ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР

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

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всесоюзным научно-исследовательским институтом 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 стандартизации ВНИИФТРИ

Руководитель **И. И. ТУРУНЦОВА**
Исполнитель **И. Ш. ГЕНФОН**

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

УДК 621.317.799 : 621.382.43

МЕТОДИКА

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 тока $I_{к0}$ (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, допускаемое отклонение ±0,004%
Гетеродинный частотомер типа Ч4—9	Диапазон частот 20—1000 МГц, допускаемое отклонение ±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 В3—25	Напряжение 0—3000 мВ в диапазоне частот 50 кГц—30 МГц, допускаемое отклонение ±4%
Вольтметр цифровой типа ВК7—10А/1	Напряжение 10—1000 В, допускаемое отклонение ±0,2%
Резисторы типа МЛТ—1	Сопротивление 62 Ом, допускаемое отклонение ±5% Сопротивление 510 Ом, допускаемое отклонение ±5% Сопротивление 100 кОм, допускаемое отклонение ±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±5°С);

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

относительная влажность воздуха 65±15%;

напряжение питания сети переменного тока частотой 50 Гц±1% и содержанием гармоник до 5% должно быть 220 В±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 «$|\beta| = 1$» (шлиц 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 ±2%.

Относительную погрешность установки частоты δ_f в процентах определяют по формуле

$$\delta_f = \frac{f_н - f_д}{f_н} \cdot 100, \qquad (1)$$

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

$f_д$ — 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

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

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

$|\beta|_{кал}$ — 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 *«р-п-р»—«п-р-п»* 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 отличаются 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 ±10%.

4.3.3. *Определение 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 проволочную 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

$$\delta_{\beta_0}=\frac{\beta_{0и}-\beta_{0к}}{\beta_{0к}}\cdot 100, \qquad (3)$$

где $\beta_{0к}=1$ — показание прибора в положение ключа «Кал.»,

$\beta_{0и}$ — показание прибора в положении ключа «Изм.»

Погрешность измерения δ_{β_0} при измерении $\beta_0=1$ не должна превышать ±5%.

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

Для определения погрешности δ_{β_0} необходимо:

тумблер «β_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 «x1—x10» поставить в положение «x1»;

между выводами базы и коллектора колодки «β_0» поставить проволочную перемычку и далее измерения провести как указано в п. 4.3.3.1

Погрешность δ_{β_0}, вычисленная по формуле (3), не должна превышать ±5%.

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

Погрешность измерения $I_{ко}$ 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 допускаемым отклонением $\pm 0{,}5\%$ типа МЛТ—1 последовательно с микроамперметром типа М 1201;

ключ «*p-n-p*»—«*n-p-n*» перевести в одно из крайних положений,

ключ «$I_{ко}$—β_0х10» поставить в положение «$I_{ко}$»,

поставив переключатель «U_1 В» в положение «10», ручкой «$U_к$ В» установить стрелку индикаторного прибора «$I_б I_{ко}$» на полное отклонение.

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

$$\delta_{I_{ко}} = \frac{I_{кон} - I_{код}}{I_{код}} \cdot 100,$$

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

$I_{кон}$ — измеренное значение тока по индикаторному прибору «$I_б I_{ко}$», МкА

Погрешность измерения $\delta_{I_{ко}}$ 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—β_0—II» поставить в положение «II» (у приборов с номерами 6111 и выше тумблер «β_0—$|\beta|$» — в положение «$|\beta|$»);

между выводами базы и эмиттера колодки «II» (для новых приборов колодки «$|\beta|$») включить сопротивление $R=62$ Ом с допускаемым отклонением $\pm 5\%$ 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 В3—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 «$I_э$ (мА)» поставить последовательно по шкале индикаторного прибора «$I_э I_{ко}$» («$I_э$» — 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 $\delta_{I_э}$ по формуле

$$\delta_{I_э} = \frac{I_{эн} - I_{эд}}{I_{эк}} \cdot 100\%,$$

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

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

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

Погрешность не должна превышать ±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 «$U_к$» 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 $U_к$),

ручками «U_1 (В)» установить последовательно значения напряжения $U_к$ равные 5 и 10 В на пределе измерения 10 В,

снять показания с образцового вольтметра ВК7—10А/1 и определить погрешность установки $\delta_{U_к}$ в процентах по формуле

$$\delta_{U_к} = \frac{U_{кн} - U_{кд}}{U_{кк}} \cdot 100,$$

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

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

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

Погрешность $\delta_{U_к}$ не должна превышать ±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 «β_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 $U_к$ и $I_э$ 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.
Типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12 14. Зак. 1862

gost.e-ecolog.ru