

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ



<b>Измерители параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С</b>	<b>Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный номер № 39905-10 Взамен № _____</b>
--	---

Выпускаются по технической документации фирмы «Agilent Technologies», США.

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Измерители параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С (далее по тексту – измерители) предназначены для измерения и автоматизации контроля электрических параметров полупроводниковых приборов, анализа их функциональных зависимостей, отображения на дисплее вольтамперных характеристик (ВАХ) исследуемого объекта в виде графиков и таблиц, расчета на их основе стандартных параметров исследуемого объекта, формирования и заполнения отчета о полученных результатах.

Область применения измерителей – проведение работ в процессах наладки, ремонта и лабораторных исследованиях на предприятиях электронной и радиотехнической промышленности, в научно-исследовательских институтах и научно-производственных организациях.

### ОПИСАНИЕ

Принцип работы измерителей основан на измерении значений тока (напряжения) на электродах тестируемого полупроводникового прибора при формировании на них последовательности значений напряжения или тока. Формируемая величина рассматривается в качестве аргумента, а измеряемая величина – в качестве функции измеренной ВАХ в координатах напряжение-ток или ток-напряжение. ВАХ служит основой для определения или расчета интересующих параметров тестируемого полупроводникового прибора. Графическое отображение ВАХ формируется путем линейной аппроксимации ее значений в промежутках между измеренными точками.

При наличии у тестируемого полупроводникового прибора управляющего (база, затвор) и/или вспомогательного (подложка) электродов, прибор обеспечивает измерение семейства ВАХ по значениям одного или двух параметров, каждый из которых может быть задан в виде последовательности значений токов или напряжений формируемых на электродах тестируемого полупроводникового прибора.

В состав измерителей параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С могут входить следующие блоки, расширяющие функциональные возможности измерителей:

– блок расширения 41501В, предназначенный для расширения функциональных возможностей измерителей путем добавления дополнительных каналов источника/измерителя; модулей генераторов импульсов или их комбинации, а также модуля заземления;

– блоки коммутации Е5250А, В2200А, В2201А, предназначенные для расширения функциональных возможностей измерителей путем увеличения количества измерительных каналов, а также подключения внешних генераторов импульсов, измерителей параметров иммитанса и других приборов.

Отличие измерителей параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С заключается в различных функциональных возможностях и технических характеристиках.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1 – Конфигурация измерителей

Описание встраиваемых модулей	Количество модулей		Диапазоны измерения/ воспроизведения
	4155С	4156С	
Модуль источника/измерителя средней мощности (MPSMU)	4	–	2 мкВ – 100 В 10 фА – 100 мА
Модуль источника/измерителя с высоким разрешением (HRSMU)	–	4	2 мкВ – 100 В 1 фА – 1 А
Модуль источника напряжения (VSU)	2	2	1 мВ – 20 В
Модуль измерителя напряжения (VMU)	2	2	2 мкВ – 20 В

Таблица 2 – Основные метрологические характеристики модулей в режиме измерения напряжения постоянного тока

Модуль	Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 0,7 \text{ мВ})$
	± 20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 2 \text{ мВ})$
	± 40 В	40 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 3 \text{ мВ})$
	± 100 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 5 \text{ мВ})$
HRSMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,01 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ мВ})$
	± 20 В	20 мкВ	$\pm (0,01 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 1 \text{ мВ})$
	± 40 В	40 мкВ	$\pm (0,015 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 2 \text{ мВ})$
	± 100 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 5 \text{ мВ})$
VMU	± 2 В	2 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ мВ})$
	± 20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{изм.}} + 1 \text{ мВ})$

Примечание –  $U_{\text{изм.}}$  – измеренное значение напряжения постоянного тока.

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики модулей в режиме источника напряжения постоянного тока

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения
MPSMU	± 2 В	100 мкВ	$\pm (0,03 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 0,9 \text{ мВ})$
	± 20 В	1 мВ	$\pm (0,03 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мВ})$
	± 40 В	2 мВ	$\pm (0,03 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 7 \text{ мВ})$
	± 100 В	5 мВ	$\pm (0,04 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 15 \text{ мВ})$
HRSMU	± 2 В	100 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ мВ})$
	± 20 В	1 мВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 3 \text{ мВ})$
	± 40 В	2 мВ	$\pm (0,025 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 6 \text{ мВ})$
	± 100 В	5 мВ	$\pm (0,03 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 15 \text{ мВ})$
VSU	± 20 В	20 мкВ	$\pm (0,02 \times 10^{-2} \times U_{\text{воспр.}} + 1 \text{ мВ})$

Примечание –  $U_{\text{воспр.}}$  – воспроизведенное значение напряжения постоянного тока.

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики модулей в режиме измерения силы постоянного тока

Модуль	Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 3 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 5 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 30 \text{ пА})$

Продолжение таблицы 4

Модуль	Пределы измерений	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 3 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 20 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,3 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 2 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 30 \text{ мкА})$
HRSMU	± 10 пА	0,001 пА	$\pm (4 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,02 \text{ пА})$
	± 100 пА	0,001 пА	$\pm (4 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,04 \text{ пА})$
	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 2 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 20 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,05 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 2 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,05 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 20 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,04 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 0,2 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,04 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 2 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,1 \times 10^{-2} \times I_{\text{изм.}} + 20 \text{ мкА})$

Примечание –  $I_{\text{изм.}}$  – измеренное значение силы постоянного тока.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики модулей в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Модуль	Пределы воспроизведения	Разрешение	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения
MPSMU	± 1 нА	0,1 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 3 \text{ пА})$
	± 10 нА	1 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 7 \text{ пА})$
	± 100 нА	10 пА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 50 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,1 нА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ нА})$
	± 10 мкА	1 нА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 5 \text{ нА})$
	± 100 мкА	10 нА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,1 мкА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,5 \text{ мкА})$
	± 10 мА	1 мкА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мкА})$
	± 100 мА	10 мкА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 50 \text{ мкА})$
HRSMU	± 10 пА	0,001 пА	$\pm (4 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 100 пА	0,001 пА	$\pm (4 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ пА})$
	± 1 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,7 \text{ пА})$
	± 10 нА	0,01 пА	$\pm (0,5 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ пА})$
	± 100 нА	0,1 пА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ пА})$
	± 1 мкА	0,001 нА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ нА})$
	± 10 мкА	0,01 нА	$\pm (0,07 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ нА})$
	± 100 мкА	0,1 нА	$\pm (0,07 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ нА})$
	± 1 мА	0,001 мкА	$\pm (0,06 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 0,4 \text{ мкА})$
	± 10 мА	0,01 мкА	$\pm (0,06 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 4 \text{ мкА})$
	± 100 мА	0,1 мкА	$\pm (0,12 \times 10^{-2} \times I_{\text{воспр.}} + 40 \text{ мкА})$

Примечание –  $I_{\text{воспр.}}$  – воспроизведенное значение силы постоянного тока.

Общие технические характеристики:

напряжение сети питания переменного тока, В.....	90 – 264
частота сети питания, Гц.....	47 – 63
потребляемая мощность, В·А, не более .....	47 – 63
габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм	
– измерителя 4155С/4156С .....	600 × 426 × 235
– блока расширения 41501В .....	600 × 426 × 190
– блока коммутации Е5250А .....	600 × 430 × 230
– блока коммутации В2200А/В2201А .....	600 × 430 × 320
масса, кг, не более:	
– измерителя 4155С/4156С .....	21
– блока расширения 41501В .....	16
– блока коммутации Е5250А .....	11,2
– блока коммутации В2200А/В2201А .....	14

Условия эксплуатации:

рабочая температура, °С .....	от плюс 10 до плюс 40
относительная влажность, % .....	от 20 до 80 (без конденсации влаги)

Условия хранения:

температура хранения, °С .....	от минус 20 до плюс 60
относительная влажность, % .....	от 5 до 90 (без конденсации влаги)

### ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносят на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и на корпус измерителей методом трафаретной печати.

### КОМПЛЕКТНОСТЬ

Таблица 6 – Комплектность измерителей

Наименование	Количество
Комплектующие изделия, входящие в состав стандартной поставки	
Измеритель 4155С (4156С)	1 шт.
Комплект запасных частей и принадлежностей	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки	1 экз.
Комплектующие изделия, поставляемые по заказу	
Блок расширения 41501В	1 шт.
Блок коммутации Е5250А	1 шт.
Блок коммутации В2200А	1 шт.
Блок коммутации В2201А	1 шт.

### ПОВЕРКА

Поверку измерителей следует проводить в соответствии с документом МП-051/447-2008 «ГСИ. Измерители параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» в ноябре 2008 г.

Основное оборудование, используемое при поверке:

– мультиметр 3458А.

Межповерочный интервал – 1 год.

### НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 22261-94 «Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

Техническая документация фирмы «Agilent Technologies», США.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип измерителей параметров полупроводниковых приборов 4155С, 4156С утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

## ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «Agilent Technologies Japan, Ltd.», Япония  
Nachioji Semiconductor Test Division 9-1,  
Takakura-cho, Nachioji-shi Tokyo, 192-8510 Japan

Генеральный директор  
ООО «Орион-Сити»



И. Ю. Швецова