 1 МОм до 100 ГОм	
1 мкА	100 пА		250 В	от 3 МОм до 250 ГОм	
10 мкА	1 нА		500 В	от 5 МОм до 500 ГОм	
100 мкА	10 нА		1000 В	от 10 МОм до 1 ТОм	

Таблица 17 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R в режиме воспроизведения электрической ёмкости при частоте 1 кГц

Воспроизводимая величина	Номинальные значения электрической ёмкости	Максимальное напряжение, В	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, ±, %
Электрическая ёмкость	1 нФ	50	0,1 пФ	0,25
	2 нФ	50	0,1 пФ	0,25
	5 нФ	50	0,1 пФ	0,25
	10 нФ	50	0,1 пФ	0,25
	100 нФ	50	10 пФ	0,25
	1 мкФ	30	100 пФ	0,4
	10 мкФ	20	1 нФ	0,6

Таблица 18 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SIMRC (режим имитации электрической ёмкости)

Воспроизводимая величина	Диапазон воспроизведения электрической ёмкости	Максимальное напряжение, В	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Электрическая ёмкость	от 0,95 до 9,5 мкФ включ.	8	1 нФ	±0,7
	св. 9,5 до 95 мкФ включ.	8	10 нФ	
	св. 95 мкФ до 0,95 мФ включ.	8	100 нФ	
	св. 0,95 мФ до 9,5 мФ включ.	8	1 мкФ	
	св. 9,5 мФ до 100 мФ	8	1 мкФ	

Таблица 19 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией IND (режим воспроизведения индуктивности)

Воспроизводимая величина	Номинальные значения	Максимальный ток	Сопротивление постоянному току, Ом	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
Индуктивность	1 мГн	30 мА	7,8	100 нГн	±0,5
	10 мГн	25 мА	24	1 мкГн	
	19 мГн	20 мА	33	1 мкГн	
	29 мГн	20 мА	41	1 мкГн	
	50 мГн	20 мА	54	1 мкГн	
	100 мГн	20 мА	78	10 мкГн	
	1 Гн	10 мА	260	100 мкГн	
	10 Гн	1 мА	950	1 мГн	

Таблица 20 – Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PWM (воспроизведение скважности)

Диапазон номинальных значений		Пределы допускаемой относительной погрешности, \pm , %
Скважность	Частота	
от 5 до 95 %	от 1 до 10 Гц включ.	0,03
	св. 10 до 100 Гц включ.	0,006
	св. 100 Гц до 1 кГц включ.	0,06
	св. 1 до 10 кГц	0,6

Таблица 21 — Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией SCP350 или SCP600

Наименование характеристики	Значение	
	SCP350	SCP600
Допустимые значения коэффициентов отклонения	2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел, 20 мВ/дел, 50 мВ/дел, 100 мВ/дел, 200 мВ/дел, 500 мВ/дел, 1 В/дел, 2 В/дел, 5 В/дел, 10 В/дел, 20 В/дел, 50 В/дел	
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока и амплитуды прямоугольных импульсов при нагрузке 1 МОм, В/дел	от $2 \cdot 10^{-3}$ до 50	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока и отклонения амплитуды прямоугольных импульсов при нагрузке 1 МОм, мкВ	$\pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot U^* + 20)$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения прямоугольного импульса при нагрузке 1 МОм, мкВ	$\pm(1 \cdot 10^{-3} \cdot U^{**} + 40)$	
Допускаемые значения временных маркеров	2 нс/дел, 5 нс/дел, 10 нс/дел, 20 нс/дел, 50 нс/дел, 100 нс/дел, 200 нс/дел, 500 нс/дел, 1 мс/дел, 2 мс/дел, 5 мс/дел, 10 мс/дел, 20 мс/дел, 50 мс/дел, 100 мс/дел, 200 мс/дел, 500 мс/дел, 1 с/дел, 2 с/дел, 5 с/дел	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки временных маркеров, %	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	
Диапазон частот нормированного по амплитуде гармонического сигнала, МГц	от 5 до 350	от 5 до 600
Размах нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц при нагрузке 50 Ом, мВ	600 \pm 10	

Продолжение таблицы 21

Наименование характеристики	Значение	
	SCP350	SCP600
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты нормированного гармонического сигнала частотой 50 кГц, %	±0,003	
Пределы допускаемой неравномерности амплитуды гармонического сигнала относительно нормированного значения на частоте 50 кГц, %	±12	
<p>*U - воспроизводимое значение напряжения постоянного тока, мкВ; **U` - воспроизводимое значение напряжения прямоугольного импульса, мкВ</p>		

Таблица 22 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R , 4015R со встроенной опцией PRT (режим моделирования температуры)

Проверяемые точки	Активное сопротивление, Ом	Максимальная мощность, Вт	Максимальное напряжение, В	Максимальный ток, мА	Разрешение	Пределы* допускаемой относительной погрешности, ±, %
-100 °С	60,25	0,2	3,47	57,62	1 м°С	0,01
0 °С	100,0	0,2	4,47	44,72	1 м°С	0,01
+30 °С	111,67	0,2	4,73	42,32	1 м°С	0,01
+60 °С	123,24	0,2	4,96	40,28	1 м°С	0,01
+100 °С	138,50	0,2	5,26	38,00	1 м°С	0,01
+200 °С	175,84	0,2	5,93	33,73	10 м°С	0,01
+300 °С	247,04	0,2	7,03	28,45	10 м°С	0,01
+800 °С	375,51	0,2	8,67	23,08	10 м°С	0,01
<p>* 4-х проводная схема подключения</p>						

Таблица 23 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенной опцией PRT (режим моделирования термометра сопротивления)

Тип термометра сопротивления	Диапазон температуры, °С	Разрешение	Пределы* допускаемой абсолютной погрешности, ±, °С
PT25	от -200 до 0 включ.	10 м°С	0,50
	св. 0 до +800	10 м°С	0,60
PT100	от -200 до 0 включ.	10 м°С	0,13
	св. 0 до +800	10 м°С	0,55
PT250	от -200 до 0 включ.	10 м°С	0,25
	св. 0 до +800	10 м°С	0,30
PT500	от -200 до +260 включ.	10 м°С	0,10
	св. +260 до +500	10 м°С	0,90
PT1000	от -200 до 0 включ.	10 м°С	0,08
	св. 0 до +800	10 м°С	0,45

* 2-проводная схема подключения

Таблица 24 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA001A (режим моделирования термопар)

Тип термопары	Диапазон температуры, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, °С
J	от -210 до -100 включ.	0,23
	св. -100 до -30 включ.	0,11
	св. -30 до +150 включ.	0,09
	св. +150 до +760 включ.	0,14
	св. +760 до +1200	0,19
K	от -200 до -100 включ.	0,27
	св. -100 до -25 включ.	0,15
	св. -25 до +120 включ.	0,11
	св. +120 до +1000 включ.	0,20
	св. +1000 до +1370	0,26
T	от -250 до -150 включ.	0,6
	св. -150 до 0 включ.	0,10
	св. 0 до +120 включ.	0,09
	св. +120 до +400	0,11
R	от 0 до +250 включ.	0,8
	от +250 до +1000 включ.	0,44
	св. +1000 до +1760	0,51

Продолжение таблицы 24

Тип термопары	Диапазон температуры, °С	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, ±, °С
S	от 0 до +250 включ.	0,8
	св. +250 до +1000 включ.	0,44
	св. +1000 до +1760	0,51
B	от +600 до +1820	0,75
N	от -200 до -100 включ.	0,42
	св. -100 до +410 включ.	0,2
	св. +410 до +1300	0,24
E	от -250 до -100 включ.	0,5
	св. -100 до +650 включ.	0,12
	св. +650 до +1000	0,15

Таблица 25 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R со встроенными опциями PWRDDS, PWR SINE (воспроизведение мощности постоянного и переменного тока)

Характеристика	Значение
Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В	от 1 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока в поддиапазонах, % от 1 до 20 В включ. св. 20 до 1000 В	±0,0025 ±0,0030
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока	от 0,5 мА до 30 А
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока в поддиапазонах, % от 0,5 мА до 300 мА включ. св. 0,3 до 2 А от 2,01 до 30 А	±0,1 ±0,015 ±0,04
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA002	таблица 8
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока с внешней опцией EA002	
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока, В	от 1 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока в поддиапазонах, % от 1 до 20 В включ. св. 20 до 1000 В	±0,035 ±0,04
Диапазон частот при напряжении переменного тока от 1 до 699 В, Гц	от 40 до 400
Диапазон частот при напряжении переменного тока от 700 до 1000 В, Гц	от 46 до 400
Диапазон воспроизведения силы переменного тока, А	от $5 \cdot 10^{-4}$ до 30

Продолжение таблицы 25

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы переменного тока в поддиапазонах, % от 0,5 до 200 мА включ. св. 0,2 до 2 А от 2,01 до 30 А	$\pm 0,2$ $\pm 0,1$ $\pm 0,05$
Диапазон воспроизведения силы переменного тока с внешней опцией EA002	таблица 8
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы переменного тока с внешней опцией EA002	
Диапазон установки угла фазового сдвига, градус	от 0 до 359,9
Пределы допускаемой погрешности установки угла фазового сдвига, градус при частоте 50 Гц при частоте 400 Гц	$\pm 0,209$ $\pm 0,97$

Таблица 26 – Дополнительные характеристики для опции PWRDDS

Характеристика	Значение
Число гармоник	48 (с 2 по 49)
Диапазон частот основного тона (1-ая гармоника), Гц	от 40 до 400
Диапазон частот гармоник, Гц	от 80 до $2 \cdot 10^4$
Допускаемая относительная погрешность воспроизведения частоты гармоник	$\pm(0,1 \% + (N^* \cdot 0,08 \%))$
Дискретность установки амплитуды гармоник (в процентах от 1-ой гармоники)	0,1
Диапазон фаз гармоник, градус	от 0 до 360
Дискретность установки фазы гармоник, градус	0,1
Диапазон воспроизведения напряжения гармонического сигнала, В	от 2 до 1000
Диапазон воспроизведения силы тока гармонического сигнала, А	от 0,3 до 30
* N – номер гармоники	

Таблица 27 - Метрологические характеристики калибраторов 4010R, 4015R с внешней опцией EA015 (многоцелевая платформа)

Вид измерений	Диапазон	Разрешение	Пределы допускаемой относительной погрешности
Имитация сопротивления изоляции	от 100 кОм до 5 МОм	10 кОм	$\pm 0,2 \%$
	от 5,01 МОм до 2 ГОм	10 кОм	$\pm 3 \%$
Вид измерений	Верхнее значение диапазона	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Измерение испытательного напряжения	50 В	10 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2} U^* + 0,02) \text{ В}$
	100 В	10 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2} U + 0,02) \text{ В}$
	250 В	10 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2} U + 0,02) \text{ В}$
	500 В	10 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2} U + 0,02) \text{ В}$
	1000 В	10 мВ	$\pm(0,5 \cdot 10^{-2} U^* + 0,02) \text{ В}$
Вид измерений	Диапазон	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
Воспроизведение электрического сопротивления постоянному току	1,9 Ом	1 мОм	$\pm(0,2 \cdot 10^{-2} R^{**} + 0,05) \text{ Ом}$
	10 Ом	10 мОм	$\pm(0,2 \cdot 10^{-2} R + 0,05) \text{ Ом}$
	19 Ом	10 мОм	$\pm(0,2 \cdot 10^{-2} R + 0,05) \text{ Ом}$
	190 Ом	100 мОм	$\pm(0,2 \cdot 10^{-2} R + 0,05) \text{ Ом}$
	1 кОм	1 Ом	$\pm(0,2 \cdot 10^{-2} R + 0,05) \text{ Ом}$
Измерение напряжения постоянного тока	100 мВ	10 мкВ	$\pm(0,02 \cdot 10^{-2} U^{***} + 0,02) \text{ мВ}$
	1 В	10 мкВ	$\pm(0,02 \cdot 10^{-2} U^{\wedge} + 0,2) \text{ мВ}$
	30 В	100 мкВ	$\pm(0,02 \cdot 10^{-2} U^{\wedge} + 1) \text{ мВ}$
Измерение силы постоянного тока	30 мА	1 мкА	$\pm(0,03 \cdot 10^{-2} I^{****} + 5) \text{ мкА}$
Моделирование термопар	Типы термопар J, K, T, R, S, B, N, E	(данные таблицы 24)	
Воспроизведение силы постоянного и переменного тока	(данные таблиц 6, 7, 8, 11, 12)		
<p>* U - измеренное значение испытательного напряжения, В; ** R - воспроизводимое значение электрического сопротивления постоянному току, Ом; *** U[^] - измеренное значение напряжения постоянного тока, мВ; **** I - измеренное значение силы постоянного тока, мкА</p>			

Таблица 28 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания напряжение переменного тока, В частота переменного тока, Гц	от 198 до 242 50/60
Потребляемая мощность, Вт, не более	200
Габаритные размеры, мм, не более высота длина ширина	190 460 430
Масса, кг, не более	25
Рабочие условия измерений температура окружающего воздуха, °С относительная влажность окружающего воздуха, %, не более атмосферное давление, кПа	от +10 до +35 80 от 84 до 106,7

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и на маркировочную наклейку калибратора типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 29 – Комплектность калибратора

Наименование	Обозначение	Количество
Калибратор многофункциональный 4000R		1 шт.
Комплект ЗИП		1 шт.
Руководство по эксплуатации	4000R.001.РЭ	1 экз.
Программное обеспечение		1 комплект

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе «Методы измерений» руководства по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к калибраторам многофункциональным 4000R

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года №3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы».

Приказ Росстандарта от 29 мая 2018 года №1053 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц».

Приказ Росстандарта от 1 октября 2018 года №2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А».

Приказ Росстандарта от 14 мая 2015 года №575 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц».

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года №3463 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц».

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года №3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 года №1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости

ГОСТ Р 8.732-2011 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений индуктивности

Изготовитель

«Transmille Ltd.», Великобритания
Unit 4, Select Business Centre, Lodge Road, Staplehurst, TN12 0QW
Web-сайт: www.transmille.com

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона «ВНИИФТРИ»

Телефон (факс): (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018

