

# Keysight PD1000A

## Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов

Специализированная измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов компании Keysight позволяет сократить время проектирования благодаря созданию реалистичных моделей

Брошюра



## Введение

Рынок гибридных автомобилей и электромобилей стремительно растёт. Растущий уровень электрификации автомобилей порождает новые проблемы разработки и производства. Для повышения КПД и получения большей удельной мощности при меньшем тепловыделении многие производители гибридных автомобилей и электромобилей начинают использовать в своих силовых преобразователях полупроводниковые приборы с широкой запрещённой зоной (WBG), например, на основе карбида кремния (SiC). Однако им необходимо обеспечивать надёжность и безопасность этих устройств.

## Традиционные инструменты непригодны для полупроводников с широкой запрещённой зоной

Использование традиционных инструментов для анализа параметров полупроводниковых приборов во временной области и простых моделей с сосредоточенными параметрами не обеспечит надёжных и достоверных результатов для устройств WBG. Частота коммутации WBG-устройства может составлять сотни килогерц, а его граничная частота как минимум в пять раз выше, чем у прибора, изготовленного на основе кремния, что приводит к возникновению частотных составляющих в сотни мегагерц. Традиционные модели полупроводниковых приборов не содержат паразитных параметров, реагирующих на эти высокие частоты, т.е. с их помощью невозможно предсказать, какие условия будут влиять на безопасность и надёжность схемы. В качестве примера таких условий можно привести пусковые токи, выбросы, звоны и время переключения. Без соответствующего моделирования этих условий можно неверно оценить мощность, не заметить некоторые проблемы ЭМС, проблемы надёжности, связанные с выходом параметров за допустимые пределы, и даже получить неработающие прототипы. Всё это приводит к увеличению времени разработки и потенциальным убыткам.

## Решение компании Keysight

Компания Keysight тесно сотрудничает с ведущими производителями силовых преобразователей мощности, используемых в гибридных автомобилях и электромобилях, и помогает им легко переходить на WBG-устройства. В результате такого сотрудничества компания Keysight разработала уникальный набор инструментов для моделирования цепей питания, который позволяет разработчикам устройств WBG легко создавать модели, о которых раньше нельзя было и мечтать. Испытательный комплекс, в состав которого входит анализатор мощных полупроводниковых приборов, а также системы измерения S-параметров и параметров сдвоенных импульсов, выполняет измерения параметров реальных WBG-устройств, а также использует программные средства моделирования для создания достоверных моделей WBG-устройств. Полученные модели можно использовать в САПР Keysight для моделирования и анализа влияния высокочастотных компонентов на надёжность и электромагнитные помехи. Изменения в конструкцию можно вносить ещё до изготовления первого прототипа, что экономит время и деньги, исключая необходимость дорогостоящих переработок.

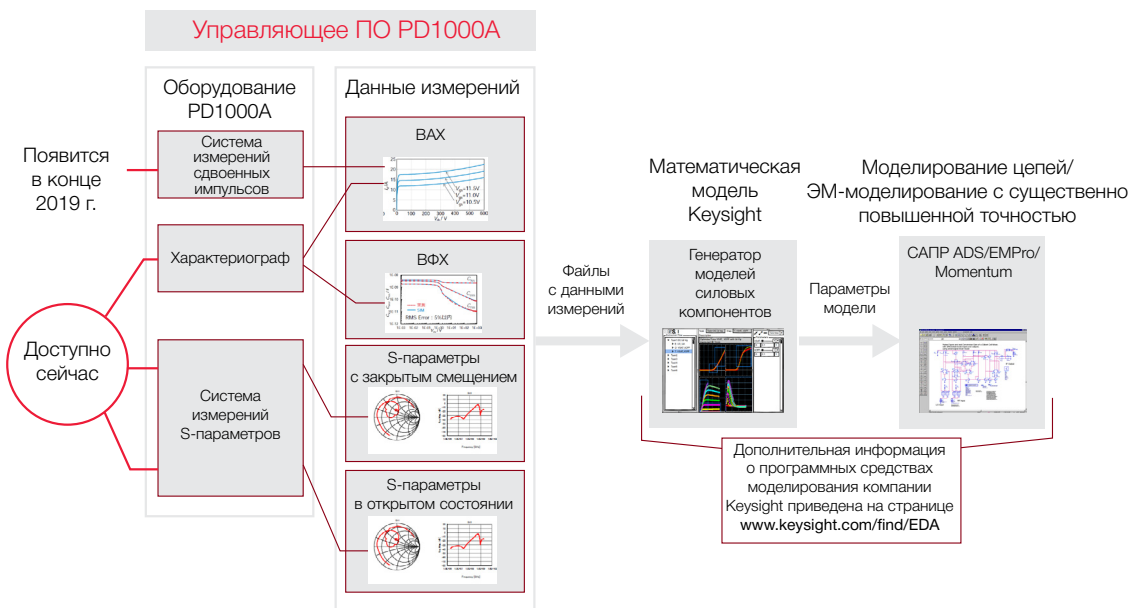
Дополнительную информацию можно найти по ссылке [www.keysight.com/find/PD1000A](http://www.keysight.com/find/PD1000A).

## Основные возможности измерительной системы для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A

- Простое создание надёжных моделей любого WBG-устройства с помощью реальных измерений прямо на рабочем столе\*
- Эксклюзивные методы моделирования компонентов WBG-устройств, позволяющие точно учесть влияние ЭМП, пусковых токов, выбросов напряжения, времени переключения и т.п.
- Выявление причин возникновения ЭМ-помех в процессе моделирования до завершения цикла проектирования
- Готовое решение от одного поставщика оборудования, программного обеспечения, консультационных услуг и поддержки в мировом масштабе

\* Вы можете прислать полупроводниковый прибор в Keysight, и мы сами создадим для вас модель. При обращении сошлитесь на услуги по решению PD1000A.

### Создание первоклассных моделей с помощью PD1000A



Измерительная система для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A состоит из трёх элементов, работающих под управлением системного управляющего ПО PD1000A System Control Software:

- Анализатор мощных полупроводниковых приборов (на базе B1506A с принадлежностями)
  - Анализатор мощных полупроводниковых приборов выполняет измерения ВАХ и ВФХ. По этим характеристикам модель «обучается» реагировать на определённые токи и напряжения.
- Система измерений S-параметров (на базе анализатора цепей E5080A серии ENA, источника/измерителя серии B2902A и аксессуаров)
  - Система измерений S-параметров измеряет частотную характеристику устройства при нулевом смещении (в закрытом состоянии) и при наличии смещения (в открытом состоянии). Это позволяет «научить» модель, как будет работать разрабатываемое устройство в частотной области.
- Система измерений сдвоенных импульсов (подробная информация появится в конце 2019 г.)
  - Система измерения сдвоенных импульсов выполняет измерения вольт-амперных характеристик с расширенным диапазоном. Это позволяет точно моделировать поведение WBG-устройств при высоких напряжениях и рабочих токах.

Управляющее программное обеспечение автоматизирует практически все измерения и создаёт файлы, которые можно загрузить в программный генератор моделей силовых компонентов (PEMG) Keysight W8598BP/BT. После загрузки в PEMG пользователь может выбирать нужные модели WBG. PEMG создаёт модели на основе выполненных измерений и выбранной формулы моделирования. Затем модель можно использовать в САПР Advanced Design System, EMPro и Momentum компании Keysight для точной имитации реальных условий. Дополнительная информация о системах автоматизированного проектирования компании Keysight приведена на странице [www.keysight.com/find/EDA](http://www.keysight.com/find/EDA).

## Обзор спецификаций и характеристик

### Анализатор мощных полупроводниковых приборов

Ниже приведён краткий перечень спецификаций и характеристик анализатора мощных полупроводниковых приборов. Полный перечень можно найти в *техническом описании анализатора мощных полупроводниковых приборов B1506A*, номер документа 5991-4441RURU. (<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-4441RURU.pdf>)

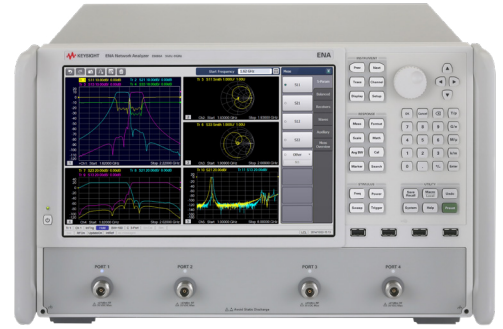


### Основные характеристики B1506A

			B1506A-H21	B1506A-H51	B1506A-H71
Коллектор/сток	Максимальное выходное значение	Напряжение	±3000 В	±3000 В	±3000 В
		Ток	Имп. ±20 А	±500 А	±1500 А
		Пост.	±1 А	±100 мА	
	Максимальное разрешение (источник)	Напряжение	200 нВ	25 мкВ	
		Ток	100 фА	100 фА	
	Максимальное разрешение (измерение)	Напряжение	200 нВ	500 нВ	
Ток		10 фА	10 фА		
Затвор	Максимальное выходное значение	Напряжение		±100 В	
		Ток	Имп. ±1 А		
		Пост.	±100 мА		
	Максимальное разрешение (источник)	Напряжение	200 нВ		
		Ток	500 фА		
	Максимальное разрешение (измерение)	Напряжение	200 нВ		
Ток		10 фА			
Измерение ёмкости (только для H21/H51/H71)	Макс. смещение	Затвор		±100 В	
		Коллектор/сток		±3000 В	
	Диапазон частот			от 1 кГц до 1 МГц	
				от 10 фФ до 1 мкФ	

## Система измерений S-параметров

Ниже приведён краткий перечень характеристик системы измерения S-параметров. Полный перечень можно найти в техническом описании векторного анализатора цепей Keysight E5080A серии ENA, номер документа 5992-0291. (<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-0291EN.pdf>)



## Основные характеристики анализатора цепей E5080A серии ENA (нескорректированные)

Пользовательская коррекция отключена, системная коррекция ошибок включена

Описание	Гарантированные значения					
	9 кГц – 50 кГц	50 кГц – 300 кГц	300 кГц – 3 ГГц	3 ГГц – 6 ГГц	6 ГГц – 8,5 ГГц	8,5 ГГц – 9 ГГц
Направленность	20	20	25	20	15	15
Согласование источника	20	20	25	20	15	15
Согласование нагрузки	8	12	17	12	10	8

Описание	Типовые значения					
	9 кГц – 50 кГц	50 кГц – 300 кГц	300 кГц – 3 ГГц	3 ГГц – 6 ГГц	6 ГГц – 8,5 ГГц	8,5 ГГц – 9 ГГц
Направленность	40	40	40	35	35	35
Согласование источника	40	40	40	35	35	35
Согласование нагрузки	12	18	20	20	16	14
Повторяемость передачи	± 0,1	± 0,1	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2
Повторяемость отражения	± 0,1	± 0,1	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,2

Описание	Типовое значение				
	9 кГц – 100 кГц	100 кГц – 50 МГц	50 МГц – 6 ГГц	6 ГГц – 8,5 ГГц	8,5 ГГц – 9 ГГц
Перекрестные помехи	132	141	147	140	130

Ниже приведён краткий перечень характеристик параметрического анализатора. Полный перечень можно найти в техническом описании параметрического анализатора Keysight B2900A, номер документа 5990-7009. (<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-7009EN.pdf>)

## Основные характеристики параметрического анализатора B2902A



	Макс. напряжение	Максимальный ток
	210 В	0,105 А
Пост. или имп.	21 В	1,515 А
	6 В	3,03 А
Только имп.	200 В	1,515 А
	6 В	10,5 А

## Тройник смещения

Параметр	Типовое значение
Импеданс	50 Ом
Макс. напряжение	±42 В
Максимальный ток	5 А
Сопротивление (вход смещения ВЧ-порта)	70 мОм
Диапазон частот	от 50 кГц до 3 ГГц (тип.)
Время нарастания	100 пс (тип.)
Температура окружающей среды	+23 °C ±5 °C с отклонением от температуры калибровки не более 1 °C
Ёмкость (между ВЧ-портами 1 и 2)	0,15 мкФ
Индуктивность	185 мкГн
ВЧ-разъёмы	Розетка SMA на анализатор цепей серии ENA, SMA на тестовую оснастку
Разъёмы пост. тока	Гнездо 4 мм (типа "банан")

## Система измерений сдвоенных импульсов

Информация появится в конце 2019 г.

## Принадлежности PD1000A

### Анализатор мощных полупроводниковых приборов

- Автоматическая высокотемпературная платформа inTEST HP289-PM – нагревательный столик для анализатора Keysight B1506A
  - Техническое описание: [http://www.intestthermal.com/pdfs/Thermal\\_ds/Hot\\_Plate\\_Power\\_Device\\_Analyzer.pdf](http://www.intestthermal.com/pdfs/Thermal_ds/Hot_Plate_Power_Device_Analyzer.pdf)
  - Высокотемпературная платформа HP289-PM предназначена для интеграции с анализатором мощных полупроводниковых приборов Keysight B1506A. Платформа автоматически контролирует температуру столика в диапазоне от температуры окружающей среды до +250°C, что позволяет измерять параметры силовых компонентов, таких как IGBT и МОП-транзисторы.
- Опция GTW – шлюз LAN/GPIB/USB
  - Необходима для управления нагревательным столиком inTEST по локальной сети
- Опция GP0-GP8 – кабели GPIB (подробное описание приведено в разделе "Информация для заказа")
  - Необходима для подключения шлюза LAN/GPIB/USB к нагревательному столику

### Система измерений S-параметров

- Опция SPK – комплект принадлежностей для измерения S-параметров
  - Комплект включает:
    - Две схемы подачи смещения (левая и правая)
    - Три тестовые оснастки (для корпусов TO-220, TO-247 и SMD)
    - Кабели: в коаксиальном исполнении и с разъёмом типа "банан"
    - Динамометрический ключ
    - Футляр для переноски
- Лицензия PD1010A-1FP на управляющее ПО PD1000A; фиксированная на 1 год, бессрочная
  - После окончания 30-дневного ознакомительного периода для выполнения измерений S-параметров с помощью встроенного управляющего ПО PD1010A необходимо приобрести лицензию

## Информация для заказа

Информация для заказа измерительной системы для моделирования мощных полупроводниковых приборов PD1000A

### Анализатор мощных полупроводниковых приборов

Для получения полнофункционального анализатора мощных полупроводниковых приборов закажите одну опцию 101-105, одну тепловую платформу inTEST (нагревательный столик), одну опцию GTW и одну опцию GP0-GP8.

#### Опции анализатора мощных полупроводниковых приборов

Опция	Описание
101	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 20 А/3 кВ/ВФХ/заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц
103	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 500 А/3 кВ/ВФХ/заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц
105	Анализатор мощных полупроводниковых приборов, 1500 А/3 кВ/ВФХ/заряд затвора/тепловая тестовая оснастка, частота сети 50 Гц

#### Опции нагревательного столика

Опция	Описание
inTEST модель # HP289-PM	***Нужно заказывать непосредственно в inTEST; обращайтесь по адресу sales@intestthermal.com*** Платформа предназначена для интеграции с анализаторами мощных полупроводниковых приборов Keysight B1505A и B1506A (управление по шине GPIB)
GTW	Шлюз LAN/GPIB/USB (для управления нагревательным столиком inTEST через адаптер LAN-GPIB)
GP0	Кабель GPIB, 0,5 метра
GP1	Кабель GPIB, 1 метр
GP2	Кабель GPIB, 2 метра
GP4	Кабель GPIB, 4 метра
GP6	Кабель GPIB, 6 метров
GP8	Кабель GPIB, 8 метров

### Система измерений S-параметров мощных полупроводниковых приборов

Для получения полнофункциональной системы измерения S-параметров закажите одну опцию 201, одну опцию 301, одну опцию SPK и одну опцию PD1010A-1FP.

#### Опции анализатора цепей

Опция	Описание
201	Векторный анализатор цепей серии ENA; 2-портовый измерительный блок, диапазон частот от 9 кГц до 4,5 ГГц со схемами подачи смещения с опциями 245, 019 и UNQ

#### Опции подачи смещения

Опция	Описание
301	Прецизионный источник/измеритель, 2 канала, разрешение 100 фА, 210 В, 3 А (пост.)/10,5 А (имп.)

#### Принадлежности для системы измерений S-параметров

Опция	Описание
PD1010A-1FP	Лицензия на управляющее ПО PD1000A; фиксированная на 1 год, бессрочная
SPK	Набор принадлежностей для системы измерений S-параметров мощных полупроводниковых приборов

### Услуги по системе PD1000A

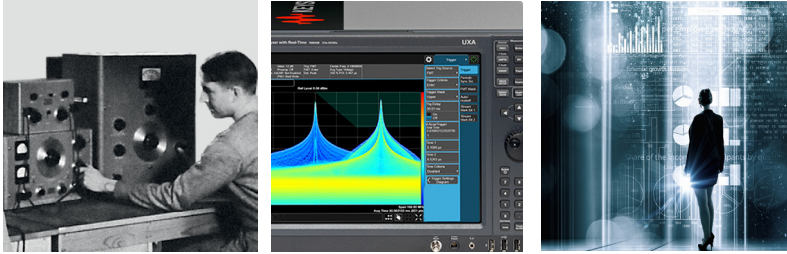
Если вы не хотите приобретать для себя систему PD1000A, обратитесь в Keysight и узнайте больше об измерительных услугах по системе PD1000A.



## Развиваемся с 1939 года

Уникальное сочетание наших приборов, программного обеспечения, услуг, знаний и опыта наших инженеров поможет вам воплотить в жизнь новые идеи. Мы открываем двери в мир технологий будущего.

От HewlettPackard и Agilent к Keysight.



### myKeysight

myKeysight

[www.keysight.com/find/mykeysight](http://www.keysight.com/find/mykeysight)

Индивидуальная подборка наиболее важной для вас информации.

[www.keysight.com/find/emt\\_product\\_registration](http://www.keysight.com/find/emt_product_registration)

Зарегистрировав свои приборы, вы получите доступ к информации о состоянии гарантии и уведомления о выходе новых публикаций по приборам.

### KEYSIGHT SERVICES

Accelerate Technology Adoption.  
Lower costs.

Услуги ЦСМ Keysight

[www.keysight.com/find/service](http://www.keysight.com/find/service)

Центр сервиса и метрологии Keysight готов предложить вам свою помощь на любой стадии эксплуатации средств измерений – от планирования и приобретения новых приборов до модернизации устаревшего оборудования. Широкий спектр услуг ЦСМ Keysight включает услуги по проверке и калибровке СИ, ремонту приборов и модернизации устаревшего оборудования, решения для управления парком приборов, консалтинг, обучение и многое другое, что поможет вам повысить качество ваших разработок и снизить затраты.



Планы технической поддержки Keysight

[www.keysight.com/find/AssurancePlans](http://www.keysight.com/find/AssurancePlans)

ЦСМ Keysight предлагает разнообразные планы технической поддержки, которые гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

Торговые партнеры Keysight

[www.keysight.com/find/channelpartners](http://www.keysight.com/find/channelpartners)

Получите лучшее из двух миров: глубокие профессиональные знания в области измерений и широкий ассортимент решений компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.

[www.keysight.com/find/PD1000A](http://www.keysight.com/find/PD1000A)

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте:

[www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

### Российское отделение Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954;

8 800 500 9286

(звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

[www.keysight.ru](http://www.keysight.ru)

### Сервисный Центр

Keysight Technologies в России

115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

(BP-9-7-17)

DEKRA Certified  
ISO 9001 Quality Management System

[www.keysight.com/go/quality](http://www.keysight.com/go/quality)

Система управления качеством

Keysight Technologies, Inc.

сертифицирована DEKRA

по ISO 9001:2015