

СОГЛАСОВАНО



Заместитель руководителя

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

В. С. Александров.

28.12 2005 г.

<p align="center"><b>ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ИППП-1</b></p>	<p>Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № <u>30945-06</u> Взамен №</p>
--	--

Выпускают по ТУ РБ 100039847.053-2004.

### Назначение и область применения

Измерители параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 (далее - приборы), предназначены для измерения и автоматизации контроля электрических параметров полупроводниковых приборов, анализа их функциональных зависимостей и отображения на экране внешнего персонального компьютера (ПК) 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.

Основной областью применения является межоперационный контроль параметров тест-структур на полупроводниковых пластинах в процессе производства в электронной промышленности, анализ брака, а также исследование ВАХ при разработке новых изделий и технологий. Возможно использование приборов при входном контроле или для подбора полупроводниковых приборов по заданным параметрам.

### Описание

Работа приборов основана на измерении значений тока (напряжения) на электродах тестируемого полупроводникового прибора (ПП) 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 ПП. Графическое отображение ВАХ формируется путем линейной аппроксимации ее значений в промежутках между измеренными точками. Значения аргумента и (или) функции могут быть заданы в линейном или логарифмическом масштабе.

Приборы имеют базовую модель ИППП-1 и модификации ИППП-1/1 – ИППП-1/6, отличающиеся количеством источников-измерителей (ИИ).

Приборы предназначены для работы от внешнего управляющего ПК по последовательному интерфейсу RS 232.

Прибор содержит несколько источников-измерителей, каждый из которых предназначен для подключения к одному из электродов тестируемого ПП.

При наличии у тестируемого ПП 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 ПП.

### Основные технические и метрологические характеристики

Прибор, в зависимости от модификации, имеет от одного до четырех ИИ\* (каналов).

**ИИ** – источник-измеритель (ИИО – источник-измеритель однопроводный или

ИИД – источник-измеритель двухпроводный)

ИИ обеспечивает формирование постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 1 нА до 200 мА на диапазонах с конечными значениями  $I_k - \pm 20, \pm 200$  нА,  $\pm 2, \pm 20, \pm 200$  мкА,  $\pm 2, \pm 20, \pm 200$  мА.

Пределы допускаемой основной погрешности формирования постоянного тока указаны в таблице 1.

Таблица 1

$I_k$	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm [\% \text{ от } I_\phi + \% \text{ от } I_k + \% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	Максимальное напряжение на нагрузке, $U_{\text{макс}}$
$\pm 20$ нА	1 пА	$\pm [2\% \text{ от } I_\phi + 1\% \text{ от } I_k + 5\% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	120 В при $I_\phi \leq 10$ мА
$\pm 200$ нА	10 пА	$\pm [2\% \text{ от } I_\phi + 0,5\% \text{ от } I_k + 2\% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 2$ мкА	0,1 нА	$\pm [2\% \text{ от } I_\phi + 0,2\% \text{ от } I_k + 1\% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 20$ мкА	1 нА	$\pm [0,5\% \text{ от } I_\phi + 0,04\% \text{ от } I_k + 0,5\% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 200$ мкА	10 нА		
$\pm 2$ мА	0,1 мкА		
$\pm 20$ мА	1 мкА	$\pm [0,5\% \text{ от } I_\phi + 0,04\% \text{ от } I_k + 0,5\% \text{ от } I_k \cdot (U_i/U_{\text{макс}})]$	30 В
$\pm 200$ мА	10 мкА		при $10 \text{ мА} < I_\phi \leq 200 \text{ мА}$
<p><b>Примечание</b> – В таблице 1 и далее по тексту:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>I_\phi (U_\phi)</math> – значение формируемого тока (напряжения);</li> <li>- <math>I_k (U_k)</math> – конечное значение диапазона тока (напряжения);</li> <li>- <math>U_i (I_i)</math> – значение напряжения (тока) измеренного на нагрузке.</li> </ul>			

\* ИИ обеспечивает измерение постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 1 нА до 200 мА на диапазонах с конечными значениями  $I_k - \pm 20, \pm 200$  нА,  $\pm 2, \pm 20, \pm 200$  мкА,  $\pm 2, \pm 20, \pm 200$  мА.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения постоянного тока указаны в таблице 2.

Таблица 2

$I_k$	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm [\% \text{ от } I_n + \% \text{ от } I_k + \% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	Максимальное напряжение на нагрузке, $U_{\text{макс}}$
$\pm 20$ нА	0,1 пА	$\pm [2\% \text{ от } I_n + 1\% \text{ от } I_k + 5\% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	120 В при $I_n \leq 10$ мА
$\pm 200$ нА	1 пА	$\pm [2\% \text{ от } I_n + 0,5\% \text{ от } I_k + 2\% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 2$ мкА	10 пА	$\pm [2\% \text{ от } I_n + 0,2\% \text{ от } I_k + 1\% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 20$ мкА	0,1 нА	$\pm [0,5\% \text{ от } I_n + 0,04\% \text{ от } I_k + 0,5\% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	
$\pm 200$ мкА	1 нА		
$\pm 2$ мА	10 нА		
$\pm 20$ мА	0,1 мкА	$\pm [0,5\% \text{ от } I_n + 0,04\% \text{ от } I_k + 0,5\% \text{ от } I_k \cdot (U_\phi/U_{\text{макс}})]$	30 В
$\pm 200$ мА	1 мкА		при $10 \text{ мА} < I_n \leq 200 \text{ мА}$

ИИО обеспечивает формирование напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 0,1 до 120 В на диапазонах с конечными значениями  $U_k - \pm 2, \pm 30, \pm 120$  В.

Пределы допускаемой основной погрешности формирования напряжения постоянного тока указаны в таблице 3.

Таблица 3

$U_k$ , В	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm [\% \text{ от } U_\phi + \% \text{ от } U_k + \% \text{ от } U_k \cdot (I_n/I_{\text{макс}})]$	Максимальный ток через нагрузку, $I_{\text{макс}}$
$\pm 2$	0,1 мВ	$\pm [0,5\% \text{ от } U_\phi + \% 0,04 \text{ от } U_k + \% 0,5 \text{ от } U_k \cdot (I_n/I_{\text{макс}})]$	200 мА при $U_\phi \leq 30$ В
$\pm 30$	1 мВ		10 мА при $30 \text{ В} < U_\phi \leq 120 \text{ В}$
$\pm 12$ 0	10 мВ		

ИИО обеспечивает измерение напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 0,1 до 120 В на диапазонах с конечными значениями  $U_k - \pm 2, \pm 30, \pm 120$  В.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного тока указаны в таблице 4.

Таблица 4

$U_k$ , В	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm$ [% от $U_n$ + % от $U_k$ + % от $U_k \cdot (I_\phi/I_{\max})$ ]	Максимальный ток через нагрузку, $I_{\max}$
$\pm 2$	0,01 мВ	$\pm$ [0,5% от $U_n$ + % 0,04 от $U_k$ + % 0,5 от $U_k \cdot (I_\phi/I_{\max})$ ]	200 мА при $U_n \leq 30$ В
$\pm 30$	0,1 мВ		10 мА при $30 \text{ В} < U_n \leq 120 \text{ В}$
$\pm 120$	1 мВ		

ИИД обеспечивает формирование напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 0,1 до 120 В на диапазонах с конечными значениями  $U_k - \pm 2, \pm 30, \pm 120$  В.

Пределы допускаемой основной погрешности формирования напряжения постоянного тока указаны в таблице 5.

Таблица 5

$U_k$ , В	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm$ (% от $U_\phi$ + % от $U_k$ )	Максимальный ток через нагрузку, $I_{\max}$
$\pm 2$	0,1 мВ	$\pm$ (0,5 % от $U_\phi$ + 0,04 % от $U_k$ )	200 мА при $U_\phi \leq 30$ В
$\pm 30$	1 мВ		10 мА при $30 \text{ В} < U_\phi \leq 120 \text{ В}$
$\pm 120$	10 мВ		

ИИД обеспечивает измерение напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности от 0,1 до 120 В на диапазонах с конечными значениями  $U_k - \pm 2, \pm 30, \pm 120$  В.

Пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения постоянного тока указаны в таблице 6.

Таблица 6

$U_k$ , В	Цена единицы младшего разряда	Пределы допускаемой основной погрешности $\pm$ (% от $U_n$ + % от $U_k$ )	Максимальный ток через нагрузку, $I_{\max}$
$\pm 2$	0,01 мВ	$\pm$ (0,5 % от $U_n$ + % 0,04 от $U_k$ )	200 мА при $U_n \leq 30$ В
$\pm 30$	0,1 мВ		10 мА при $30 \text{ В} < U_n \leq 120 \text{ В}$
$\pm 120$	1 мВ		

В режиме измерения ВАХ каждый ИИ обеспечивает формирование и измерение ступенчатого сигнала развертки в режимах формирования тока (напряжения) и измерения напряжения (тока) соответственно. Изменение величины ступеней проводится по закону соответствующему установленному виду развертки. Для развертки вида "LIN" – по линейному закону, для развертки вида "LOG" – по логарифмическому закону по основанию 10, для развертки вида "LIST" - по списку значений. Длительность ступеней развертки устанавливается в диапазоне от 5 мс до 100 с.

В режиме измерения времязависимых параметров каждый ИИ обеспечивает формирование постоянного тока или напряжения и периодическое измерение напряжения или тока, соответственно, с одновременным отображением результатов измерения на экране ПК в течение интервала времени (установленного) в диапазоне от 10 до 1000 с.

В режиме измерения ВАХ результаты измерений представлены в виде графика с указанием масштабов, даты и времени измерения и в виде таблицы чисел.

Потребляемая мощность, В•А, не более	120;
Питание от сети переменного тока напряжением, В	(220±22) частотой (50±1) Гц;
Масса прибора, кг, не более	23,0;
Габаритные размеры, мм, не более	450x280x430.
Степень защиты оболочки	IP20 по ГОСТ 14254-96.
Рабочие условия применения:	
-диапазон температуры окружающего воздуха, °С	от 5 до 40;
- относительная влажность воздуха, %	до 80 при температуре 25 °С;
- диапазон атмосферного давления, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800).

### **Знак Государственного реестра**

Знак Государственного реестра наносится на заднюю панель прибора методом офсетной печати, на титульные листы эксплуатационной документации типографским способом.

### **Комплектность**

1 Измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 *	1 шт.
2 Комплект ЗИП эксплуатационный	1 шт.
3 Программное обеспечение "LIDER"	1 шт. (CD-R).
4 Руководство по эксплуатации	1 экз.
5 Руководство пользователя	1 экз.
6 Методика поверки	1 экз.

- 
- Модификации по требованию заказчика

### **Поверка**

Поверка измерителей параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 производится по документу "Измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-1. Методика поверки". МРБ МП.1435-2004, согласованному ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» в октябре 2005 г.

Основные средства поверки:  
Вольтметр универсальный В7-40  
Пикоамперметр А2-1  
Межповерочный интервал – 1 год.

### **Нормативные и технические документы**

ГОСТ 8.022-91. ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне  $1 \cdot 10^{-16}$  - 30 А.  
ГОСТ 8.027-2001. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.  
ГОСТ 22261-94 “Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия”;  
ГОСТ 26104-89 “Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний”;  
ТУ РБ 100039847.053-2004 “Измерители параметров полупроводниковых приборов ИППП-1. Технические условия”;

### **Заключение**

Тип измерителей параметров полупроводниковых приборов ИППП-1 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно Государственным поверочным схемам.

### **Изготовитель**

Открытое акционерное общество “МНИПИ”,  
Адрес: Республика Беларусь 220113, г. Минск, ул. Я. Коласа, 73.

Руководитель лаборатории  
ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



Г. П. Телитченко.