

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Характериографы полупроводниковых приборов серии Л2-100 ТЕКО

Назначение средства измерений

Характериографы полупроводниковых приборов серии Л2-100 ТЕКО (далее по тексту - характериографы) предназначены для визуального наблюдения статических вольтамперных характеристик полупроводниковых приборов, измерения (воспроизведения) напряжения и силы тока в их цепях.

Описание средства измерений

Принцип действия характериографа основан на аналого-цифровом преобразовании напряжений на электродах исследуемого полупроводникового прибора (далее по тексту - ППП) и токов в его цепях с целью определения зависимости между ними, цифровой обработке и индикации вольтамперной характеристики на экране. Характериограф обеспечивает запоминание вольтамперной характеристики, отображаемой на экране с возможностью последующего воспроизведения. При наличии у исследуемого полупроводникового прибора управляющего электрода (база, затвор) характериограф обеспечивает индикацию на экране семейства вольтамперных характеристик путем ступенчатого изменения тока или напряжения на управляющем электроде.

Характериограф позволяет производить курсорные измерения напряжения и тока в любой точке вольтамперной характеристики и отображать результаты измерений на экране.

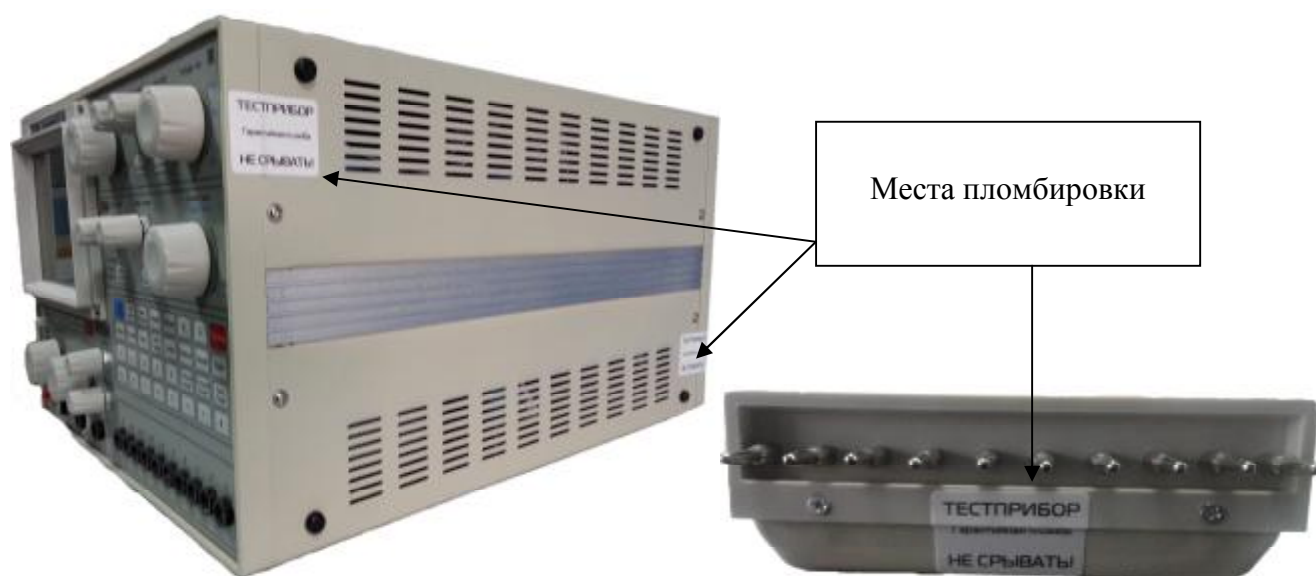
Для автоматизации измерений характериограф может быть соединен с персональным компьютером по интерфейсу USB.

Панель подключения полупроводниковых приборов предназначена для подключения полупроводниковых приборов к характериографу.

Характериограф пломбируется от несанкционированного доступа путем нанесения наклеек на правую и левую боковые панели. Панель подключения полупроводниковых приборов пломбируется путем нанесения наклейки на заднюю часть корпуса. Внешний вид и места пломбировки характериографа приведены на фотографиях 1- 2.



Фотография 1 – Внешний вид характериографа.



Фотография 2 – Места пломбировки характериографа и панели подключения полупроводниковых приборов.

Программное обеспечение

Управление настройками и параметрами режима работы характериографа, вывод информации на экран осуществляется посредством программного обеспечения, встроенного в защищенную память микроконтроллера.

Идентификационные данные программного обеспечения характериографов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения характериографов

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Firmware L2-100 Teko
Номер версии (идентификационный номер ПО)	V 1.0.x.x
Цифровой идентификатор ПО	D7DBE56FC6E7B34986E22AFC
Другие идентификационные данные (если имеются)	–

Защита программного обеспечения и измерительной информации от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «Средний» по Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики характериографов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологические и технические характеристики

Характеристика	Значение
Количество делений экранной шкалы по вертикали	10
Количество делений экранной шкалы по горизонтали	10

Продолжение таблицы 2

Диапазон измерения напряжения на коллекторе (или аналогичном ему электроде) исследуемого ППП, В	от 0 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на коллекторе исследуемого ППП	$\pm (0,04 \times KЗПИ U_{КЭ} + 0,01 \times U_{КЭ \text{ изм}} + 0,001 \text{ В}) \text{ В}$ при $K_{откл.гор}$ от 0,01 до 0,10 В/дел; $\pm (0,03 \times KЗПИ U_{КЭ} + 0,01 \times U_{КЭ \text{ изм}} + 0,001 \text{ В}) \text{ В}$ при $K_{откл.гор}$ от 0,2 до 5,0 В/дел; $\pm (0,03 \times KЗПИ U_{КЭ} + 0,01 \times U_{КЭ \text{ изм}} + 0,01 \text{ В}) \text{ В}$ при $K_{откл.гор}$ от 10 до 50 В/дел.
Диапазон измерения напряжения на базе исследуемого ППП, В	от 0 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на базе исследуемого ППП	$\pm (0,03 \times KЗПИ U_{БЭ} + 0,01 \times U_{БЭ \text{ изм}} + 0,001 \text{ В}) \text{ В}$
Диапазон измерения обратного напряжения диода, кВ	от 0 до 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности курсорных измерений обратного напряжения диода	$\pm (0,05 \times KЗПИ U_{обр.} + 0,01 \times U_{обр. \text{ изм}} + 0,1 \text{ В}) \text{ В}$
Диапазон измерения силы тока в цепи коллектора исследуемого ППП, А	от 0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности курсорных измерений силы тока коллектора	$\pm (0,04 \times KЗПИ I_K + 0,01 \times I_K + 0,001 \text{ мА}) \text{ мА}$ при $K_{откл.верт}$ от 0,02 до 0,05 мА/дел; $\pm (0,03 \times KЗПИ I_K + 0,01 \times I_K + 0,001 \text{ мА}) \text{ мА}$ при $K_{откл.верт}$ от 0,1 до 5,0 мА/дел; $\pm (0,03 \times KЗПИ I_K + 0,01 \times I_K + 0,001 \text{ А}) \text{ А}$ при $K_{откл.верт}$ от 0,01 до 1,00 А/дел; $\pm (0,04 \times KЗПИ I_K + 0,01 \times I_K + 0,001 \text{ А}) \text{ А}$ при $K_{откл.верт}$ от 2 до 5 А/дел.
Диапазон измерения силы начального и обратного тока исследуемого ППП, мкА	от 0 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности курсорных измерений силы начального и обратного тока	$\pm (0,1 \times KЗПИ I_{обр.} + 0,01 \times I_{обр. \text{ изм}} + 0,001 \text{ мкА}) \text{ мкА}$ при $K_{откл.верт}$ от 0,02 до 0,10 мкА/дел; $\pm (0,05 \times KЗПИ I_{обр.} + 0,01 \times I_{обр. \text{ изм}} + 0,001 \text{ мкА}) \text{ мкА}$ при $K_{откл.верт}$ от 0,2 до 1,0 мкА/дел.
Диапазон воспроизведения силы размаха ступенчато изменяющегося тока базы, А	от 0 до 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы размаха ступенчато изменяющегося тока базы (при силе тока смещения базы, равном нулю)	$\pm (0,04 \times KЗП I_{б \text{ ступ}} + 0,01 \times I_{б \text{ ступ изм}} + 0,001 \text{ мкА}) \text{ мкА}$ при $I_{б \text{ макс}}$ от 0,2 до 10,0 мкА/дел; $\pm (0,03 \times KЗП I_{б \text{ ступ}} + 0,01 \times I_{б \text{ ступ изм}} + 0,001 \text{ мкА}) \text{ мкА}$ при $I_{б \text{ макс}}$ от 20 до 50 мкА/дел; $\pm (0,03 \times KЗП I_{б \text{ ступ}} + 0,01 \times I_{б \text{ ступ изм}} + 0,001 \text{ мА}) \text{ мА}$ при $I_{б \text{ макс}}$ от 0,1 до 50,0 мА/дел; $\pm (0,03 \times KЗП I_{б \text{ ступ}} + 0,01 \times I_{б \text{ ступ изм}} + 0,001 \text{ А}) \text{ А}$ при $I_{б \text{ макс}}$ от 0,1 до 0,5 А/дел.
Диапазон воспроизведения силы тока смещения базы, А	от 0 до 0,5

Окончание таблицы 2

Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы тока смещения базы	$\pm (0,04 \times KЗП I_6 + 0,01 \times I_6 + 0,001 \text{ мкА}) \text{ мкА}$ при $I_{6 \text{ макс}}$ от 0,2 до 50,0 мкА/дел; $\pm (0,04 \times KЗП I_6 + 0,01 \times I_6 + 0,001 \text{ мА}) \text{ мА}$ при $I_{6 \text{ макс}}$ от 0,1 до 50,0 мА/дел; $\pm (0,04 \times KЗП I_6 + 0,01 \times I_6 + 0,001 \text{ А}) \text{ А}$ при $I_{6 \text{ макс}}$ от 0,1 до 0,5 А/дел;
Диапазон воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения на базе, В	от 0 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения на базе (при напряжении смещения базы, равном нулю)	$\pm (0,03 \times KЗП U_{БЭ \text{ ступ}} + 0,01 \times U_{БЭ \text{ ступ}} + 0,001 \text{ мВ}) \text{ мВ}$ при $U_{БЭ \text{ макс}}$ от 10 до 50 мВ/дел; $\pm (0,03 \times KЗП U_{БЭ \text{ ступ}} + 0,01 \times U_{БЭ \text{ ступ}} + 0,001 \text{ В}) \text{ В}$ при $U_{БЭ \text{ макс}}$ от 0,1 до 1,0 В/дел.
Диапазон воспроизведения напряжения смещения базы, В	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения смещения базы	$\pm (0,04 \times KЗП U_{БЭ} + 0,01 \times U_{БЭ} + 0,001 \text{ мВ}) \text{ мВ}$ при $U_{БЭ \text{ макс}}$ от 10 до 50 мВ/дел; $\pm (0,04 \times KЗП U_{БЭ} + 0,01 \times U_{БЭ} + 0,001 \text{ В}) \text{ В}$ при $U_{БЭ \text{ макс}}$ от 0,1 до 1,0 В/дел.
Напряжение питающей сети, В	220 ± 22
Частота, Гц	$50 \pm 2,5$
Содержание гармоник в сети, %, не более	5
Потребляемая мощность, В·А, не более	200
Габаритные размеры (длина – ширина – высота), мм, не более	400×320×210
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность, %, не более	от 10 до 35 90
Масса, кг, не более	20

Где:

- $K_{\text{откл.верт}}$ – коэффициент отклонения усилителя индикации по вертикали;
- $K_{\text{откл.гор}}$ – коэффициент отклонения усилителя индикации по горизонтали;
- $I_{6 \text{ макс}}$ – амплитуда ступени тока базы;
- $U_{БЭ \text{ макс}}$ – амплитуда ступени напряжения на базе;
- $KЗП U_{КЭ}$ – конечное значение установленного предела измерения напряжения на коллекторе, определяемое как произведение значения коэффициента отклонения усилителя индикации по горизонтали на количество делений шкалы;
- $U_{КЭ \text{ изм}}$ – измеренное значение напряжения на коллекторе;
- $KЗП U_{БЭ}$ – конечное значение установленного предела измерения напряжения на базе, определяемое как произведение значения коэффициента отклонения усилителя индикации по горизонтали на количество делений шкалы;
- $U_{БЭ \text{ изм}}$ – измеренное значение напряжения на базе;

- КЗПИ $U_{обр}$ – конечное значение установленного предела измерения обратного напряжения диода, определяемое как произведение значения коэффициента отклонения усилителя индикации по горизонтали на количество делений шкалы;
- $U_{обр\ изм}$ – измеренное значение обратного напряжения диода;
- КЗПИ I_K – конечное значение установленного предела измерения тока коллектора, определяемое как произведение значения коэффициента отклонения усилителя индикации по вертикали на количество делений шкалы;
- $I_{K\ изм}$ – измеренное значение тока коллектора;
- КЗПИ $I_{обр}$ – конечное значение установленного предела измерения начального и обратного тока, определяемое как произведение значения коэффициента отклонения усилителя индикации по вертикали на количество делений шкалы;
- $I_{обр\ изм}$ – измеренное значение начального (обратного) тока;
- КЗП $I_{б\ ступ}$ – конечное значение установленного предела ступенчато-изменяющегося тока базы (тока 10-й ступени);
- $I_{б\ ступ}$ – размах ступенчато-изменяющегося тока базы;
- I_b – ток смещения базы;
- КЗП $U_{БЭ}$ – конечное значение установленного предела ступенчато-изменяющегося напряжения на базе (напряжения 10-й ступени);
- $U_{БЭ\ ступ}$ – размах ступенчато-изменяющегося напряжения на базе;
- $U_{БЭ}$ – напряжение смещения базы.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на титульный лист паспорта, руководства по эксплуатации методом печати и на характернограф методом наклейки.

Комплектность средства измерений

Таблица 3 – Комплект поставки

Наименование	Количество, шт.
Характернограф	1
Панель подключения полупроводниковых приборов	1
Контактное устройство	3
Шнур электропитания	1
Кабель USB	1
Паспорт ТАСФ.411242.002ПС	1
Руководство по эксплуатации	1

Поверка

Осуществляется по документу МП-080/551-2014 «Характернографы полупроводниковых приборов серии Л2-100 ТЕКО. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФБУ «Ростест–Москва» 18 декабря 2014 г.

Перечень основных средств, применяемых при поверке:

– калибраторы–измерители напряжения и силы тока 2612А, диапазон воспроизведения и измерения напряжения от 0,2 до 200 В; диапазон воспроизведения и измерения силы тока от 100 нА до 10 А, (Госреестр № 49333-12);

– калибраторы–мультиметры цифровые 2410, диапазон воспроизведения и измерения напряжения от 200 мВ до 1000 В; диапазон воспроизведения и измерения силы тока от 1 мкА до 1А, (Госреестр № 25789-03);

– калибраторы многофункциональные Transmille 3010R, диапазон измерения силы постоянного тока на верхнем пределе 100 нА; диапазон измерения сопротивления по постоянному току от 500 кОм до 1ТОм (Госреестр № 57747-14);
– осциллографы цифровые Agilent MSO7032B, диапазон смещения напряжения $\pm 5\text{В}$ при $K_{\text{откл}} =$ от 2 мВ/дел до 5 мВ/дел; $\pm 20\text{В}$ при $K_{\text{откл}} =$ от 10 мВ/дел до 200 мВ/дел; $\pm 75\text{В}$ при $K_{\text{откл}} \geq 200\text{ мВ/дел}$, (Госреестр № 45498-10).

Сведения о методиках (методах) измерений

Методики измерений указаны в документе «Характериографы полупроводниковых приборов серии Л2-100 ТЕКО. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к характериографам полупроводниковых приборов серии Л2-100 ТЕКО

1.Техническая документация фирмы-изготовителя: ТУ 4040-070-79013998-2014.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

– выполнение работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

Изготовитель

Закрытое акционерное общество "ТЕСТПРИБОР" (ЗАО "ТЕСТПРИБОР")
125480, Россия, Москва, ул. Героев Панфиловцев, дом 24,
тел. 8 (495) 657 87 37
<http://www.test-expert.ru/>

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Москве» (ГЦИ СИ ФБУ «Ростест – Москва»)
117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д.31
<http://www.rostest.ru>

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

«____»_____2015 г.