

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ ССР**

**ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ (ВНИИФТРИ)**

МЕТОДИКА

**ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ Л2-12**

МИ 78—76

Цена 4 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ

Москва — 1976

**РАЗРАБОТАНА Всесоюзным научно-исследовательским институ-
том физико-технических и радиотехнических измерений
(ВНИИФТРИ)**

Директор **В. К. КОРОБОВ**
Руководитель темы **Н. М. КРЫНИН**
Исполнитель **А. С. АДЛЕР**

**ПОДГОТОВЛЕНА К УТВЕРЖДЕНИЮ сектором госиспытаний и стан-
дартизации ВНИИФТРИ**

Руководитель **И. И. ТУРУНЦОВА**
Исполнитель **И. Ш. ТЕНФОН**

**УТВЕРЖДЕНА Научно-техническим советом ВНИИФТРИ 9 июля
1975 г. (протокол № 4)**

М Е Т О Д И К А

ПОВЕРКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ Л2-12

МИ 78—76

Настоящая методика распространяется на измеритель типа Л2—12 параметров высокочастотных транзисторов и устанавливает методы и средства их периодической поверки

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции.

- внешний осмотр (п. 4.1);
- опробование (п. 4.2);
- определение метрологических параметров (п. 4.3);
- погрешности установки частоты высокочастотного генератора (п. 4.3.1);
- погрешности измерения параметра $|\beta|$ (п. 4.3.2),
- погрешности измерения параметра β_0 (п. 4.3.3);
- погрешности измерения обратного гока $I_{к0}$ (для приборов с номерами 1—6110) (п. 4.3.4);
- амплитуды тока высокой частоты во входной цепи (п. 4.3.5);
- погрешности установки тока эмиттера (п. 4.3.6);
- погрешности установки коллекторного напряжения (п. 4.3.7);
- коэффициента деления делителя пределов измерения β (п. 4.3.8);
- амплитуды выбросов на выводах эмиттер-база измерительных колодок (для приборов с номерами 6111 и выше) (п. 4.3.9).

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При поверке следует применять средства, указанные в таблице.

© Издательство стандартов, 1976

Наименования средств поверки	Нормативно-технические характеристики
Гетеродинный частотомер типа Ч4—1	Диапазон частот 125—20000 кГц, до- пускаемое отклонение $\pm 0,004\%$
Гетеродинный частотомер типа Ч4—9	Диапазон частот 20—1000 МГц, допу- скаемое отклонение $\pm 0,0005\%$
Микроамперметр постоянного тока типа М 1201	Ток 0,3—750 мкА, класс 0,5
Милливольтмиллиамперметр постоянного тока типа М 1109	Ток 0,15—60 мА, класс 0,2
Милливольтметр типа ВЗ—25	Напряжение 0—3000 мВ в диапазо- не частот 50 кГц—30 МГц, допускаемое отклонение $\pm 4\%$
Вольтметр цифровой типа ВК7—10А/1	Напряжение 10—1000 В, допускаемое отклонение $\pm 0,2\%$
Резисторы типа МЛТ—1	Сопротивление 62 Ом, допускаемое отклонение $\pm 5\%$ Сопротивление 510 Ом, допускаемое отклонение $\pm 5\%$ Сопротивление 100 кОм, допускаемое отклонение $\pm 0,5\%$
Осциллограф типа С1—68	Диапазон частот 0—10 МГц

2.2. Разрешается применять другие аналогичные образцовые приборы с погрешностью измерения, по крайней мере, в 3 раза меньшей, чем погрешность поверяемого параметра прибора Л2—12.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки прибора Л2—12 должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды 293 ± 5 К ($20 \pm 5^\circ\text{C}$);

атмосферное давление 100000 ± 4000 Н/м² (750 ± 30 мм рт. ст.);

относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;

напряжение питания сети переменного тока частотой 50 Гц $\pm 1\%$ и содержанием гармоник до 5% должно быть $220 \text{ В} \pm 2\%$.

Примечание. Допускается проводить поверку в условиях лаборатории, отличающихся от указанных выше, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных для поверяемого прибора и контрольно-измерительной аппаратуры, применяемой при поверке.

3.2. Представленные на поверку приборы должны быть полностью укомплектованы (кроме ЗИП).

3.3. Предварительный прогрев поверяемого прибора и образцовых средств поверки проводят при номинальном напряжении питания в течение времени, указанного в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

3.4. При работе с поверяемыми и образцовыми приборами, а также вспомогательными средствами поверки необходимо соблю-

дать требования, указанные в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

отсутствие видимых механических повреждений;

возможность установки на нуль электроизмерительных приборов с помощью механических нуль-корректоров при выключенном питании;

легкость перемещения ручек настройки и возможность управления прибором в заданных условиях;

четкость фиксации переключателей и совпадение их указателей с отметками на соответствующих шкалах;

наличие предохранителей и индикаторной лампы.

4.2. Опробование

Перед включением прибора необходимо все ключи поставить в среднее положение, а ручки установки режимов — в крайнее левое положение. Включить прибор и прогреть его в течение 15 мин. Откалибровать прибор Л2—12.

При калибровке прибора Л2—12 старого выпуска (с номерами 1—6110) необходимо:

ключ «I— β_0 —II» поставить в положение «I», ключи «Пределы» — в среднее положение;

ключ «Кал.—Изм.» поставить в положение «Изм.»;

между выводами коллектора и базы колодки «I» поставить перемычку (короткозамыкатель);

установить частоту высокочастотного генератора 10 МГц по шкале «МГц» при положении «I» переключателя «Диапазоны»;

ручками «Усиление» и «Напряжение генератора» установить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение;

ключ «Кал.—Изм.» перевести в положение «Кал.»;

потенциометром «I» (шлиц потенциометра закрыт заглушкой) вновь установить стрелку отсчетного прибора на полное отклонение;

ключ «I— β_0 —II» перевести в положение «II»;

между выводами коллектора и базы колодки «II» вставить проволочную перемычку и проделать все те же операции, что и для колодки «I», установка стрелки отсчетного прибора « β » при положении «Кал.» ключа «Кал.—Изм.» производится потенциометром.

При калибровке прибора Л2—12 нового выпуска (с номерами 6111 и выше):

тумблер « β_0 — $|\beta|$ » поставить в положение « $|\beta|$ »;

тумблер «Калибровка—Измерение» поставить в положение «Измерение», ключи «Пределы» установить в положение «I»;

между выводами коллектора и базы колодки $|\beta|$ поставить проволочную перемычку;

установить частоту генератора 10 МГц;
ручками «Усиление» и «Напряжение генератора» установить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение;
тумблер «Калибровка—Измерение» перевести в положение «Калибровка»,
резистором « $|\beta|=1$ » (шлиф резистора закрыт заглушкой);
вновь установить стрелку отсчетного прибора на полное отклонение.

4.3. Определение метрологических параметров

4.3.1. *Определение погрешности установки частоты высокочастотного генератора.*

Определение погрешности установки частоты генератора проводят методом непосредственного измерения частоты генератора на гнезде «Контроль частоты» прибора Л2—12 с помощью гетеродинных частотомеров Ч4—1 (в диапазоне частот 10—20 МГц) и Ч4—9 (в диапазоне частот 20—100 МГц).

Погрешность определяют в трех точках каждого поддиапазона (в двух крайних и одной промежуточной).

Амплитуду высокочастотного измеряемого сигнала регулируют ручкой «Напряжение генератора».

Установку частоты по шкале частот и ее измерение гетеродинным частотомером проводят дважды: при подходе к измеряемой частоте слева и справа.

Ни одно из полученных при этом значений не должно отличаться от номинального более чем на $\pm 2\%$.

Относительную погрешность установки частоты δ_f в процентах определяют по формуле

$$\delta_f = \frac{f_n - f_d}{f_n} \cdot 100, \quad (1)$$

где f_n — номинальное значение частоты, установленное по шкале генератора, МГц;

f_d — действительное значение частоты, МГц.

4.3.2. *Определение погрешности измерения параметра $|\beta|$*

4.3.2.1. Определение погрешности измерения параметра $|\beta|$ на высокой частоте приборов с номерами до 6110 проводят $|\beta|=1$ в колодках «I» и «II».

Для этого необходимо:

ключ «*n-p-n*» — «*p-n-p*» установить в среднее положение;
между выводами коллектора и базы колодки «II» поставить проволочную перемычку;
ключи «Пределы» установить в среднее положение;
ключ «I— β_0 —II» установить в положение «II»;
установить частоту 10 МГц;
ключ «Кал.—Изм.» установить в положение «Изм.»;
ручками «Усиление» и «Напряжение генератора» установить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение (на отметку «1»);

ключ «Изм.—Кал.» установить в положение «Кал.» и проверить калибровку.

Стрелка прибора должна остаться на полном отклонении (отметка «1»). Если показания отличаются друг от друга, то, вращая ручку потенциометра «II», вновь установить стрелку прибора на полное отклонение;

определить погрешность измерения для $|\beta| = 1$ на частотах 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 МГц.

Для этого ручками «Усиление» и «Напряжение генератора» стрелку прибора « β » устанавливают на полное отклонение (на отметку «1») при включении ключа «Изм.—Кал.» в положение «Изм.» Затем ключ переводят в положение «Кал.» и снимают показание стрелки прибора « β ».

Погрешность измерения в процентах определяют по формуле

$$\delta_{|\beta|} = \frac{\beta_{\text{кал}} - \beta_{\text{изм}}}{\beta_{\text{изм}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $|\beta|_{\text{изм}}$ — показание стрелки прибора « β » в положении «Изм.» ключа «Кал.—Изм.»;

$|\beta|_{\text{кал}}$ — показание того же прибора в положении ключа «Кал.».

Погрешность $\delta_{|\beta|}$ не должна превышать $\pm 10\%$.

В случае положительной погрешности ($\delta_{|\beta|} > 0$) стрелка прибора выходит за пределы шкалы, тогда стрелку прибора « β » устанавливают на риску «1» ручками «Усиление» и «Напряжение генератора», а ключ в положение «Кал.». Затем переводят ключ в положение «Изм.» и снимают показание прибора « β ». Погрешность $\delta_{|\beta|}$ определяется по той же формуле.

Погрешность измерения $\delta_{|\beta|}$ в колодке «I» определяют по той же методике, что и для колодки «II», при этом перемычку между выводами коллектора и базы колодки «II» убирают и ставят ее между выводами коллектора и базы колодки «I»;

ключ «I— β_0 —II» переводят в положение «I», а калибровку на частоте 10 МГц производят потенциометром «I» (закрыт заглушкой).

4.3.2.2. Определение погрешности измерения параметра $|\beta|$ на высокой частоте приборов с номерами 6111 и выше

Для определения погрешности измерения параметра $|\beta|$ необходимо:

ключ «p-n-p»—«n-p-n» поставить в среднее положение;

между выводами базы и коллектора колодки « $|\beta|$ » поставить перемычку (короткозамыкатель);

тумблеры пределов поставить в положение «1»;

тумблер « β_0 — $|\beta|$ » поставить в положение « $|\beta|$ »;

установить частоту 10 МГц;

тумблер «Калибровка—Измерение» поставить в положение «Калибровка»;

ручками «Усиление» и «Напряжение генератора» поставить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение (на отметку «1»);

тумблер «Калибровка—Измерение» перевести в положение «Измерение».

Стрелка отсчетного прибора должна остаться на полном отклонении. Если показания стливаются друг от друга, то вращая ручку резистора $|\beta|=1$ (ручка закрыта заглушкой), вновь поставить стрелку отсчетного прибора на полное отклонение (на отметку «1»).

Погрешность измерения $\delta|\beta|$ определяют на частотах, кратных 10 МГц по формуле (2)

Погрешность не должна превышать $\pm 10\%$.

4.3.3. *Среднее значение погрешности измерения параметра β_0*

4.3.3.1. Определение погрешности измерения параметра β_0 приборов с номерами до 6110 определяют измерением $\beta_0=1$, для чего необходимо:

ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » поставить в среднее положение;

ключ «I— β_0 —II» перевести в положение « β_0 »,

ключи «Пределы» поставить в верхние положения,

между выводами базы и коллектора колодки « β_0 » поставить проводную перемычку;

ручкой «Усиление» стрелку отсчетного прибора « β » поставить на полное отклонение (на отметку «1»), при этом ключ «Кал — Изм.» должен находиться в положении «Кал.»;

перевести ключ «Кал — Изм.» в положение «Изм.».

Относительную погрешность измерения параметра β_0 в процентах определяют по формуле

$$\delta\beta_0 = \frac{\beta_{\text{ок}} - \beta_{\text{ок}}}{\beta_{\text{ок}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\beta_{\text{ок}}=1$ — показание прибора в положение ключа «Кал.»,

$\beta_{\text{изм}}$ — показание прибора в положении ключа «Изм.»

Погрешность измерения $\delta\beta_0$ при измерении $\beta_0=1$ не должна превышать $\pm 5\%$.

4.3.3.2. Определение погрешности измерения $\beta_0=1$ приборов с номерами 6111 и выше.

Для определения погрешности $\delta\beta_0$ необходимо:

тумблер « $\beta_0-|\beta|$ » поставить в положение β_0 .

ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » поставить в среднее положение,

тумблеры «Пределы» перевести в верхнее положение,

тумблер «х1—х10» поставить в положение «х1»;

между выводами базы и коллектора колодки « β_0 » поставить проводную перемычку и после измерения проводить как указано в п. 4.3.3.1

Погрешность $\delta\beta_0$, вычисленная по формуле (3), не должна превышать $\pm 5\%$

4.3.4. Определение погрешности измерения обратного тока $I_{\text{обр}}$ приборов с номерами до 6110.

Погрешность измерения I_{ko} определяют измерением тока, проходящего через контрольное сопротивление. Для этого: между выводом коллектора колодки « β_0 » и клеммой «Контроль режима» включить сопротивление $R = 100$ кОм с допуском отклонения $\pm 0,5\%$ типа МЛТ—1 последовательно с микроамперметром типа М 1201;

ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » перевести в одно из крайних положений, ключ « $I_{ko}—\beta_0 \times 10$ » поставить в положение « I_{ko} », поставив переключатель « U_1 В» в положение «10», ручкой « U_k В» установить стрелку индикаторного прибора « I, I_{ko} » на полное отклонение.

Относительную погрешность измерения обратного тока I_{ko} в процентах определяют по формуле

$$\delta_{I_{ko}} = \frac{I_{kon} - I_{kod}}{I_{kod}} \cdot 100,$$

где I_{kod} — действительное значение тока, измеренное по шкале М 1201, МкА;

I_{kon} — измеренное значение тока по индикаторному прибору « I, I_{ko} », МкА

Погрешность измерения $\delta_{I_{ko}}$ не должна превышать $\pm 2,5\%$.

4.3.5. *Определение амплитуды тока высокой частоты во входной цепи*

Определение амплитуды тока высокой частоты во входной цепи производят измерением падения напряжения высокой частоты, создаваемого этим током на сопротивлении, включенном между выводами эмиттера и базы измерительной колодки.

Для этого необходимо:

ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » поставить в среднее положение, ключ « $I—\beta_0—II$ » поставить в положение «II» (у приборов с номерами 6111 и выше тумблер « $\beta_0—|\beta|$ » — в положение « $|\beta|$ »); между выводами базы и эмиттера колодки «II» (для новых приборов колодки « $|\beta|$ ») включить сопротивление $R = 62$ Ом с допуском отклонения $\pm 5\%$ типа МЛТ—1;

установить частоту 10 МГц;

ручку «Усиление» поставить в крайнее правое положение,

ключ «Кал.—Изм» поставить в положение «Кал.»;

ручкой «Напряжение генератора» установить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение;

измерить микровольтметром ВЗ—25 напряжение на сопротивлении, которое не должно превышать 22 мВ.

4.3.6. *Определение погрешности установки тока эмиттера*

Погрешность установки тока эмиттера определяют сравнением показаний индикаторного прибора Л2—12 и образцового миллиамперметра.

Для этого необходимо:

между клеммой «контроль режима» и корпусом прибора Л2—12 включить миллиампермилливольтметр типа М 1109;

ключ «*p-n-p*»—«*n-p-n*» поставить в одно из крайних положений, ручками « $I_{\text{э}}$ (мА)» поставить последовательно по шкале индикаторного прибора « $I_{\text{э}}I_{\text{к0}}$ » (« $I_{\text{э}}$ » — у новых приборов) токи эмиттера равные 1,5 и 3 мА на пределе измерения 3 мА,

снять показания образцового прибора М 1109 и определить погрешность установки тока эмиттера $\delta I_{\text{э}}$ по формуле

$$\delta I_{\text{э}} = \frac{I_{\text{эн}} - I_{\text{эд}}}{I_{\text{эк}}} \cdot 100\%,$$

где $I_{\text{эк}}$ — конечное значение шкалы индикаторного прибора измерителя Л2—12, соответствующее установленному пределу измерения, мА,

$I_{\text{эн}}$ — номинальное значение тока эмиттера, установленное по индикаторному прибору измерителя Л2—12, мА,

$I_{\text{эд}}$ — действительное значение тока $I_{\text{э}}$, измеренное образцовым прибором М 1109, мА.

Погрешность не должна превышать $\pm 3\%$ конечного значения шкалы

Погрешность установки тока эмиттера определить при токах эмиттера 5, 10 мА на пределе измерения 10 мА и 15, 30 мА на пределе измерения 30 мА

4.3.7. Определение погрешности установки коллекторного напряжения

Погрешность установки коллекторного напряжения определяют сравнением показаний индикаторного прибора « $U_{\text{к}}$ » измерителя Л2—12 и образцового вольтметра

Для этого необходимо

между выводом коллектора колодки « β_0 » и клеммой «Контроль режима» включить образцовый вольтметр типа ВК7—10А/1,

ключ «*p-n-p*»—«*n-p-n*» поставить в соответствующее положение (в зависимости от полярности напряжения $U_{\text{к}}$),

ручками « $U_{\text{г}}$ (В)» установить последовательно значения напряжения $U_{\text{к}}$ равные 5 и 10 В на пределе измерения 10 В,

снять показания с образцового вольтметра ВК7—10А/1 и определить погрешность установки $\delta U_{\text{к}}$ в процентах по формуле

$$\delta U_{\text{к}} = \frac{U_{\text{кн}} - U_{\text{кд}}}{U_{\text{кк}}} \cdot 100,$$

где $U_{\text{кк}}$ — конечное значение шкалы индикаторного прибора измерителя Л2—12,

$U_{\text{кн}}$ — номинальное значение коллекторного напряжения, установленное по индикаторному прибору измерителя Л2—12, В,

$U_{\text{кд}}$ — действительное значение коллекторного напряжения, измеренное образцовым вольтметром ВК7—10А/1

Погрешность $\delta U_{\text{к}}$ не должна превышать $\pm 3\%$ конечного значения шкалы

Погрешность установки коллекторного напряжения определяют на пределах 30 и 100 В и на отметках шкал, соответствующих значениям коллекторного напряжения в 15, 30, 50 и 100 В

4.3.8 Проверка коэффициента деления делителя пределов измерения β

Проверку проводят следующим образом

между выводами коллектора и базы колодки « $|\beta|$ » (колодки «II» у приборов с номерами до 6110) поставить перемычку,

тумблер « $\beta_0—|\beta|$ » поставить в положение « $|\beta|$ » (у приборов с номерами до 6110 ключ «I— β_0 —II» — в положение «II»),

тумблер (ключ у приборов с номерами до 6110) «Кал—Изм» перевести в положение «Изм»,

тумблеры (ключи) пределов измерения « β » поставить в положение «1»,

установить частоту генератора 10 МГц,

ручку «Усиление» поставить в крайнее правое положение,

ручкой «Напряжение генератора» установить стрелку отсчетного прибора на полное отклонение,

установить переключателями пределов предел измерения «2», при этом стрелка отсчетного прибора « β » должна показать номинальное значение предыдущей шкалы с погрешностью не более $\pm 10\%$;

ручкой «Напряжение генератора» вновь установить стрелку отсчетного прибора « β » на полное отклонение по шкале «2»

Проверить последующие шкалы 5, 10, 20, 50 методом, указанным выше. Погрешность не должна быть более $\pm 10\%$

Чтобы установить стрелку отсчетного прибора на полное отклонение на шкалах 10 и 20, необходимо снять перемычку и соединить вывод коллектора колодки « $|\beta|$ » (колодки «II» у приборов с номерами до 6110) с гнездом «Контроль частоты»

4.3.9. Проверка амплитуды выбросов на выводах эмиттер—база измерительных колодок (для приборов с номерами 6111 и выше)

Проверка проводится следующим образом.

между выводами эмиттер—база любой из колодок включить сопротивление $R=510$ Ом с допускаемой погрешностью $\pm 5\%$ типа МЛТ—1 и параллельно ему подключить осциллограф С1—68,

ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » перевести в положение « $p-n-p$ »;

меняя положение переключателей U_k и I_z и тумблеров пределов, отсчитать амплитуду имеющихся выбросов.

Амплитуда выбросов должна быть не более 1,5 В

Затем определяют амплитуду выбросов, установив ключ « $p-n-p$ »—« $n-p-n$ » в положение « $n-p-n$ », а также при изменении положения ключа из нейтрального в любое крайнее

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1 Результаты поверки заносят в протокол

5.2. Если при поверке прибора Л2—12 его параметры не соответствуют нормам, указанным в техническом описании (либо обнаружены механические или электрические неисправности), поверку прекращают.

5.3. На прибор Л2—12, соответствующий требованиям настоящей методики, выдают свидетельство о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом СССР.

5.4. При ведомственной поверке допускается отметку о поверке вносить в паспорт прибора.

5.5. Приборы, не соответствующие требованиям настоящей методики, в обращение не допускаются и на них выдают справку с указанием причин непригодности.

Редактор *Е. И. Глазкова*

Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*

Корректор *А. П. Якуничкина*

Т- 20758 Сдано в наб. 21.04.76. Подп. в печ. 03.12.76 0,75 п. л. 0,68 уч.-изд. л. Тир. 3000. Ц. 4 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов. Москва. Д-22. Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 1862