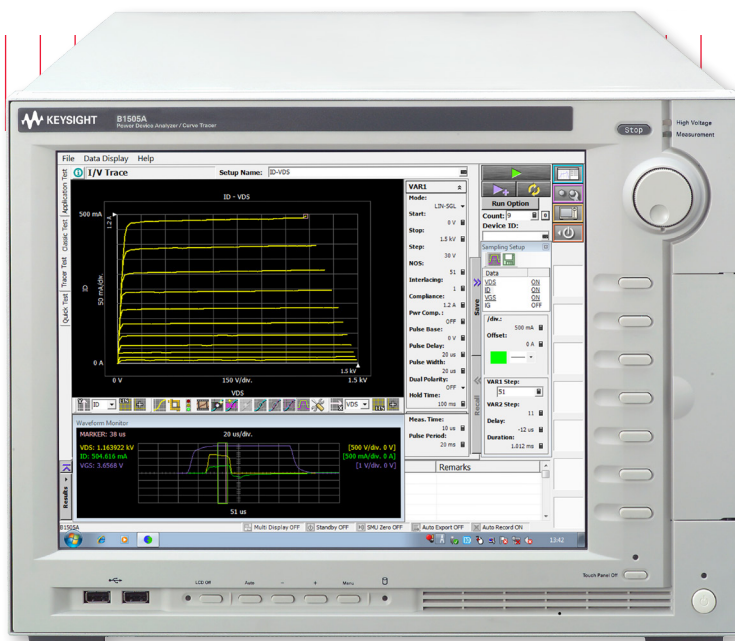


Keysight Technologies

Анализатор силовых приборов/ характериограф B1505A



Технические
данные

Введение

Анализатор силовых приборов/характериограф B1505A от компании Keysight Technologies, Inc — это единое готовое решение с функциями характериографа нового поколения, способное точно измерять показатели силовых приборов и определять их характеристики при напряжениях до 10 кВ и токах до 1500 А. Прибор B1505A может выполнять все виды анализа характеристик силовых приборов благодаря таким особенностям, как широкий диапазон токов и напряжений, возможность использовать короткие импульсы (10 мкс), измерение сопротивлений приборов во включенном состоянии с микроомметровым разрешением и измерение токов в субпикоамперном диапазоне. Кроме того, режим осциллографа позволяет визуально контролировать форму импульсного сигнала тока и напряжения.

Два независимых аналого-цифровых преобразователя (АЦП) на каждом из каналов поддерживают частоту дискретизации 2 мкс для точного отслеживания крайне важных временных характеристик, которые могут повлиять на показатели прибора.

Прибор также может выполнять полностью автоматизированные измерения емкостей (таких как Ciss, Coss и Crss) при высоковольтных смещениях (до 3 кВ). Более того, он может оценивать заряд затвора (важный параметр, влияющий на эффективность работы преобразователей с высокочастотной коммутацией), также при напряжениях до 3 кВ. Прибор B1505A с программным обеспечением EasyEXPERT group+ включает режим характериографа, в котором привычные функции характериографа совмещаются с удобством использования измерительного прибора на базе ПК; за счет этого пользователи традиционных характериографов быстро осваивают работу с прибором. Селектор модулей, селектор емкости устройства и функция экспресс-тестирования (Quick Test) обеспечивают полностью автоматизированное измерение различных параметров без необходимости переподключения кабелей. Программное обеспечение для определения характеристик Keysight EasyEXPERT group+ с графическим интерфейсом может использоваться как на приборе B1505A с платформой на основе встроенной версии Windows 7 и 15-дюймовым сенсорным экраном, так и на вашем ПК для ускорения задач по определению характеристик. Это ПО поддерживает эффективное и воспроизводимое определение характеристик устройств в течение всего процесса определения характеристик — от настройки и осуществления измерений до анализа и управления данными, как при интерактивной работе вручную, так и при автоматизированной работе с полупроводниковой пластиной (при использовании полуавтоматического пробника полупроводниковых пластин). С помощью EasyEXPERT group+ можно незамедлительно выполнять определение сложных характеристик устройств за счет сотен уже готовых к работе измерений (прикладных тестов), причем возможно автоматическое сохранение условий испытаний и данных измерений после каждого измерения в уникальной встроенной базе данных (рабочем пространстве): это гарантирует, что ценная информация не будет утеряна, а измерения можно будет при необходимости повторить позднее. В результате обеспечиваются дополнительное удобство использования, улучшенный анализ данных и упрощенное управление данными измерений силовых приборов и цепей.

Основные функции

Точные измерения в широком диапазоне условий эксплуатации

- Решение типа «все в одном» для определения характеристик силовых приборов до 1500 A/10 кВ
- Измерение средних токов при высоковольтных смещениях (например, 500 мА при 1200 В).
- Возможность измерения сопротивлений в микроометровом диапазоне
- Точное измерение силы тока в субпикоамперном диапазоне при высоковольтном смещении
- Полностью автоматизированное определение температурных зависимостей в диапазоне от -50 °C до +250 °C

Расширенные возможности оценки характеристик устройств

- Полностью автоматизированное измерение емкостей (Ciss, Coss, Crss, и т. д.) при смещениях до 3000 В по постоянному току
- Импульсные измерения высокой мощности при длительности импульса до 10 мкс
- Измерение заряда затвора для N-канальных полевых МОП-транзисторов и БТИЗ как в корпусах, так и на полупроводниковой пластине
- Опция быстрой коммутации высоких напряжений и токов для определения характеристик эффекта коллапса тока в устройствах на основе GaN
- До пяти каналов модулей источников-измерителей высокого напряжения (3 кВ) для прикладных программ проверки эксплуатационной надежности
- Тестирование высоко- и низкотемпературных зависимостей в тестовой оснастке с блокировкой

Повышенная эффективность измерений

- Переключение между измерением высокого напряжения и большого тока без необходимости переподключения кабелей
- Автоматическое переключение измерительных схем между видами измерения емкости транзистора (Ciss, Coss, Crss, Cgs, Cgd, Cds и т. д.) для устройств как в корпусах, так и на полупроводниковой пластине
- Стандартные тестовые оснастки с блокировками для безопасного тестирования силовых приборов в корпусах
- Поддерживается безопасное измерение характеристик устройств высокой мощности на пластине при токах более 200 А и напряжении до 10 кВ

- Функция осциллографа позволяет проверять формы сигналов приложенного напряжения и тока
- ПО EasyEXPERT group+ на базе MS Windows облегчает управление данными и упрощает их анализ

Модернизируемая и масштабируемая архитектура аппаратного обеспечения

- Широкий выбор измерительных модулей
- Поддержка тестирования силовых приборов высокой мощности, имеющих до 6 выводов

Интерфейсы GPIB, USB, локальной сети (LAN) и видеовыход VGA

Самотестирование, самокалибровка и диагностика

Технические условия

Точность измерений и выходная точность приборов приведены для перечисленных ниже условий. Примечание: Точности измерений и выходная точность источника-измерителя указаны на клеммах его разъемов при использовании клеммы проверки нуля (Zero Check) в качестве эталонной.

1. Температура 23 °C $\pm$ 5 °C
2. Влажность От 20 до 70%
3. Требуется самокалибровка после прогрева в течение 40 мин.
4. Изменение температуры окружающей среды не более чем на ± 1 °C после выполнения самокалибровки. (Примечание: Это не относится к модулю многочастотного измерения емкости).
5. Измерения произведены в течение одного часа с момента выполнения самокалибровки. (Примечание: это не относится к модулю многочастотного измерения емкости).
6. Периодичность калибровки: 1 год
7. Настройка времени интегрирования источника-измерителя:
1 ЦЛП (диапазон от 1 нА до 1 А, диапазон напряжения), 200 мкс (диапазон 20 А)
Усреднение по высокоскоростному АЦП:
128 выборок на 1 ЦЛП

8. Фильтр источников-измерителей ВКЛ (для HPSMU и MPSMU)

9. Подключение измерительных клемм источников-измерителей кельвиновское соединение (для HPSMU, MPSMU, HCSMU и MCSMU), некельвиновское соединение (для HVSMU)

Примечание: В этом документе перечислены технические характеристики, а также дополнительные характеристики для устройства B1505A и связанных с ним модулей. Технические характеристики представляют собой стандарты, на соответствие которым тестируются устройство B1505A и связанные с ним модули. На момент отгрузки с производства устройство B1505A и любые связанные с ним модули соответствуют указанным техническим характеристикам. Соответствие «дополнительным» характеристикам, приведенным в спецификациях ниже, не гарантируется, однако они предоставляют полезную информацию о функциональности и показателях прибора.

Примечание: Модернизация модулей в имеющихся системах B1505A должна проводиться в сервисном центре компании Keysight Technologies, Inc. Чтобы гарантировать соответствие системы заявленным характеристикам, после установки новых модулей необходима калибровка прибора в целом. Обращайтесь в ближайший офис Keysight Technologies, чтобы организовать установку и калибровку новых модулей B1505A.

Технические характеристики B1505A

Поддерживаемые сменные модули				
Прибор B1505A содержит десять слотов для сменных модулей.				
Номер модуля	Описание	Число занимаемых слотов	Рабочий диапазон	Разрешающая способность измерителя
B1510A	Модуль источника-измерителя большой мощности (HPSMU)	2	от -200 В до 200 В; от -1 А до 1 А	2 мкВ, 10 фА
B1511B	Источник-измеритель средней мощности (MPSMU)	1	от -100 В до 100 В; от -100 мА до 100 мА	0,5 мкВ, 10 фА
B1512A	Модуль источника-измерителя больших токов (HCSMU)	2	от -40 В до 40 В; от -1 А до 1 А; от -20 В до 20 В, от -20 А до 20 А (только в импульсном режиме)	200 нВ, 10 пА
B1513C	Модуль высоковольтного источника-измерителя (HVSMU)	2	от -3000 В до 3000 В; от -4 мА до 4 мА; от -1500 В до 1500 В; от -8 мА до 8 мА	200 мкВ, 10 фА
B1514A	Модуль источника-измерителя средних токов (MCSMU)	1	от -30 В до 30 В; от -100 мА до 100 мА; от -30 В до 30 В; от -1 А до 1 А (только в импульсном режиме)	200 нВ, 10 пА
B1520A ¹	Модуль многочастотного измерителя емкости (MFCMU)	1	от 1 кГц до 5 МГц;	

1. Унифицированный модуль источника-измерителя и измерителя емкости N1300A-100 (SCUU) не поддерживается прибором B1505A.

Максимальная конфигурация модулей

Суммарное энергопотребление всех модулей не может превышать 84 Вт. Согласно этому правилу, в B1505A может быть установлено любое сочетание следующих источников-измерителей

- До 4 двухслотовых модулей HPSMU¹
- До 10 однослотовых модулей MPSMU
- До 2 двухслотовых модулей HCSMU¹
- До 6 однослотовых модулей MCSMU
- До 5 двухслотовых модулей HVSMU

Кроме того, в базовый блок B1505A можно установить еще один однослотовый модуль MFCMU для любой из перечисленных выше конфигураций модулей SMU.

Порядок установки модулей следующий: HPSMU, MPSMU, MFCMU, MCSMU, HCSMU и HVSMU, начиная с нижней стороны корпуса базового блока B1505A.

Максимальное напряжение между общим контактом и заземлением ≤ 42 V

Технические характеристики модуля заземления (GNDU)

Модуль GNDU поставляется в комплекте с базовым блоком B1505A. Выходное напряжение: 0 В ± 100 мкВ

1. Суммарное количество установленных модулей источника-измерителя большой мощности и источника-измерителя больших токов не может превышать 4.

Максимальный ток поглощения: ± 4,2 А
Выходные клеммы/разъем:
Триаксиальный разъем, кельвиновское (дистанционное считывание)

Дополнительные характеристики модуля заземления (GNDU)

Емкость нагрузки: 1 мкФ
Сопrotивление кабелей:
Для $I_s \leq 1,6$ А: R силовой линии < 1 Ом
Для $1,6$ А < $I_s \leq 2,0$ А: R силовой линии < 0,7 Ом
Для $2,0$ А < $I_s \leq 4,2$ А: R силовой линии < 0,35 Ом
Во всех случаях: R линии считывания < 10 Ом
Здесь I_s — ток, поглощаемый модулем GNDU.

Периферийные устройства и интерфейс

Накопители данных
Жесткий диск, дисковод DVD-R

Интерфейсы
GPIO, блокировка, USB (USB 2.0, 2 порта на передней панели, 2 — на задней панели), локальная сеть (1000BASE-T/100BASE-TX/10BASE-T), вход/выход сигнала запуска, цифровой ввод/вывод, видеовыход VGA

Возможности удаленного управления
– Команды FLEX (GPIO)
– Функция удаленного управления ПО EasyEXPERT group+ (ЛВС)
Вход/выход сигнала запуска
Доступен только при использовании команд GPIO FLEX.

Импульсы входной/выходной синхронизации сигнала запуска до и после установки и измерения напряжения постоянного тока и силы тока. Произвольные события запуска могут независимо маскироваться или активироваться.

Поставляемое программное обеспечение

- EasyEXPERT group+
- Самонастраивающийся драйвер VXI для B1500A
- Конвертер файлов MDM

Это средство может преобразовать файл формата ПО EasyEXPERT group+ (XTR/ZTR) в формат файлов Keysight IC-CAP MDM.

Поддерживаются только файлы EasyEXPERT следующих измерений, проведенных в классическом режиме:

- Свипирование BAX (IV Sweep)
- Многоканальное свипирование BAX (Multi channel IV Sweep)
- Свипирование ВФХ (CV Sweep)
- Конвертер файлов настройки 4155/56

Это средство может преобразовывать файлы настройки измерений 4155 и 4156 (расширения файлов MES или DAT) в эквивалентные файлы настройки режима испытаний классического формата ПО EXPERT group+

Поддерживаемые операционные системы:

Microsoft Windows XP Professional (Service Pack 3 и выше), Windows Vista Business (Service Pack 2 и выше, только 32-разрядные версии) и Windows 7 Professional (Service Pack 1 и выше, 32- и 64-разрядные версии)
Поддерживаемый язык: английский (США)
Поддерживаемая версия платформы .NET Framework Microsoft .NET Framework 3.5 SP1

Технические характеристики модуля источника-измерителя большой мощности

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность (АЦП с высокой разрешающей способностью)					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + мВ]	Точность измерителя ¹ ±[% + мВ]	Максимальный ток
±2 В	100 мкВ	2 мкВ	±(0,018 + 0,4)	±(0,01 + 0,14)	1 А
±20 В	1 мВ	20 мкВ	±(0,018 + 3)	±(0,009 + 0,9)	1 А
±40 В	2 мВ	40 мкВ	±(0,018 + 6)	±(0,01 + 1)	500 мА
±100 В	5 А	100 мкВ	±(0,018 + 15)	±(0,012 + 2,5)	125 мА
±200 В	10 мВ	200 мкВ	±(0,018 + 30)	±(0,014 + 2,8)	50 мА

1. ± [% величины показания + значение смещения в мВ]

Диапазон токов, разрешающая способность и точность (АЦП с высокой разрешающей способностью)					
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + А + А]	Точность измерителя ¹ ±[% + А + А]	Максимальное напряжение
±1 нА	50 фА	10 фА	±(0,1 + 3E-13 + V _o x 1E-15)	±(0,1 + 2E-13 + V _o x 1E-15)	200 В
±10 нА	500 фА	10 фА	±(0,1 + 3E-12 + V _o x 1E-14)	±(0,1 + 1E-12 + V _o x 1E-14)	200 В
±100 нА	5 пА	100 фА	±(0,05 + 3E-11 + V _o x 1E-13)	±(0,05 + 2E-11 + V _o x 1E-13)	200 В
±1 мкА	50 пА	1 пА	±(0,05 + 3E-10 + V _o x 1E-12)	±(0,05 + 1E-10 + V _o x 1E-12)	200 В
±10 мкА	500 пА	10 пА	±(0,05 + 3E-9 + V _o x 1E-11)	±(0,04 + 2E-9 + V _o x 1E-11)	200 В
±100 мкА	5 нА	100 пА	±(0,035 + 15E-9 + V _o x 1E-10)	±(0,03 + 3E-9 + V _o x 1E-10)	200 В
±1 мА	50 нА	1 нА	±(0,04 + 15E-8 + V _o x 1E-9)	±(0,03 + 6E-8 + V _o x 1E-9)	200 В
±10 мА	500 нА	10 нА	±(0,04 + 15E-7 + V _o x 1E-8)	±(0,03 + 2E-7 + V _o x 1E-8)	200 В
±100 мА	5 мА	100 нА	±(0,045 + 15E-6 + V _o x 1E-7)	±(0,04 + 6E-6 + V _o x 1E-7)	200 В ²
±1 А	50 мА	1 мА	±(0,4 + 3E-4 + V _o x 1E-6)	±(0,4 + 15E-5 + V _o x 1E-6)	200 В ²

1. ± [% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А], где V_o — выходное напряжение в В.

2. 200 В (I_o ≤ 50 мА), 100 В (50 мА < I_o ≤ 125 мА), 40 В (125 мА < I_o ≤ 500 мА), 20 В (500 мА < I_o ≤ 1 А), где I_o — выходной ток в А.

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность (высокоскоростной АЦП)					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + мВ]	Точность измерителя ¹ ±[% + мВ]	Максимальный ток
±2 В	100 мкВ	100 мкВ	±(0,018 + 0,4)	±(0,01 + 0,7)	1 А
±20 В	1 мВ	1 мВ	±(0,018 + 3)	±(0,01 + 4)	1 А
±40 В	2 мВ	2 мВ	±(0,018 + 6)	±(0,015 + 8)	500 мА
±100 В	5 мВ	5 мВ	±(0,018 + 15)	±(0,02 + 20)	125 мА
±200 В	10 мВ	10 мВ	±(0,018 + 30)	±(0,035 + 40)	50 мА

1. ± [% величины показания + значение смещения в мВ] Усреднение производится на основе 128 выборочных измерений за 1 ЦЛП.

Диапазон токов, разрешающая способность и точность (высокоскоростной АЦП)					
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + А + А]	Точность измерителя ¹ ±[% + А + А]	Максимальное напряжение
±1 нА	50 фА	50 фА	±(0,1 + 3E-13 + V _o x 1E-15)	±(0,25 + 3E-13 + V _o x 1E-15)	200 В
±10 нА	500 фА	500 фА	±(0,1 + 3E-12 + V _o x 1E-14)	±(0,25 + 2E-12 + V _o x 1E-14)	200 В
±100 нА	5 пА	5 пА	±(0,05 + 3E-11 + V _o x 1E-13)	±(0,1 + 2E-11 + V _o x 1E-13)	200 В
±1 мкА	50 пА	50 пА	±(0,05 + 3E-10 + V _o x 1E-12)	±(0,1 + 2E-10 + V _o x 1E-12)	200 В
±10 мкА	500 пА	500 пА	±(0,05 + 3E-9 + V _o x 1E-11)	±(0,05 + 2E-9 + V _o x 1E-11)	200 В
±100 мкА	5 нА	5 нА	±(0,035 + 15E-9 + V _o x 1E-10)	±(0,05 + 2E-8 + V _o x 1E-10)	200 В
±1 мА	50 нА	50 нА	±(0,04 + 15E-8 + V _o x 1E-9)	±(0,04 + 2E-7 + V _o x 1E-9)	200 В
±10 мА	500 нА	500 нА	±(0,04 + 15E-7 + V _o x 1E-8)	±(0,04 + 2E-6 + V _o x 1E-8)	200 В
±100 мА	5 мА	5 мА	±(0,045 + 15E-6 + V _o x 1E-7)	±(0,1 + 2E-5 + V _o x 1E-7)	200 В ²
±1 А	50 мА	50 мА	±(0,4 + 3E-4 + V _o x 1E-6)	±(0,5 + 3E-4 + V _o x 1E-6)	200 В ²

1. ± [% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А], где V_o — выходное напряжение в В.

2. 200 В (I_o ≤ 50 мА), 100 В (50 мА < I_o ≤ 125 мА), 40 В (125 мА < I_o ≤ 500 мА), 20 В (500 мА < I_o ≤ 1 А), где I_o — выходной ток в А.

Потребляемая мощность

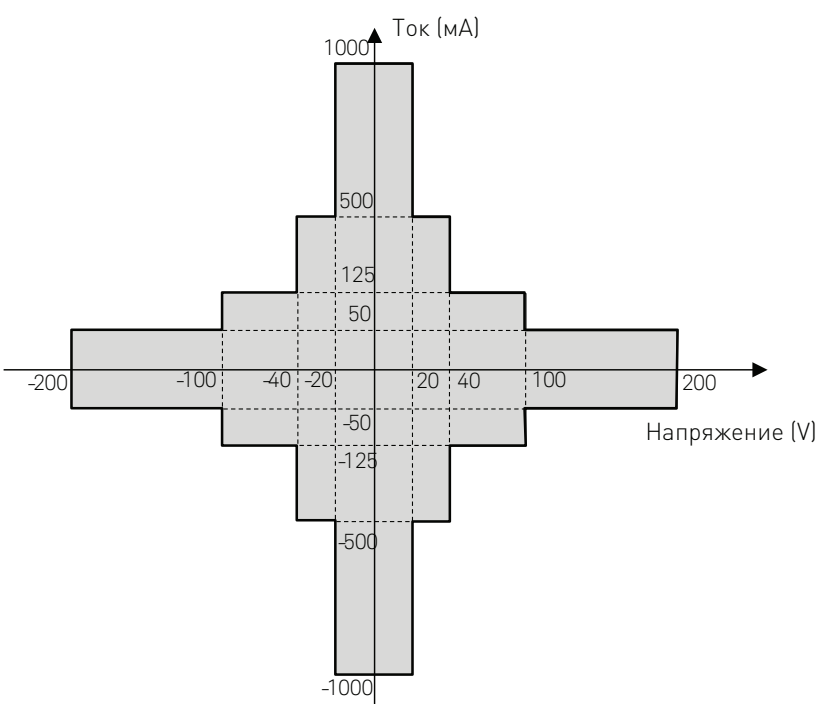
Режим источника напряжения:	
Диапазон напряжений	Мощность
2 В	20 x I _c (Вт)
20 В	20 x I _c (Вт)
40 В	40 x I _c (Вт)
100 В	100 x I _c (Вт)
200 В	200 x I _c (Вт)

Где I_c — установка соответствия по току.

Режим источника тока:	
Соответствие по напряжению	Мощность
V _c ≤ 20	20 x I _o (Вт)
20 < V _c ≤ 40	40 x I _o (Вт)
40 < V _c ≤ 100	100 x I _o (Вт)
100 < V _c ≤ 200	200 x I _o (Вт)

Где V_c — установка соответствия по напряжению, а I_o — выходной ток.

Диапазон измерений и выходных характеристик источника-измерителя большой мощности



Технические характеристики модуля источника-измерителя средней мощности

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность (АЦП с высокой разрешающей способностью)					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±(% + мВ)	Точность измерителя ¹ ±(% + мВ)	Максимальный ток
±0,5 В	25 мкВ	0,5 мкВ	±(0,018 + 0,15)	±(0,01 + 0,12)	100 мА
±2 В	100 мкВ	2 мкВ	±(0,018 + 0,4)	±(0,01 + 0,14)	100 мА
±5 В	250 мкВ	5 мкВ	±(0,018 + 0,75)	±(0,009 + 0,25)	100 мА
±20 В	1 мВ	20 мкВ	±(0,018 + 3)	±(0,009 + 0,9)	100 мА
±40 В	2 мВ	40 мкВ	±(0,018 + 6)	±(0,01 + 1)	2
±100 В	5 мВ	100 мкВ	±(0,018 + 15)	±(0,012 + 2,5)	2

1. ± (% величины показания + значение смещения в мВ)

2. 100 мА ($V_o \leq 20$ В), 50 мА (20 В < $V_o \leq 40$ В), 20 мА (40 В < $V_o \leq 100$ В), где V_o — выходное напряжение в В.

Диапазон токов, разрешающая способность и точность (АЦП с высокой разрешающей способностью)					
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±(% + А + А)	Точность измерителя ¹ ±(% + А + А)	Максимальное напряжение
±1 нА	50 фА	10 фА	±(0,1 + 3E-13 + $V_o \times 1E-15$)	±(0,1 + 2E-13 + $V_o \times 1E-15$)	100 В
±10 нА	500 фА	10 фА	±(0,1 + 3E-12 + $V_o \times 1E-14$)	±(0,1 + 1E-12 + $V_o \times 1E-14$)	100 В
±100 нА	5 пА	100 фА	±(0,05 + 3E-11 + $V_o \times 1E-13$)	±(0,05 + 2E-11 + $V_o \times 1E-13$)	100 В
±1 мкА	50 пА	1 пА	±(0,05 + 3E-10 + $V_o \times 1E-12$)	±(0,05 + 1E-10 + $V_o \times 1E-12$)	100 В
±10 мкА	500 пА	10 пА	±(0,05 + 3E-9 + $V_o \times 1E-11$)	±(0,04 + 2E-9 + $V_o \times 1E-11$)	100 В
±100 мкА	5 нА	100 пА	±(0,035 + 15E-9 + $V_o \times 1E-10$)	±(0,03 + 3E-9 + $V_o \times 1E-10$)	100 В
±1 мА	50 нА	1 нА	±(0,04 + 15E-8 + $V_o \times 1E-9$)	±(0,03 + 6E-8 + $V_o \times 1E-9$)	100 В
±10 мА	500 нА	10 нА	±(0,04 + 15E-7 + $V_o \times 1E-8$)	±(0,03 + 2E-7 + $V_o \times 1E-8$)	100 В
±100 мА	5 мкА	100 нА	±(0,045 + 15E-6 + $V_o \times 1E-7$)	±(0,04 + 6E-6 + $V_o \times 1E-7$)	2

1. ± (% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А), где V_o — выходное напряжение в В.

2. 100 В ($I_o \leq 20$ мА), 40 В (20 мА < $I_o \leq 50$ мА), 20 В (50 мА < $I_o \leq 100$ мА), где I_o — выходной ток в А.

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность (высокоскоростной АЦП)					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±(% + мВ)	Точность измерителя ¹ ±(% + мВ)	Максимальный ток
±0,5 В	25 мкВ	25 мкВ	±(0,018 + 0,15)	±(0,01 + 0,25)	100 мА
±2 В	100 мкВ	100 мкВ	±(0,018 + 0,4)	±(0,01 + 0,7)	100 мА
±5 В	250 мкВ	250 мкВ	±(0,018 + 0,75)	±(0,01 + 2)	100 мА
±20 В	1 мВ	1 мВ	±(0,018 + 3)	±(0,01 + 4)	100 мА
±40 В	2 мВ	2 мВ	±(0,018 + 6)	±(0,015 + 8)	2
±100 В	5 мВ	5 мВ	±(0,018 + 15)	±(0,02 + 20)	2

1. ± (% величины показания + значение смещения в мВ) Усреднение производится на основе 128 выборочных измерений за 1 ЦЛП.

2. 100 мА ($V_o \leq 20$ В), 50 мА (20 В < $V_o \leq 40$ В), 20 мА (40 В < $V_o \leq 100$ В), где V_o — выходное напряжение в В.

Диапазон токов, разрешающая способность и точность (высокоскоростной АЦП)					
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±(% + А + А)	Точность измерителя ¹ ±(% + А + А)	Максимальное напряжение
±1 нА	50 фА	50 фА	±(0,1 + 3E-13 + $V_o \times 1E-15$)	±(0,25 + 3E-13 + $V_o \times 1E-15$)	100 В
±10 нА	500 фА	500 фА	±(0,1 + 3E-12 + $V_o \times 1E-14$)	±(0,25 + 2E-12 + $V_o \times 1E-14$)	100 В
±100 нА	5 пА	5 пА	±(0,05 + 3E-11 + $V_o \times 1E-13$)	±(0,1 + 2E-11 + $V_o \times 1E-13$)	100 В
±1 мкА	50 пА	50 пА	±(0,05 + 3E-10 + $V_o \times 1E-12$)	±(0,1 + 2E-10 + $V_o \times 1E-12$)	100 В
±10 мкА	500 пА	500 пА	±(0,05 + 3E-9 + $V_o \times 1E-11$)	±(0,05 + 2E-9 + $V_o \times 1E-11$)	100 В
±100 мкА	5 нА	5 нА	±(0,035 + 15E-9 + $V_o \times 1E-10$)	±(0,05 + 2E-8 + $V_o \times 1E-10$)	100 В
±1 мА	50 нА	50 нА	±(0,04 + 15E-8 + $V_o \times 1E-9$)	±(0,04 + 2E-7 + $V_o \times 1E-9$)	100 В
±10 мА	500 нА	500 нА	±(0,04 + 15E-7 + $V_o \times 1E-8$)	±(0,04 + 2E-6 + $V_o \times 1E-8$)	100 В
±100 мА	5 мкА	5 мкА	±(0,045 + 15E-6 + $V_o \times 1E-7$)	±(0,1 + 2E-5 + $V_o \times 1E-7$)	2

1. ± (% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А), где V_o — выходное напряжение в В.

2. 100 В ($I_o \leq 20$ мА), 40 В (20 мА < $I_o \leq 50$ мА), 20 В (50 мА < $I_o \leq 100$ мА), где I_o — выходной ток в А.

Потребляемая мощность

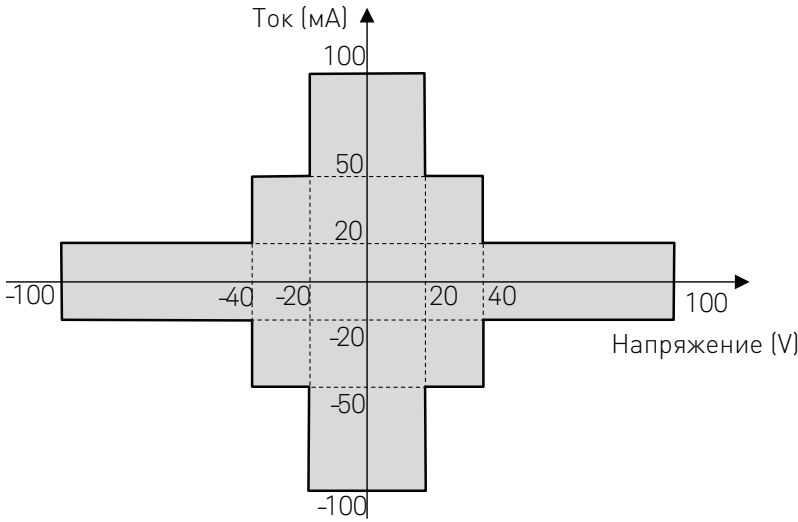
Режим источника напряжения:	
Диапазон напряжений	Мощность
0,5 В	20 x I _c (Вт)
2 В	20 x I _c (Вт)
5 В	20 x I _c (Вт)
20 В	20 x I _c (Вт)
40 В	40 x I _c (Вт)
100 В	100 x I _c (Вт)

Где I_c — установка соответствия по току.

Режим источника тока:	
Соответствие по напряжению	Мощность
V _c ≤ 20	20 x I _o (Вт)
20 < V _c ≤ 40	40 x I _o (Вт)
40 < V _c ≤ 100	100 x I _o (Вт)

Где V_c — установка соответствия по напряжению, а I_o — выходной ток.

Диапазон измерений и выходных характеристик источника-измерителя средней мощности



Технические характеристики модуля источника-измерителя больших токов

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±(% + мВ + мВ)	Точность измерителя ¹ (% + мВ + мВ)	Максимальный ток
±0,2 В	200 нВ	200 нВ	±(0,06 + 0,14 + I _o × 0,05)	±(0,06 + 0,14 + I _o × 0,05)	20 А
±2 В	2 мкВ	2 мкВ	±(0,06 + 0,6 + I _o × 0,5)	±(0,06 + 0,6 + I _o × 0,5)	20 А
±20 В	20 мкВ	20 мкВ	±(0,06 + 3 + I _o × 5)	±(0,06 + 3 + I _o × 5)	20 А
±40 В	40 мкВ	40 мкВ	±(0,06 + 3 + I _o × 10)	±(0,06 + 3 + I _o × 10)	1 А

1. ±(% величины показания + фиксированное смещение в мВ + пропорциональное смещение в мВ). Примечание: I_o — выходной ток в А.

Диапазон токов, разрешающая способность и точность					
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ (% + А + А)	Точность измерителя ¹ (% + А + А)	Максимальное напряжение
±10 мкА	10 пА	10 пА	±(0,06 + 2E-9 + V _o × 1E-10)	±(0,06 + 2E-9 + V _o × 1E-10)	40 В
±100 мкА	100 пА	100 пА	±(0,06 + 2E-8 + V _o × 1E-9)	±(0,06 + 2E-8 + V _o × 1E-9)	40 В
±1 мА	1 нА	1 нА	±(0,06 + 2E-7 + V _o × 1E-8)	±(0,06 + 2E-7 + V _o × 1E-8)	40 В
±10 мА	10 нА	10 нА	±(0,06 + 2E-6 + V _o × 1E-7)	±(0,06 + 2E-6 + V _o × 1E-7)	40 В
±100 мА	100 нА	100 нА	±(0,06 + 2E-5 + V _o × 1E-6)	±(0,06 + 2E-5 + V _o × 1E-6)	40 В
±1 А	1 мкА	1 мкА	±(0,4 + 2E-4 + V _o × 1E-5)	±(0,4 + 2E-4 + V _o × 1E-5)	40 В
±20 А ²	20 мкА	20 мкА	±(0,4 + 2E-3 + V _o × 1E-4)	±(0,4 + 2E-3 + V _o × 1E-4)	20 В

1. ±(% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А), где V_o — выходное напряжение в В.
2. Только импульсный режим. Максимальное значение тока базы при работе в импульсном режиме составляет ±100 мА.

Потребляемая мощность

Режим источника напряжения:	
Диапазон напряжений	Мощность
0,2 В	40 × I _c (Вт)
2 В	40 × I _c (Вт)
40 В	40 × I _c (Вт)

Где I_c — установка соответствия по току.
Для импульсного тока I_c = (заполнение) × I_{pulse}

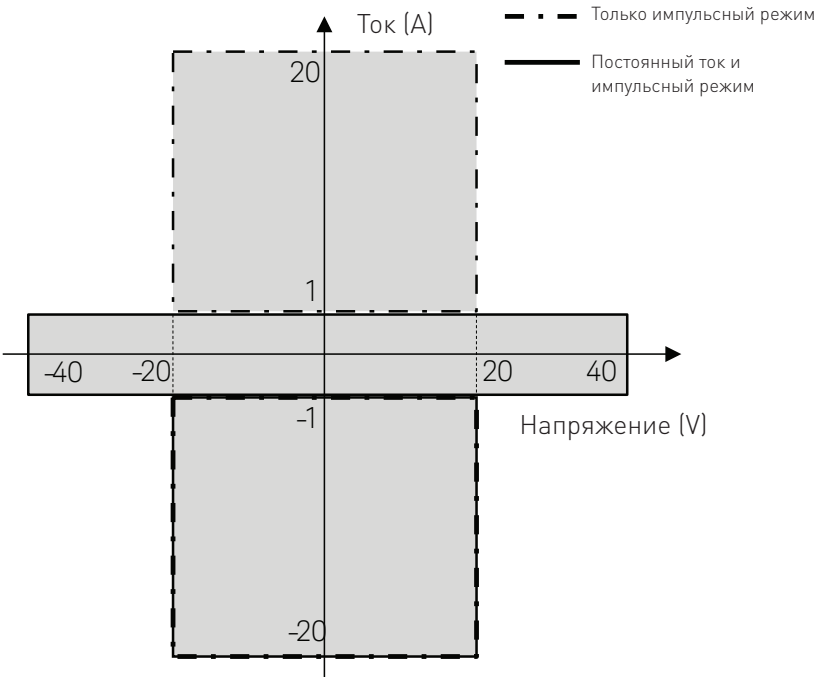
Режим источника тока:	
Соответствие по напряжению	Мощность
V _c ≤ 0,2	40 × I _o (Вт)
0,2 < V _c ≤ 2	40 × I _o (Вт)
2 < V _c ≤ 40	40 × I _o (Вт)

Где V_c — установка соответствия по напряжению,
а I_o — выходной ток.
Для импульсного тока I_o = (заполнение) × I_{pulse}

Расширение диапазона по току

Если два модуля HCSMU совмещаются с использованием переходника для комбинации сдвоенных HCSMU или переходника для комбинации сдвоенных HCSMU с кельвиновским подключением, то максимальные диапазоны тока составят 40 А (в импульсном режиме) и 2 А (для постоянного тока).

Диапазон измерений и выходных характеристик источника-измерителя больших токов



Технические характеристики модуля высоковольтного источника-измерителя

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность					
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + мВ]	Точность измерителя ¹ ±[% + мВ]	Максимальный ток
±200 В	200 мкВ	200 мкВ	±(0,03 + 40)	±(0,03 + 40)	8 мА
±500 В	500 мкВ	500 мкВ	±(0,03 + 100)	±(0,03 + 100)	8 мА
±1500 В	1,5 мВ	1,5 мВ	±(0,03 + 300)	±(0,03 + 300)	8 мА
±3000 В	3 мВ	3 мВ	±(0,03 + 600)	±(0,03 + 600)	4 мА

1. ± [% величины показания + напряжение смещения в В]

Диапазон токов, разрешающая способность и точность						
Диапазон токов	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность форсирования ¹ ±[% + А + А]	Точность измерителя ¹ ±[% + А + А]	Максимальное напряжение	Минимальный установленный ток ²
±1 нА	10 фА	10 фА	±(0,1 + 6E-13 + Vo x 1E-15)	±(0,1 + 6E-13 + Vo x 1E-15)	3000 В	1 пА
±10 нА	100 фА	100 фА	±(0,1 + 25E-13 + Vo x 1E-15)	±(0,1 + 25E-13 + Vo x 1E-15)	3000 В	1 пА
±100 нА	100 фА	100 фА	±(0,05 + 25E-12 + Vo x 1E-13)	±(0,05 + 25E-12 + Vo x 1E-13)	3000 В	100 пА
±1 мкА	1 пА	1 пА	±(0,05 + 1E-10 + Vo x 1E-13)	±(0,05 + 1E-10 + Vo x 1E-13)	3000 В	100 пА
±10 мкА	10 пА	10 пА	±(0,04 + 2E-9 + Vo x 1E-11)	±(0,04 + 2E-9 + Vo x 1E-11)	3000 В	10 нА
±100 мкА	100 пА	100 пА	±(0,03 + 3E-9 + Vo x 1E-11)	±(0,03 + 3E-9 + Vo x 1E-11)	3000 В	10 нА
±1 мА	1 нА	1 нА	±(0,03 + 6E-8 + Vo x 1E-10)	±(0,03 + 6E-8 + Vo x 1E-10)	3000 В	100 нА
±10 мА	10 нА	10 нА	±(0,03 + 2E-7 + Vo x 1E-9)	±(0,03 + 2E-7 + Vo x 1E-9)	1500 В	1 мкА

1. ± [% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А], где Vo — выходное напряжение в В.

2. Выходной ток должен быть выше указанного в таблице тока

Потребляемая мощность

Режим источника напряжения:	
Соответствие по току	Мощность
$I_c \leq 4 \text{ мА}$	$3000 \times I_c + 12 \text{ (Вт)}^1$
$4 \text{ мА} < I_c \leq 8 \text{ мА}$	$1500 \times I_c + 12 \text{ (Вт)}^1$

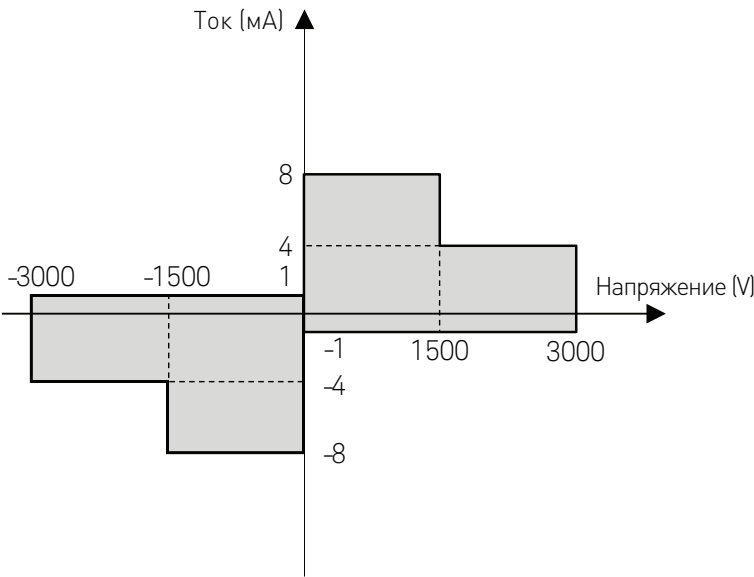
Где I_c — установка соответствия по току.

Режим источника тока:	
Соответствие по напряжению	Мощность
$V_c \leq 1500$	$1500 \times I_o \text{ (Вт)} + 12^1$
$1500 < V_c \leq 3000$	$3000 \times I_o \text{ (Вт)} + 12^1$

Где V_c — установка соответствия по напряжению, а I_o — выходной ток.

1. Поправка «+ 12» не применяется к первому установленному модулю HVSMU; она применяется только к установленным модулям HVSMU со второго по пятый.

Диапазон измерений и выходных характеристик высоковольтного источника-измерителя



У модуля HVSMU есть 3 настройки выходных диапазонов: «от 0 до +3 кВ», «от -1500 В до +1500 В» и «от 0 до -3 кВ». Если в прибор B1505A установлено более одного модуля HVSMU, то все модули HVSMU должны использовать одну и ту же настройку выходного диапазона.

Режим измерения источника модуля SMU

Для модулей HPSMU и MPSMU:

VFIM (форсирование по напряжению, измерение тока), IFVM (форсирование по току, измерение напряжения)

Для модулей HCSMU, MCSMU и HVSMU:

VFIM (форсирование по напряжению, измерение тока), VFVM (форсирование по напряжению, измерение напряжения), IFVM (форсирование по току, измерение напряжения), IFIM (форсирование по току, измерение тока)

Выходные клеммы/разъем:

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Сдвоенный триаксиальный разъем, кельвиновское подключение (дистанционное считывание)

Для модуля HCSMU:

Триаксиальный разъем (для считывания) и коаксиальный разъем (для форсирования) Кельвиновское подключение (дистанционное считывание)

Для модуля MCSMU:

Сдвоенный триаксиальный разъем, кельвиновское подключение (дистанционное считывание)

Для модуля HVSMU:

Высоковольтный триаксиальный разъем, некельвиновское подключение

Соответствие по напряжению / току (ограничивающее)

Модуль SMU может ограничивать выходное напряжение или ток, чтобы не допустить повреждения испытываемого устройства.

Напряжение:

От 0 В до ± 200 В (HPSMU)
От 0 В до ± 100 В (MPSMU)
От 0 В до ± 40 В (HCSMU)
От 0 В до ± 30 В (MCSMU)
От 0 В до ± 3000 В (HVSMU)

Ток:

От ± 1 пА до ± 1 А (HPSMU)
От ± 1 пА до ± 100 мА (MPSMU)
От ± 10 нА до ± 20 А (HCSMU)
От ± 10 нА до ± 1 А (MCSMU)
От ± 1 пА до ± 8 мА (HVSMU)

Точность соответствия:

совпадает с точностью установки тока или напряжения.

Соответствие по мощности

Для модуля HPSMU:

Мощность: От 0,001 Вт до 20 Вт
Разрешающая способность: 0,001 Вт

Для модуля MPSMU:

Мощность: От 0,001 Вт до 2 Вт
Разрешающая способность: 0,001 Вт

Для модуля HCSMU:

Мощность: От 0,001 Вт до 40 Вт (постоянный ток)
От 0,001 Вт до 400 Вт (импульсн.)
Разрешающая способность: 0,001 Вт

Для модуля MCSMU:

Мощность: От 0,001 Вт до 3 Вт (постоянный ток)
От 0,001 Вт до 30 Вт (импульсн.)
Разрешающая способность: 0,001 Вт

Для модуля HVSMU:

Нет соответствия по мощности

Импульсные измерения модулей SMU

Длительность, период и задержка импульсов:

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Длительность импульса: от 500 мкс до 2 с
Разрешающая способность по длительности импульса: 100 мкс

Период импульса от 5 мс до 5 с

Период $\geq$ задержка + длительность + 2 мс (когда задержка + длительность $\leq$ 100 мс)

Период $\geq$ задержка + длительность + 10 мс (когда задержка + длительность $>$ 100 мс)

Разрешающая способность по периоду импульсов: 100 мкс

Задержка импульсов: 0 с

Для модуля HCSMU:

Длительность импульса:

От 50 мкс до 1 мс (в диапазоне 20 А)

От 50 мкс до 2 с (в диапазоне от 10 мА до 1 А)

Разрешающая способность по длительности импульса: 2 мкс

Период импульса от 5 мс до 5 с

Разрешающая способность по периоду импульсов: 100 мкс

Заполнение импульсов:

Для диапазона 20 А: $\leq$ 1%

Для диапазона от 10 мА до 1 А

Период $\geq$ задержка + длительность + 2 мс (когда задержка + длительность $\leq$ 100 мс)

Период $\geq$ задержка + длительность + 10 мс (когда задержка + длительность $>$ 100 мс)

Задержка импульсов: От 0 до (период–длительность)

Для модуля MCSMU:

Длительность импульса:

От 10 мкс до 100 мс (в диапазоне 1 А)

От 10 мкс до 2 с (в диапазоне от 10 мА до 100 мА)

Разрешающая способность по длительности импульса: 2 мкс

Период импульса от 5 мс до 5 с

Разрешающая способность по периоду импульсов: 100 мкс

Заполнение импульсов:

Для диапазона 1 А: $\leq$ 5%

Для диапазона от 10 мА до 100 мА

Период $\geq$ задержка + длительность + 2 мс (когда задержка + длительность $\leq$ 100 мс)

Период $\geq$ задержка + длительность + 10 мс (когда задержка + длительность $>$ 100 мс)

Задержка импульсов: От 0 до (период–длительность)

Для модуля HVSMU:

Длительность импульса: от 500 мкс до 2 с

Разрешающая способность по длительности импульса: 2 мкс

Период импульса от 5 мс до 5 с

Период $\geq$ задержка + длительность + 2 мс (когда задержка + длительность $\leq$ 100 мс)

Период $\geq$ задержка + длительность + 10 мс (когда задержка + длительность $>$ 100 мс)

Разрешающая способность по периоду импульсов: 100 мкс

Задержка импульсов: от 0 до (период – длительность)

Ограничение по выходу импульсов:

Если напряжение импульса превышает 1500 В, пик и основание импульса должны иметь одну и ту же полярность.

Задержка измерения импульсов:

От 2 мкс до (период – время измерения импульса – 2 мс), разрешающая способность 2 мкс

Дополнительные характеристики

Точность установки соответствия по току (для противоположной полярности):

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Для диапазонов от 1 пА до 10 нА:

Точность установки V/I $\pm 12\%$ диапазона

Для диапазонов от 100 нА до 1 А:

Точность установки V/I $\pm 2,5\%$ диапазона

Для модулей HCSMU и MCSMU:

Для диапазонов от 10 мА до 1 А:

Точность установки V/I $\pm 2,5\%$ диапазона

Для диапазона 20 А (HCSMU):

Точность установки V/I $\pm 0,6\%$ диапазона

Для модуля HVSMU:

Для диапазонов от 1 нА до 10 нА:

Точность установки V/I $\pm 12\%$ диапазона

Для диапазонов от 100 нА до 10 мА:

Точность установки V/I $\pm 2,5\%$ диапазона

Точность уставки импульсов SMU (фиксированный диапазон измерений):

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Длительность: $\pm 0,5\% \pm 50$ мкс

Период: $\pm 0,5\% \pm 100$ мкс

Для модулей HCSMU и MCSMU:

Длительность: $\pm 0,1\% \pm 2$ мкс

Период: $\pm 0,1\% \pm 100$ мкс

Для модуля HVSMU:

Длительность: $\pm 0,1\% \pm 2$ мкс

Период: $\pm 0,5\% \pm 100$ мкс

Минимальное время измерения импульса:

16 мкс (HPSMU и MPSMU)

2 мкс (HCSMU и MCSMU)

6 мкс (HVSMU)

Выходное сопротивление источника напряжения:

[Линия форсирования, некельвиновское подключение]

0,2 Ом (HPSMU)

0,3 Ом (MPSMU)

3 Ом (HVSMU, при диапазоне 10 мА)

Входное сопротивление при измерении напряжения:

$\geq 10^{13}$ Ом (HPSMU, MPSMU)

$\geq 10^9$ Ом (HCSMU, MCSMU, ≤ 1 А),

80 кОм (HCSMU, 20 А)

$\geq 10^{12}$ Ом (HVSMU)

Выходное сопротивление источника тока:

$\geq 10^{13}$ Ом (HPSMU, MPSMU)

$\geq 10^9$ Ом (HCSMU, MCSMU, ≤ 1 А),

80 кОм (HCSMU, 20 А)

$\geq 10^{12}$ Ом (HVSMU, при диапазоне 10 мА)

Максимальное допустимое сопротивление кабелей:

(кельвиновское соединение)

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Считывание: 10 Ом

Форсирование: 10 Ом (≤ 100 мА),

1,5 Ом (> 100 мА)

Для модуля HCSMU:

Считывание: 10 Ом

Форсирование: 0,6 Ом

(в режиме «форсирование, низкий»)

Для модуля MCSMU:

Считывание: 10 Ом

Форсирование: 1 Ом

(в режиме «форсирование, низкий»)

Максимальная допустимая индуктивность:

Для модулей HCSMU и MCSMU:

Форсирование — 3 мкГн

(в режиме «форсирование, низкий»

(с экраном))

Максимальная емкость нагрузки:

Для модулей HPSMU и MPSMU:

Для диапазонов от 1 пА до 10 нА: 1000 пФ

Для диапазонов от 100 нА до 10 мА: 10 нФ

Для диапазонов 100 мА и 1 А: 100 мкФ

Для модуля HCSMU:

Для диапазонов от 10 мкА до 10 мА: 12 нФ

Для диапазонов от 100 мА до 20 А: 100 мкФ

Для модуля MCSMU:

Для диапазона от 10 мкА до 10 мА: 12 нФ

Для диапазона от 100 мА до 1 А: 100 мкФ

Для модуля HVSMU:

Для диапазонов от 1 нА до 1 мкА: 1000 пФ

Для диапазонов от 10 мкА до 10 мА: 10 нФ

Максимальная емкость охранного экрана:

900 пФ (HPSMU и MPSMU)

1500 пФ (HVSMU)

Максимальная емкость экранирования:

5000 пФ (HPSMU, MPSMU и HVSMU)

Характеристики шума:

Для модулей HPSMU, MPSMU и HVSMU (фильтр ВКЛ для HPSMU и MPSMU).

Источник напряжения:

0,01% диапазона напряжения (СКЗ)

Источник тока:

0,1% диапазона тока (СКЗ)

Для модуля HCSMU

Источник напряжения/тока:

100 мВ (от 0 до пика) макс.

Для модуля MCSMU

Источник напряжения/тока:

200 мВ (от 0 до пика) макс.

Выброс за фронтом:

(фильтр ВКЛ для всех модулей SMU)

Для модулей HPSMU и MPSMU

Источник напряжения:

0,03% диапазона напряжения

Источник тока: 1% диапазона тока

Для модулей HCSMU и MCSMU

(фильтр ВКЛ):

Источник напряжения/тока:

10% диапазона

Для модуля HVSMU

Источник напряжения:

1 В (резистивная нагрузка)

Источник тока: 1% диапазона тока

Переходный шум при переключении диапазонов:

Для модулей HPSMU и MPSMU (фильтр ВКЛ):

Диапазоны напряжений: 250 мВ

Диапазоны токов: 70 мВ

Для модулей HCSMU и MCSMU:

Для диапазонов от 10 мкА до 1 А:

Диапазоны напряжений: 250 мВ

Диапазоны токов: 70 мВ

Диапазоны 20 А:

Диапазоны напряжений: макс. 5 В

Для модуля HVSMU:

Диапазоны напряжений: 300 мВ

Диапазоны токов: 300 мВ

Максимальное напряжение смещения на охранном экране:

± 1 мВ (HPSMU)

± 3 мВ (MPSMU)

± 5 мВ (HVSMU)

Максимальная скорость нарастания:

0,2 В/мкс (HPSMU и MPSMU)

1 В/мкс (HCSMU и MCSMU)

0,4 В/мкс (HVSMU)

Время стабилизации выхода

Для модуля HVSMU:

Время стабилизации выхода: 500 мкс

До достижения 0,01% устанавливаемого значения.

Условия

Шаг 100 В, соответствие 8 мА, емкость нагрузки 1000 пФ

Технические характеристики модуля MFCMU (модуля многочастотного измерителя емкости)

Функции измерения

Измеряемые параметры:

Cp-G, Cp-D, Cp-Q, Cp-Rp, Cs-Rs, Cs-D, Cs-Q, Lp-G, Lp-D, Lp-Q, Lp-Rp, Ls-Rs, Ls-D, Ls-Q, R-X, G-B, Z-θ, Y-θ

Выбор диапазонов:

Автоматический и фиксированный

Измерительные клеммы:

Конфигурация с парами из четырех клемм, четыре байонетных разъема (гнездов.)

Длина кабеля:

1,5 м или 3 м, автоматическая идентификация принадлежностей

Тестовый сигнал

Частота:

Диапазон: От 1 кГц до 5 МГц
Разрешающая способность: 1 мГц (минимальная)
Погрешность: ±0,008%

Уровень выходного сигнала:

Диапазон: От 10 мВ_{св} до 250 мВ_{св}
Разрешающая способность: 1 мВ_{св}
Погрешность:
±(10,0% + 1 мВ_{св}) на измерительном порте MFCMU
±(15,0% + 1 мВ_{св}) на измерительном порте кабеля MFCMU (длиной 1,5 м или 3 м)

Выходной импеданс: 50 Ом (тип.)

Монитор уровня сигнала:

Диапазон: От 10 мВ_{св} до 250 мВ_{св}
Погрешность:
±(10,0% величины показания + 1 мВ_{св}) на измерительном порте MFCMU
±(15,0% + 1 мВ_{св}) на измерительном порте кабеля MFCMU (длиной 1,5 м или 3 м)

Функция смещения постоянного тока

Смещение постоянного тока:

Диапазон: От 0 до ±25 В
Разрешающая способность: 1 мВ
Погрешность: ±(0,5% + 5,0 мВ) на измерительном порте либо модуля MFCMU, либо кабеля MFCMU (1,5 м/3 м)

Максимальный ток смещения постоянного тока (дополнительные характеристики):

Диапазон измерения импеданса	Максимальный ток смещения постоянного тока
50 Ом	10 мА
100 Ом	10 мА
300 Ом	10 мА
1 кОм	1 мА
3 кОм	1 мА
10 кОм	100 мкА
30 кОм	100 мкА
100 кОм	10 мкА
300 кОм	10 мкА

Выходной импеданс: 50 Ом (тип.)
Монитор смещения постоянного тока:
Диапазон: От 0 до ±25 В
Погрешность (разрыв цепи нагрузки): ±(0,2% величины показания + 10,0 мВ) на измерительном порте либо кабеле MFCMU (1,5 м/3 м)

Характеристики свипирования

Доступные параметры свипирования:

Уровень генератора, напряжение смещения постоянного тока, частота

Тип свипирования: линейное, логарифмическое

Режим свипирования: одиночное, двойное

Направление свипирования: вверх, вниз

Число точек измерения:

макс. 1001 точка.

Точность измерений

Следующие параметры используются для выражения точности измерений импеданса на измерительном порте модуля MFCMU или на кабеле модуля MFCMU (1,5 м или 3 м).

Z_x' : Величина измерения импеданса (Ом)

D_x : Значение измерения D

$$E = E_p' + (Z_s' / |Z_x'| + Y_o' |Z_x'|) \times 100 (\%)$$

$$E_p' = E_{PL} + E_{POSC} + E_p (\%)$$

$$Y_o' = Y_{OL} + Y_{OSC} + Y_o (\text{См})$$

$$Z_s' = Z_{SL} + Z_{OSC} + Z_s (\text{Ом})$$

Погрешность $|Z|$
±E (%)

Погрешность θ
±E/100 (рад)

Погрешность C
при $D_x \leq 0,1$
±E (%)

$$\text{при } D_x > 0,1 \\ \pm E \times \sqrt{(1 + D_x^2)} (\%)$$

Погрешность D
при $D_x \leq 0,1$
±E/100

$$\text{при } D_x > 0,1 \\ \pm E \times (1 + D_x) / 100$$

Погрешность G
при $D_x \leq 0,1$
±E/ D_x (%)

$$\text{при } D_x > 0,1 \\ \pm E \times \sqrt{(1 + D_x^2)} / D_x (\%)$$

Примечание. Погрешность измерений указана для следующих условий:

Температура 23 °C ± 5 °C

Время интеграции: 1 ЦЛП

Параметры E_{POSC} Z_{OSC}		
Уровень на генераторе	E_{POSC} (%)	Z_{OSC} (мОм)
125 мВ < V_{OSC} ≤ 250 мВ	$0,03 \times (250/V_{\text{OSC}} - 1)$	$5 \times (250/V_{\text{OSC}} - 1)$
64 мВ < V_{OSC} ≤ 125 мВ	$0,03 \times (125/V_{\text{OSC}} - 1)$	$5 \times (125/V_{\text{OSC}} - 1)$
32 мВ < V_{OSC} ≤ 64 мВ	$0,03 \times (64/V_{\text{OSC}} - 1)$	$5 \times (64/V_{\text{OSC}} - 1)$
$V_{\text{OSC}} \leq 32$ мВ	$0,03 \times (32/V_{\text{OSC}} - 1)$	$5 \times (64/V_{\text{OSC}} - 1)$

V_{OSC} — уровень на генераторе в мВ.

Параметры E_{PL} Y_{OL} Z_{SL}			
Длина кабеля	E_{PL} (%)	Y_{OL} (нСм)	Z_{SL} (мОм)
1,5 м	$0,02 + 3 \times f/100$	$750 \times f/100$	5,0
3 м	$0,02 + 5 \times f/100$	$1500 \times f/100$	5,0

f — частота в МГц. При удлинении измерительного кабеля необходимо выполнить компенсацию XX, компенсацию K3 и компенсацию нагрузки.

Параметры Y_{OSC} Y_{O} E_{P} Z_{S}				
Частота	Y_{OSC} (нСм)	Y_{O} (нСм)	E_{P} (%)	Z_{S} (мОм)
1 кГц ≤ f ≤ 200 кГц	$1 \times (125/V_{\text{OSC}} - 0,5)$	1,5	0,095	5,0
200 кГц ≤ f ≤ 1 МГц	$2 \times (125/V_{\text{OSC}} - 0,5)$	3,0	0,095	5,0
1 МГц < f ≤ 2 МГц	$2 \times (125/V_{\text{OSC}} - 0,5)$	3,0	0,28	5,0
2 МГц < f	$20 \times (125/V_{\text{OSC}} - 0,5)$	30,0	0,28	5,0

f — частота в Гц.

V_{OSC} — уровень на генераторе в мВ.

Пример расчетной точности измерения C/G				
Частота	Измеренная емкость	Точность C ¹	Измеренная проводимость	Точность G ¹
5 МГц	1 пФ	± 0,61%	≤ 3 мкСм	± 192 нСм
	10 пФ	± 0,32%	≤ 31 мкСм	± 990 нСм
	100 пФ	± 0,29%	≤ 314 мкСм	± 9 мкСм
	1 нФ	± 0,32%	≤ 3 мкСм	± 99 мкСм
1 МГц	1 пФ	± 0,26%	≤ 628 нСм	± 16 нСм
	10 пФ	± 0,11%	≤ 6 мкСм	± 71 нСм
	100 пФ	± 0,10%	≤ 63 мкСм	± 624 нСм
	1 нФ	± 0,10%	≤ 628 мкСм	± 7 мкСм
100 кГц	10 пФ	± 0,18%	≤ 628 нСм	± 11 нСм
	100 пФ	± 0,11%	≤ 6 мкСм	± 66 нСм
	1 нФ	± 0,10%	≤ 63 мкСм	± 619 нСм
	10 нФ	± 0,10%	≤ 628 мкСм	± 7 мкСм
10 кГц	100 пФ	± 0,18%	≤ 628 нСм	± 11 нСм
	1 нФ	± 0,11%	≤ 6 мкСм	± 66 нСм
	10 нФ	± 0,10%	≤ 63 мкСм	± 619 нСм
	100 нФ	± 0,10%	≤ 628 мкСм	± 7 мкСм
1 кГц	100 пФ	± 0,92%	≤ 63 нСм	± 6 нСм
	1 нФ	± 0,18%	≤ 628 нСм	± 11 нСм
	10 нФ	± 0,11%	≤ 6 мкСм	± 66 нСм
	100 нФ	± 0,10%	≤ 63 мкСм	± 619 нСм

1. Точность измерений емкости и проводимости указана для следующих условий:

$D_x \leq 0,1$

Время интеграции: 1 ЦЛП

Уровень тестового сигнала: 30 мВ_{ска}

На четырехклеммном парном порте MFCMU

Технические характеристики селектора емкости устройства (N1272A)

Селектор N1272A упрощает измерение емкости на устройствах с 2 и 3 выводами, автоматически образуя правильную конфигурацию измерительных ресурсов (включая добавление любых требуемых блокирующих конденсаторов постоянного тока и блокировочных резисторов переменного тока) для указанного измерения емкости. Для измерения емкости устройств в корпусах также требуется оснастка для измерения емкости N1273A. В то же время селектор N1272A может использоваться непосредственно с зондовой станцией для измерения емкости устройств на полупроводниковой пластине.

Характеристики смещения постоянного тока

Выходное сопротивление смещения на модуле SMU — 100 кОм

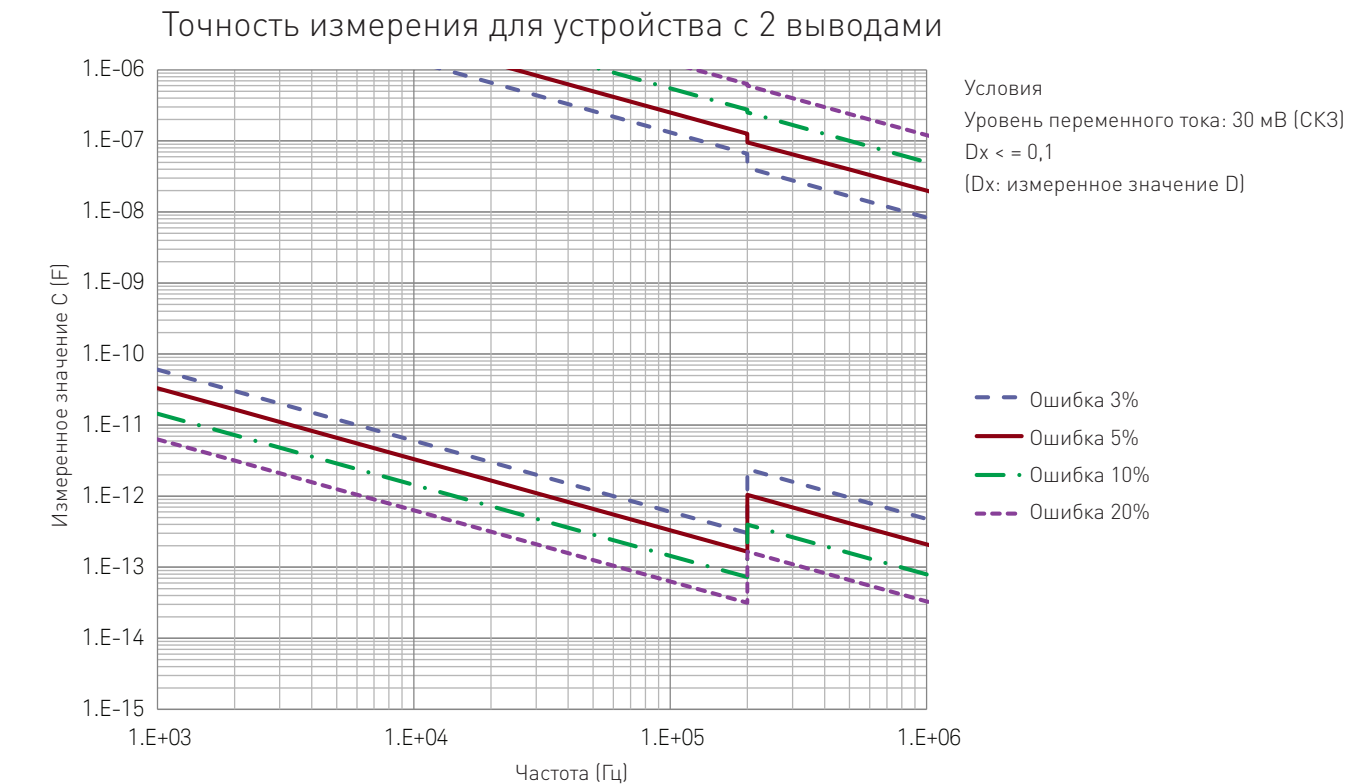
Доступна функция компенсации падения напряжения.

Шунтирующая емкость в селекторе емкости

	Емкость	Выдерживаемое напряжение
Вывод «сток-исток»	1 мкФ	±3000 В
Вывод «затвор-исток»	1 мкФ	±100 В

Точность измерений для устройства с 2 выводами (дополнительные характеристики)

Погрешность в этих дополнительных характеристиках определяется на выходных клеммах переходника для гнезда TO в оснастке для измерения емкости N1273A, когда селектор N1272A подключен к прибору B1505A с помощью кабеля измерителя емкости (CMU) длиной 1,5 м, а к оснастке N1273A — системным кабелем.



Выходные разъемы для устройства с двумя выводами

Коллектор /сток	Высокий	Высокий	
Эмиттер/исток		Низкий	Высокий
База /затвор	Низкий		Низкий

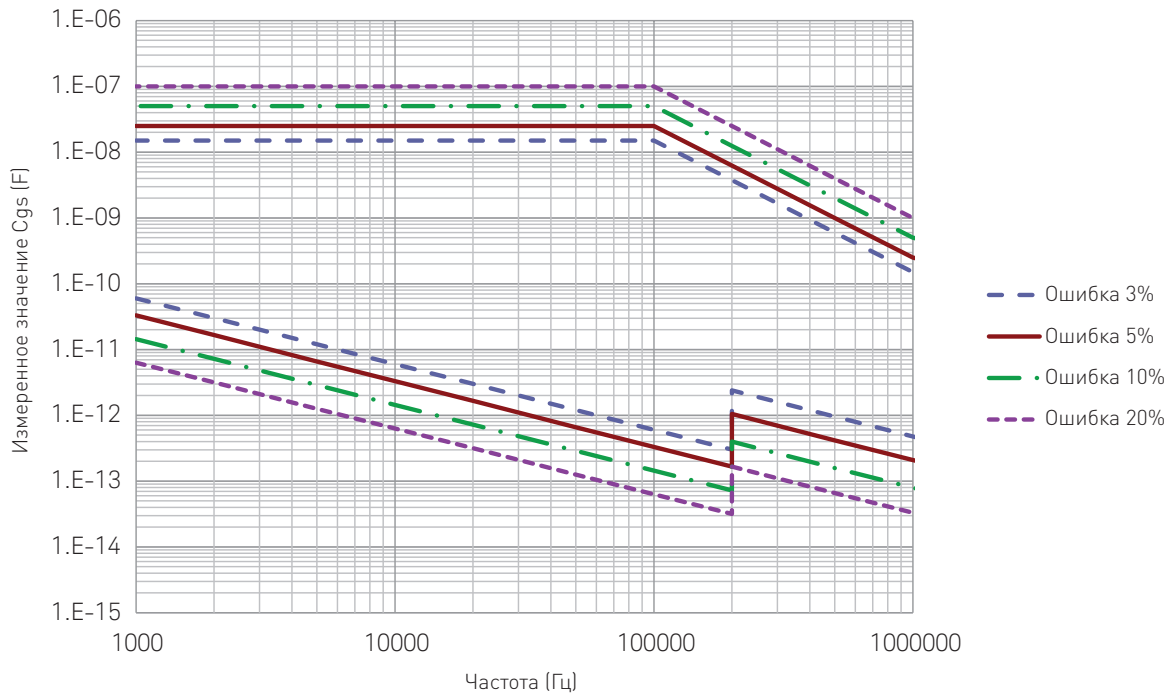
Точность измерений для устройства с 3 выводами (дополнительные характеристики)

Погрешность в этих дополнительных характеристиках определяется на выходных клеммах переходника для гнезда TO в оснастке для измерения емкости N1273A, когда селектор N1272A подключен к прибору B1505A с помощью кабеля CMU длиной 1,5 м, а к оснастке N1273A — системным кабелем.

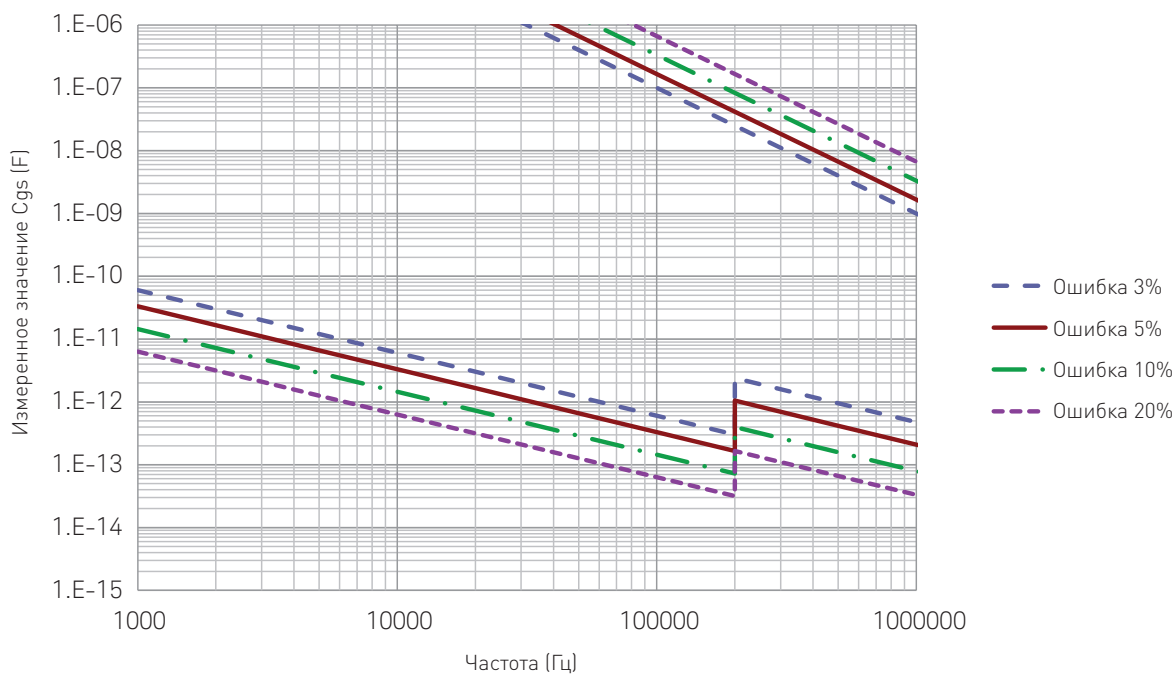
Условия

Уровень переменного тока: 30 мВ (СКЗ), $D_x < 0,1$ (D_x : измеренное значение D)

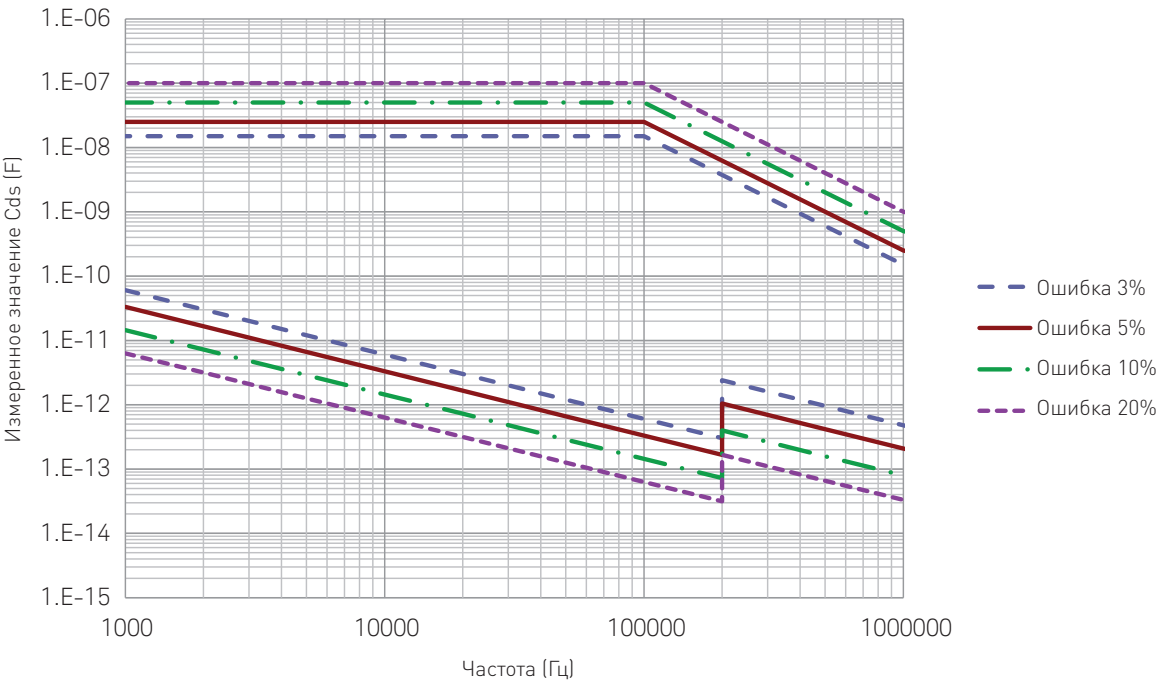
Точность измерения C_{gs} для устройства с 3 выводами
 $C_{gs}:C_{ds}:C_{gd} = 1:1:1$



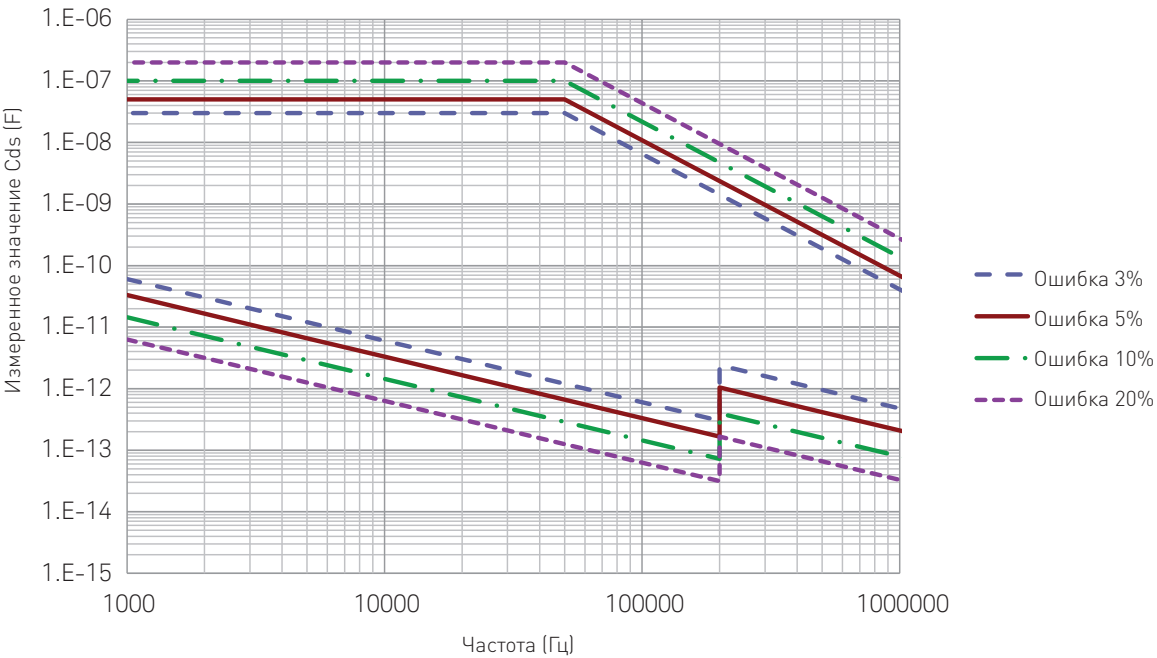
Точность измерения C_{gs} для устройства с 3 выводами
 $C_{gs}:C_{ds}:C_{gd} = 1:0.1:0.01$



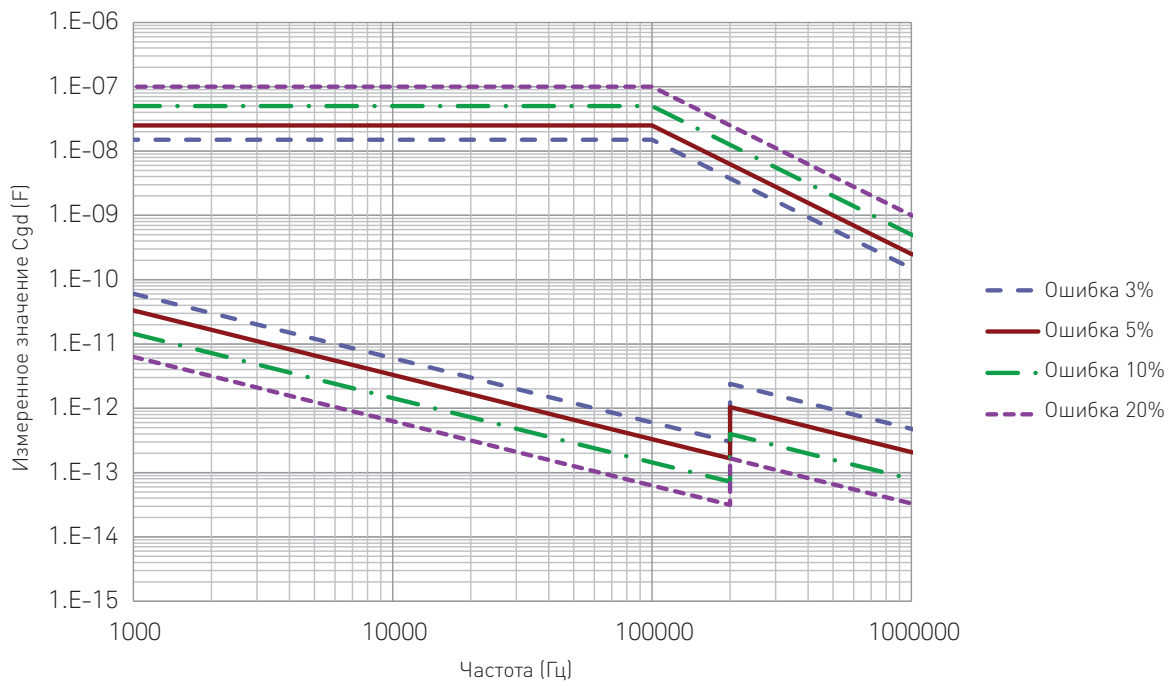
Точность измерения Cds для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:1:1



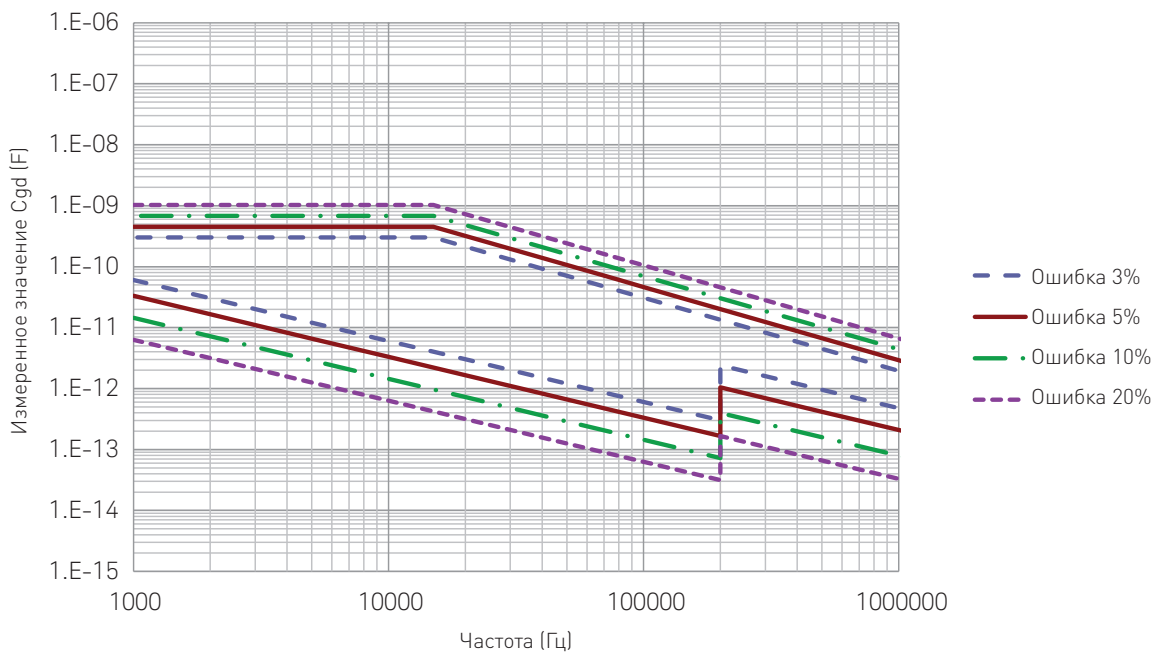
Точность измерения Cds для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:0.1:0.01



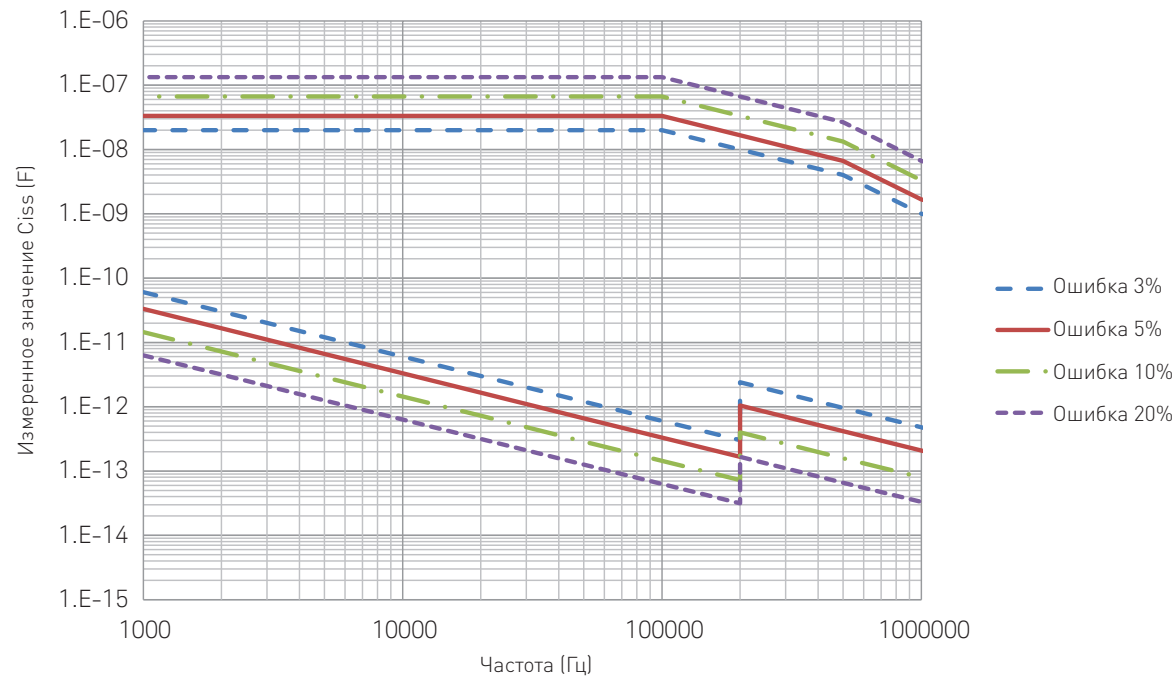
Точность измерения Cgd для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:1:1



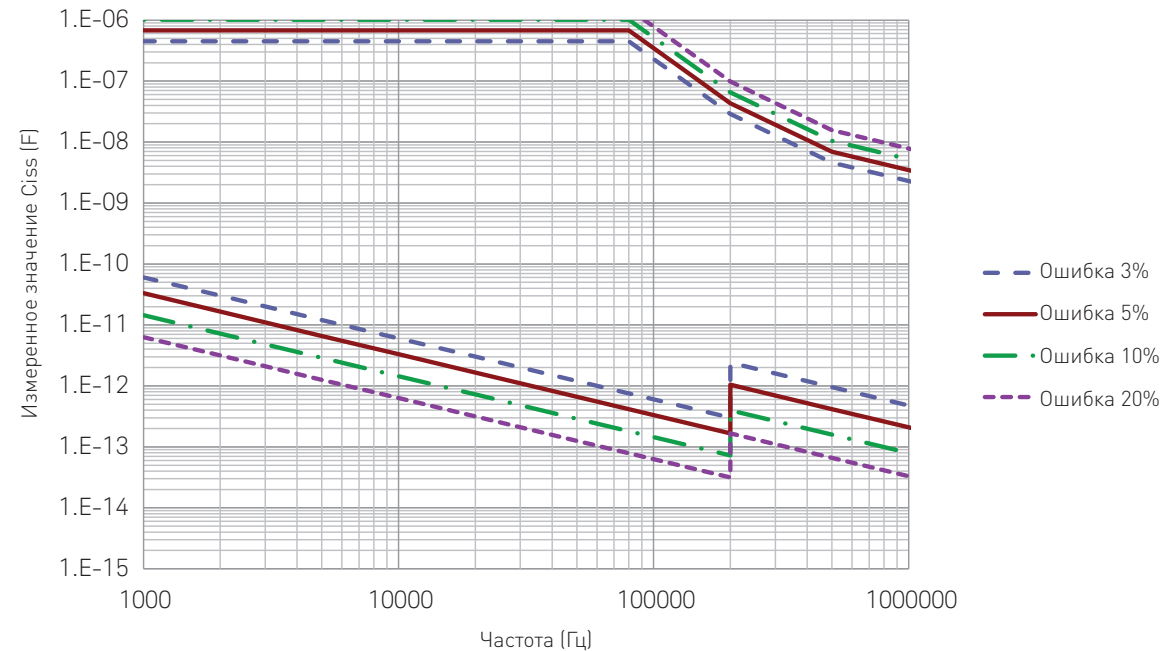
Точность измерения Cgd для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:0.1:0.01

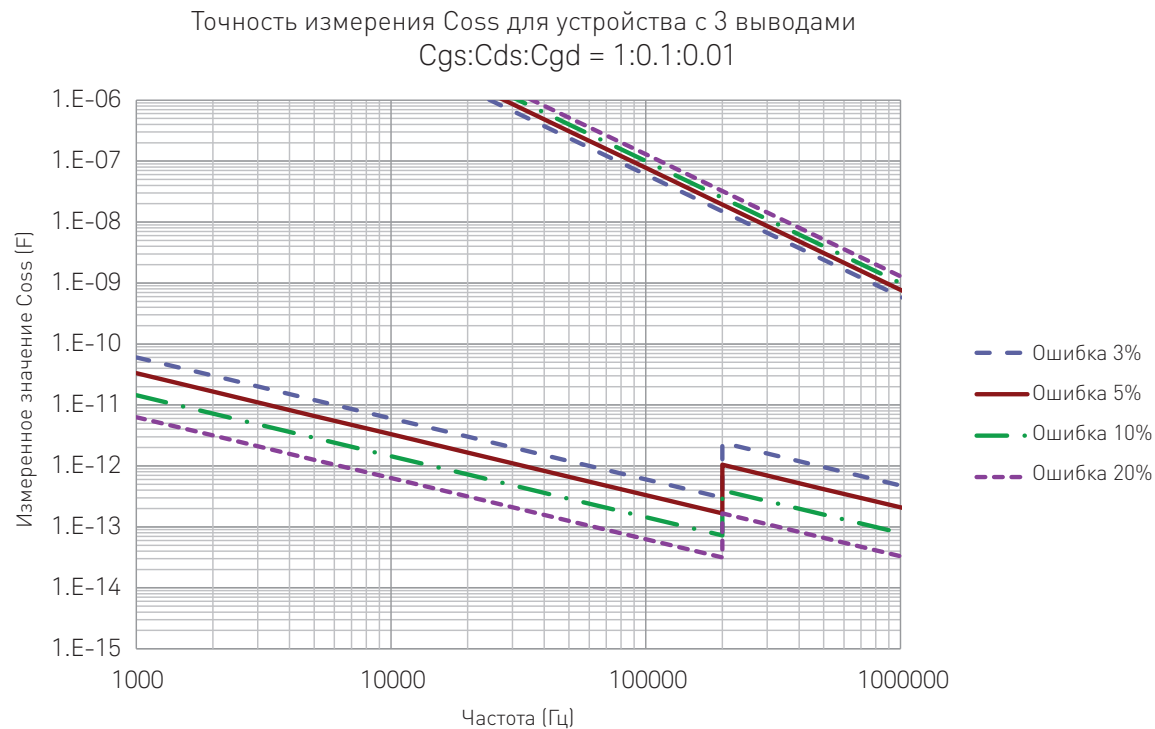
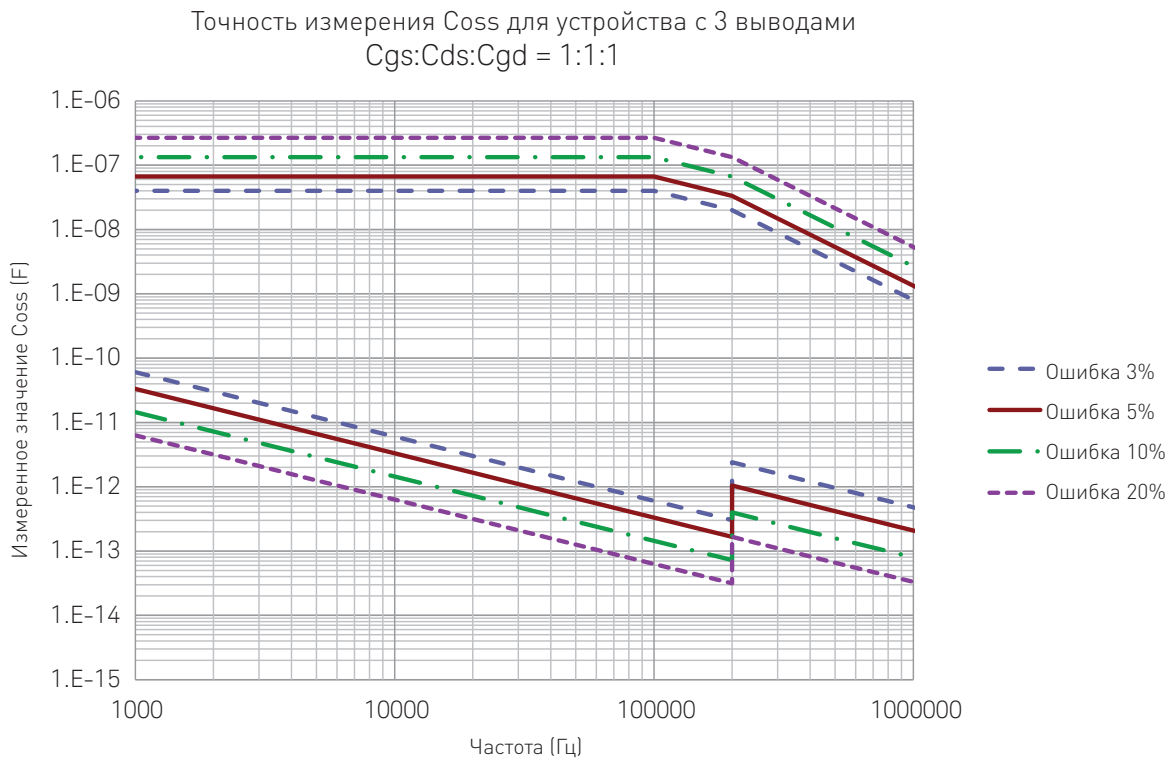


Точность измерения Ciss для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:1:1



Точность измерения Ciss для устройства с 3 выводами
Cgs:Cds:Cgd = 1:0.1:0.01





Утечка по пути постоянного тока
(дополнительные характеристики)

Вход порта HVSMU/выход стока
Смещение: 100 пА
Утечка: Vo x 1E-13 (Vo: выходное напряжение)

Вход порта HVSMU/прямой выход
Смещение: 100 пА
Утечка: Vo x 1E-13 (Vo: выходное напряжение)

Вход порта MPSMU/выход затвора
Смещение: 50 пА
Утечка: Vo x 5E-13 (Vo: выходное напряжение)

Сведения о селекторе

Эти данные приведены для пользователей, которые не применяют оснастку для измерения емкости N1273A, а намерены подсоединить выводы селектора к другим интерфейсам ТУ, например, к пробнику полупроводниковых пластин.

Функциональные возможности

Функция селектора

Селектор позволяет пользователю устанавливать соединения для выполнения различных измерений емкости и характеристик постоянного тока, например тока утечки, напряжения пробоя и порогового напряжения.

Выходные разъемы:
Высоковольтный триаксиальный: 1 шт
Разъемы безопасные высоковольтные (SHV):
4 шт
Затвор/база
Сток/коллектор
Исток/эмиттер

Охранный экран переменного/постоянного тока

Разъем блокировки 1 шт
Порт цифрового ввода/вывода 1 шт (D-sub, 25 контактов)
Индикаторы

Входные разъемы
Высоковольтный триаксиальный: 1 шт (HVSMU)
Триаксиальные: 3 шт (MPSMU, форсирование / считывание, модуль заземления GNDU)
Байонетный разъем: 4 шт (MCSMU, Hcur, Lcur, Hpot, Lpot)
Разъем блокировки 1 шт,
Прямой ввод-вывод

Выходные разъемы для устройства с тремя выводами

Название параметра		Coss	Cds	Crss	Cgs	Ciss /Rg
Коллектор/сток	Форсирование	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый
	Считывание	Высокий	Высокий	Высокий	Охранный экран переменного тока	Низкий
Эмиттер/исток	Форсирование	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый
	Считывание	Низкий	Низкий	Низкий	Охранный экран переменного тока	Низкий
База/затвор	Высокий	Низкий	Охранный экран переменного тока	Низкий	Высокий	Высокий
	Низкий	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый	Открытый

Определение емкостей для устройств с тремя выводами

Обозначение	Описание
Cgs	Емкость между контактом базы/затвора и контактом эмиттера/истока
Cds	Емкость между контактом коллектора/стока и контактом эмиттера/истока
Cgd	Емкость между контактом базы/затвора и контактом коллектора/стока
Crss	Емкость между контактом базы/затвора и контактом коллектора/стока
Ciss	Емкость между контактом базы/затвора и контактом эмиттера/истока, а также емкость между контактом базы/затвора и контактом коллектора/стока
Coss	Емкость между контактом коллектора/стока и контактом эмиттера/истока, а также емкость между контактом базы/затвора и контактом коллектора/стока

Технические характеристики расширителя диапазона сверхбольших токов/оснастки (N1265A)

Технические характеристики

Функции:

Функция оснастки

Функция расширителя диапазона тока

Расширяет диапазон поддержки токов прибора B1505A до 1500 А. Расширение диапазона тока производится с помощью модуля сверхбольших токов (UHCU), который состоит из внешнего модуля и либо двух модулей MCSMU и двух модулей HCSMU, либо одного модуля MCSMU и одного модуля HCSMU.

Функция селектора

Позволяет пользователю переключать выход между модулем UHCU и другими модулями, подсоединенными ко входным портам селектора. На порте высоковольтного входа поддерживаются модули HVSMU и HVMCU; на порте входа SMU поддерживаются модули HPSMU и MPSMU.

Каналы:

Канал	Количество	Вход	Выход
SMU	6 (при использовании некеЛЬВИНОВСКИХ соединений) 3 (при использовании кельВИНОВСКИХ соединений)	Триаксиальный ¹	«Банан»
UHV	1	Коаксиальный UHV (высокий), безо- пасный высоковольтный SHV (низкий)	Коаксиальный UHV (высокий), безопасный высоковольтный SHV (низкий)
Тройник смещения	1	Безопасный высоковольтный (SHV) x 2 (высокий, низкий)	Безопасный высоковольтный Для сверхвысоких напряжений (SHV x 2 (высокий, низкий)
Управление затвором	1	Триаксиальный x 2 (форсирование, считывание)	«Банан» x 2 (высокий, низкий)
Селектор	1 ²	Высоковольтный триаксиальный x 1 Триаксиальный x 2 (форсирование, считывание)	«Банан» x 6 (форсирование/считывание (высокий), форсирование/считывание (низкий), охранный экран, корпус)

1. К порту 3 SMU можно подключить либо модуль HCSMU, либо сдвоенный модуль HCSMU.
2. Модуль UHCU или любой другой модуль, подсоединенный к одной из двух других входных клемм селектора, можно подключить к выходной клемме.

Максимальные выходные уровни на каналах селектора:

Выход HVSMU: ±3000 В/4 мА, ±1500 В/8 мА
Выход HVMCU: ±2200 В/1,1 А, ±1500 В/2,5 А
Выход HPSMU: ±200 В/1 А
Выход MPSMU: ±100 В/100 мА
Выход UHCU: ±60 В/1500 А или 500 А
См. технические характеристики каждого из модулей.

Канал управления затвором:

НекельВИНОВСКОЕ соединение
Максимальное напряжение: ±40 В
Максимальный ток: ±1 А импульсный, 100 мА постоянного тока.
Выходное сопротивление: 0 Ом/10 Ом/100 Ом/1000 Ом (номинальное значение)

Модуль UNCU:

Пиковая выходная мощность	
Диапазон токов	Пиковая мощность
± 500 А	7,5 кВт
± 1500 А	22,5 кВт

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность				
Диапазон напряжений	Разрешающая способность установки	Разрешающая способность измерителя	Точность установки ^{1,2,3} ±(% + мВ)	Точность измерителя ^{1,3} ±(% + мВ)
± 60 В	200 мкВ	100 мкВ	±(0,2 + 10)	±(0,2 + 10)

- 1. ± (% величины показания + фиксированное смещение в мВ)
- 2. Точность установки определена в режиме XX (разрыв цепи нагрузки).
- 3. Точность определена для импульсов длительностью 1 мс в диапазоне 500 А и импульсов длительностью 500 мкс в диапазоне 1500 А.

Диапазон токов, разрешающая способность и точность ¹				
Диапазон токов	Разрешающая способность установки	Разрешающая способность измерителя	Точность установки ^{2,3} ±(% + А + А)	Точность измерителя ^{2,3} ±(% + А + А)
± 500 А	1 мА	500 мкА	±(0,6 + 0,3 + 0,01*Vo)	±(0,6 + 0,3 + 0,01*Vo)
± 1500 А	4 мА	2 мА	±(0,8 + 0,9 + 0,02*Vo)	±(0,8 + 0,9 + 0,02*Vo)

- 1. Максимальное напряжение соответствия в режиме импульсного тока составляет 63 В. Значения для более чем 400 А в диапазоне 500 А и для более чем 1200 А в диапазоне 1500 А указаны как дополнительные характеристики.
- 2. Точность определена для импульсов длительностью 1 мс в диапазоне 500 А и импульсов длительностью 500 мкс в диапазоне 1500 А.
- 3. ± (% величины показания + фиксированное смещение в А + пропорциональное смещение в А), где Vo — выходное напряжение.

Длительность импульсов и разрешающая способность UNCU				
Диапазон токов	Длительность импульса напряжения	Длительность импульса тока	Разрешающая способность	Период импульсов ¹
500 А	10 мкс – 1 мс	10 мкс – 1 мс	2 мкс	Заполнение ≤ 0,4%
1500 А	10 мкс – 500 мкс	10 мкс – 500 мкс	2 мкс	Заполнение ≤ 0,1%

- 1. При непрерывном максимальном токе на выходе выходной ток может снизиться из-за недостаточности времени заряда.

Прочие функциональные возможности

- Фильтр
 - Фильтр может применяться на выходе сверхбольших токов (UHC) в режиме тока в диапазоне 500 А.
- Вход термопары: 2 шт.
 - Два входа термопар типа К
 - Диапазон температур: От -50 °C до 300 °C.

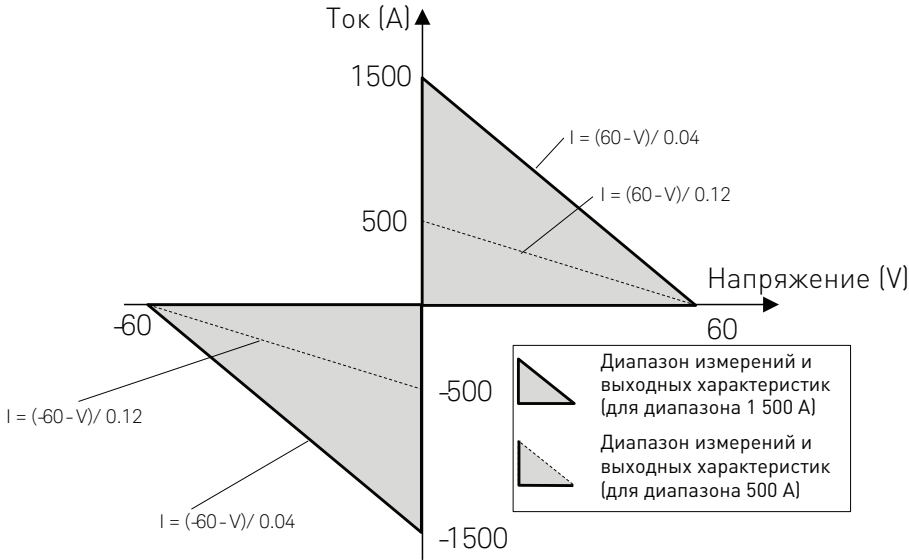
Другие клеммы/индикаторы

- Вход цифрового ввода/вывода: 1 шт
- Выход цифрового ввода/вывода: 1 шт
- Индикатор питания: 1 шт
- Индикатор высокого напряжения: 1 шт
- Индикатор селектора: 1 шт
- Клемма блокировки: 1 шт
- Клемма заземления: 1 шт
- Клемма заземляющего браслета: 1 шт

Дополнительные характеристики

Выходное сопротивление модуля UHCU	
Выходной диапазон	Номинальное значение
500 мА	120 мОм
1500 А	40 мОм

Диапазон измерений и выходных характеристик модуля UHC



Выход модуля UHCU доступен только в импульсном режиме.

В уравнениях на схеме выше «I» обозначает ток, а «V» — напряжение.

Максимальный ток определяется при закорачивании выходных клемм.

Кроме того, максимальный ток ограничивается остаточным сопротивлением измерительных щупов, сопротивлением контактов между внутренним соединительным кабелем и тестируемым устройством (ТУ), а также импедансом ТУ.

Утечка

- Канал селектора
 - К клемме «считывание (высокий)» подсоединен модуль HVSMU: менее чем 1 нА
 - К клемме «форсирование (высокий)» подсоединен модуль HPSMU/MPSMU: менее чем 10 нА
- Канал UHVU
 - Менее чем 1 нА
- Канал SMU
 - Менее чем 1 нА

Точность показаний термопары	
Диапазон температур	Погрешность
0 °C ≤ T < 100 °C	±2 °C
T ≥ 100 °C	±5 °C
T < 0 °C	±5 °C

Технические характеристики расширителя диапазона тока для модуля HVSMU (N1266A)

Технические характеристики

Функции:

Функция расширителя диапазона тока

Расширяет диапазон поддержки токов модуля HVSMU до 2,5 А. Расширение диапазона тока производится с помощью модуля высокого напряжения и среднего тока (HVMCU), который состоит из модуля в N1266A, модуля HVSMU и двух модулей MCSMU.

Функция селектора

Позволяет переключаться между соединением выходных клемм с модулем HVMCU и с модулем HVSMU. Выход HVSMU может коммутироваться как напрямую, так и через резистор 100 кОм.

Выходные разъемы:

- Высокий (высоковольтный триаксиальный)
- Низкий (байонетный разъем)

Максимальные выходные уровни:

- HVSMU: ±3000 В/4 мА, ±1500 В/8 мА
- HVMCU: См. технические характеристики модуля HVMCU

HVMCU

Пиковая выходная мощность	
Диапазон напряжений	Пиковая мощность
± 2200 В	600 Вт
± 1500 В	900 Вт

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность				
Диапазон напряжений	Разрешающая способность установки	Разрешающая способность измерителя	Точность установки ^{1, 2, 3} ±[% + В]	Точность измерителя ^{1, 2} ±[% + В]
± 2200 В	3 мВ	3 мВ	±(5 + 20)	±(0,8 + 1,8)
± 1500 В	1,5 мВ	3 мВ	±(5 + 20)	±(0,8 + 1,8)

- 1. ± [% величины показания + фиксированное смещение в В]
- 2. Точность определена для импульсов длительностью 100 мкс в диапазонах 1,1 А и 2,5 А; для импульсов длительностью 1 мс в диапазоне 100 мА.
- 3. Точность установки определена в режиме XX (разрыв цепи нагрузки).

Диапазон токов, разрешающая способность и точность ^{1, 2}		
Диапазон токов	Разрешающая способность измерителя	Точность измерителя ¹ ±[% + А + А]
± 2,5 А	4 мкА	±(0,9 + 4E-3 + Vo x 3E-7)
± 1,1 А	4 мкА	±(0,9 + 4E-3 + Vo x 3E-7)
± 110 мА	200 нА	±(0,9 + 2E-4 + Vo x 3E-7)

- 1. Для токов более 1,1 А указаны дополнительные характеристики.
- 2. Условие применения: 20 усредняемых выборок

Длительность импульсов и разрешающая способность HVMSU		
Выходной диапазон	Длительность импульса	Разрешающая способность
1500 В/2,5 А	10 мкс – 100 мкс	2 мкс
2200 В/1,1 А	10 мкс – 100 мкс	2 мкс
2200 В/110 мА	10 мкс – 1 мс	2 мкс

Другие клеммы/индикаторы

Вход цифрового ввода/вывода: 1 шт.
Выход цифрового ввода/вывода: 1 шт.
Индикатор питания: 1 шт.
Индикатор селектора: 1 шт.

Дополнительные характеристики

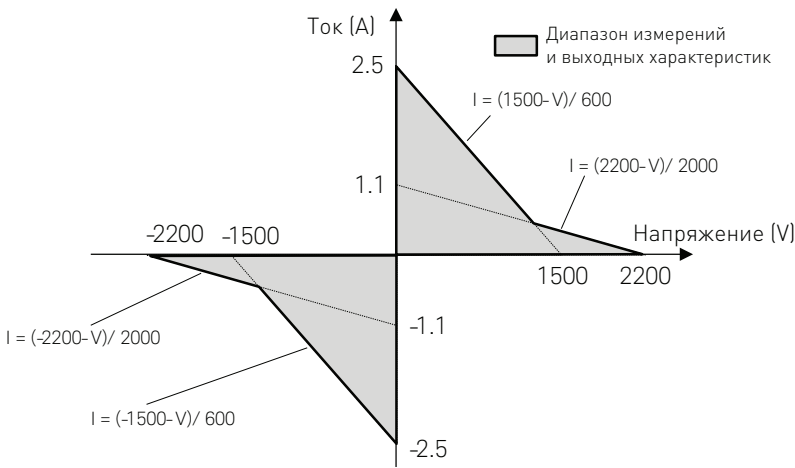
Зарядная емкость модуля HVMSU: 0,22 мкФ

Выходное сопротивление	
Выходной диапазон	Номинальное значение
1500 В/2,5 А	600 Ом
2200 В/1,1 А	2000 Ом
2200 В/110 мА	20000 Ом

Утечка

Выход селектора
HVSMU: менее чем 80 пА

Диапазон измерений и выходных характеристик модуля HVMSU



Выход модуля HVMS доступен только в импульсном режиме.
В уравнениях на схеме выше «I» обозначает ток, а «V» — напряжение.
Максимальный ток определяется при закорачивании выходных клемм.
Кроме того, максимальный ток ограничивается остаточным сопротивлением измерительных щупов, сопротивлением контактов между внутренним соединительным кабелем и тестируемым устройством (ТУ), а также импедансом ТУ.

Технические характеристики расширителя диапазона сверхвысоких напряжений (UNV) (N1268A)

Технические характеристики

Диапазон напряжений, разрешающая способность и точность ¹				
Диапазон напряжений	Разрешающая способность форсирования	Разрешающая способность измерителя	Точность установки ^{2,3} ±(% + В)	Точность измерителя ² ±(% + В)
± 10 кВ	10 мВ	10 мВ	±(1,2 + 42)	±(1,2 + 42)

1. N1268A управляется и производит измерения с использованием двух модулей MCSMU или сочетания из одного модуля HCSMU и одного модуля MCSMU.
2. ± [% величины показания + фиксированное смещение в В]
3. Точность установки определена в режиме XX (разрыв цепи нагрузки).

Диапазон токов, разрешающая способность и точность ¹		
Диапазон токов	Разрешающая способность измерителя	Точность измерителя ² ±(% + А + А)
±10 мкА	10 пА	±(0,06 + 2E-9 + 1E-9)
±100 мкА	100 пА	±(0,06 + 2E-9 + 1E-9)
± 1 мА	1 нА	±(0,06 + 2E-7 + 1E-9)
± 10 мА	10 нА	±(0,06 + 2E-6 + 1E-9)
± 100 мА ³	100 нА	±(0,06 + 20E-6 + 1E-9)

1. N1268A управляется и производит измерения с использованием двух модулей MCSMU или сочетания из одного модуля HCSMU и одного модуля MCSMU.
2. ±[% величины показания + фиксированное смещение в А + фиксированное смещение в А].
3. Только импульсный режим (максимальная длительность импульса 1 мс). Максимальный ток составляет 20 мА.

Длительность импульсов и разрешающая способность UNV		
Выходной диапазон	Длительность импульса	Разрешающая способность
100 мА	от 100 мкс до 1 мс	2 мкс
≤ 10 мА	от 100 мкс до 2 с	2 мкс

Период импульса

Мин.: 10 мс
Макс.: 5 с

Выходные разъемы

Высокий: Коаксиальный UNV
Низкий: Безопасный высоковольтный
Для сверхвысоких напряжений (SHV)

Другие клеммы/индикаторы

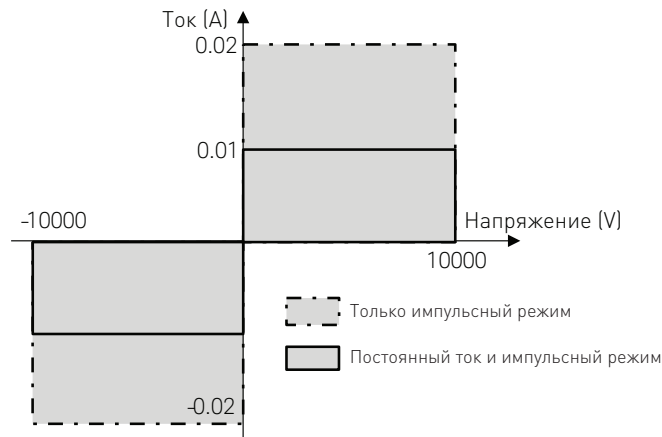
Вход цифрового ввода/вывода: 1 шт.
Индикатор питания: 1 шт.
Индикатор высокого напряжения: 1 шт.
Вход вывода блокировки: 1 шт.
Выход вывода блокировки: 1 шт.
Вывод заземления: 1 шт.

Дополнительные характеристики

Выходное сопротивление модуля UNVU	
Выходной диапазон	Номинальное значение
Высокий	10000 Ом
Низкий	1000 Ом

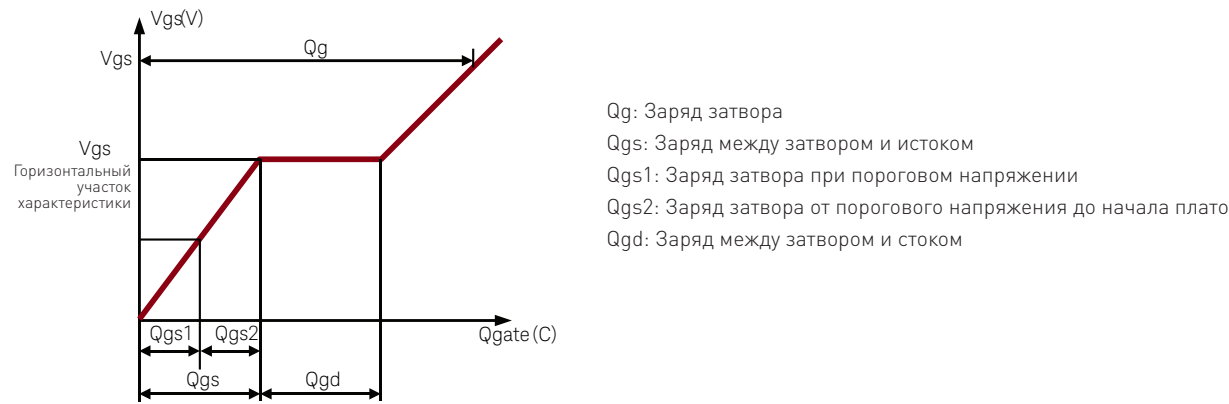
Другие характеристики переменного тока	
Скорость нарастания	100 В/мкс (для кабеля длиной 1 м)
Выброс за фронт	±1% установленного напряжения
Пульсация	3 Vp-p
Максимальная емкость нагрузки	5 нФ
Максимальная индуктивность нагрузки	5 мкГн

Диапазон измерений и выходных уровней UNV



Технические характеристики измерений заряда затвора

Прибор B1505A может осуществлять определение характеристик заряда затвора для N-канальных полевых МОП-транзисторов и БТИЗ. Поддерживаются устройства как в корпусах, так и на полупроводниковой пластине. В следующей таблице приведены варианты доступных решений и требуемые для них принадлежности (которые зависят от типа устройства и уровня тока). Температурно-зависимые измерения с использованием камер ThermoStream или Thermal plate не поддерживаются.



Конфигурация оборудования и параметры измерения/установок

		Решение для устройств в корпусах			Решение для устройств на пластине		
Конфигурация оборудования	Модуль высокого напряжения	B1513B/C HVSMU					
	Максимальный диапазон напряжений	3000 В					
	Модуль большого тока	B1512A HCSMU	N1265A-500	N1265A-1500A	B1512A HCSMU	N1265A-500A	N1265A-1500A
	Максимальный диапазон токов	20 А	500 А	1500 А	20 А	500 А	1500 А
	Модуль управления затвором	B1514A MCSMU					
	Модуль управления Ireg	B1514A MCSMU					
	Оснастка/селектор	N1259A	N1265A		N1258A	N1265A	
	Адаптер/селектор	N1259AU-014	N1265AU-014		N1274A	N1275A	
Параметр измерения	Qg	От 1 нКл до 100 мкКл					
	Мин. разрешающая способность	10 пКл					
	Vds (vce) при выс. напряжении	От 0 В до +3000 В					
	Разрешающая способность по напряжению/дискретизации	3 мВ/6 мкс					
	Vds (vce) при большом токе	Не поддерживает	От -60 В до 60 В		Не поддерживает	От -60 В до 60 В	
	Разрешающая способность по напряжению/дискретизации		100 мкВ/2 мкс			100 мкВ/2 мкс	
	Id (ic) — максимальный номинальный ток	20 А ¹	350 А ¹	500 А ^{1,2}	20 А ¹	350 А ¹	500 А ^{1,2}
	Разрешающая способность по току/дискретизации	2 мА/2 мкс					
	Vgs (vge)	От -30 В до +30 В					
	Разрешающая способность по напряжению/дискретизации	40 мкВ/2 мкс					
	Ig	От 10 нА до 1 А					
	Разрешающая способность по току/дискретизации	10 пА/2 мкс					
		Решение для устройств в корпусах			Решение для устройств на пластине		

Конфигурация оборудования и параметры измерения/установок (продолжение)

Параметры установки	Vds (vce) при выс. напряжении	От 0 В до +3000 В					
	Разрешающая способность	3 мВ					
	Vds(vce) при большом токе	От -20 до 20 В ¹	От -60 до 60 В		От -40 до 40 В ¹	От -60 до 60 В	
	Разрешающая способность	20 мкВ	100 мкВ		40 мкВ	100 мкВ	
	Id, макс.	20 А ¹	450 А ¹	1100 А ^{1,2}	20 А ¹	350 А ¹	500 А ¹
	Напряжение управления затвором vgs(vge)	От -30 до +30 В					
	Разрешающая способность	40 мкВ					
	Ток управления затвором ig	От 1 мкА до 1 А					
	Разрешающая способность	0,1 мкА					
	Управляющее напряжение регулятора тока	От -30 до 30 В					
	Разрешающая способность	40 мкВ					
	Время пребывания во включенном состоянии	50 – 950 мкс	50 – 950 мкс		50 – 950 мкс	50 – 950 мкс	
	Разрешающая способность	2 мкс					

1. Максимальный ток будет понижен из-за добавочного сопротивления источника тока, остаточного сопротивления в цепи измерения и импеданса ТУ.
2. Адаптер для измерения заряда затвора также ограничен максимальным пределом по току в 500 А.

Целевые устройства:

N-канальные полевые МОП-транзисторы и БТИЗ в корпусах ТО, в модулях и на пластинах
Необходимо отметить, что Р-канальные полевые МОП-транзисторы не поддерживаются.

Быстродействующий переключатель между модулем высоковольтного источника-измерителя и модулем источника-измерителя больших токов N1267A

Особенности

Переключатель N1267A поддерживает быстрое переключение между модулями HVSMU и HCSMU, что позволяет измерять коллапс тока в устройствах на основе нитрида галлия (GaN).

Переключателю N1267A требуется для управления один модуль MCSMU в базовом блоке B1505A. Затвор ТУ (тестируемого устройства) может управляться модулем MCSMU или HCSMU.

Примечание № 1: Переключатель N1267A может использоваться только с модулями HVSMU B1513B или B1503C, но не с модулем HVSMU B1513A.

Примечание № 2: Переключатель N1267A не поддерживает конфигурацию с двумя модулями HCSMU на 40 А.

Примечание № 3: Переключатель N1267A не поддерживает расширитель диапазона тока/оснастку N1265A.

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт HVSMU, 1 шт. (триаксиальный высокого напряжения)

Порт HCSMU, 1 шт. (форсирование: Байонетный разъем, считывание: триаксиальный)

Порт MCSMU, 1 шт. (форсирование/считывание: триаксиальный)

Порт заземления, 1 шт. (триаксиальный)

Выходные разъемы: Высокий (триаксиальный высокого напряжения), низкий (байонетный разъем)

Максимальный ток: 20 А

Максимальное напряжение: 3000 В

Режим измерения

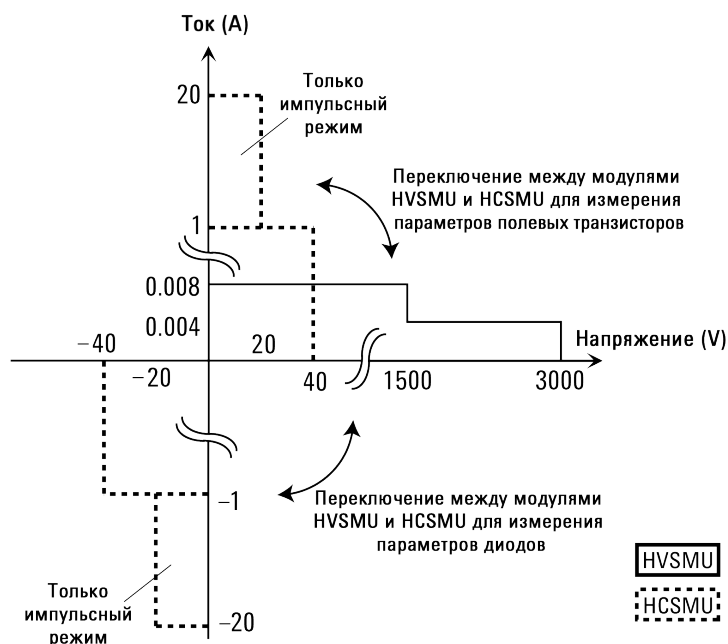
Режим измерения коллапса тока в устройствах на основе GaN (динамические BAX)

1. Динамическое измерение BAX
2. Измерение кривых BAX

Режим статических характеристик

1. Измерение I_d - V_{ds} , V_f - I_f
2. Измерение I_d (выкл)- V_{ds} , V_r - I_r

Диапазон уровней источника и измеряемых значений



Режим измерения коллапса тока в устройствах на основе GaN

Для проведения измерения коллапса тока в устройствах на основе GaN модуль HVSMU сначала подает высоковольтное напряжение на тестируемое устройство (ТУ), когда ТУ находится в состоянии ВЫКЛ. Затем модуль HVSMU производит измерение напряжения, а модуль HCSMU производит измерение ВАХ, отслеживая характеристики состояния ВКЛ тестируемого устройства (ТУ). Во время измерения характеристик состояния ВКЛ модуль HVSMU измеряет напряжение, при этом как модуль HVSMU, так и модуль HCSMU используются для измерения суммарного тока.

Диапазон уставок источника HVSMU для состояния ВЫКЛ	
Напряжение	Ток
+1 В - +3000 В ¹	4 мА ($V > 1500$ В), 8 мА ($V \leq 1500$ В)

¹ Устанавливаемое значение должно на 1 В или более превышать напряжение состояния ВКЛ.

Диапазон уставок источника HCSMU для состояния ВКЛ		
Напряжение	Ток	
	Максимальная величина	Минимальная величина
0 В - ± 40 В ²	20 А импульсный ($V \leq 20$ В) / 1 А пост. тока	20 мА ³

² Напряжение, фактически подаваемое на тестируемое устройство (ТУ), равно величине уставки минус величина падения напряжения на переключателе.

³ Сумма выходного тока модуля HCSMU и выходного тока модуля HVSMU, поступающих в ТУ.

Минимальная разрешающая способность измерения напряжения для состояния ВЫКЛ: 200 мкВ
 Минимальная разрешающая способность измерения тока для состояния ВКЛ: 100 нА
 Минимальное время перехода (из состояния ВЫКЛ в состояние ВКЛ): 20 мкс
 Настройка длительности состояния ВЫКЛ: От 10 мс до 655,35 с
 Частота дискретизации: От 2 мкс до 12 мкс по току, 6 мкс по напряжению
 Минимальная продолжительность состояния ВКЛ: 50 мкс

Режим статических характеристик

Следующие сведения относятся к измерению статических характеристик ТУ в состоянии ВКЛ. N1267A обеспечивает пребывание ТУ в состоянии ВКЛ во время таких измерений. Модуль HVSMU подает напряжение 0 В с соответствием по току 1 мкА и измеряет V_{ds} или V_f . В то же время модуль HCSMU также осуществляет измерение ВАХ. Токи I_d или I_f определяются посредством сложения общих токов, измеренных как в модуле HCSMU, так и в модуле HVSMU.

Установка источника в HCSMU для I_d - V_{ds} , измерение V_f - I_f		
Напряжение	Ток	
	Максимальная величина	Минимальная величина
0 В - ± 40 В	20 А импульсный ($V \leq 20$ В) / 1 А пост. тока	20 мА ⁴

Минимальная разрешающая способность измерения напряжения: 200 мкВ

Минимальная разрешающая способность измерения тока: 10 пА ⁴

⁴ Типичная погрешность смещения для измерений I_d - V_{ds} , I_f - V_f составляет 1 мкА

Следующие сведения относятся к измерению статических характеристик ТУ в состоянии ВЫКЛ. N1267A обеспечивает пребывание ТУ в состоянии ВЫКЛ во время таких измерений. Модуль HCSMU подает напряжение 0 В. В то же время модуль HVSMU производит измерение ВАХ, а также измеряет V_{ds} или V_r . Токи I_d (выкл) или I_g определяются посредством сложения общих токов, измеренных как в модуле HCSMU, так и в модуле HVSMU.

Установка источника в HVSMU для измерения I_d (выкл)- V_{ds} , V_r - I_g		
Напряжение	Ток	
	Максимальная величина	Минимальная величина
0 В - +3000 В	4 мА ($V > 1500$ В), 8 мА ($V \leq 1500$ В)	10 мкА ⁵

Минимальная разрешающая способность измерения напряжения: 200 мкВ

Минимальная разрешающая способность измерения тока: 10 пА ⁵

⁵ Типичная погрешность утечки для измерений I_{dss} , I_g - V_r составляет 2 нА

Принадлежности

Селектор модулей N1258A

Технические характеристики

Входные разъемы:

- Порт форсирования HPSMU¹, 1 шт. (триаксиальный)
- Измерительный порт HPSMU¹, 1 шт. (триаксиальный)
- Порт форсирования HCSMU, 1 шт. (байонетный разъем)
- Измерительный порт HCSMU, 1 шт. (триаксиальный)
- Порт HVSMU², 1 шт. (высоковольтный триаксиальный)
- Порт GNDU, 1 шт. (триаксиальный)
- Порт цифрового ввода/вывода, 1 шт. (D-sub, 25 контактов)
- Разъем кабеля питания от сети переменного тока, 1 шт.

1. К порту HPSMU можно подключить либо модуль HPSMU, либо модуль MPSMU.
2. К порту HVSMU можно подключить либо модуль HVSMU, либо модуль HVMCU.

Выходные разъемы:

- Высокий, форсирование (высоковольтный триаксиальный)
- Высокий, считывание (высоковольтный триаксиальный)
- Низкий, форсирование (байонетный разъем)
- Низкий, считывание (байонетный разъем)
- Выход внешнего управляющего реле (D-sub, 15-контактный)

Защита:

- HPSMU, GNDU, HCSMU — низкий, форсирование

Индикатор питания:

- Светодиодный индикатор загорается желтым при подаче питания от электросети переменного тока и меняет цвет на зеленый, когда селектор модулей готов к использованию.

Индикатор состояния:

- Зеленый светодиодный индикатор, указывающий текущий путь соединения в селекторе модулей: Open (цепь разомкнута), HCSMU, HPSMU или HVSMU.

Максимальные напряжение/ток:

- Для порта HPSMU:
±200 В/1 А
- Для порта HCSMU:
±40 В/2 А, ±20 В/30 А (длительность импульса 1 мс, заполнение 1%)
- Для порта HVSMU:
±3000 В/4 мА,
±1500 В/2,5 А, ±2200 В/1,1 А

Дополнительные характеристики

Ток утечки:

- Для модуля HPSMU:
10 пА при 200 В
- Для модуля HCSMU:
100 пА при 10 В (между высоким форсирования и низким форсирования, высоким считывания и низким считывания)
- Для модуля HVSMU:
10 пА при 1500 В (диапазон влажности: от 20% до 70%, отн.)
20 пА при 3000 В (диапазон влажности: от 20% до 50%, отн.)

Тестовая оснастка N1259A

Технические характеристики

Входные разъемы:

- Порт HPSMU¹, 2 шт.
Форсирование, считывание (триаксиальный)
- Порт HCSMU, 2 шт.
Форсирование (байонетный разъем), считывание (триаксиальный)
- Порт HVSMU², 1 шт. (высоковольтный триаксиальный)
- Порт GNDU, 1 шт. (триаксиальный)
- Порт AUX (вспомогательный), 2 шт. (байонетный разъем)
- Порт блокировки, 1 шт.

1. К порту HPSMU можно подключить либо модуль HPSMU, либо модуль MPSMU.
2. К порту HVSMU можно подключить либо модуль HVSMU, либо модуль HVMCU.

Защита:

- HPSMU, GNDU, HCSMU — вывод «низкий, форсирование»

Индикатор высокого напряжения:

- Светодиод загорается красным светом, когда напряжение на выходе SMU превышает 42 В.

Максимальные напряжение/ток:

- Для порта HPSMU:
Форсирование: ±200 В/1 А
Считывание: ±200 В
- Для порта HCSMU:
Высокий, форсирование: ±40 В/2 А, ±20 В/40 А (длительность импульса 1 мс, заполнение 1%)
Низкий, форсирование: ±40 В/2 А, ±20 В/40 А (длительность импульса 1 мс, заполнение 1%)
Высокий, считывание ±40 В
Низкий, считывание ±40 В
- Для порта HVSMU:
Форсирование: ±3000 В/4 мА,
±1500 В/2,5 А, ±2200 В/1,1 А

Примечание: Общее энергопотребление всех модулей не может превышать 50 Вт при использовании тестовой оснастки, если рабочая температура превышает 35 °С.

Дополнительные характеристики

Ток утечки:

- Для порта HPSMU (форсирование, считывание):
10 пА при 200 В (форсирование, считывание)
- Для порта HCSMU (форсирование – высокий, считывание – высокий): 100 пА при 10 В
- Для порта HVSMU (форсирование):
10 пА при 1500 В (диапазон влажности: от 20% до 70%, отн.)
20 пА при 3000 В (диапазон влажности: от 20% до 50%, отн.)

Гнездовой модуль с рядным расположением выводов N1259A-010 (3-контактный)

Технические характеристики

Число выводов:

- Гнезда, 6 шт. (гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Интерфейс к ТУ:

- Гнездо с рядным расположением выводов (3-контактное)

Максимальное напряжение на выводах:

- 3000 В пост. тока

Модуль подключения с универсальным гнездом N1259A-011

Технические характеристики

Число выводов:

- Гнезда, 8 шт. (гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на выводах:

- 3000 В пост. тока

Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа N1259A-013

Технические характеристики

Число выводов:

Гнезда, 6 шт.

(гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Интерфейс тестового адаптера:*

Гнезда, 6 шт.

(гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на клеммах:

3000 В пост. тока

Максимальный ток на клеммах:

Для форсирования коллектора/стока

и форсирования эмиттера/истока

39 А (пост. ток), 500 А (импульсный)

Для других

1 А (пост. ток), 20 А (импульсный)

*К этому интерфейсу можно подключить тестовый адаптер для характериографов Tektronix (370B/371B).

Гнездо-адаптер для измерения заряда затвора N1259A-014

Назначение

Измерения заряда затвора с помощью N1259A.

Требуемое оборудование

- Тестовая оснастка N1259A, 1 шт.
- Селектор модулей N1259A-300, 1 шт.
- Модуль B1512A HCSMU, 1 шт.
- Модуль B1513B/C HVSMU, 1 шт.
- Модуль B1514A MCSMU, 2 шт.

Технические характеристики

Число выводов: Гнезда, 8 шт.

(гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на клеммах:

Затвор ТУ, высокий 30 В

Затвор ТУ, низкий 10 В

Форсирование селектора, высокий: 3000 В

Форсирование селектора, низкий: 10 В

Считывание селектора, высокий: 3000 В

Считывание селектора, низкий: 10 В

Управление SMU, высокий: 30 В

Управление SMU, низкий: 10 В

Максимальный ток на клеммах:

Затвор ТУ, высокий: 1 А

Затвор ТУ, низкий 1 А

Форсирование селектора: 500 А

Считывание селектора: 20 мА

Управление SMU: 1 А

Поставляемые принадлежности

- Измерительный щуп (красный), короткий, 2 шт.
- Измерительный щуп (черный), короткий, 2 шт.
- Измерительный щуп (красный), длинный, 4 шт.
- Измерительный щуп (черный), длинный, 4 шт.

Тройник смещения высокого напряжения N1259A-020

Технические характеристики

Входные разъемы:

Вход смещения постоянного тока, 1 шт.

(гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Порт MFCMU, 1 шт.

Hcur, Hpot, Lcur, Lpot,

(байонетный разъем)

Охранный вход, 1 шт. (гнездо

диаметром 4 мм «банан»)

Выходные разъемы:

Порт MFCMU

Высокий (безопасный

высоковольтный SHV)

Низкий (безопасный

высоковольтный SHV)

Напряжение внешнего смещения

постоянного тока: ± 3000 В

Частота:

От 10 кГц до 1 МГц (150 Ом при 10 кГц)

Последовательная емкость: 110 нФ $\pm 5\%$

Входное сопротивление: 100 кОм $\pm 1\%$

Резисторный блок 1 МОм N1259A-021

Технические характеристики

Входные/Выходные разъемы:

Гнездо диаметром 4 мм («банан»), 1 шт.

Сопротивление: 1 МОм $\pm 5\%$

Максимальное напряжение: ± 3000 В

Номинальная мощность: 9 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Резисторный блок 100 кОм N1259A-022

Технические характеристики

Входные/Выходные разъемы:

Гнездо диаметром 4 мм («банан»), 1 шт.

Сопротивление: 100 кОм $\pm 5\%$

Максимальное напряжение: ± 3000 В

Номинальная мощность: 6,4 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Резисторный блок для затвора 1 кОм N1259A-030

Технические характеристики

Входные/Выходные разъемы:

Гнездо диаметром 4 мм («банан»), 1 шт.

Сопротивление: 1 кОм $\pm 10\%$

Максимальное напряжение: ± 200 В

Максимальная мощность: 1 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Универсальный резисторный блок N1259A-035

Технические характеристики

Входные/Выходные разъемы:

Гнездо типа «банан» диаметром 4 мм, 1 шт.

Сопротивление: Устанавливается пользователем

Максимальное напряжение на клеммах:

± 3000 В

Селектор модуля для тестовой оснастки N1259A-300

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт источника-измерителя большой мощности¹, 1 шт.

Форсирование, считывание (триаксиальные)

Порт HCSMU, 1 шт.

Форсирование (байонетный разъем), считывание (триаксиальный)

Порт HVSMU², 1 шт. (высоковольтный триаксиальный)

Порт GNDU, 1 шт. (триаксиальный)

Порт цифрового ввода/вывода, 1 шт. (D-sub, 25 контактов)

Разъем кабеля питания от сети переменного тока, 1 шт.

1. К порту HPSMU можно подключить либо модуль HPSMU, либо модуль MPSMU.
2. К порту HVSMU можно подключить либо модуль HVSMU, либо модуль HVMCU.

Выходные разъемы:

Высокий, форсирование и охранный экран
Высокий, форсирование и охранный экран
Низкий, форсирование
Низкий, считывание
(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Защита:

HPSMU, GNDU, HCSMU — низкий, форсирование

Индикатор питания:

Светодиодный индикатор загорается желтым при подаче питания от электросети и меняет цвет на зеленый, когда селектор модулей готов к использованию.

Индикатор состояния:

Зеленый светодиодный индикатор, указывающий текущий путь соединения в селекторе модулей: Open (цепь разомкнута), HCSMU, HPSMU, or HVSMU.

Максимальные напряжение/ток:

Для порта HPSMU:
±200 В/1 А

Для порта HCSMU:
±40 В/2 А, ±20 В/30 А
(длительность импульса
1 мс, заполнение 1%)

Для модуля HVSMU:
±3000 В/4 мА,
±1500 В/2,5 А, ±2200 В/1,1 А

Дополнительные характеристики

Ток утечки:

Для модуля источника-измерителя большой мощности:

10 пА при 200 В

Для модуля источника-измерителя больших токов:

100 пА при 10 В (между высоким форсирования и низким форсирования, высоким измерения и низким измерения)

Для модуля HVSMU:

10 пА при 1500 В (диапазон влажности: от 20% до 70%, отн.)

30 пА при 3000 В (диапазон влажности: от 20% до 50%, отн.)

Тройник смещения высокого напряжения N1260A

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт HVSMU, 1 шт. (высоковольтный триаксиальный)
Порт MFCMU, 1 шт.
(4 байонетных разъема: Нр, Нс, Lp, Нс)

Выходные разъемы:

Выс., охранный экран перем. тока
(безопасный высоковольтный разъем SHV)
Низ., охранный экран перем. тока
(безопасный высоковольтный разъем SHV)

Напряжение внешнего смещения постоянного тока: ±3000 В

Частота:

От 10 кГц до 1 МГц (150 Ом при 10 кГц)

Последовательная емкость: 110 нФ ±5%

Входное сопротивление: 100 кОм ±1%

Защитный адаптер N1261A

Защитный адаптер N1261A-001 для HPSMU (триаксиальный выход)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Форсирование (триаксиальный)
Считывание (триаксиальный)

Выходные разъемы:

Форсирование (триаксиальный)
Считывание (триаксиальный)

1. К порту HPSMU можно подключить либо модуль HPSMU, либо модуль MPSMU.

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 200 В

Защитный адаптер N1261A-002 для GNDU (выход с байонетным разъемом)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Форсирование/считывание (триаксиальный)

Выходные разъемы:

Форсирование (байонетный разъем)
Считывание (байонетный разъем)

Защитный адаптер N1261A-003 для HPSMU (высоковольтный триаксиальный выход)

Технические характеристики

Входные разъемы¹:

Форсирование (триаксиальный)
Считывание (триаксиальный)

Выходные разъемы:

Форсирование (высоковольтный триаксиальный)
Считывание (высоковольтный триаксиальный)

1. К порту HPSMU можно подключить либо модуль HPSMU, либо модуль MPSMU.

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 200 В

Защитный адаптер N1261A-004 для GNDU (безопасный высоковольтный выход)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Форсирование/считывание (триаксиальный)

Выходные разъемы:

Форсирование (безопасный высоковольтный SHV)
Считывание (безопасный высоковольтный SHV)

Резисторный блок N1262A

Резисторный блок 1 МОм N1262A-001

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт HVSMU, 1 шт.
(высоковольтный триаксиальный)

Выходные разъемы:

Разъем высоковольтный, безопасный (SHV), 1 шт.

Сопротивление: 1 МОм ±5%

Максимальное напряжение: ±3000 В

Максимальная мощность: 9 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Резисторный блок 100 кОм N1262A-002

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт HVSMU, 1 шт.
(высоковольтный триаксиальный)

Выходные разъемы:

Разъем высоковольтный, безопасный (SHV), 1 шт.

Сопротивление: 100 кОм ±5%

Максимальное напряжение: ±3000 В

Максимальная мощность: 6,4 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Резисторный блок N1262A-010 1 кОм для затвора (триаксиальный выход)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Триаксиальный разъем, 1 шт.

Выходные разъемы:

Триаксиальный разъем, 1 шт.

Сопротивление: 1 кОм $\pm 10\%$

Максимальное напряжение: ± 200 В

Максимальная мощность: 1 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Резисторный блок N1262A-011 1 кОм для затвора (выход SHV)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Триаксиальный разъем высокого напряжения, 1 шт.

Выходные разъемы:

Разъем высоковольтный, безопасный (SHV), 1 шт.

Сопротивление: 1 кОм $\pm 10\%$

Максимальное напряжение: ± 3000 В

Максимальная мощность: 1 Вт

Дополнительные характеристики

Ток утечки: 10 пА при 100 В

Универсальный резисторный блок N1262A-020, триаксиальный

Технические характеристики

Входные разъемы:

Триаксиальный разъем, 1 шт.

Выходные разъемы:

Триаксиальный разъем, 1 шт.

Сопротивление:

Устанавливается пользователем

Максимальное напряжение на клеммах: ± 200 В

Универсальный резисторный блок N1262A-021, с переходником с триаксиального разъема высокого напряжения на безопасный высоковольтный разъем SHV

Технические характеристики

Входные разъемы:

Порт HVSMU, 1 шт.

(высоковольтный триаксиальный)

Выходные разъемы:

Разъем высоковольтный, безопасный (SHV), 1 шт.

Сопротивление: Устанавливается пользователем

Максимальное напряжение на клеммах:

± 3000 В

Универсальный резисторный блок N1262A-023 для сверхвысоких напряжений (UNV)

Технические характеристики

Входные разъемы:

Коаксиальный разъем для сверхвысоких напряжений (UNV), 1 шт

Выходные разъемы:

Коаксиальный разъем для сверхвысоких напряжений (UNV), 1 шт

Сопротивление:

Устанавливается пользователем

Максимальное напряжение на клеммах:

± 10 кВ

Адаптер концевой муфты 50 Ом N1262A-036

Технические характеристики

Входная клемма (байонетный разъем)

Выходная клемма (байонетный разъем)

Максимальная мощность: 1 Вт

Принадлежности для N1265A

Системный кабель пробника сверхбольших токов (UNC) N1254A-524

Технические характеристики

Входные разъемы: 8 шт (диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Выход селектора

Высокий, форсирование

Высокий, считывание

Низкий, форсирование

Низкий, считывание

Охраненный экран

Выход затвора

Высокий, форсирование

Низкий, форсирование

Корпус

Выходные разъемы

Высокий, форсирование

(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Низкий, форсирование

(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Высокий, считывание

(высоковольтный триаксиальный)

Низкий, считывание (байонетный разъем)

Затвор (байонетный разъем)

Максимальное напряжение/ток

Для высокого, форсирования ± 3000 В/39 А (пост. ток), 500 А (импульсный)

Для низкого, форсирования ± 200 В/39 А (пост. ток), 500 А (импульсный)

Для высокого, измерения ± 3000 В/1 А

Для низкого, измерения/затвора ± 200 В/1 А

3-контактный гнездовой модуль с рядным расположением выводов сверхбольшого тока N1265A-010 (3 контакта)

Технические характеристики

Число выводов:

Гнезда, 6 шт. (гнездо диаметром 4 мм («банан»))

Интерфейс к ТУ:

Гнездо с рядным расположением контактов (3 контакта)

Максимальное напряжение на клеммах:

3000 В пост. тока

Максимальный ток на клеммах:

Для форсирования

39 А (пост. ток), 500 А (импульсный)

Для считывания

1 А (пост. ток), 20 А (импульсный)

Модуль подключения с универсальным гнездом N1265A-011

Технические характеристики

Число выводов:

Гнезда, 6 шт. (диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на клеммах:

3000 В пост. тока

Универсальная монтажная площадка:

90 мм (Ш) x 81 мм (Г)

Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа N1265A-013

Технические характеристики

Число выводов:

Гнезда, 6 шт.

(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Интерфейс тестового адаптера:*

Гнезда, 6 шт.

(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на клеммах:

3000 В пост. тока

Максимальный ток на клеммах:

Для форсирования коллектора/стока и форсирования эмиттера/истока 39 А (пост. ток), 500 А (импульсный)

Для других

1 А (пост. ток), 20 А (импульсный)

* К этому интерфейсу можно подключить тестовый адаптер для характериографов Tektronix (370B/371B).

Гнездо-адаптер для измерения заряда затвора N1265A-014

Назначение

Измерения заряда затвора с помощью N1265A.

Требуемое оборудование

- Расширитель диапазона сверхбольших токов N1265A, 1 шт.
- Модуль B1513B/C HVSMU, 1 шт.
- Модуль B1514A MCSMU, 2 шт.

Технические характеристики

Число выводов: Гнезда, 8 шт.

(диаметр гнезда 4 мм («банан»))

Максимальное напряжение на клеммах:

Затвор ТУ, высокий 30 В

Затвор ТУ, низкий 10 В

Форсирование селектора, высокий: 3000 В

Форсирование селектора, низкий: 10 В

Считывание селектора, высокий: 3000 В

Считывание селектора, низкий: 10 В

Управление SMU, высокий: 30 В

Управление SMU, низкий: 10 В

Максимальный ток на клеммах:

Затвор ТУ, высокий: 1 А

Затвор ТУ, низкий 1 А

Форсирование селектора: 500 А

Считывание селектора: 20 мА

Управление SMU: 1 А

Поставляемые принадлежности

- Измерительный щуп со разъемом типа «банан» для сверхбольших токов, 2 шт.
- Измерительный щуп (красный), короткий, 2 шт.
- Измерительный щуп (черный), короткий, 2 шт.
- Измерительный щуп (красный), длинный, 2 шт.
- Измерительный щуп (черный), длинный, 2 шт.

Универсальный резисторный блок N1265A-035 для N1265A

Технические характеристики

Вход: 4 шт (гнездо диаметром 4 мм

(под «банан»))

Высокий (форсирование, считывание)

Низкий (форсирование, считывание)

Выходные разъемы: 2 шт (диаметр

гнездо 4 мм («банан»))

Высокий, низкий

Сопротивление:

Устанавливается пользователем

Максимальное напряжение на клеммах: ±200 В

Адаптер защиты затвора для сверхвысоких напряжений 10 кВ N1265A-040

Технические характеристики

Вход: 4 шт (гнездо диаметром 4 мм

(под «банан»))

Высокий (форсирование, считывание)

Низкий (форсирование, считывание)

Выходные разъемы: 2 шт

(диаметром гнездо 4 мм («банан»))

Высокий, низкий

Максимальное напряжение: ±200 В

Максимальные выбросы напряжения: ±10 кВ

Термопара типа К, N1265A-041, 2 шт.

Функции

N1265A-041 может подключаться к разъемам термопары в N1265A, позволяя прибору B1505A считывать температуру на термопаре.

Технические характеристики

Разъем: Гнездо типа К

Длина: 3000 мм

Контейнер для защитного адаптера и тройника смещения N1265A-045

Функции

В N1265A-045 могут размещаться защитные адаптеры и тройники смещения, используемые с N1265A, чтобы содержать среду измерений в чистоте и безопасности

Технические характеристики

Размеры: 420 мм Ш x 193 мм

В x 565 мм Г

Масса: 15 кг

Максимальная временная нагрузка: 50 кг

Соединительный адаптер для сверхвысокого напряжения (UHV) N1269A

Функции

Упрощение соединений и защита измерительного оборудования от неожиданных скачков напряжения при подключении UHVU к пробнику полупроводниковых пластин.

Технические характеристики

Входные разъемы:

MCSMU затвора, форсирование, 1 шт (триаксиальный)

MCSMU затвора, считывание, 1 шт (триаксиальный)

MCSMU держателя, форсирование, 1 шт (триаксиальный)

MCSMU держателя, считывание, 1 шт (триаксиальный)

Сверхвысокое напряжение, низкий, 1 шт (триаксиальный высокого напряжения)

Выходные разъемы: 3 шт. (безопасный высоковольтный (SHV))

Затвор, держатель, источник

Максимальное напряжение: ±200 В

Максимальные выбросы напряжения: ±10 кВ

Камера для температурных испытаний N1271A

Рабочие условия

Температура От +5 °C до 30 °C

Влажность От 20% до 70% (отн.),

без конденсации

Характеристики точности ухудшаются в три раза по сравнению с проведением измерений без камеры температурных испытаний.

(Дополнительные характеристики)

Принадлежности из общего комплекта поставки:

200-мм кабель для больших токов, 2 шт.

300-мм кабель для больших токов, 2 шт.

200-мм обычный кабель, 6 шт.

300-мм обычный кабель, 4 шт.

Переходник для «бананового»

штепселя, 14 шт.

Мини-зажим «крокодил», 10 шт.

Большой зажим, 4 шт.

Совместимая с Thermal plate камера N1271A-001 для N1259A/N1265A

Назначение

Поддерживает установку inTEST Thermal Plate в тестовую оснастку (N1259A/N1265A) для проведения измерений зависимости от температуры до 250 °C.

Для автоматизированных температурных измерений необходима inTest Thermal Plate с опцией управления по GP-IB.

Совместимая с Thermostream камера N1271A-002 для N1265A (3 кВ ВАХ)

Назначение

Обеспечение возможности температурных измерений посредством создания интерфейса между N1265A и inTEST Thermostream. Камера поддерживает полностью автоматические температурные измерения ВАХ при температурах от -50 °C до +220 °C.

Технические характеристики

Характеристики точности ухудшаются в три раза в случае проведения измерений без камеры температурных испытаний. (Дополнительные характеристики)

Число каналов

SMU: 6 (при использовании некельвиновских соединений), 3 (при использовании кельвиновских соединений)
Затвор: 1
Выход селектора: 1

Совместимая с Thermostream камера N1271A-005 для N1265A (3 кВ ВАХ, ВФХ и 10 кВ)

Назначение

Обеспечение возможности температурных измерений посредством создания интерфейса между N1265A и inTEST Thermostream. Камера поддерживает полностью автоматические измерения ВАХ и ВФХ при напряжениях до 3 кВ, а также измерения ВАХ при напряжениях до 10 кВ в диапазоне температур от -50 °C до +220 °C.

Технические характеристики

Характеристики точности ухудшаются в три раза по сравнению с проведением измерений без камеры температурных испытаний. (Дополнительные характеристики)

Число каналов

SMU: 4 (при использовании некельвиновских соединений), 2 (при использовании кельвиновских соединений)
Затвор: 1
Затвор с защитным резистором для сверхвысоких значений напряжений (UHV): 1
Выход селектора: 1
Сверхвысокие напряжения (UHV): 1
Емкость: 1

Тестовая оснастка для измерения емкости N1273A

Назначение

Обеспечение измерения емкости устройств в корпусах в сочетании с селектором емкости устройства N1272A.

Технические характеристики

Входные разъемы:

Коллектор/сток (безопасный высоковольтный разъем) 3000 В 20 мА
База/затвор (безопасный высоковольтный разъем) 100 В 100 мА
Эмиттер/исток (безопасный высоковольтный разъем) 100 В 120 мА
Охранный экран переменного/постоянного тока (безопасный высоковольтный разъем), 3000 В 100 мА

Порт блокировки, 1 шт.

Клемма заземления

Индикатор высокого напряжения:

Светодиод загорается красным светом, когда напряжение на выходе SMU превышает 42 В. Максимальное напряжение для порта безопасного высоковольтного соединения SHV: 3 кВ

Поставляемые принадлежности

- Системный кабель для соединения селектора и тестовой оснастки (безопасный высоковольтный разъем x 4, блокировка, заземление), 1 шт.
- 3-контактный гнездовой модуль с рядным расположением выводов, 1 шт
- 200 мм обычный кабель, 4 шт.
- Переходник «бананового» штепселя, 4 шт.
- Мини-зажим «крокодил», 4 шт.
- Винт с полукруглой головкой Torx M5 8 мм, 2 шт

Модуль подключения с универсальным гнездом N1273A-011

Технические характеристики

Число выводов: Гнезда, 6 шт. (гнездо диаметром 4 мм («банан»))
Максимальное напряжение на клеммах: 3 кВ
Поставляемые принадлежности:
Испытательный провод для температурного тестирования (2 м)
Фиксирующие разъемы с конической головкой x 14
Винты

Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа N1273A-013

Технические характеристики

Число выводов: Гнезда, 6 шт. (гнездо диаметром 4 мм («банан»))

(Клеммы измерения этого адаптера разомкнуты.

Только клеммы форсирования подсоединяются к выходным клеммам на N1273A).

Максимальное напряжение на клеммах:

3 кВ 100 мА

*К этому интерфейсу можно подключить тестовый адаптер для характериографов Tektronix (370B/371B).

Адаптер/селектор измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине N1274A для токов до 20 А/напряжений до 3 кВ

Назначение

Обеспечение измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине с использованием модулей источника-измерителя больших токов (20 А) и HVSMU (3 кВ).

Примечание: Изменения схемы соединения, требуемые для переключения между измерением ВАХ и измерением заряда затвора, производятся автоматически с помощью переключателей между высоким напряжением/высоким током в селекторе модулей N1258A и реле в N1274A.

Требуемое оборудование

Помимо N1274A, требуются следующие модули и принадлежности.

Селектор модулей N1258A
B1512A HCMSMU
B1513B/B1513C HVSMU
B1514A MCSMU x 2
Полевой МОП-транзистор/БТИЗ стабилизации тока

Технические характеристики

Входные клеммы (Разъем) [Максимальные напряжение/ток]:

- Форсирование MCSMU стабилизации тока (триаксальный) [±30 В/1 А]
- Считывание MCSMU стабилизации тока (триаксальный) [±30 В/1 А]
- Форсирование управления затвором ТУ MCSMU/HCMSMU (триаксальный) [±30 В/1 А]
- Считывание управления затвором ТУ MCSMU/HCMSMU (триаксальный) [±30 В/1 А]

- Высокий, форсирование [высоковольтный триаксиальный] [± 3 кВ/20 А]
- Высокий, считывание [высоковольтный триаксиальный] [± 3 кВ/20 А]
- Низкий, форсирование (байонетный разъем) [± 40 В/20 А]
- Низкий, считывание (байонетный разъем) [± 40 В/1 А]
- Порт управления реле (D-sub, 15-контактный)

Выходные клеммы (Разъем) [Максимальные напряжение/ток]:

- Высокий, форсирование («банан») [± 30 В/1 А]
- Высокий, считывание [высоковольтный триаксиальный] [± 30 В/1 А]
- Низкий, форсирование («банан») [± 30 В/1 А]
- Низкий, считывание («банан») [± 30 В/1 А]
- Затвор (байонетный разъем) [± 40 В/20 А]

Дополнительные характеристики

Утечка постоянного тока:

- 1 нА при 3000 В (для HVSMU)
- 1 нА при 100 В (для MPSMU)
- 1 нА при 200 В (для HPSMU)
- 1 нА при 40 В (для HCSMU)

Поставляемые кабели

- Кабель для HCSMU, 30 см, 2 шт.
- Кабель для HVSMU, 35 см, 1 шт.
- Высоковольтный коаксиальный кабель с триаксиальным высоковольтным штепселем, 35 см, 1 шт.
- Кабель управления реле, 30 см, 1 шт.

Адаптер для измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине N1275A для N1265A

Назначение

Обеспечение измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине с использованием модулей UNCU (500 А) и HVSMU (3 кВ)

Примечание: В отличие от N1274A, для переключения между режимами BAX и Qg требуется изменение схемы подключения вручную.

Требуемое оборудование

Помимо N1274A, требуются следующие модули и принадлежности.

- Расширитель диапазона сверхбольших токов N1265A
- Системный кабель пробника N1254A-524
- B1513B/B1513C HVSMU
- B1514A MCSMU x 2
- Полевой МОП-транзистор/БТИЗ стабилизации тока

Технические характеристики

Входные клеммы (Разъем) [Максимальные напряжение/ток]:

- Форсирование MCSMU стабилизации тока (триаксиальный) [± 30 В/1 А]
- Считывание MCSMU стабилизации тока (триаксиальный) [± 30 В/1 А]
- Высокий, форсирование от N1254A, опция 524 («банан») [± 60 В/500 А]
- Низкий, считывание от N1254A, опция 524 (байонетный разъем) [± 10 В/1 А]
- Выходные клеммы (Разъем) [Максимальные напряжение/ток]:
- Высокий, форсирование на ТУ («банан») [± 60 В/500 А]
- Низкий, считывание на ТУ («банан») [± 10 В/1 А]
- Затвор (байонетный разъем) [± 40 В/20 А]

Поставляемые кабели

- Кабель сверхбольшого тока, «банан»–«банан» (30 см), 1 шт.
- Кабель с байонетным разъемом (30 см), 1 шт.

Программное обеспечение Keysight EasyEXPERT group+

Программное обеспечение для определения характеристик Keysight EasyEXPERT group+ с графическим интерфейсом может использоваться как на приборе B1505A с платформой на основе встроенной версии Windows 7 и 15-дюймовым сенсорным экраном, так и на вашем ПК для ускорения задач по определению характеристик. Это ПО поддерживает эффективное и воспроизводимое определение характеристик устройств в течение всего процесса определения характеристик, от настройки и осуществления измерений до анализа и управления данными, как при интерактивной работе вручную, так и при автоматизированной работе с полупроводниковой пластиной (при использовании полуавтоматического пробника полупроводниковых пластин). С помощью EasyEXPERT group+ можно с легкостью выполнять определение сложных характеристик устройств за счет сотен

уже готовых к работе измерений (прикладных тестов), причем возможно автоматическое сохранение условий испытаний и данных измерений после каждого измерения в уникальной встроенной базе данных (рабочем пространстве): это гарантирует, что ценная информация не будет утеряна, а измерения можно будет при необходимости повторить позднее. Наконец, в EasyEXPERT реализованы встроенные функции анализа и графическая среда программирования, которые облегчают разработку сложных алгоритмов тестирования.

Основные функции

- Многочисленные режимы измерений для быстрой настройки и проведения измерений (прикладные тесты, классические тесты, режим характериографа, экспресс-тестирование и режим осциллографа)
- Отображение графиков, автоматический анализ и вывод данных в форматах Excel и изображений для анализа и отчетности
- Встроенная база данных (рабочее пространство) автоматически записывает данные измерений и упрощает управление данными без необходимости вести многочисленные файлы данных
- Основанное на графическом интерфейсе меню самотестирования, самокалибровки и диагностики для обслуживания оборудования
- Функция удаленного управления EasyEXPERT group+ поддерживает удаленное выполнение измерений в рамках прикладных тестов, интерактивно создаваемых в графическом интерфейсе пользователя, по локальной сети
- Возможность резервного копирования данных и различные функции защиты данных для совместной эксплуатации многими пользователями
- Среда определения характеристик доступна как на базовом блоке (во встроенной Windows 7), так и на ПК пользователя; это персональная и портативная среда анализатора. EasyEXPERT group+ можно установить на любые ПК любое требуемое число раз без дополнительной оплаты.

Тип устройства	Прикладные тесты
Силовые полевые МОП-транзисторы (Si, GaN)	Id-Vds, Rds-Id, Id-Vgs, Vth, Cgs, Cds, Cgd, коллапс тока, пробой, квазистатич. ВФХ и др.
БТИЗ	Ic-Vce, Ic-Vge, Vth, Cge, Cse, Cgs, пробой и др.
SiC	Id-Vds, Rds-Id, Id-Vgs, Vth, Cgs, Cds, Cgd, пробой, квазистатич. ВФХ и др.
Силовые биполярные плоскостные транзисторы	Ic-Vce, Vce(sat), Ic-Vcbo, Ic-Vceo, Ie-Vbeo и др.
Силовые диоды	If-Vf, Ir-Vr, Cj-Vr и др.
Конденсаторы	C-V, C-f, C-t, утечка-V, пробой, деградация диэлектрика и др.
И другие	И другие

Библиотека прикладных приложений

EasyEXPERT group+ comes поставляется с более чем 40 прикладными тестами, удобно разделенными по типам устройств, вариантам применения и технологии производства устройств. Поставляемые прикладные тесты можно легко изменить и доработать в соответствии с конкретными задачами. Прикладные тесты предоставляются для следующих категорий (их состав может меняться без предварительного уведомления).

Режимы измерения и функции

Режим работы:

Режим прикладного тестирования

Режим прикладного тестирования позволяет выполнять ориентированные на прикладной вариант применения настройку и проведение тестирования несколькими щелчками мыши. Можно выбрать прикладной тест из библиотеки по типу устройства и требуемому виду измерения, при необходимости изменить исходные параметры, затем выполнить тест.

Классический режим тестирования

Классический режим тестирования реализует ориентированную на функциональность настройку тестирования и позволяет выполнять тесты с интерфейсом и обозначениями, практически аналогичными пользовательскому интерфейсу моделей 4155/4156. Кроме того, интерфейс моделей 4155/4156 улучшается за счет всех преимуществ графического интерфейса пользователя EasyEXPERT group+.

Режим характериографа

В режиме характериографа реализуется интуитивно понятное интерактивное управление свипированием с помощью поворотной ручки, наподобие традиционного характериографа. Как и в аналоговом характериографе, можно осуществлять свипирование только в одном направлении (полезно для анализа устройств в целях НИОКР) или в обоих направлениях (полезно для задач анализа отказов). Тестовые настройки, созданные в режиме характериографа, можно без каких-либо сложностей моментально переносить в режим классического тестирования для дальнейших углубленных измерений и анализа.

Каждый модуль SMU может осуществлять свипирование по VAR1 (первичное свипирование), VAR2 (вторичное свипирование) или VAR1' (синхронное свипирование).

Режим осциллографа

В режиме осциллографа (доступном из режима характериографа) графически отображается взаимосвязь измеренных данных тока или напряжения и времени. Осциллограммы импульсных измерений отображаются в отдельном окне для удобства проверки временных параметров измерения. Эта функция полезна для проверки временных параметров осциллограмм и отладки импульсных измерений. В данном режиме поддерживаются следующие модули: HCSMU, MCSMU, HVSMU, UHCU, HVMCU и UHVU. В режиме осциллографа могут отображаться временные показатели импульсных осциллограмм на любом (выбираемом пользователем) шаге свипирования на основе выходных данных свипирования.

Интервал дискретизации:

2 мкс (HCSMU/MCSMU/UHCU/HVMCU/UHVU)
6 мкс (HVSMU)

Точки дискретизации:

2000 выб (HCSMU/MCSMU/
UHCU/HVMCU/UHVU)
4000 выб (HVSMU)

Функция маркеров:

Показания по каждому из каналов данных
Разрешающая способность: 2 мкс

Сохранение данных:

В числовом формате: текстовый формат
CSV/XMLSS
В графическом виде: EMF/BMP/JPG/PNG

Режим экспресс-тестирования

Режим экспресс-тестирования в графическом интерфейсе позволяет осуществлять последовательность тестирования без необходимости задавать его программу. Всего лишь несколькими щелчками мыши можно выбирать, копировать, переупорядочивать прикладные тесты, а также комбинировать их отдельные фрагменты. После выбора тестов и определения их порядка просто нажмите кнопку измерения, чтобы запустить автоматическую последовательность тестирования.

Рекомендуемые интерфейсы GPIB

	Интерфейс	B1505A
Keysight	82350B	PCI ✓ ¹
	82357A	USB ✓ ²
	82357B	USB ✓ ²
National Instrument	GPIB-USB-HS	USB ✓ ²

1. Настоятельно рекомендуется использовать плату 82350B, исходя из соображений стабильности и скорости.
2. В USB-интерфейсах GPIB может время от времени возникать ошибка последовательного опроса из-за внутренних различий схем обмена данными. Имеются сообщения, что использование четных адресов GPIB иногда значительно уменьшает вероятность ошибок. Модель NI GPIB-USB-HS рекомендуется использовать для оптимальной стабильности, а Keysight 82357B — для оптимальной скорости.

Режимы измерения:

Keysight B1505A поддерживает следующие режимы измерения:

- Измерения ВАХ
 - точечное
 - ступенчатое свипирование
 - импульсное точечное
 - импульсное свипирование
 - ступенчатое свипирование с импульсным смещением
 - Дискретизация
 - многоканальное свипирование
 - многоканальное импульсное свипирование
 - свипирование по списку
 - линейный поиск¹
 - двоичный поиск¹
- Измерения С
 - точечное С
 - свипирование ВФХ (смещение пост. тока)
 - импульсное точечное С
 - импульсное свипирование ВФХ
 - дискретизация С-t
 - свипирование С-f
 - свипирование ВФХ (уровень переменного тока)
 - квазистатистические ВФХ (QSCV)

1. Поддерживается только командами FLEX.

Свипирующие измерения

Число шагов: От 1 до 10001 (SMU),
от 1 до 1001 (CMU)

Режим свипирования:

Линейный или логарифмический (log)

Направление свипирования:

Одинарное или двойное свипирование

Время удержания:

От 0 до 655,35 с, разрешающая способность 10 мс

Время задержки:

От 0 до 65,535 с, разрешающая способность 100 мкс

От 0 до 65,535 с, разрешающая способность 100 мкс

(сви́пирование ВФХ (уровень переменного тока), сви́пирование C-f)

Длительность задержки шагов:

От 0 до 1 с, разрешающая способность 100 мкс

Время задержки запуска вывода шага:

От 0 до (время задержки) с, разрешающая способность 100 мкс

Время задержки запуска измерения шага:

От 0 до 65,535 с, разрешающая способность 100 мкс

Измерение с дискретизацией (по времени)

Отображает временную выборку данных напряжения/тока (по модулям SMU) относительно времени.

Каналы дискретизации: До 10

Режим дискретизации: Линейный, логарифмический (log)

Точки дискретизации:

Для линейной дискретизации:

От 1 до 100 001/(число каналов)

Для логарифмической дискретизации:

От 1 до 1+ (число данных для 11 десятичных разрядов)

Диапазон интервалов дискретизации:

От 100 мкс до 2 мс, разрешающая способность 10 мкс

От 2 мс до 65,535 с, разрешающая способность 1 мс

Для величин < 2 мс, период будет ≥ 100 мкс +20 мкс x (число каналов – 1)

Время удержания, время начального ожидания:

От -90 мс до -100 мкс, разрешающая способность 100 мкс

От 0 до 65,535 с, разрешающая способность 10 мс

Разрешающая способность времени измерения 100 мкс

Другие характеристики измерений**Управление измерениями**

Одиночные, повторные, с дополнением и останов

Функции модулей SMU для задания уставок

Ограниченное автоматическое переключение диапазонов, соответствие по напряжению/току, соответствие по мощности, функции прерывания автоматического сви́пирования, самотестирование и самокалибровка

Режим ожидания

Модули SMU в режиме ожидания остаются запрограммированными на указанное для них выходное значение, даже когда другие модули сбрасываются для следующего измерения.

Функция удержания смещения

Эта функция позволяет сохранять источник активным между измерениями. Модуль источника будет применять указанное смещение между измерениями при выполнении классических тестов в ходе прикладного тестирования, в режиме экспресс-тестирования или при повторяющихся измерениях.

Эта функция прекращает действовать, как только перестают выполняться данные условия, а также при запуске измерения, которое не использует данную функцию.

Отмена смещения по току

Эта функция вычитает ток смещения из необработанных данных измерения тока и возвращает полученный результат как данные измерения. Эта функция используется для компенсации коэффициента погрешности (тока смещения), вызываемого такими компонентами цепи измерения, как измерительные щупы, манипуляторы и зондовая плата.

Метки времени

Прибор B1505A поддерживает функцию меток времени, для которых используются внутренние кварцевые часы. Разрешающая способность: 100 мкс

Функции отображения данных, анализа и арифметические функции**Отображение данных****Построение графика X-Y**

Ось X и до восьми осей Y, линейная и логарифмическая шкала, построение графика в масштабе реального времени. Построенный график X-Y можно отпечатать или сохранить в виде изображения в буфер обмена или на носитель данных. (Типы файлов: BMP, GIF, PNG, EMF)

Масштаб:

Автоматическое масштабирование и увеличение

Маркер:

Перенос маркера к минимуму/максимуму, интерполяция, прямая установка маркера и пропуск маркера

Курсор:

Напрямую управляемый курсор

Линии

Две линии, нормальный режим, режим градиента, режим касательных и режим регрессии.

Сравнение накладываемых графиков:

Графики можно накладывать один на другой.

Отображение списков

Данные измерений и данные вычисляемых пользовательских функций приводятся в списках вместе с номерами шагов сви́пирования или номерами шагов временной дискретизации. Может отображаться до 20 наборов данных.

Отображение переменных данных

На графическом экране может отображаться до 20 определяемых пользователем параметров.

Функция автоматического анализа

На построенном графике можно автоматически находить маркеры и линии с помощью автоматической настройки анализа. Параметры можно автоматически определять с помощью автоматического анализа, пользовательских функций и функций вывода данных.

Функции анализа

Можно определить до 20 пользовательских функций анализа, используя арифметические выражения. В вычислениях могут использоваться данные измерений, предопределенные переменные и функции вывода данных. Результаты можно отображать на ЖК-дисплее.

Функции вывода данных

Функции вывода данных — это встроенные функции для считывания различных значений, связанных с маркером, курсором или линией.

Арифметические функции**Пользовательские функции**

Можно определить до 20 пользовательских функций, используя арифметические выражения. В вычислениях могут использоваться данные измерений и предопределенные переменные. Результаты можно отображать на ЖК-дисплее.

Арифметические операторы

+, -, *, /, ^, abs (абсолютные значения), at (арктангенс), avg (среднее), cond (условное вычисление), delta, diff (дифференциал), exp (экспонента), integ (интегрирал), lgt (десятичный логарифм), log (натуральный логарифм), mavg (скользящее среднее), max, min, sqrt (извлечение квадратного корня), тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции и т. д.

1. В случае некоторых дополнительных характеристик диапазон влажности определяется как промежуток от 20% до 50% относительной влажности

Физические константы

В памяти хранятся следующие клавиатурные константы:

q: заряд электрона, 1,602177E-19 C

k: постоянная Больцмана, 1,380658E-23

ε (e): диэлектрическая проницаемость вакуума, 8,854188E-12

Инженерные единицы измерения

На клавиатуре также доступны символы следующих единиц:

a (10^{-18}), f (10^{-15}), p (10^{-12}), n (10^{-9}),

u или μ (10^{-6}), m (10^{-3}), k (10^3),

M (10^6), G (10^9), T (10^{12}), P (10^{15})

Управление данными

Рабочее пространство (встроенная база данных)

ПО EasyEXPERT group+ поддерживает встроенную базу данных, называемую «рабочим пространством». Рабочие пространства создаются на жестком диске; они позволяют управлять всеми связанными с измерениями данными и работать с ними без необходимости использовать многочисленные файлы. Все рабочие пространства поддерживают следующие функции:

- Доступ к функциям и данным измерений, сохраненным в рабочем пространстве.
- Сохранение/импорт/экспорт настроек и данных измерений (библиотеки прикладных приложений, настроек измерений, наиболее часто используемых настроек и данных измерений)
- Восстановление настроек для воспроизведения измерений и восстановление данных для анализа

Автоматическая запись/автоматический экспорт данных

ПО EasyEXPERT group+ может автоматически сохранять настройки и данные измерений в рабочем пространстве. Оно также может экспортировать данные измерений в реальном времени в ряде форматов, таких как формат Excel (XLS).

Импорт/экспорт файлов

Типы файлов:

Формат Keysight EasyEXPERT, формат XML-SS, формат значений, разделяемых запятыми (CSV)

Защита данных

В ПО EasyEXPERT group+ реализован ряд следующих функций для защиты важных данных.

- Защита паролем (защита рабочих пространств, определений тестов и избранного)
- Управление уровнем доступа пользователей (режим инженера/режим оператора)

Резервное копирование и перенос рабочих пространств

ПО EasyEXPERT group+ поддерживает импорт/экспорт рабочих пространств в целях их резервного копирования и переносимости.

Общие характеристики

Диапазон температур

Эксплуатация: От +5 °C до +40 °C

Хранение: От -20 °C до +60 °C

Диапазон влажности¹

Эксплуатация: От 20% до 70%

относительной влажности,

без конденсации

Хранение: От 10% до 90%

относительной влажности,

без конденсации

Хранение: От 20% до 80%

относительной влажности,

без конденсации (для N1268A)

Высота над уровнем моря

Эксплуатация: От 0 м до 2000 м (6561 фут)

Хранение: От 0 м до 4600 м (15092 фута)

От 0 м до 2000 м (6561 фут) (для N1268A)

Требования к электропитанию

Напряжение сети переменного тока: От 90 В до 264 В

Частота: От 47 Гц до 63 Гц

Макс. мощность (ВА)

B1505A: 900 ВА

N1258A: 65 ВА

N1259A-300: 35 ВА

N1265A: 400 ВА

N1266A: 60 ВА

N1268A: 350 ВА

N1272A: 70 ВА

Акустический шум

Lpa < 65 дБ

Lwa: 66 дБ (в режиме работы)

Lwa: 73 дБ (в наихудшем случае)

Сведения о точности измерений

Электромагнитные поля РЧ и точность измерений SMU: на точность измерения напряжений и токов в модулях SMU могут повлиять электромагнитные поля РЧ напряженностью выше 3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 1 ГГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Наведенный шум от РЧ-поля и точность измерений SMU:

на точность измерения напряжений и токов в модулях SMU может повлиять наведенный шум от поля РЧ эффективным напряжением выше 3 В (с.к.з.) в диапазоне частот от 150 кГц до 80 МГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Соответствие нормативным требованиям

Электромагнитная совместимость:

IEC 61326-1/EN 61326-1

Канада: ICES/NMB-001

AS/NZS CISPR 11

Электробезопасность:

IEC61010-1/EN 61010-1

CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1

Сертификация

CE, cCSAus, RCM

Габаритные размеры

B1505A:

420 мм Ш x 330 мм В x 575 мм Г

Селектор модулей N1258A:

330 мм Ш x 120 мм В x 410 мм Г

Тестовая оснастка N1259A:

420 мм Ш x 272 мм В x 410 мм Г

Тройник смещения высокого напряжения N1260A:

164 мм Ш x 53 мм В x 125 мм Г

Защитный адаптер для источника-измерителя большой мощности (с триаксиальным выходом) N1261A-001:

80 мм Ш x 40 мм В x 110 мм Г

Защитный адаптер для GNDU (с выходом с байонетным разъемом) N1261A-002:

80 мм Ш x 40 мм В x 110 мм Г

Защитный адаптер для источника-измерителя большой мощности (с высоковольтным триаксиальным выходом) N1261A-003:

90 мм Ш x 40 мм В x 140 мм Г

Защитный адаптер для GNDU (с выходом безопасного высоковольтного соединения SHV) N1261A-004:

80 мм Ш x 40 мм В x 125 мм Г

Резисторный блок N1262A:
50 мм Ш x 40 мм В x 125 мм Г

Расширитель диапазона/оснастка для сверхбольших токов N1265A:
420 мм Ш x 285 мм В x 575 мм Г

Расширитель диапазона тока HVSMU N1266A:
420 мм Ш x 75 мм В x 575 мм Г

Быстродействующий переключатель между модулями HVSMU/HCSMU N1267A:
202 мм Ш x 56 мм В x 175 мм Г

Расширитель диапазона сверхвысоких напряжений N1268A:
420 мм Ш x 222 мм В x 482 мм Г

Соединительный адаптер для сверхвысоких напряжений N1269A:
134 мм Ш x 56 мм В x 150 мм Г

N1271A-001 Совместимая с Thermal plate камера для N1259A/N1265A
500 мм Ш 190 мм В 365 мм Г

N1271A-002 Совместимая с Thermostream камера для N1265A (3 кВ BAX)
330 мм Ш 340 мм В 430 мм Г (внешние размеры)

284 мм Ш 150 мм В 195 мм Г (внутренние размеры)

N1271A-005 Совместимая с Thermostream камера для N1265A (3 кВ BAX, ВФХ и 10 кВ)
330 мм Ш 340 мм В 430 мм Г (внешние размеры)

275 мм Ш 150 мм В 195 мм Г (внутренние размеры)

N1272A:
420 мм Ш x 75 мм В x 575 мм Г

N1273A:
340 мм Ш x 200 мм В x 345 мм Г

N1274A:
330 мм Ш x 90 мм В x 410 мм Г

N1275A:
116 мм Ш x 78 мм В x 125 мм Г

Масса

B1505A (пустой): 20 кг

B1511B: 1,1 кг

B1510A: 2,0 кг

B1512A: 2,1 кг

B1513C: 2,0 кг

B1514A: 1,3 кг

B1520A: 1,3 кг

N1258A: 5,0 кг

N1259A: 12,0 кг

N1260A: 0,6 кг

N1261A: 0,3 кг

N1262A: 0,3 кг

N1265A: 30 кг

N1266A: 10 кг

N1267A: 0,8 кг

N1268A: 18 кг

N1269A: 0,4 кг

N1271A-001: 4,5 кг

N1271A-002: 10,5 кг

N1271A-005: 10,5 кг

N1272A: 9,4 кг

N1273A: 0,7 кг

N1274A: 3,2 кг

N1275A: 0,4 кг

Поставляемые принадлежности

Измерительные кабели и адаптеры

Триаксиальный кабель для источника-измерителя большой мощности, источника-измерителя средней мощности и MCSMU, 2 шт.

Кабель для источника-измерителя больших токов, 1 шт.

Адаптер для кельвиновского подключения источника-измерителя больших токов, 1 шт.

Кабель для HVSMU, 1 шт.

Кабель блокировки, 1 шт.

Кабель модуля заземления, 1 шт.

Клавиатура, 1 шт.

Мышь, 1 шт.

Стилус, 1 шт.

Кабель питания, 1 шт.

Компакт-диск для продукта, 1 шт.

Свидетельство на право использования ПО EasyEXPERT group+

Этикетка с номером SMU для прибора B1505A с установленным SMU, 1 лист

N1258A : Кабель цифрового ввода-вывода, 1 шт.

N1259A-300: Кабель цифрового ввода-вывода, 1 шт.

N1265A: Кабель цифрового ввода-вывода, 1 шт.

N1266A: Кабель цифрового ввода-вывода, 1 шт.

N1268A: Кабель цифрового ввода-вывода, 1 шт., Кабель блокировки, 1 шт.

N1272A: Кабель цифрового ввода-вывода длиной 1,5 м, 1 шт.

Кабель для HVSMU длиной 1,5 м, 1 шт.

Информация для заказа

Базовый блок и модули	
B1505A	Базовый блок анализатора силовых приборов/характериографа
	Укажите конфигурацию следующих модулей: SMU высокой мощности (источник-измеритель большой мощности) SMU средней мощности (источник-измеритель средней мощности) SMU больших токов (источник-измеритель больших токов) SMU средних токов (MCSMU) SMU высоких напряжений (HVSMU) Многочастотного CMU (MFCMU)
B1505A-015	Кабель 1,5 м
B1505A-030	Кабель 3,0 м
B1505A-050	Частота электросети 50 Гц
B1505A-060	Частота электросети 60 Гц
B1505A-A6J	Калибровка в соответствии с ANSI Z540
B1505A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
B1505A-ABA	Документация на английском языке
B1505A-ABJ	Документация на японском языке
B1500A-1CM	Набор для установки в стойку
Расширители/оснастка B1505A	
N1259A	Тестовая оснастка
N1259A-010	Гнездовой модуль с рядным расположением выводов (3-контактный)
N1259A-011	Модуль подключения с универсальным гнездом
N1259A-012	Плата-заглушка из фторопласта
N1259A-013	Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа
N1259A-014	Гнездо-адаптер для измерения заряда затвора
N1259A-020	Тройник смещения высокого напряжения
N1259A-021	Резисторный блок 1 МОм
N1259A-022	Резисторный блок 100 кОм
N1259A-030	Резисторный блок 1 кОм для затвора
N1259A-035	Универсальный резисторный блок
N1259A-300	Селектор модулей
N1265A	Расширитель диапазона/оснастка для сверхбольших токов
N1265A-010	3-контактный гнездовой модуль с рядным расположением выводов сверхбольшого тока (500 А)
N1265A-011	Модуль подключения с универсальным гнездом
N1265A-013	Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа
N1265A-014	Гнездо-адаптер для измерения заряда затвора
N1265A-015	Опция для тока 1500 А
N1265A-035	Универсальный резисторный блок для N1265A
N1265A-040	Адаптер защиты затвора для сверхвысоких напряжений 10 кВ
N1265A-041	Термопара типа К, 2 шт.
N1265A-045	Контейнер для защитного адаптера и тройника смещения
N1266A	Расширитель диапазона тока модуля высоковольтного источника-измерителя
N1267A	Быстродействующий переключатель между модулем высоковольтного источника-измерителя и модулем источника-измерителя больших токов
N1268A	Расширитель диапазона сверхвысоких напряжений
N1271A	Камера для температурных испытаний
N1271A-001	Совместимая с Thermal plate камера для N1259A/N1265A

N1271A-002	Совместимая с Thermostream камера для N1265A (3 кВ BAX)
N1271A-005	Совместимая с Thermostream камера для N1265A (3 кВ BAX, ВФХ и 10кВ)
N1272A	Селектор емкости устройства
N1273A	Тестовая оснастка для измерения емкости
N1273A-011	Модуль подключения с универсальным гнездом
N1273A-013	Гнездовой модуль тестового адаптера характериографа
N1274A	Адаптер/селектор измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине для токов до 20 А/напряжений до 3 кВ
N1275A	Адаптер для измерения заряда затвора на полупроводниковой пластине для N1265A
Принадлежности для B1505A	
16444A-001	Клавиатура
16444A-002	Мышь
16444A-003	Стилус
N1253A-100	Кабель цифрового ввода/вывода
N1253A-200	Клеммный блок BNC цифрового ввода/вывода
N1254A-100	Адаптер для кельвиновского подключения блока заземления
N1254A-101	Переходник с триаксиального (штекер) на байонетный разъем (гнездо)
N1254A-102	Переходник с триаксиального (штекер) на байонетный разъем (штекер)
N1254A-103	Переходник с триаксиального (штекер) на байонетный разъем (гнездо)
N1254A-104	Переходник с триаксиального (гнездо) на байонетный разъем (штекер)
N1254A-105	Переходник с триаксиального (гнездо) на байонетный разъем (штекер)
N1254A-106	Переходник с триаксиального (штекер) на байонетный разъем (гнездо)
N1254A-107	Переходник с триаксиального (штекер) на байонетный разъем (гнездо)
N1254A-500	Гнездовой разъем высокого напряжения (под пайку)
N1254A-501	Гнездо высокого напряжения/гнездовой переходник
N1254A-502	Соединитель разъема высокого напряжения (под пайку)
N1254A-503	Коаксиальный кабель с байонетным разъемом в сборе, 1,5 м (с открытым концом)
N1254A-504	Коаксиальный кабель с триаксиальным высоковольтным гнездом в сборе, 1,5 м (с открытым концом)
N1254A-505	Триаксиальный кабель с триаксиальным высоковольтным штекером в сборе, 1,5 м (с открытым концом)
N1254A-506	Коаксиальный кабель с триаксиальным высоковольтным штекером в сборе, 1,5 м (с открытым концом)
N1254A-507	Коаксиальный кабель с триаксиальным высоковольтным штекером в сборе, 1,5 м
N1254A-508	Кабель измерительного щупа, черный
N1254A-509	Кабель измерительного щупа, красный
N1254A-510	Зажимы типа «дельфин», 2 шт. (красный и черный)
N1254A-511	Переходник на наконечник кабеля, 2 шт. (красный и черный)
N1254A-512	Кабель высоковольтный, безопасный (SHV) в сборе, 250 мм
N1254A-513	Переходник с безопасного высоковольтного разъема (SHV) на «банан»
N1254A-514	Байонетный разъем – «штекер»-«штекер»
N1254A-515	Байонетный разъем – «гнездо»-«штекер»-«гнездо»
N1254A-516	Байонетный разъем – «гнездо»-«гнездо»-«гнездо»
N1254A-517	Переходник, с триаксиального гнезда на триаксиальный штекер
N1254A-518	Кабель высоковольтный, безопасный (SHV), 1,5 м
N1254A-520	Кабель сверхвысокого напряжения (UHV) 10 кВ с открытым концом, 1 м
N1254A-521	Переходник с гнезда на гнездо сверхвысокого напряжения (UHV) 10 кВ
N1254A-522	Кабель на 1500 А сверхбольшого тока, «банан»-«банан», 2 шт.
N1254A-523	Кабель на 1500 А сверхбольшого тока, «банан»-открытый конец, 1 м, 2 шт.

Информация для заказа (продолжение)

Принадлежности для B1505A (продолжение)	
N1254A-524	Системный кабель пробника сверхбольших токов
N1254A-525	Кабель высоковольтный, безопасный (SHV) в сборе, 1,5 м, штекер SHV-открытый конец
N1254A-526	Кабель сверхбольших токов, 2 м, без разъемов на обоих концах
N1254A-527	Изоляционная прокладка из ПТФЭ, гнездо, 4 шт.
N1254A-528	Изоляционная прокладка из ПТФЭ со штекером «банан», 4 шт.
N1254A-556	Измерительные щупы и набор для подключения для измерений емкости, 30 см, 4 шт.
N1254A-557	Измерительные щупы и набор для подключения для температурных измерений с помощью N1271A
N1254A-558	Кабель высоковольтный, безопасный (SHV), 3 м
N1258A	Селектор модулей
N1260A	Тройник смещения высокого напряжения
N1261A	Защитный адаптер
N1262A	Резисторный блок
N1262A-020	Универсальный резисторный блок, триаксиальный
N1262A-021	Универсальный резисторный блок, с переходником с триаксиального разъема высокого напряжения на безопасный высоковольтный разъем SHV
N1262A-023	Универсальный резисторный блок для сверхвысоких напряжений UHV
N1262A-036	Адаптер концевой муфты 50 Ом
Кабели/принадлежности модулей SMU	
16493S-001	Кабель источника-измерителя больших токов (1,5 м)
16493S-002	Кабель источника-измерителя больших токов (3 м)
16493S-010	Адаптер для кельвиновского подключения источника-измерителя больших токов
16493S-011	Адаптер для некельвиновского подключения источника-измерителя больших токов
16493S-020	Комбинированный адаптер для кельвиновского подключения двоянных HCSMU
16493S-021	Комбинированный адаптер для двоянных HCSMU
16493T-001	Высоковольтный триаксиальный кабель (1,5 м)
16493T-002	Высоковольтный триаксиальный кабель (3 м)
16493U-001	Высокоамперный кабель с байонетным разъемом (1,5 м)
16493U-002	Высокоамперный кабель с байонетным разъемом (3 м)
16494A-001	Триаксиальный кабель (1,5 м)
16494A-002	Триаксиальный кабель (3 м)
16493K-001	Триаксиальный кабель для кельвиновского подключения (1,5 м)
16493K-002	Триаксиальный кабель для кельвиновского подключения (3 м)
16493V-001	Кабель сверхвысокого напряжения (UHV) 10 кВ, 1,5 м
16493V-002	Кабель сверхвысокого напряжения (UHV) 10 кВ, 3 м
N1269A	Соединительный адаптер для сверхвысокого напряжения (UHV)
Принадлежности для модуля CMU	
N1300A-001	Кабель CMU (1,5 м)
N1300A-002	Кабель CMU (3 м)
Другие принадлежности	
16493G-001	Кабель цифрового ввода/вывода (1,5 м)
16493G-002	Кабель цифрового ввода/вывода (3 м)
16493J-001	Кабель блокировки (1,5 м)
16493J-002	Кабель блокировки (3 м)
16493L-001	Кабель модуля GNDU (1,5 м)
16493L-002	Кабель модуля GNDU (3 м)

Комплекты для доработки и модернизации	
B1505AU	Комплект модернизации для B1505A
B1505AU-001	Комплект преобразования B1500A в B1505A
B1505AU-010	Модуль источника-измерителя большой мощности (B1510A)
B1505AU-11B	Модуль источника-измерителя средней мощности (B1511B)
B1505AU-012	Модуль источника-измерителя больших токов (B1512A)
B1505AU-13C	Модуль высоковольтного источника-измерителя (B1513C)
B1505AU-014	Модуль источника-измерителя средних токов (B1514A)
B1505AU-020	Модуль многочастотного измерителя емкости (B1520A)
B1505AU-SWS	Расширенная поддержка и подписка на ПО EasyEXPERT group+
N1259AU	Комплект модернизации для N1259A
N1265AU	Комплект модернизации для N1265A
Решение для устройств в корпусах	
B1505AP	Предварительно сконфигурированный анализатор силовых приборов/характериограф (B1505A, с модулями/оснасткой)
B1505AP-H20	3 кВ/20 А/набор оснасток
B1505AP-H21	3 кВ/20 А/С-V/набор оснасток
B1505AP-H50	3 кВ/500 А/набор оснасток
B1505AP-H51	3 кВ/500 А/С-V/набор оснасток
B1505AP-H70	3 кВ/1500 А/набор оснасток
B1505AP-H71	3 кВ/1500 А/С-V/набор оснасток
B1505AP-U50	10 кВ/500 А/набор оснасток
B1505AP-U70	10 кВ/1500 А/набор оснасток