

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «30» марта 2021 г. №427

Регистрационный № 81408-21

Лист № 1  
Всего листов 7

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Источники питания постоянного тока серии E4360**

**Назначение средства измерений**

Источники питания постоянного тока серии E4360 (далее по тексту – источники) предназначены для воспроизведения и измерений напряжения и силы постоянного тока.

**Описание средства измерений**

По принципу действия источники относятся к программируемым импульсным источникам питания и формируют на выходе из напряжения сети питания регулируемые стабилизированные напряжения и силу постоянного тока. При этом напряжение сети выпрямляется и фильтруется. Полученные напряжение и сила постоянного тока измеряются и отображаются на дисплее.

Источники серии E4360 представляют собой источники постоянного тока с очень малой выходной емкостью, позволяющие моделировать (имитировать) вольтамперные характеристики (ВАХ) солнечных батарей (SAS – Solar Array Simulator). Они обеспечивают возможность быстрого изменения параметров вольтамперных характеристик, что позволяет с высокой точностью моделировать выходные характеристики разных типов солнечных батарей в различных условиях эксплуатации: затмение, вращение, старение, изменение температуры и пр.

Функционально источники представляют собой крейтовую систему и состоят из базового блока модификации E4360A и встраиваемых модулей модификаций E4361A, E4361A-J01, E4362A, E4362A-J01, E4362A-J02, E4362A-J03, E4362A-J04, E4362A-J05.

В базовый блок устанавливается до двух встраиваемых модулей, соответственно базовый блок может иметь один или два выхода. Незанятые посадочные места в базовом блоке закрываются специальными фальш-панелями.

Встраиваемые модули отличаются между собой значениями выходных напряжения, силы тока, мощности.

Кроме отдельных базового блока и встраиваемых модулей, позволяющих оператору самостоятельно выбирать требуемую конфигурацию, завод-изготовитель выпускает фиксированные конфигурации источников:

- модификация E4366A, состоящая из базового блока E4360A и одного или двух модулей модификаций E436x. Нужные встраиваемые модули заказываются отдельно как опции источника E4366A;

- модификация E4367A, состоящая из базового блока E4360A и двух встраиваемых модулей E4361A;

- модификация E4368A, состоящая из базового блока E4360A и двух встраиваемых модулей E4362A.

Базовые блоки E4360A имеют дополнительный контроллер для синхронизации отдельных источников между собой при построении из них системы. Вместе с базовым блоком E4360A поставляется специализированное программное обеспечение Keysight 14360A, которое позволяет упростить программирование и управление несколькими источниками. Программа обеспечивает возможность настройки и управления системой, включающей до 100 каналов имитации солнечных батарей.

Источники обеспечивают три основных режима работы: симулятор (когда пользователем вводятся напряжение холостого хода, ток короткого замыкания, рабочее напряжение и рабочий ток), таблица (когда пользователем вводится таблица с необходимыми значениями ВАХ солнечной батареи) и фиксированный режимы. Для точного моделирования ВАХ солнечной батареи используется режим SAS или таблицы ВАХ. Когда требуется стандартный источник питания постоянного тока, используется фиксированный режим.

Управление режимами работы источников осуществляется микропроцессором.

Функционируя в одном из трех основных режимов работы источники могут находиться в режимах стабилизации напряжения, стабилизации тока, локального управления, дистанционного управления с внешнего ПК через интерфейсы связи GPIB, USB, LAN, а также в режиме списка, который дает возможность создавать пользовательские кривые и обеспечивает быстрый переход от одной кривой к другой при моделировании различных режимов работы солнечных батарей.

Регулировка выходных напряжения и силы тока осуществляется независимо.

Источники снабжены защитой от перегрева (OTP), защитой от перегрузки по напряжению (OVP) и защитой от перегрузки по току (OCP) с программируемыми порогами вплоть до полного ограничения по току с целью отсечения переходных выбросов тока; защитой от чрезмерно высокой скорости коммутации, которая предохраняет внутренние компоненты от перегрева; функцией программируемой дистанционной блокировки, которая проверяет правильность задаваемых пользователем процедур защитного отключения.

Основные узлы источников: блок питания, фильтр, стабилизатор, микропроцессор, схема интерфейсов, дисплей.

Конструктивно источники выполнены в виде моноблока в металлическом корпусе размера 2U, позволяющим размещение в стандартной 19-дюймовой стойке.

На передней панели расположены: кнопка включения/выключения, индикаторы, дисплей, кнопки управления (клавиатура).

На задней панели расположены: выходные клеммы, вентиляционные отверстия, разъемы интерфейсов связи GPIB, USB, LAN, клемма заземления, разъем сети питания.

Общий вид источников представлен на рисунках 1 – 3. Обозначение места нанесения знака поверки представлено на рисунке 1.

Пломбирование источников питания постоянного тока серии E4360 не предусмотрено.

Место нанесения заводских (серийных номеров) – на тыльной панели корпуса; способ нанесения – типографская печать на бумажной наклейке; формат – буквенно-цифровой код.



Рисунок 1 – Общий вид базового блока модификации E4360A



Рисунок 2 – Общий вид базового блока модификации E4360A. Вид сзади



Рисунок 3 – Общий вид встраиваемых модулей модификаций E4361A, E4361A-J01, E4362A, E4362A-J01, E4362A-J02, E4362A-J03, E4362A-J04, E4362A-J05

### Программное обеспечение

Источники работают под управлением встроенного программного обеспечения (ПО).

Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические характеристики источников нормированы с учетом влияния встроенного ПО. Микропрограмма заносится в программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) источников предприятием-изготовителем и недоступна для потребителя.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «средний» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	E4360 Firmware Update
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже A.02.05
Цифровой идентификатор ПО	–

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Выходные параметры (метрологические характеристики) в режимах симулятора и таблицы

Модификация модуля	Напряжение холостого хода, В	Ток короткого замыкания, А	Рабочее напряжение постоянного тока, В	Рабочая сила постоянного тока, А	Максимальная выходная мощность, Вт
E4361A	65	8,5	60,0	8,5	510,0
E4361A-J01	58	9,3	53,5	9,3	498,0
E4362A	130	5,0	120,0	5,0	600,0
E4362A-J01	117	5,5	108,0	5,5	594,0
E4362A-J02	120	5,4	110,0	5,4	594,0
E4362A-J03	108	6,0	99,7	6,0	598,0
E4362A-J04	170	3,8	157,0	3,8	596,0
E4362A-J05	95	6,3	87,7	6,3	552,5

Таблица 3 – Выходные параметры (метрологические характеристики) в фиксированном режиме

Модификация модуля	Диапазон установки выходного напряжения постоянного тока, В	Диапазон установки выходной силы постоянного тока, А
E4361A	от 0,001 до 60,0	от 0,001 до 8,5
E4361A-J01	от 0,001 до 53,5	от 0,001 до 9,3
E4362A	от 0,001 до 120,0	от 0,001 до 5,0
E4362A-J01	от 0,001 до 108,0	от 0,001 до 5,5
E4362A-J02	от 0,001 до 110,0	от 0,001 до 5,4
E4362A-J03	от 0,001 до 99,7	от 0,001 до 6,0
E4362A-J04	от 0,001 до 157,0	от 0,001 до 3,8
E4362A-J05	от 0,001 до 87,7	от 0,001 до 6,3

Таблица 4 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации напряжения

Модификация модуля	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения / измерений напряжения постоянного тока, В	Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, мВ		Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока, мВ <sup>1)</sup> , не более
		при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального	при изменении тока нагрузки от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$	
E4361A	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,025) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,025)$	2	2	24/150
E4361A-J01	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,022) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,022)$	2	2	24/150
E4362A	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,050) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,050)$	2	2	30/150
E4362A-J01	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,050) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,050)$	2	2	30/150
E4362A-J02	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,050) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,050)$	2	2	30/150
E4362A-J03	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,042) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,042)$	2	3	28/150

Продолжение таблицы 4

Модификация модуля	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения / измерений напряжения постоянного тока, В	Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, мВ		Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока, мВ <sup>1)</sup> , не более
		при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального	при изменении тока нагрузки от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$	
E4362A-J04	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,065) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,065)$	2	3	40/195
E4362A-J05	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,037) / \pm(0,0008 \cdot U + 0,037)$	2	2	27/150

Примечания  
<sup>1)</sup> – среднеквадратическое значение/размах сигнала;  
 $I_{\text{макс}}$  – максимальная сила постоянного тока на выходе источника, А;  
 $U$  – воспроизводимое/измеренное значение напряжения постоянного тока, В

Таблица 5 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации тока

Модификация модуля	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения / измерений силы постоянного тока, А	Нестабильность выходной силы постоянного тока, мА		Уровень пульсаций выходной силы постоянного тока, мА <sup>1)</sup> , не более
		при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального	при изменении напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$	
E4361A	$\pm(0,002 \cdot I + 0,020) / \pm(0,002 \cdot I + 0,020)$	1	1	2,5
E4361A-J01	$\pm(0,002 \cdot I + 0,022) / \pm(0,002 \cdot I + 0,023)$	1	1	2,5
E4362A	$\pm(0,002 \cdot I + 0,010) / \pm(0,002 \cdot I + 0,010)$	1	1	2,5
E4362A-J01	$\pm(0,002 \cdot I + 0,011) / \pm(0,002 \cdot I + 0,011)$	1	1	3
E4362A-J02	$\pm(0,002 \cdot I + 0,011) / \pm(0,002 \cdot I + 0,011)$	1	1	3
E4362A-J03	$\pm(0,002 \cdot I + 0,012) / \pm(0,002 \cdot I + 0,012)$	1	1	2,5
E4362A-J04	$\pm(0,002 \cdot I + 0,008) / \pm(0,002 \cdot I + 0,008)$	1	1	2,5
E4362A-J05	$\pm(0,002 \cdot I + 0,015) / \pm(0,002 \cdot I + 0,015)$	1	1	2,5

Примечания  
<sup>1)</sup> – среднеквадратическое значение;  
 $U_{\text{макс}}$  – максимальное напряжение постоянного тока на выходе источника, В;  
 $I$  – воспроизводимое/измеренное значение силы постоянного тока, А

Таблица 6 – Температурные коэффициенты

Модификация модуля	Температурный коэффициент, В/°С	Температурный коэффициент, А/°С
E4361A	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000325)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000215)$
E4361A-J01	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000290)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000235)$
E4362A	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000650)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000125)$
E4362A-J01	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000325)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000140)$
E4362A-J02	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000325)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000135)$
E4362A-J03	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000540)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000150)$
E4362A-J04	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000850)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000100)$
E4362A-J05	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,000475)$	$\pm(0,00025 \cdot I + 0,000159)$
Примечания U – воспроизводимое/измеренное значение напряжения постоянного тока, В; I – воспроизводимое/измеренное значение силы постоянного тока, А		

Таблица 7 – Общие технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	230 50
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм: - базовый блок модификации E4360A - встраиваемые модули модификаций E4361A, E4361A-J01, E4362A, E4362A-J01, E4362A-J02, E4362A-J03, E4362A-J04, E4362A-J05	633,9×432,5×88,1 348,5×155,5×84,2
Масса, кг: - базовый блок модификации E4360A - встраиваемые модули модификаций E4361A, E4361A-J01, E4362A, E4362A-J01, E4362A-J02, E4362A-J03, E4362A-J04, E4362A-J05	11,0 3,3
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от +18 до +28 до 80
Рабочие условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, %	от 0 до +40 до 80
Средний срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч	10 000

### Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель источников способом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Таблица 8 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Источник питания постоянного тока серии E4360 (модификация по заказу)	–	1 шт.
Кабель питания	–	1 шт.
Компакт-диск с ПО Keysight 14360A	–	1 шт.
Руководство по эксплуатации	–	1 экз.
Методика поверки	ИЦРМ-МП-074-20	1 экз.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в руководстве по эксплуатации в разделе 4.2 «Выполнение измерений».

**Нормативные документы, устанавливающие требования к источникам питания постоянного тока серии E4360**

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

ГОСТ 14014-91 Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

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

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»

