

### Измерительные модули для KEITHLEY 4200-SCS

Измерительные модули предназначены для снятия ВАР на постоянном токе. Они устанавливаются в слоты базового блока системы 4200-SCS. На одно шасси 4200-SCS возможно установить до 9 измерительных модулей **4210-SMU** или **4200-SMU**

#### Модули средней мощности 4200-SMU

- **7 токовых диапазонов** для генерации и измерения :  
от 100 нА (полная шкала) до 100 мА (полная шкала).  
Разрешение:  
от 100 фА до 100 нА – в режиме измерения  
от 5 пА до 5 мкА - в режиме генерации
- **4 вольтовых диапазона** для генерации и измерения  
от 200 мВ до 200 В  
Разрешение:  
от 1 мкВ до 200 мкВ - в режиме измерения  
от 5 мкВ до 5 мВ - в режиме генерации  
Максимальное выходное напряжение  
21 В при токе 100 мА  
210 В при токе 10 мА
- Опциональный **токовый предусилитель (4200-РА)** расширяет токовые диапазоны дополнительно:  
Диапазоны : 1 пА, 10 пА, 100 пА, 1 нА, 10 нА

#### Модули большой мощности 4210-SMU

- **9 токовых диапазонов** для генерации и измерения :  
от 100 нА (полная шкала) до 1 А (полная шкала).  
Разрешение:  
от 100 фА до 1 мкА – в режиме измерения  
от 5 пА до 50 мкА - в режиме генерации
- **4 вольтовых диапазона** для генерации и измерения  
от 200 мВ до 200 В  
Разрешение:  
от 1 мкВ до 200 мкВ - в режиме измерения  
от 5 мкВ до 5 мВ - в режиме генерации  
Максимальное выходное напряжение  
21 В при токе 1 А  
210 В при токе 10 мА
- Опциональный **токовый предусилитель (4200-РА)** расширяет токовые диапазоны дополнительно:  
Диапазоны : 1 пА, 10 пА, 100 пА, 1 нА, 10 нА

#### Токовый предусилитель 4200-РА

Расширяет токовые диапазоны дополнительно:  
1 пА, 10 пА, 100 пА, 1 нА, 10 нА

Диапазон тока	Макс.напряжение	Разрешение (измерение)	Точность измерения ±(% от шкалы + А)	Разрешение (генерация)	Точность генерации ±(% от шкалы + А)	
<b>4210-SMU</b>	1 А	21 В	1 мкА	0,100% + 200 мкА	50 мкА	0,100% + 300 мкА
	100 мА	210 В	100 нА	0,045% + 3 мкА	5 мкА	0,050% + 15 мкА
<b>4200-SMU и 4210-SMU</b>	100 мА	21 В	100 нА	0,045% + 3 мкА	5 мкА	0,050% + 15 мкА
	10 мА	210 В	10 нА	0,037% + 300 нА	500 нА	0,042% + 1,5

					мкА
1 мА	210 В	1 нА	0,035% + 30 нА	50 нА	0,040% + 150 нА
100 мкА	210 В	100 пА	0,033% + 3 нА	5 нА	0,038% + 15 нА
10 мкА	210 В	10 пА	0,050% + 600 пА	500 пА	0,060% + 1,5 нА
1 мкА	210 В	1 пА	0,050% + 100 пА	50 пА	0,060% + 200 пА
100 нА	210 В	100 фА	0,050% + 30 пА	5 пА	0,050% + 30 пА
<b>4200-SMU и 4210-SMU с опцией 4200-РА</b>	10 нА	210 В	0,050% + 1 пА	500 фА	0,060% + 3 пА
	1 нА	210 В	0,050% + 100 фА	50 фА	0,060% + 300 фА
	100 пА	210 В	0,100% + 30 фА	15 фА	0,100% + 80 фА
	10 пА	210 В	0,050% + 15 фА	5 фА	0,500% + 50 фА
	1 пА	210 В	1,000% + 30 фА	1,5 фА	1,000% + 40 фА

Диапазон напряжения	Максимальный ток		Разрешение измерения	Точность измерения ±(% от шкалы + А)	Разрешение (генерация)	Точность генерации ±(% от шкалы + А)
	4200-SMU	4210-SMU				
200 В	10,5 мА	105 мА	200 мкВ	0,015% + 3 мВ	5 мВ	0,02% + 15 мВ
20 В	105 мА	1,05 мА	20 мкВ	0,01% + 1 мВ	500 мкВ	0,02% + 1,5 мВ
2 В	105 мА	1,05 мА	2 мкВ	0,012% + 150 мкВ	50 мкВ	0,02% + 300 мкВ
200 мВ	105 мА	1,05 мА	1 мкВ	0,012% + 100 мкВ	5 мкВ	0,02% + 150 мкВ

#### Интегрированный модуль заземления:

- Выходной разъем: двойной триаксиальный, тройной клемник
- Максимальный ток 2,6 А при двойном триаксиальном подключении или 4,4 А через тройной клемник
- Нагрузочная емкость – не ограничена
- Сопротивление кабеля: силового – менее 1 Ом
- Сенсорного - менее 10 Ом.

**Измерение CV (вольт-фардных) характеристик** C-V измерения в системе 4200- SCS осуществляются с помощью:

- встраиваемой опции CV-метрии **4210-CVU**
- опции расширения для проведения мощной CV-метрии **4200-CVU-POWER**
- квазистатическим методом CV-метрии при помощи модулей **4200-SMU** или **4210-SMU** с опцией **4200-РА**
- новым патентованным методом ультранизкочастотной CV-метрии (10 мГц...10 Гц) при помощи модулей **4200-SMU** или **4210-SMU** с опцией **4200-РА**

-

**Опция CV-метрии 4210-CVU** может быть установлена в систему которая уже эксплуатируется или заказана при первоначальной комплектации системы.

Встроенный C-V модуль обеспечивает C-V измерения с параметрами:

- частотный диапазон от 1 кГц до 10 МГц  
наилучшее разрешение тестового сигнала 1 кГц  
выходной уровень 10 мВ...100 мВ
- диапазоны измерения: 1пФ/10 пФ/100 пФ/1 нФ/10 нФ/100 нФ/1 мкФ (зависит от частоты тестового сигнала)
- внутренний источник постоянного смещения в диапазоне  $\pm 30$  В (60 В диф.)  
разрешение 1 мВ  
максимальный ток 10 мА
- режим свипирования  
параметры свипирования: постоянное смещение, частота, переменное напряжение  
закон: линейный, пользовательский  
количество точек: 4096
- Измеряемые параметры: Cp-G, Cp-D, Cs-Rs, Cs-D, R-jX, Z-Theta

Высокоскоростная цифровая архитектура позволяет строить графики C-V в режиме реального времени.

**4210-CVU** содержит широкий набор образцов программ, библиотек тестов и примеров экстракции параметров:

- **Стандартная C-V метрия:** для обычных МОП-транзисторов, диодов и конденсаторов
- **MOScap:** Измерение C-V на МОП-конденсаторах
- **MOSFET:** Измерение C-V на МОП-транзисторах
- **Время жизни:** Определение скорости генерации и время жизни носителей, (график Зебрста) для МОП-конденсаторов
- **Мобильные ионы:** Определение подвижного заряда с помощью измерений на разных температурах
- **Емкость:** Снятие характеристик как C-V так и C-f (от частоты) на МИМ (металл – изолятор – металл) конденсаторах
- **PNjunction:** Измерение емкости p n перехода или диода Шоттки как функции приложенного постоянного смещения
- **Photo Voltaic cell:** Измерение как прямой так и обратной характеристики ячеек солнечных батарей cell
- **VJT:** Измерение емкости (при нулевом смещении) между выводами биполярного транзистора (База-эмиттер, База-коллектор, Эмиттер-коллектор)
- **I-V/C-V с перепоключением:** Демонстрация с использованием измерительных модулей SMUs, опции CVU, и переключательных матриц and 707A/708A в одном проекте
- **Емкость межсоединений:** Измерение C-V малой межконтактной емкости на подложке
- **Нанопроволоки:** Проведение C-V измерений на двухвыводном приборе на базе нанопроволоки
- **Flash:** Проведение C-V измерений на типичном приборе памяти на базе плавающего затвора

#### **Опция расширения для проведения мощной CV-метрии 4200-CVU-Power**

- Диапазоны измерения от 1 пФ до 1 нФ
- Тестовый сигнал от 100 кГц до 10 МГц (10 мВ...100 мВ)
- Источник постоянного смещения  $\pm 200$  В (400 В диф.) с разрешением 5 мВ
- Максимальный ток 100 мА (для 4200-SMU) или 300 мА (для 4210-SMU)
- Измеряемые параметры: Cp-Gp, DCV, временные метки

**4200-CVU-Power** применяется для тестирования:

- мощные устройства
- дисплеи
- LDMOS
- устройства памяти

#### **Квазистатический способ CV-метрии**

- Два модуля **4200-SMU** или **4210-SMU** с опцией **4200-PA**

- Низкий уровень шумов благодаря уникальному методу Ramp Rate
- Поддержка постоянного смещения  $\pm 200$  В
- Библиотеки тестов с КТЕI

Применяется для тестирования:

- CMOS малой мощности
- некоторые типы дисплеев (индикаторов)
- различные устройства с низким током утечки

### Ультранизкочастотная CV-метрия

- Два модуля **4200-SMU** или **4210-SMU** с опцией **4200-PA** (частота 10 мГц...10 Гц)
- Сверхнизкий уровень шумов
- Диапазон измерения от 1 пФ до 10 нФ
- Экстракция: Cp-Gp, Cp-D, Cs-Rs, Cs-D, R-jX, Z-Theta, DCV, частота, временные метки

Применяется для тестирования:

- CMOS
- органическая электроника (OLED, OFET, OPVC)
- устройства памяти
- тонкопленочные транзисторы (TFT)

### **Ультрабыстрое тестирование**

В системе **4200-SCS** доступно два вида генераторов импульсов:

- Генератор импульсов типа **4220-PGU**
- Модуль ультрабыстрого тестирования **4225-PMU**

Обе модели поддерживают:

- Два выходных канала
- Стандартный (2-уровневый) импульс
- Segment Arb
- Формирование сигнала произвольной формы
- Каждый выходной сигнал имеет два диапазона выхода:  
10 В (высокий импеданс; 5 В с 50  $\Omega$ )  
40 В (высокий импеданс; 20 В с 50  $\Omega$ )

Модель **4220-PGU** является только двуканальным генератором импульсов напряжения.

Модуль ультрабыстрого тестирования **4225-PMU** выполняет:

**импульсное тестирование:** генерация импульса/измерение (аналогично работе измерительных модулей)  
**переходная ВАХ:** захват формы; интегрированные измерения тока и напряжения во времени  
**импульсный генератор:** двух и мультиуровневый импульс; генерация сигналов произвольной формы; генерация пользовательской формы сигнала из сегментов Segment ARB

Для работы с малыми токами используются модули предусилителей/коммутаторов **4225-RPM**

Амплитудные характеристики генератора **4225-PMU** и **4220-PGU**

Параметр	Импеданс	Диапазон 10 В	Диапазон 40 В
----------	----------	---------------	---------------

Амплитуда на выходе	50 Ом - 1 МОм	-10 В...+ 10 В	-40 В...+40 В
	50 Ом - 50 Ом	-5 В...+ 5 В	-20 В...+ 20 В
Точность	$\pm(0,5\% + 10 \text{ мВ})$	$\pm(0,2\% + 20 \text{ мВ})$	
Разрешение	50 Ом - 1 МОм	< 250 мкВ	< 750 мкВ
	50 Ом - 50 Ом	< 0,5 мВ	< 1,5 мВ
Уровень шума, скз (типичное)	$\pm(0,3\% + 1 \text{ мВ})$	$\pm(0,1\% + 5 \text{ мВ})$	
Выходной импеданс	50 Ом	50 Ом	

#### Временные и частотные характеристики генератора 4225-PMU и 4220-PGU

Параметр	Диапазон 10 В (только генерация)	Диапазон 10 В (с измерением)	Диапазон 40 В (только генерация)	Диапазон 40 В (с измерением)
Частотный диапазон	1 Гц...50 МГц	1 Гц...8,3 МГц	1 Гц...10 МГц	1 Гц...3,5 МГц
Временное разрешение	10 нс	10 нс	10 нс	10 нс
Джиттер, скз (типичное)	0,01% + 200 пс	0,01% + 200 пс	0,01% + 200 пс	0,01% + 200 пс
Период	20 нс...1с	120 нс...1с	100 нс...1с	280 нс...1с
Длительность импульса	10 нс...(период - 10 нс)	60 нс...(период - 10 нс)	50 нс...(период - 10 нс)	140 нс...(период - 10 нс)
Программируемое время перехода	10 нс...33 мс	20 нс...33 мс	30 нс...33 мс	100 нс...33 мс

#### Измерение тока (4225-PMU)

Параметр	Диапазон 10 В		Диапазон 40 В		
Диапазон измерения тока	10 мА	200 мА	100 мкА	10 мА	800 мА
Точность	$\pm(0,25\% + 100 \text{ мкА})$	$\pm(0,25\% + 250 \text{ мкА})$	$\pm(0,25\% + 1 \text{ мкА})$	$\pm(0,5\% + 100 \text{ мкА})$	$\pm(0,25\% + 3 \text{ мА})$
Шум	15 мкА	50 мкА	75 нА	5 мкА	200 мкА

#### Измерение тока (4225-RPM)

Параметр	Диапазон 10 В					
Диапазон измерения тока	100 нА	1 мкА	10 мкА	100 мкА	1 мА	10 мА
Точность	$\pm(0,5\% + 1 \text{ нА})$	$\pm(0,5\% + 1 \text{ нА})$	$\pm(0,5\% + 30 \text{ нА})$	$\pm(0,5\% + 100 \text{ нА})$	$\pm(0,5\% + 1 \text{ мкА})$	$\pm(0,5\% + 10 \text{ мкА})$
Шум	200 нА	2 нА	5 нА	50 нА	300 нА	1,5 мкА

#### Измерение напряжения (4225-PMU и 4225-RPM)

$\pm 10 \text{ В}$ 4225-PMU	$\pm 40 \text{ В}$ 4225-PMU	$\pm 10 \text{ В}$ 4225-RPM	
Точность	$\pm(0,25\% + 10 \text{ мВ})$	$\pm(0,25\% + 40 \text{ мВ})$	$\pm(0,25\% + 10 \text{ мВ})$

Для ультрабыстрого тестирования NBTI/PBTI полупроводников рекомендуется опция **4200-VTI-A**. Это идеальное средство автоматического тестирования не только на уровне подложки, но и при использовании кассет.

#### Опция 4200-VTI-A включает в себя:

- один модуль ультрабыстрого тестирования 4225-PMU

- два модуля предусилителей/коммутаторов 4225-RPM
- программное обеспечение для автоматического тестирования (ASC)
- тесты для ультрабыстрого ВП тестирования
- комплект кабелей