




Закрывтое Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «АКТИ-Мастер»



 В.В. Федулов
« 07 » ноября 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Импульсные характериографы полупроводниковых приборов ИХПП

Методика поверки
ВТМЕ.26.51.43.120.003 МП

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»

 Д.Р. Васильев

И.о. главного метролога
ООО «МИП УСТ»



 В.И. Смирнов

г. Москва
2017

Настоящая методика поверки распространяется на импульсные характериографы полупроводниковых приборов ИХПП (далее по тексту – характериографы), изготавливаемые ООО «МИП УСТ», и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики | Проведение операции при поверке | |
|--|-----------------------|---------------------------------|---------------|
| | | первичной | периодической |
| Внешний осмотр | 6.1 | да | да |
| Опробование и идентификация | 6.2 | да | да |
| Определение сопротивления измерительного резистора | 6.3 | да | да |
| Определение погрешностей измерения напряжения, установки амплитуды импульсов тока и установки длительности импульсов | 6.4 | да | да |
| Определение погрешности установки напряжения на затворе объекта | 6.5 | да | да |

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

| Наименование | Требуемые характеристики | Рекомендуемое средство поверки, рег. № реестра |
|----------------------------------|--|---|
| Омметр | Относительная погрешность измерения сопротивления от 0,25 до 0,3 Ом не более $\pm 0,2$ % | Мультиметр цифровой Keithley 2001 рег. № 25787-08 |
| Вольтметр постоянного напряжения | Относительная погрешность измерения постоянного напряжения от 70 мВ до 15 В не более $\pm 0,2$ % | Мультиметр цифровой Keithley 2001 рег. № 25787-08 |
| Осциллограф | Относительная погрешность измерения временных интервалов от 100 мс до 10 с не более $\pm 0,2$ % | Осциллограф цифровой Tektronix TDS3012C рег. № 41693-09 |

2.2 Для поверки характериографа необходимо использовать измерительный резистор (входит по заказу в комплект поставки характериографа) с номиналом $(0,275 \pm 0,025)$ Ом и мощностью рассеяния 80 Вт.

2.3 Допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик стенов с требуемой точностью, указанной в таблице 2.

2.4 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь документы о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области электрических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения характериографа и средств поверки необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение характериографа и средств поверки к сети должно производиться с помощью входящих в их комплекты сетевых кабелей;
- заземление характериографа и средств поверки должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения характериографа и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с характериографом при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с характериографом в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с характериографом в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха в помещении (23 ± 3) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа;
- напряжение сети электропитания (220 ± 11) В, частота сети ($50 \pm 0,5$) Гц.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр и подготовка к поверке

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- комплектность характериографа;
- отсутствие механических повреждений;
- четкость фиксации органов управления и коммутации;
- чистота гнезд, разъемов и клемм характериографа;
- исправность состояния соединительных проводов и кабелей;
- однозначность и четкость маркировки.

При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого характериографа, его направляют в ремонт.

6.1.2 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации характериографа, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.3 Подсоединить характериограф и средства поверки к сети электропитания.

Кнопкой «СЕТЬ» включить питание прибора, при этом должен быть слышен звуковой сигнал (тройной «тик»).

6.2.3 Перед началом выполнения операций средства поверки и характериограф должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева характериографа 20 минут.

6.2 Опробование и идентификация

6.2.1 Установить переключатель характериографа «Объект – АЦП» в положение «ВКЛ».

6.2.2 Подключить характериограф к USB-порту компьютера.

6.2.3 Включить управляющий компьютер. Загрузить программу *LED Meter*.

6.2.4 В главном окне программы *LED Meter* проверить индицируемый идентификационный номер версии программы. Он должен быть не ниже v.9.1.

6.2.5 Выполнить соединения:

- подсоединить разъем кабеля измерительного резистора к разъему «Объект» характериографа.

- используя кабель типа BNC и переход BNC-banana, присоединить к потенциальным выводам измерительного резистора входной разъем канала осциллографа.

6.2.6 Установить на характериографе режим формирования однократного импульса тока. Клавишей «**Пуск!**» инициировать процесс.

Наблюдать на осциллографе однократный импульс напряжения (подобрав подходящие коэффициенты отклонения и развертки).

6.2.7 Установить на характериографе режим формирования серии импульсов тока.

Клавишей «**Пуск!**» инициировать процесс.

Наблюдать на осциллографе серию импульсов напряжения (подобрав подходящие коэффициенты отклонения и развертки).

6.2.8 Установить на характериографе режим формирования ШИМ-импульсов тока.

Клавишей «**Пуск!**» инициировать процесс.

Наблюдать на осциллографе ШИМ-импульсы напряжения (подобрав подходящие коэффициенты отклонения и развертки).

Результаты проверки по операции считать положительным, если:

- идентификационный номер версии программы не ниже v.9.1;

- на осциллографе отображаются импульсы напряжения в соответствии с заданным на характериографе режиме.

6.3 Определение сопротивления измерительного резистора

6.3.1 Отсоединить разъем кабеля измерительного резистора от разъема «Объект» характериографа.

6.3.2 Выполнить соединение потенциальных выводов измерительного резистора, показанного на рисунке 1, с клеммами мультиметра по 4-х проводной схеме.

6.3.3 Установить на мультиметре режим измерения сопротивления по 4-х проводной схеме.

6.3.4 Зафиксировать отсчет сопротивления **R_{изм}** на мультиметре. Данное значение сопротивления измерительного резистора будет использоваться при выполнении операции поверки 6.4.



6.4 Определение погрешностей измерения напряжения, установки амплитуды импульсов тока и установки длительности импульсов

6.4.1 Присоединить разъем кабеля измерительного резистора к разъему «Объект» характериографа.

6.4.2 Выполнить соединения:

- используя кабели типа BNC и переходы BNC-banana, присоединить к потенциальным выводам измерительного резистора входные гнезда мультиметра и входной разъем канала осциллографа, соблюдая полярность.

- используя кабель соединительный для измерения напряжения из комплекта характериографа, соединить потенциальные выводы измерительного резистора с разъемом «АЦП» характериографа, соблюдая полярность.

6.4.3 Установить на мультиметре режим измерения постоянного напряжения с автоматическим выбором предела измерения.

6.4.4 Установить на канале осциллографа коэффициент развертки 1 с/дел, коэффициент отклонения 2 В/дел, функцию измерения длительности положительного импульса.

6.4.5 Произвести предварительный прогрев прибора, для чего перейти в режим формирования серии импульсов, установить выбором из списка значение тока $I_{гр}$ равным 10000 мА, длительность импульса 3000 мс, частоту 25 Гц (рисунок 2). Клавишей «Пуск!» инициировать процесс формирования импульсов тока для прогрева прибора до появления на экране результатов измерения и выключения вентилятора прибора.

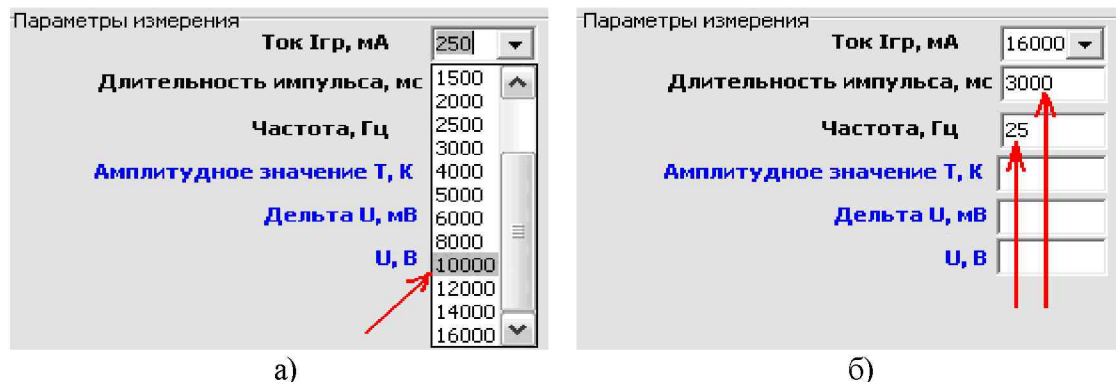


Рисунок 2 – Фрагменты главного окна для установки параметров измерения: а) амплитуды импульсов греющего тока $I_{гр}$; б) длительности импульсов и частоты модуляции

6.4.6 Перейти в режим формирования однократного импульса, установить длительность импульса 3000 мс.

6.4.7 Установить выбором из списка значение силы тока $I_{гр}$ равным 16000 мА.

6.4.8 Клавишей «Пуск!» инициировать процесс формирования импульса тока.

В середине времени следования импульса зафиксировать отсчет напряжения U_m на мультиметре и записать его в столбец 2 таблицы 1.

Сразу по окончании следования импульса записать отсчет длительности импульса T_m на осциллографе в столбец 2 таблицы 3.

По окончании следования импульса записать отсчет напряжения U_x на характериографе (строка «U_heat DUT1» в окне программы) в столбец 3 таблицы 1.

6.4.9 Рассчитать измеренную амплитуду импульса тока по формуле $I_m = U_m/R_{изм}$, где $R_{изм}$ – зафиксированное в пункте 6.3 значение сопротивления измерительного резистора.

Записать результат измерения амплитуды импульса тока в столбец 2 таблицы 2.

6.4.10 Выполнить действия по пунктам 6.4.7, 6.4.8, 6.4.9 для остальных значений силы тока, указанных в столбце 1 таблиц 1, 2.

Подбирать на осциллографе подходящие значения коэффициента отклонения для отображения импульса.

Таблица 1 – Погрешность измерения напряжения

| Установленная сила тока $I_{гр}$, мА | Отсчет U_m на мультиметре, В | Отсчет U_x на характериографе, В | Абсолютная погрешность $(U_x - U_m)$, В | Пределы абсолютной погрешности, В |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16000 | | | | $\pm 0,154$ |
| 14000 | | | | $\pm 0,136$ |
| 12000 | | | | $\pm 0,118$ |
| 10000 | | | | $\pm 0,100$ |
| 8000 | | | | $\pm 0,082$ |
| 6000 | | | | $\pm 0,064$ |
| 5000 | | | | $\pm 0,055$ |
| 4000 | | | | $\pm 0,046$ |
| 3000 | | | | $\pm 0,037$ |
| 2500 | | | | $\pm 0,033$ |
| 2000 | | | | $\pm 0,028$ |
| 1500 | | | | $\pm 0,024$ |
| 1000 | | | | $\pm 0,019$ |
| 700 | | | | $\pm 0,0163$ |
| 400 | | | | $\pm 0,0136$ |
| 250 | | | | $\pm 0,0123$ |

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы абсолютной погрешности рассчитаны по формуле $\pm(0,03 \cdot U + 0,01)$ В, где $U = I_{гр} \cdot R$, $I_{гр}$ – значение силы тока [А], $R = 0,3$ Ом – максимальное значение сопротивления измерительного резистора.

Таблица 2 – Погрешность установки амплитуды импульсов тока

| Установленная сила тока $I_{гр}$, мА | Результат $I_m = U_m/R$, мА | Абсолютная погрешность $(I_m - I_{гр})$, мА | Пределы абсолютной погрешности, мА |
|---------------------------------------|------------------------------|--|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16000 | | | ±490 |
| 14000 | | | ±430 |
| 12000 | | | ±370 |
| 10000 | | | ±310 |
| 8000 | | | ±250 |
| 6000 | | | ±190 |
| 5000 | | | ±160 |
| 4000 | | | ±130 |
| 3000 | | | ±100 |
| 2500 | | | ±85 |
| 2000 | | | ±70 |
| 1500 | | | ±55 |
| 1000 | | | ±40 |
| 700 | | | ±31 |
| 400 | | | ±22 |
| 250 | | | ±17,5 |

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы абсолютной погрешности рассчитаны по формуле $\pm(0,03 \cdot I_{гр} + 10)$ мА, где $I_{гр}$ – значение силы тока [мА].

Таблица 3 – Погрешность установки длительности импульсов тока

| Установленная длительность импульса T_x , мс | Измеренная длительность импульса T_m , мс | Абсолютная погрешность $(T_m - T_x)$, мс | Пределы абсолютной погрешности, мс |
|--|---|---|------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3000 | | | ±60 |

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы абсолютной погрешности рассчитаны исходя из значения допускаемой относительной погрешности $\pm 2\%$.

6.4.11 Вычислить значения абсолютной погрешности для каждого из значений параметров, указанных в таблицах 1, 2, 3:

- абсолютная погрешность измерения напряжения ($U_x - U_m$), записать результаты в столбец 4 таблицы 1;

- абсолютная погрешность установки амплитуды импульсов тока ($I_m - I_{гр}$), записать результаты в столбец 3 таблицы 2;

- абсолютная погрешность установки длительности импульсов ($T_m - T_x$), записать результаты в столбец 3 таблицы 3.

Результаты поверки по операции считаются положительными, если значения абсолютной погрешности параметров находятся в пределах допускаемых значений, указанных в последнем столбце таблиц 1, 2, 3.

6.5 Определение погрешности установки напряжения на затворе объекта

6.5.1 Используя кабель соединительный для измерения напряжения из комплекта характериографа, соединить разъем «U затвора» характериографа с входными клеммами мультиметра.

6.5.2 Переключателем на лицевой панели характериографа устанавливать значения напряжения, указанные в столбце 1 таблицы 4.

Записывать отсчеты на мультиметре в столбец 2 таблицы 4.

6.5.3 Вычислить значения абсолютной погрешности ($U_m - U_x$), записать результаты в столбец 3 таблицы 4.

Таблица 4 – Погрешность установки напряжения на затворе объекта

| Установленное напряжение U_x , В | Измеренное напряжение U_m , В | Абсолютная погрешность ($U_m - U_x$), В | Пределы абсолютной погрешности, В |
|------------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0 | | | $\pm 0,01$ |
| 5 | | | $\pm 0,26$ |
| 8 | | | $\pm 0,41$ |
| 15 | | | $\pm 0,76$ |

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы абсолютной погрешности рассчитаны по формуле $\pm(0,05 \cdot U_x + 0,01)$ В, где U_x – значение установленного напряжения на затворе [В].

Результаты поверки по операции считаются положительными, если значения абсолютной погрешности находятся в пределах допускаемых значений, указанных в последнем столбце таблицы 4.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

Допускается не оформлять протокол поверки отдельным документом, а результаты поверки (метрологические характеристики) указать на оборотной стороне свидетельства о поверке в обобщенном виде.

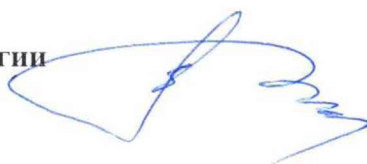
7.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

7.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

Ведущий инженер по метрологии
ЗАО «АКТИ-Мастер»



Е.В. Маркин