



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»



А.Д. Меньшиков

«01» декабря 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ХАРАКТЕРИОГРАФЫ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ
Л2-100 ТЕКО**

Методика поверки

РТ-МП-7922-551-2020

г. Москва
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на характеристики полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО (далее – характеристики), изготовленные акционерным обществом «ТЕСТПРИБОР» (АО «ТЕСТПРИБОР»), г. Москва, и устанавливает методы их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Общие положения

Требования по обеспечению прослеживаемости поверяемого средства измерений поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин приведены в следующих документах:

1 Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года N 3457 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы.

2 Приказ Росстандарта от 01 октября 2018 года N 2091 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А.

3 Приказ Росстандарта от 30.12.2020 N 3458 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического напряжения постоянного тока в диапазоне $\pm (1 \dots 500)$ кВ.

Передача размеров единиц величин при поверке осуществляется методами прямых измерений, сличения показаний, компарирования или косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Опробование	8	Да	Да
Идентификация программного обеспечения	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	10		
- определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на коллекторе исследуемого ППП	10.1	Да	Да
- определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на базе исследуемого ППП	10.2	Да	Да
- определение абсолютной погрешности курсорных измерений обратного напряжения диода	10.3	Да	Да
- определение абсолютной погрешности курсорных измерений тока коллектора	10.4	Да	Да
- определение абсолютной погрешности курсорных измерений начального и обратного тока	10.5	Да	Да
- определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося тока базы (при токе смещения базы, равном нулю)	10.6	Да	Да
- определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения смещения базы	10.7	Да	Да

продолжение таблицы 1

- определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения на базе (при напряжении смещения базы, равном нулю)	10.8	Да	Да
- определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения смещения базы	10.9	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С..... 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, %..... 30 – 80;
- атмосферное давление, кПа 84 – 106.

4 Требования к специалистам осуществляющим поверку

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на поверяемые средства измерений, основные и вспомогательные средства поверки и настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются основные средства поверки (эталон), указанные в таблице 2.

5.2 Для определения условий проведения поверки используют вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 3.

5.3 Допускается применение не приведенных в таблицах 2 и 3 средств поверки, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений и условий проведения поверки с требуемой точностью.

5.4 Все применяемые средства поверки должны быть поверены (аттестованы) в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации).

Таблица 2 – Основные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1-10.7	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A: – воспроизведение напряжения постоянного тока $0 \dots 1020 \text{ В}$; – пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(1,8 \cdot 10^{-5} \cdot U + 1,5 \cdot 10^{-3}) \text{ В}$; – воспроизведение силы постоянного тока $0 \dots 20,5 \text{ А}$; – пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(10^{-3} \cdot I + 7,5 \cdot 10^{-4}) \text{ А}$; Мультиметр 3458A: – диапазон измерения напряжения постоянного тока: от 0 до 1000 В; – $\Delta U = \pm (2,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} - 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{д}})$ – диапазон измерения силы постоянного тока: 0 – 1 А; – $\Delta I = \pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} - 10 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{д}})$ Установка для поверки на постоянном токе электростатических киловольтметров УПК-100: – диапазон напряжений: от 0,2 до 100 кВ; – пределы допускаемой основной погрешности, %: 0,01, 0,1

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение), обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
3.1	Прибор комбинированный Testo 622 - измерение температуры: от -10 до +60 °C, $\Delta = \pm 0,4$ °C - измерение относительной влажности: от 10 до 95 %, $\Delta = \pm 3$ % - измерение абсолютного давления: от 300 до 1200 гПа, $\Delta = \pm 5$ гПа

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Помещение для проведения поверки должно соответствовать правилам техники безопасности и производственной санитарии.

6.2 При проведении поверки необходимо соблюдать правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок и требования безопасности, определенные в эксплуатационных документах.

6.3 К работе на электроустановках следует допускать лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности и имеющих удостоверение о проверке знаний. Специалист, осуществляющий поверку, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже четвертой.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие характериографа следующим требованиям:

- комплектности приборов в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации;
- все надписи на панелях должны быть четкими и ясными;
- отсутствие механических повреждений корпусов, лицевой панели, соединительных элементов, индикаторных устройств, нарушающих работу характериографа или затрудняющих поверку.

Характериографы, не соответствующие вышеперечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Выдержать характериограф и средства поверки во включенном состоянии при условиях, указанных в руководствах по эксплуатации. Минимальное время прогрева характериографа 20 минут.

При опробовании необходимо включить характериограф, проверить работоспособность дисплея, функциональных клавиш и поворотных ручек; режимы, отображаемые на дисплее.

Характериографы, не соответствующие вышеперечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

9 Идентификация программного обеспечения

Идентификация программного обеспечения проводится путем включения характериографа и считывания информации с дисплея, на дисплее отображается текущая версия и номер ПО.

Результат проверки идентификации и соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют указанным в разделе «Программное обеспечение» Описания типа.

10 Определение метрологических характеристик

10.1 Определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на коллекторе исследуемого ППП.

Определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения постоянного тока проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра 3458А согласно рисунку 1.

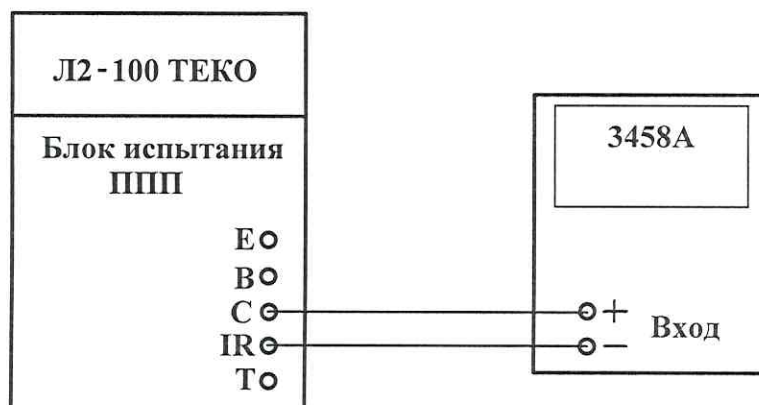


Рисунок 1. Схема измерения напряжения на коллекторе

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:
 - «Диапазон напряжения»: 10 В;
 - «Диапазон напряжения %»: 0 %;
 - «Полярность»: NPN (+);
 - «Тест режим»: Повтор;
 - «Ограничение мощности R»: 10 Ом;
 - «Сопротивление затвора»: 0 Ом;
 - «Y»: I_r 1,0 мкА/дел;
 - «смещение Y_0 =»: +0,600 мкА/дел;
 - «X»: V_{ce} 10 мВ/дел;
 - «смещение X_0 =»: 0,000 мВ;
 - «Ступени»: нет необходимости;
- установить мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока;
- с помощью регулятора напряжения «Диап. напр. %» установить напряжение коллектора, вывести центр точки (пятна) развертки на 9 вертикаль масштабной сетки;
- регулятором смещения по горизонтали «Горизон. сдвиг» установить X курсор в центр точки (пятна) развертки;
- сравнить показания измеренных значений напряжения X курсора и мультиметра 3458А;
- по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать значение напряжения коллектора для положения 10 мВ/дел переключателя «напряжение/дел.»;
- аналогичным образом провести измерения напряжений для остальных положений переключателя: 20, 50, 100, 200, 500 мВ/дел и 1, 2, 5, 10, 20, 50 В/дел.

Значение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения постоянного тока на коллекторе рассчитывают по формуле:

$$\Delta = U_{\text{КЭ изм}} - U, \quad (1)$$

где: $U_{\text{КЭ изм}}$ – показание X курсора характериографа, В
 U – показание мультиметра 3458А, В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458А соответствуют данным таблицы 2.

Таблица 2- пределы допускаемых значений курсорных измерений напряжения на коллекторе

Кнопки «Диап. напряж.»	Положение переключателя «напряжение/дел.»	Показания 3458А
10 В	10 мВ/дел	90,000 ± 4,901 мВ
	20 мВ/дел	0,180 ± 0,011 В
	50 мВ/дел	0,450 ± 0,026 В
	100 мВ/дел	0,900 ± 0,050 В
	0,2 В/дел	1,800 ± 0,079 В
	0,5 В/дел	4,500 ± 0,196 В
	1 В/дел	9,000 ± 0,391 В
50 В	2 В/дел	18,000 ± 0,781 В
	5 В/дел	45,000 ± 1,951 В
100 В	10 В/дел	90,000 ± 3,901 В
500 В	20 В/дел	180,00 ± 7,81 В
	50 В/дел	450,00 ± 19,51 В

10.2 Определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения на базе исследуемого ППП

Определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения постоянного тока проводят с помощью калибратора многофункционального Fluke 5522А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами калибратора Fluke 5522А согласно рисунку 2.

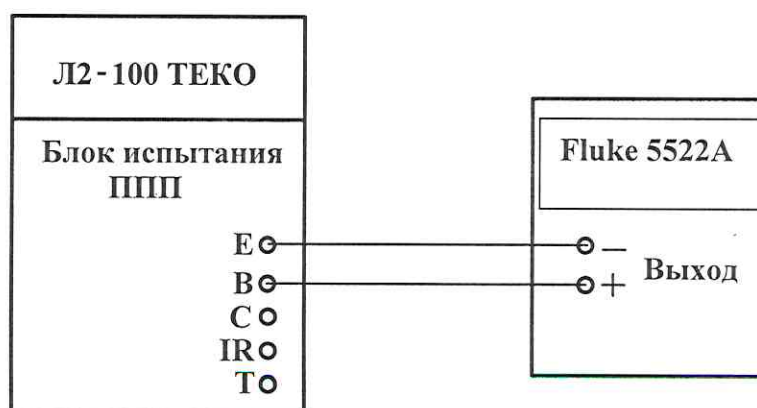


Рисунок 2. Схема измерения напряжения на базе

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:
 - «Диапазон напряжения»: 10 В;
 - «Диапазон напряжения %»: 0 %;
 - «Полярность»: NPN (+);
 - «Тест режим»: Повтор;
 - «Ограничение мощности R»: 10 Ом;
 - «Сопротивление затвора»: 0 Ом;
 - «Y»: I_c 1,0 А/дел;
 - «смещение Y0 =»: + 0,600 А/дел;
 - «X»: V_{be} 50 мВ/дел;
 - «смещение X0 =»: 0,000 мВ;
 - «Ступени»: нет необходимости;
 - «Настройки»: Смещение (выкл.)
- установить на калибраторе Fluke 5522A напряжение постоянного тока 0,450 В;
- регулятором смещения по горизонтали «Горизон. сдвиг» установить X курсор (в режиме «Stop») в центр точки высвеченной на экране;
- убедиться, что измеренное значение напряжения X курсора соответствует установленному значению напряжения калибратора Fluke 5522A;
- по показаниям X курсора зафиксировать значения напряжения базы для положения 50 мВ/дел переключателя «напряжение/дел.».
- аналогичным образом провести измерения напряжений для остальных положений переключателя: 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 В/дел и соответствующим им установленным напряжениям 0,900 В, 1,800 В, 4,500 В, 9,000 В.

Значение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока на базе рассчитывают по формуле:

$$\Delta = U_{БЭ\text{ изм}} - U, \quad (2)$$

где: $U_{БЭ\text{ изм}}$ – показание X курсора характериографа, В;
 U – показание калибратора Fluke 5522A, В.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания X курсора соответствуют данным таблицы 3.

Таблица 3 – пределы допускаемых значений курсорных измерений напряжения на базе

Кнопка «Диап. напряж.»	Положение переключателя «напряжение/дел.»	Показания X курсора
10 В	50 мВ/дел	$0,450 \pm 0,021$ В
	0,1 В/дел	$0,900 \pm 0,040$ В
	0,2 В/дел	$1,800 \pm 0,079$ В
	0,5 В/дел	$4,500 \pm 0,196$ В
	1,0 В/дел	$9,000 \pm 0,391$ В

10.3 Определение абсолютной погрешности курсорных измерений обратного напряжения диода

Определение абсолютной погрешности курсорных измерений напряжения постоянного тока проводят с помощью установки УПК-100 и делителя напряжения следующим образом:

- гнезда высоковольтных разъемов лицевой панели характериографа соединить при помощи высоковольтных кабелей с соответствующими разъемами установки УПК-100 согласно рисунку 3.

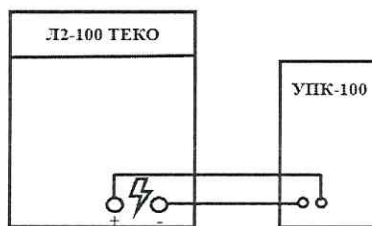


Рисунок 3. Схема измерения обратного напряжения диода

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:

«Диапазон напряжения»:	5 кВ;
«Диапазон напряжения %»:	0 %;
«Полярность»:	NPN (+);
«Тест режим»:	Повтор;
«Ограничение мощности R»:	10 Ом;
«Сопротивление затвора»:	0 Ом;
«Y»:	I _c 1,0 мА/дел;
«смещение Y0 =»:	+ 0,600 мА/дел;
«X»:	V _D 100 В/дел;
«смещение X0 =»:	0,000 В;
«Ступени»:	нет необходимости;

- включить на установке УПК-100 режим измерения напряжения постоянного тока;
- с помощью регулятора напряжения «Диап. напр %» установить обратное напряжение диода, вывести конец линии развертки на 9 вертикаль масштабной сетки;
- регулятором смещения по горизонтали «Горизон. сдвиг» установить X курсор в конец линии;
- по показаниям установки УПК-100 зафиксировать значения обратного напряжения диода для положения 100 В/дел переключателя горизонталь «Горизон. сдвиг».
- аналогичным образом провести остальные измерения напряжений для положений переключателя: 200 и 500 В/дел.

Значение абсолютной погрешности измерения обратного напряжения диода рассчитывают по формуле:

$$\Delta = U_{\text{обр. изм}} - U, \quad (3)$$

где: $U_{\text{обр. изм}}$ – показание X курсора характериографа;
 U – показание УПК-100.

Результаты измерений считают удовлетворительными, если показания осциллографа соответствуют данным таблицы 4.

Таблица 4 – пределы допускаемых значений курсорных измерений обратного напряжения диода

Кнопка «Диап. напряж.»	Положение переключателя «Напряжение/дел.»	Показания УПК-100
10 В	100 В/дел	900,00 ± 59,01 В
	200 В/дел	1800,0 ± 118,1 В
	500 В/дел	4500,0 ± 295,1 В

10.4 Определение абсолютной погрешности курсорных измерений тока коллектора

Определение абсолютной погрешности курсорных измерений постоянного тока коллектора проводят с помощью калибратора многофункционального Fluke 5522A следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами калибратора Fluke 5522A согласно рисунку 4.



Рисунок 4. Схема измерения тока коллектора.

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:

«Диапазон напряжения»:	10 В;
«Диапазон напряжения %»:	0 %;
«Полярность»:	NPN (+);
«Тест режим»:	Повтор;
«Ограничение мощности R»:	10 Ом;
«Сопротивление затвора»:	0 Ом;
«Y»:	I _c 20 мкА/дел;
«смещение Y0 =»:	+ 0,000 мкА/дел;
«X»:	V _{de} 100 В/дел;
«смещение X0 =»:	+ 60,000 В;
«Ступени»:	нет необходимости;
- установить на калибраторе Fluke 5522A силу постоянного тока 20,000 мкА;
- с помощью регулятора смещения по вертикали «Вертик. сдвиг» установить Y курсор (в режиме «Stop») в центр точки, высвеченной на экране;
- убедиться, что измеренное значение тока Y курсора соответствует установленному значению тока калибратора Fluke 5522A;

- по показаниям Y курсора зафиксировать значения постоянного тока коллектора для положения 20 мкА/дел переключателя «Ток/дел»;
- аналогичным образом провести остальные измерения токов для положений переключателя: 50 мкА, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0 10, 20, 50 мА/дел, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0 А/дел и соответствующим им установленным токам: - 50,000 мкА, - 0,100 мА, - 0,200 мА, - 0,500 мА, - 1,000 мА, - 2,000 мА, - 5,000 мА, - 0,010 А, - 0,020 А, - 0,050 А, - 0,100 А, - 0,200 А, - 0,500 А, - 1,000 А, - 2,000 А, - 5,000 А.

Значение абсолютной погрешности измерения постоянного тока коллектора рассчитывают по формуле:

$$\Delta = I_{\text{к. изм}} - I, \quad (4)$$

где: $I_{\text{к. изм}}$ – показание Y курсора характериографа, А

I – показание калибратора Fluke 5522А, А

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания Y курсора соответствуют данным таблицы 5.

Таблица 5 – пределы допускаемых значений курсорных измерений тока коллектора

Положение переключателя «Ток/дел.»	Показания Y курсора
20 мкА/дел	$20,000 \pm 8,201$ мкА
50 мкА/дел	$50,000 \pm 20,501$ мкА
0,1 мА/дел	$0,100 \pm 0,032$ мА
0,2 мА/дел	$0,200 \pm 0,063$ мА
0,5 мА/дел	$0,500 \pm 0,156$ мА
1,0 мА/дел	$1,000 \pm 0,311$ мА
2,0 мА/дел	$2,000 \pm 0,621$ мА
5,0 мА/дел	$5,000 \pm 1,551$ мА
10 мА/дел	$10,000 \pm 3,101$ мА
20 мА/дел	$20,000 \pm 6,201$ мА
50 мА/дел	$50,000 \pm 15,501$ мА
0,1 А/дел	$0,100 \pm 0,032$ А
0,2 А/дел	$0,200 \pm 0,063$ А
0,5 А/дел	$0,500 \pm 0,156$ А
1,0 А/дел	$1,000 \pm 0,311$ А
2,0 А/дел	$2,000 \pm 0,621$ А
5,0 А/дел	$5,000 \pm 1,551$ А

10.5 Определение абсолютной погрешности курсорных измерений начального и обратного тока

Определение абсолютной погрешности курсорных измерений начального и обратного постоянного тока проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра 3458А согласно рисунку 5.



Рисунок 5. Схема измерения начального и обратного тока

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:

«Диапазон напряжения»:	10 В;
«Диапазон напряжения %»:	0 %;
«Полярность»:	NPN (+);
«Тест режим»:	Повтор;
«Ограничение мощности R»:	10 Ом;
«Сопротивление затвора»:	0 Ом;
«Y»:	I _r 1 мкА/дел;
«смещение Y0 =»:	0,000 мкА/дел;
«X»:	V _{ce} 1 В/дел;
«смещение X0 =»:	+ 0,600 В;
«Ступени»:	нет необходимости;

- установить на мультиметре 3458A режим измерения силы постоянного тока;
- с помощью регулятора напряжения «Диап. напр. %» установить ток, вывести точку развертки на 9 горизонталь масштабной сетки;
- с помощью регулятора смещения по вертикали «Вертик. сдвиг» установить Y курсор в центр точки развёртки, высвеченной на экране, если точка растянута в линию, то в верхний конец линии;
- убедиться, что измеренное значение тока Y курсора соответствует значению потребляемого тока мультиметра 3458A;
- по показаниям мультиметра 3458A зафиксировать значение потребляемого тока для положения 1,0 мкА/дел переключателя «Ток/дел»;
- аналогичным образом провести остальные измерения тока для положений переключателя: 0,5, 0,2, 0,1, 0,05, 0,02 мкА/дел.

Значение абсолютной погрешности измерения начального и обратного постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta = I_{\text{обр. изм}} - I, \quad (5)$$

где: $I_{\text{обр. изм}}$ – значение тока, измеренное Y курсором, А
 I – значение тока, измеренное мультиметром, А

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458A соответствуют данным таблицы 6.

Таблица 6 – пределы допускаемых значений курсорных измерений начального и обратного тока

Кнопка «Диап. напряж.»	Положение переключателя «Ток/дел.»	Показания 3458А
10 В	1,0 мкА/дел	$9,000 \pm 0,591$ мкА
	0,5 мкА/дел	$4,500 \pm 0,296$ мкА
	0,2 мкА/дел	$1,800 \pm 0,119$ мкА
	0,1 мкА/дел	$0,900 \pm 0,110$ мкА
	0,05 мкА/дел	$0,450 \pm 0,056$ мкА
	0,02 мкА/дел	$0,180 \pm 0,023$ мкА

10.6 Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося тока базы (при токе смещения базы, равном нулю)

Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося тока базы проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами калибратора-измерителя мультиметра 3458А согласно рисунку 6.

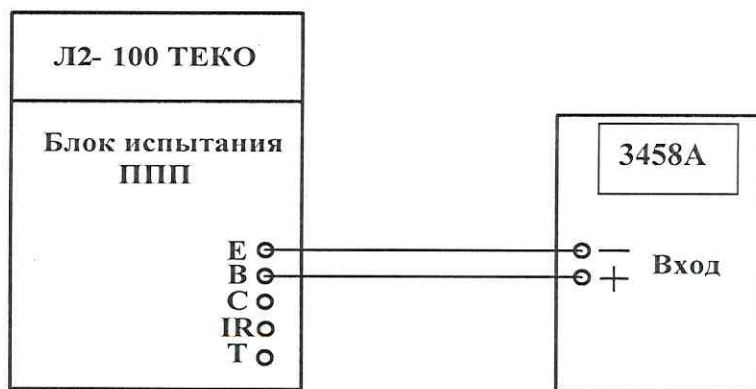


Рисунок 6. Схема измерения величины размаха ступенчатого тока и напряжения базы, а так же величины тока и напряжения смещения базы

- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:
 «Ступени»: 0,2 мкА/Ступень;
 «Смещение»: $Z0 = 0,000$ мкА;
 «Настройки»: «Ток (вкл.)»:
 «Полярность»: NPN (+);
 «Количество ступеней»: 10 Ступеней;
- установить на мультиметре 3458А режим измерения постоянного тока;
- войти в режим калибровки характериографа, нажать кнопку «Калибровка», ввести пароль «1, 2, 3» и снова нажать кнопку «Калибровка»;
- убедиться, что размах ступенчатого тока соответствует измеренному значению тока мультиметра 3458А;
- по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать измеренное значение тока для положения 0,2 мкА/Ступень переключателя «Ток/уровень»;

- перевести переключатель «Ток/уровень» по часовой стрелке в следующее положение, провести остальные измерения размаха ступенчатого тока, при следующих положениях переключателя: 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 20мкА/Ступень, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 20, 50 мА/Ступень и 0,1 А/Ступень;
- с помощью кнопки «Полярность ступени» установить отрицательную полярность «PNP (-)», аналогичным образом провести измерения размаха ступенчатого тока при отрицательной полярности.

Значение абсолютной погрешности установки размаха ступенчато изменяющегося тока базы рассчитывают по формуле:

$$\Delta = I_{\text{Б ст.изм.}} - I, \quad (6)$$

где: $I_{\text{Б ст.изм.}}$ – показание индикатора «Ступень» (тока 10-й ступени) характеристики графа, А

I – показания мультиметра 3458А, А

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458А соответствуют данным таблицы 7.

Таблица 7 – пределы допускаемых значений воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося тока базы (при токе смещения базы, равном нулю)

Положение переключателя «Ток/уровень»	Показания «Ступень» (тока 10-й ступени)	Показания 3458А	
		NPN (+)	PNP (-)
0,2 мкА/Ступень	2,000 мкА	- 2,000 ± 0,101 мкА	+ 2,000 ± 0,101 мкА
0,5 мкА/Ступень	5,000 мкА	- 5,000 ± 0,251 мкА	+ 5,000 ± 0,251 мкА
1,0 мкА/Ступень	10,000 мкА	- 10,000 ± 0,501 мкА	+ 10,000 ± 0,501 мкА
2,0 мкА/Ступень	20,000 мкА	- 20,000 ± 1,001мкА	+ 20,000 ± 1,001мкА
5,0 мкА/Ступень	50,000 мкА	- 50,000 ± 2,501мкА	+ 50,000 ± 2,501мкА
10 мкА/Ступень	0,100 мА	- 0,100 ± 5,001 мкА	+ 0,100 ± 5,001 мкА
20 мкА/Ступень	0,200 мА	- 0,200 ± 8,001 мкА	+ 0,200 ± 8,001 мкА
50 мкА/Ступень	0,500 мА	- 0,500 ± 20,001 мкА	+ 0,500 ± 20,001 мкА
0,1 мА/Ступень	1,000 мА	- 1,000 ± 0,041мА	+ 1,000 ± 0,041мА
0,2 мА/Ступень	2,000 мА	- 2,000 ± 0,081мА	+ 2,000 ± 0,081мА
0,5 мА/Ступень	5,000 мА	- 5,000 ± 0,201 мА	+ 5,000 ± 0,201 мА
1,0 мА/Ступень	10,000 мА	- 10,000 ± 0,401 мА	+ 10,000 ± 0,401 мА
2,0 мА/Ступень	20,000 мА	- 20,000 ± 0,801 мА	+ 20,000 ± 0,801 мА
5,0 мА/Ступень	50,000 мА	- 50,000 ± 2,001 мА	+ 50,000 ± 2,001 мА
10 мА/Ступень	0,100 А	- 0,100 ± 4,001 мА	+ 0,100 ± 4,001 мА
20 мА/Ступень	0,200 А	- 0,200 ± 8,001 мА	+ 0,200 ± 8,001 мА
50 мА/Ступень	0,500 А	- 0,500 ± 20,001 мА	+ 0,500 ± 20,001 мА
0,1 А/Ступень	1,000 А	- 1,000 ± 0,041 А	+ 1,000 ± 0,041 А

10.7 Определение абсолютной погрешности воспроизведения тока смещения базы

Определение абсолютной погрешности воспроизведения тока смещения базы проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра 3458А согласно рисунку 6;
- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:
 «Ступени»: 0,2 мкА/Ступень;
 «Смещение»: $Z_0 = + 0,200$ мкА;
 «Настройки»: «Ток (вкл.)»;
 «Полярность»: NPN (+);
 «Количество ступеней»: 0 Ступеней;
- установить на мультиметре 3458А режим измерения постоянного тока;
- убедиться, что показание тока смещения «смещение» соответствует измеренному значению тока мультиметра 3458А;
- по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать измеренное значение тока для положения 0,2 мкА/Ступень переключателя «Ток/уровень» и заданного «смещения» 0,200 мкА;
- перевести переключатель «Ток/уровень» по часовой стрелке в следующее положение, провести остальные измерения токов смещения, при следующих положениях переключателя: 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 20 мкА/Ступень, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 20, 50 мА/Ступень и 0,1, 0,2, 0,5 А/Ступень.
- с помощью кнопки «Полярность ступени» установить отрицательную полярность «PNP (-)», аналогичным образом провести измерения тока смещения при отрицательной полярности.

Значение абсолютной погрешности величины постоянного тока смещения базы рассчитывается по формуле:

$$\Delta = I_{\text{Б смещ.}} - I, \quad (7)$$

где: $I_{\text{Б смещ.}}$ – показание индикатора «смещение $Z_0=$ » характериографа, А
 I – показание мультиметра 3458А, А

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458А соответствуют данным таблицы 8.

Таблица 8 – пределы допускаемых значений воспроизведения тока смещения базы

Положение переключателя «Ток/уровень»	Показания «смещение: $Z_0=$ »	Показания 3458А	
		NPN (+)	PNP (-)
0,2 мкА/Ступень	+ 0,200 мкА	- 0,200 ± 0,083 мкА	+ 0,200 ± 0,083 мкА
0,5 мкА/Ступень	+ 0,500 мкА	- 0,500 ± 0,206 мкА	+ 0,500 ± 0,206 мкА
1,0 мкА/Ступень	+ 1,000 мкА	- 1,000 ± 0,411 мкА	+ 1,000 ± 0,411 мкА
2,0 мкА/Ступень	+ 2,000 мкА	- 2,000 ± 0,821 мкА	+ 2,000 ± 0,821 мкА
5,0 мкА/Ступень	+ 5,000 мкА	- 5,000 ± 2,051 мкА	+ 5,000 ± 2,051 мкА
10 мкА/Ступень	+ 10,000 мкА	- 10,000 ± 4,101 мкА	+ 10,000 ± 4,101 мкА
20 мкА/Ступень	+ 20,000 мкА	- 20,000 ± 8,201 мкА	+ 20,000 ± 8,201 мкА
50 мкА/Ступень	+ 50,000 мкА	- 50,000 ± 20,501 мкА	+ 50,000 ± 20,501 мкА

продолжение таблицы 8

0,1 мА/Ступень	+ 0,100 мА	- 0,100 ± 0,042 мА	+ 0,100 ± 0,042 мА
0,2 мА/Ступень	+ 0,200 мА	- 0,200 ± 0,083 мА	+ 0,200 ± 0,083 мА
0,5 мА/Ступень	+ 0,500 мА	- 0,500 ± 0,206 мА	+ 0,500 ± 0,206 мА
1,0 мА/Ступень	+ 1,000 мА	- 1,000 ± 0,411 мА	+ 1,000 ± 0,411 мА
2,0 мА/Ступень	+ 2,000 мА	- 2,000 ± 0,821 мА	+ 2,000 ± 0,821 мА
5,0 мА/Ступень	+ 5,000 мА	- 5,000 ± 2,051 мА	+ 5,000 ± 2,051 мА
10 мА/Ступень	+ 10,000 мА	- 10,000 ± 4,101 мА	+ 10,000 ± 4,101 мА
20 мА/Ступень	+ 20,000 мА	- 20,000 ± 8,201 мА	+ 20,000 ± 8,201 мА
50 мА/Ступень	+ 50,000 мА	- 50,000 ± 20,501 мА	+ 50,000 ± 20,501 мА
0,1 А/Ступень	+ 0,100 А	- 0,100 ± 0,042 А	+ 0,100 ± 0,042 А
0,2 А/Ступень	+ 0,200 А	- 0,200 ± 0,083 А	+ 0,200 ± 0,083 А
0,5 А/Ступень	+ 0,500 А	- 0,500 ± 0,206 А	+ 0,500 ± 0,206 А

10.8 Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения на базе (при напряжении смещения базы, равном нулю)

Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра 3458А согласно рис. 6 п. 4.2.8;
- с помощью органов управления характериографа задать следующие режимы исследования:

«Ступени»: 10 мВ/Ступень;
«Смещение»: $Z_0 = 0,000$ мВ;
«Настройки»: Напряжение (вкл.);
«Полярность»: NPN (+);
«Количество ступеней»: 10 Ступеней;

- установить на мультиметре 3458А режим измерения напряжения постоянного тока;
- войти в режим калибровки характериографа, нажать кнопку «Калибровка», ввести пароль «1, 2, 3», снова нажать кнопку «Калибровка»;
- убедиться, что размах ступенчатого напряжения соответствует измеренному значению напряжения мультиметра 3458А;
- по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать измеренное значение напряжения для положения 10 мВ/Ступень переключателя «Напряжение/уровень»;
- перевести переключатель «Напряжение/уровень» по часовой стрелке в следующее положение, провести остальные измерения размаха ступенчатого напряжения, при следующих положениях переключателя: 10, 20, 50 мВ/Ступень и 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 В/Ступень;
- с помощью кнопки «Полярность ступени» установить отрицательную полярность «PNP (-)», аналогичным образом провести измерения размаха ступенчатого напряжения при отрицательной полярности.

Значения абсолютной погрешности установки размаха ступенчатого напряжения рассчитывают по формулам:

$$\Delta = U_{\text{БЭ изм}} - U, \quad (8)$$

где: $U_{\text{БЭ изм}}$ – показание индикатора «Ступень» (напряжения 10-й ступени) характеристики графа, В

U – показания мультиметра 3458А, В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458А соответствуют данным таблицы 9.

Таблица 9 – пределы допускаемых значений воспроизведения размаха ступенчато изменяющегося напряжения на базе (при напряжении смещения базы, равном нулю)

Положение переключателя «Напряжение/уровень»	Показания «Ступень» (напряжения 10-й ступени)	Показания 3458А	
		NPN (+)	PNP (-)
10 мВ/Ступень	0,100 В	+ 0,100 ± 0,005 В	- 0,100 ± 0,005 В
20 мВ/Ступень	0,200 В	+ 0,200 ± 0,009 В	- 0,200 ± 0,009 В
50 мВ/Ступень	0,500 В	+ 0,500 ± 0,021 В	- 0,500 ± 0,021 В
0,1 В/Ступень	1,000 В	+ 1,000 ± 0,041 В	- 1,000 ± 0,041 В
0,2 В/Ступень	2,000 В	+ 2,000 ± 0,081 В	- 2,000 ± 0,081 В
0,5 В/Ступень	5,000 В	+ 5,000 ± 0,201 В	- 5,000 ± 0,201 В
1,0 В/Ступень	10,000 В	+ 10,000 ± 0,401 В	- 10,000 ± 0,401 В

10.9 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения смещения базы

Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения смещения базы проводят с помощью мультиметра 3458А следующим образом:

- разъемы панели подключения ППП соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъемами мультиметра 3458А согласно рисунку 6;
- с помощью органов управления характеристики графа задать следующие режимы исследования:

«Ступени»: 10 мВ/Ступень;
«Смещение»: $Z0 = + 10,000$ мВ;
«Настройки»: Напряжение (вкл.);
«Полярность»: NPN (+);
«Количество ступеней»: 0 Ступеней;

- установить на мультиметре 3458А режим измерения напряжения постоянного тока;
- убедиться, что показание напряжения смещения «offset» соответствует измеренному значению напряжения калибратора мультиметра 3458А;
- по показаниям мультиметра 3458А зафиксировать измеренное значение напряжения для положения 10 мВ/Ступень переключателя «Напряжение/уровень» и значения смещения 10,000 мВ;
- перевести переключатель «Напряжение/уровень» по часовой стрелке в следующее положение, провести остальные измерения напряжения смещения, при следующих положениях переключателя: 20, 50 мВ/Ступень и 0,1, 0,2, 0,5, 1,0 В/Ступень.
- с помощью кнопки «Полярность ступени» установить отрицательную полярность «PNP (-)», аналогичным образом провести измерения напряжения смещения при отрицательной полярности.

Значение абсолютной погрешности величины напряжения смещения базы рассчитывают по формуле:

$$\Delta = U_{\text{обр. изм}} - U, \quad (9)$$

где: $U_{\text{обр. изм}}$ – показание индикатора «смещение $Z_0=$ » характериографа, В
 U – показание мультиметра 3458А, В

Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания мультиметра 3458А соответствует данным таблицы 10.

Таблица 10 – пределы допускаемых значений воспроизведения напряжения смещения базы

Положение переключателя «Напряжение/уровень»	Показания «смещение: $Z_0=$ »	Показания 3458А	
		NPN (+)	PNP (-)
10 мВ/Ступень	+ 10,000 мВ	+ 10,000 ± 4,101 мВ	- 10,000 ± 4,101 мВ
20 мВ/Ступень	+ 20,000 мВ	+ 20,000 ± 8,101 мВ	- 20,000 ± 8,101 мВ
50 мВ/Ступень	+ 50,000 мВ	+ 50,000 ± 20,501 мВ	- 50,000 ± 20,501 мВ
0,1 В/Ступень	+ 0,100 В	+ 0,100 ± 0,042 В	- 0,100 ± 0,042 В
0,2 В/Ступень	+ 0,200 В	+ 0,200 ± 0,083 В	- 0,200 ± 0,083 В
0,5 В/Ступень	+ 0,500 В	+ 0,500 ± 0,206 В	- 0,500 ± 0,206 В
1,0 В/Ступень	+ 1,000 В	+ 1,000 ± 0,411 В	- 1,000 ± 0,411 В

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В процессе выполнения поверки специалист производит расчет погрешностей, в соответствии с формулами, приведенными в методике. Конечные результаты расчетов должны, быть представлены с соблюдением правил округления и обязательным указанием единиц измерений, вычисленной физической величины. Результаты считают удовлетворительными, если полученные (рассчитанные) значения погрешностей не превышают значений, приведённых в описании типа.

Характериографы полупроводниковых приборов Л2-100 ТЕКО не применяются в качестве эталонов.

11 Оформление результатов поверки

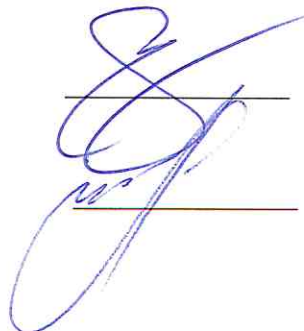
11.1 При положительных результатах поверки, в случае когда средство измерений подтверждает соответствие метрологическим требованиям, оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Знак поверки, в виде оттиска поверительного клейма, наносится в паспорт при первичной поверке, и на свидетельство о поверке при периодической поверке.

11.2 При отрицательных результатах поверки, в случае когда средство измерений не подтверждает соответствие метрологическим требованиям, выписывается извещение о непригодности с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории № 551
 ФБУ «Ростест-Москва»

Инженер по метрологии 2 категории
 лаборатории № 551



Ю.Н. Ткаченко

В.Ф. Литонов