



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

---

**ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ  
СВЧ ДЕТЕКТОРНЫЕ**

**МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

**ГОСТ 19656.13-76**

**Издание официальное**

Цена 3 коп.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ  
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
Москва**

Редактор *Н. Б. Жуковская*  
Технический редактор *Н. М. Ильичева*  
Корректор *Е. И. Евтеева*

Сдано в набор 28.05.76 Подп. в печ. 08.07.76 0,5 п. л. Тир. 8000 Цена 3 коп.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1501

**ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СВЧ ДЕТЕКТОРНЫЕ****Метод измерения тангенциальной чувствительности**

Semiconductor UHF detector diodes. Measurement method of tangential sensitivity.

**ГОСТ**  
**19656.13—76**

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 13 мая 1976 г. № 1177 срок действия установлен

с 01.01. 1979 г.  
до 01.01. 1984 г.

**Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт распространяется на детекторные СВЧ полупроводниковые диоды и устанавливает метод измерения тангенциальной чувствительности —  $P_{tg}$ , дБмВт (число децибел относительно милливатта).

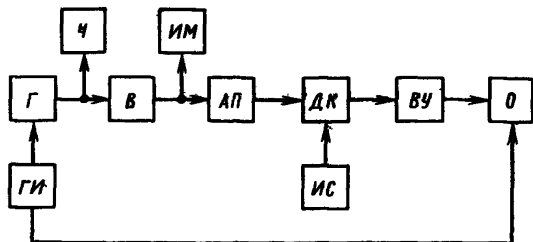
**1. АППАРАТУРА**

1.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 19656.0—74.

1.2. Погрешность измерения тангенциальной чувствительности для значений до 60 дБмВт не должна выходить за пределы  $\pm 1,3$  дБ.

Для значений тангенциальной чувствительности более 60 дБмВт погрешность измерения рассчитывается по обязательному приложению.

1.3. Структурная электрическая схема установки для измерения тангенциальной чувствительности должна соответствовать указанной на черт. 1.



Г—генератор СВЧ; В—ферритовый вентиль; АП—переменный прецизионный аттенюатор; ДК—измерительная диодная камера; ВУ—видеоусилитель; О—осциллограф; Ч—частотомер; ИМ—измеритель мощности; ГИ—генератор прямоугольных импульсов; ИС—источник смещения

Черт. 1

1.4. Переменный прецизионный аттенюатор АП должен удовлетворять следующим требованиям:

максимальное ослабление должно быть не менее 50 дБ;

погрешность установления значения ослабления по шкале аттенюатора должна быть в пределах  $\pm (0,01 + 0,005 A)$ , где  $A$  — устанавливаемое значение ослабления, дБ;

погрешность определения начального ослабления должна быть в пределах  $\pm 0,2$  дБ.

1.5. Видеоусилитель ВУ должен удовлетворять следующим требованиям:

верхняя граничная частота полосы пропускания (по уровню 3 дБ) должна быть не менее 1,5 МГц;

нижняя граничная частота полосы пропускания должна быть не более 1 кГц;

неравномерность частотной характеристики в полосе пропускания должна быть в пределах  $\pm 2$  дБ;

относительное отклонение амплитудной характеристики от линейности должна быть в пределах  $\pm 2\%$ ;

эквивалентное шумовое сопротивление должно быть не более 1,5 кОм;

входное сопротивление должно быть равно  $1 \text{ кОм} \pm 10\%$ .

1.6. Осциллограф О должен удовлетворять следующим требованиям:

полоса пропускания усилителя вертикального отклонения должна быть шире полосы пропускания видеоусилителя не менее чем в 1,5 раза;

чувствительность видеоусилителя с осциллографом должна быть такой, чтобы ширина полоски суммарных шумов усилителя и диода (шумы в отсутствии сигнала) на экране осциллографа была не менее 10 мм.

1.7. Генератор прямоугольных импульсов *ГИ* должен удовлетворять следующим требованиям:

длительность импульса  $\tau$  должна быть равна  $10 \text{ мкс} \pm 10\%$ ;  
частота повторения  $f_{\text{повт}}$  должна быть равна  $10 \text{ кГц} \pm 10\%$ , нестабильность амплитуды импульса должна быть в пределах  $\pm 5\%$ .

1.8. Погрешность установления начального уровня мощности должна быть в пределах  $\pm 10\%$ .

1.9. Погрешность установления и поддержания тока смещения (от источника смещения *ИС*) должна быть в пределах  $\pm 1\%$ .

## 2. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Режим измерения (частота СВЧ сигнала, ток смещения) устанавливается в стандартах или другой технической документации, утвержденной в установленном порядке, на детекторные СВЧ диоды конкретных типов.

2.2. Принцип измерения тангенциальной чувствительности следует из определения ее в ГОСТ 20331—74.

2.3. Прецизионный аттенюатор *АП* устанавливают в положение максимального ослабления.

2.4. Измеряемый диод вставляют в измерительную диодную камеру *ДК*.

2.5. На генераторе прямоугольных импульсов *ГИ* устанавливают значения  $\tau = 10 \text{ мкс}$  и  $f_{\text{повт}} = 10 \text{ кГц}$  и подбирают величину амплитуды модуляции, обеспечивающую устойчивую работу генератора *Г*.

2.6. Выходным аттенюатором генератора *Г* устанавливают по измерителю мощности *ИМ*, среднюю мощность  $10 \text{ мкВт}$ .

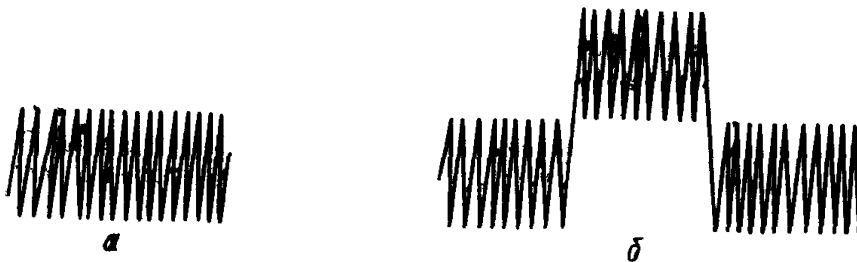
Примечание. Средняя мощность  $10 \text{ мкВт}$  соответствует (при  $\tau = 10 \text{ мкс}$  и  $f_{\text{повт}} = 10 \text{ кГц}$ ) импульсной мощности  $100 \text{ мкВт}$ , то есть ослабление импульсной мощности относительно  $1 \text{ мВт}$ , при этих условиях, равно  $10 \text{ дБ}$ .

2.7. С источника смещения *ИС* подают на измеряемый диод ток смещения заданного значения.

2.8. На видеосулителе *ВУ* и осциллографе *О* регулируют усиление так, чтобы ширина полосы суммарных шумов усилителя и диода на экране осциллографа (шумы в отсутствии сигнала, черт. 2а) была равна  $10\text{—}15 \text{ мм}$ .

2.9. Уменьшают ослабление, вносимое аттенюатором *АП* до тех пор, пока появляющийся при этом из полосы шумов (черт. 2а) сигнал с наложенными на него шумами (шумы при наличии сигнала, черт. 2б) не займет положение, при котором нижняя граница этих шумов совмещается с верхней границей шумов в отсутствии сигнала.

По шкале аттенюатора *АП* отмечают значение ослабления  $\nu$  (дБ), соответствующее полученному на экране осциллографа изображению.



Схематическое изображение полоски шумов на экране осциллографа при измерении тангенциальной чувствительности: *а*—шумы в отсутствии сигнала, *б*—шумы при наличии сигнала в положении, при котором производится отсчет по шкале аттенюатора *АП*

Черт. 2

### 3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Значение тангенциальной чувствительности  $P_{tg}$  в дБ·мВт вычисляют по формуле

$$P_{tg} = 10 + v + v_0,$$

где  $v$  — показание аттенюатора *АП* (п. 2.9);  
 $v_0$ —начальное ослабление аттенюатора *АП*.

---

РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА  
ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

1. Искомая погрешность  $\delta P_{tg}$  равна

$$\delta P_{tg} = \pm \sqrt{(\delta P_0)^2 + (\delta P_{АП})^2 + (\delta P_{ГИ})^2 + (\delta P_{опр})^2}, \quad (1)$$

где  $\delta P_0$  — погрешность измерения начального уровня мощности  $P_0$ ;

$\delta P_{АП}$  — погрешность прецизионного аттенюатора  $АП$ ;

$\delta P_{ГИ}$  — погрешность, за счет неточности выдачи генератором  $ГИ$  параметров импульса;

$\delta P_{опр}$  — погрешность определения оператором установления на экране осциллографа картины, изображенной на черт. 2б.

2. Погрешность  $\delta P_0$  равна

$$\delta P_0 = \pm \sqrt{\delta_{ИМ}^2 + \delta_{тг}^2 + \delta_{расс}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{ИМ}$  — погрешность отсчитывания по прибору измерителя мощности  $М4-3$ ;

$\delta_{тг}$  — погрешность аттестации термисторной головки по коэффициенту преобразования;

$\delta_{расс}$  — погрешность за счет рассогласования термисторной головки с генератором  $Г$  (выходом ферритового вентиля  $В$  в соответствии с черт. 1).

2.1. Погрешность  $\delta_{ИМ}$  в процентах равна (см. техническую документацию на измеритель мощности  $М4-3$ ):

$$\delta_{ИМ} = \pm \left( 1 + \frac{0,5A + 30}{P_{отс}} \right), \quad (3)$$

где  $A$  — верхнее значение шкалы прибора  $М4-3$ ,

$P_{отс}$  — отсчитываемое по шкале  $A$  значение мощности.

Если  $A = 15$  мкВт и  $P_{отс} = 10$  мкВт, то  $\delta_{ИМ} = \pm 4,75\%$ .

$$\text{Примем } \delta_{ИМ} = \pm 5\%. \quad (4)$$

2.2. Погрешность  $\delta_{тг}$  (как это следует из паспортов термисторных головок и ГОСТ 15129—69), не превышает

$$\delta_{тг} = \pm 5\%. \quad (5)$$

2.3. Погрешность  $\delta_{расс}$  (см. ГОСТ 15129—69) равна

$$\delta_{расс} = 2(\Gamma_{тг}) \cdot (\Gamma_{в}), \quad (6)$$

где  $\Gamma_{тг}$  и  $\Gamma_{в}$  — коэффициенты отражения термисторной головки и ферритового вентиля (в сторону генератора) соответственно.

Значения коэффициентов стоячей волны термисторной головки и ферритового вентиля (в сторону генератора) примем равными:

$$(K_{ст.У})_{тг} = 1,6 \text{ (см. ГОСТ 15129—69) и}$$

$$(K_{ст.У})_{в} = 1,3 \text{ (см. техническую документацию на конкретные типы вентилях).}$$

Тогда  $\Gamma_{тг} = 0,23$  и  $\Gamma_{в} = 0,13$  и, следовательно,

$$\delta_{расс} = \pm 6\%. \quad (7)$$

2.4. Подставляя (4), (5) и (7) в (2), получаем

$$\delta P_0 = \pm \sqrt{25 + 25 + 36} \% = \pm 9,3 \% . \quad (8)$$

Примем  $\delta P_0 = \pm 10 \% .$

3. Погрешность  $\delta P_{АП}$  равна

$$\delta P_{АП} = \pm \sqrt{\delta_0^2 + \delta_B^2} , \quad (9)$$

где  $\delta_0$  — погрешность определения начального ослабления аттенюатора;

$\delta_B$  — погрешность установления ослабления, отсчитываемого по шкале аттенюатора (п. 2.9).

3.1. Погрешность  $\delta_0$  в соответствии с п. 1.4 равна

$$\delta_0 = \pm 5 \% . \quad (10)$$

3.2. Погрешность  $\delta_0$  в дБ для ослабления до 50 дБ равна (в соответствии с технической документацией на аттенюаторы)

$$\delta_B = \pm (0,01 + 0,005A) , \quad (11)$$

где  $A$  — устанавливаемое значение ослабления.

Следовательно, максимальное значение  $\delta_B$  (при ослаблении 50 дБ) равно  $\pm 0,26$  дБ или

$$\delta_B = \pm 7 \% . \quad (12)$$

3.3. Подставляя (10) и (12) в (9), получаем

$$\delta P_{АП} = \pm \sqrt{25 + 49} \% = \pm 8,6 \% .$$

$$\text{Примем } \delta P_{АП} = \pm 9 \% . \quad (13)$$

4. Погрешность  $\delta P_{ГИ}$  равна

$$\delta P_{ГИ} = \pm \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{f_{повт}}^2 + \delta_a^2} , \quad (14)$$

где  $\delta_c$  — погрешность установления длительности импульса;

$\delta_{f_{повт}}$  — погрешность установления частоты повторения;

$\delta_a$  — погрешность за счет нестабильности амплитуды импульса.

4.1. В соответствии с п. 1.7

$$\delta_c = \pm 10 \% . \quad (15)$$

$$\delta_{f_{повт}} = \pm 10 \% . \quad (16)$$

$$\delta_a = \pm 5 \% . \quad (17)$$

4.2. Подставляя (15) — (17) в (14), получаем

$$\delta P_{ГИ} = \pm \sqrt{100 + 100 + 25} \% = \pm \sqrt{225} \% ;$$

$$\delta P_{ГИ} = \pm 15 \% . \quad (18)$$

5. Погрешность  $\delta P_{опр}$  колеблется (по литературным данным) в довольно широких пределах от 0,5 дБ до 1,3 дБ).

Примем

$$\delta P_{опр} = \pm 1,0 \text{ дБ или}$$

$$\delta P_{опр} = \pm 26 \% . \quad (19)$$

6. Подставляя (8), (13), (18) и (19) в (1), получаем искомую погрешность

$$\delta P_{тг} = \pm \sqrt{100 + 225 + 81 + 676} \% = \pm \sqrt{1082} \% = \pm 33 \%$$

или  $\delta P_{тг} = \pm 1,2$  дБ.



Изменение № 1 ГОСТ 19656.13—76 Диоды полупроводниковые СВЧ детекторные. Метод измерения тангенциальной чувствительности

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.10.86 № 3354 срок введения установлен

с 01.05.87

Наименование стандарта. Заменить слово: «Метод» на «Методы».

Вводную часть изложить в новой редакции: «Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые СВЧ детекторные диоды (далее — диоды) и устанавливает два метода измерения тангенциальной чувствительности  $P_{tg}$ : прямой и косвенный».

Общие требования и требования безопасности — по ГОСТ 19656.0—74».

Разделы 1, 2 изложить в новой редакции:

*(Продолжение см. с. 310)*

## **«1. ПРЯМОЙ МЕТОД**

### **1.1. Принцип и режим измерения**

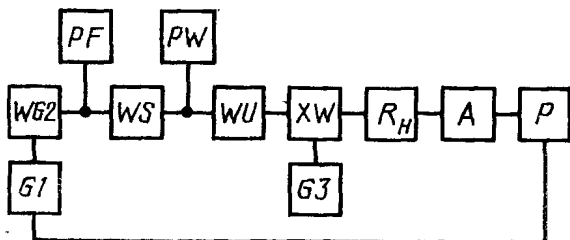
1.1.1. Тангенциальную чувствительность определяют по значению импульсной мощности СВЧ сигнала, при котором на экране осциллографа, включенно на выходе системы детекторное устройство — усилитель, наблюдают совпадение верхней границы полосы шумов при отсутствии СВЧ сигнала с нижней границей полосы шумов при его наличии.

1.1.2. Режим измерения (частоту СВЧ сигнала, ток смещения) устанавливают в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов.

### **1.2. Аппаратура**

1.2.1. Измерения проводят на установке, электрическая структурная схема которой приведена на черт. 1.

(Продолжение см. с. 311)



*G1*—генератор прямоугольных импульсов; *WG2*—генератор СВЧ; *WS*—ферритовый вентиль; *WU*—переменный прецизионный аттенуатор; *XW*—измерительная двудная камера; *R<sub>n</sub>*—нагрузка диода на видеочастоте; *A*—усилитель; *P*—осциллограф; *PF*—частотомер; *PW*—измеритель мощности; *G3*—источник смещения

Черт. 1

1.2.2. Генератор прямоугольных импульсов *G1* должен удовлетворять следующим требованиям:

длительность импульса  $\tau$  должна быть равна  $10 \text{ мкс} \pm 10 \%$ ;  
 частота повторения  $f_{\text{повт}}$  должна быть равна  $10 \text{ кГц} \pm 10 \%$ ;  
 нестабильность амплитуды импульса должна быть в пределах  $\pm 5 \%$ .

1.2.3. Погрешность установления начального уровня мощности от генератора *WG2* должна быть в пределах  $\pm 10 \%$ .

1.2.4. Переменный прецизионный аттенуатор *WU* должен удовлетворять следующим требованиям:

максимальное ослабление должно быть не менее 50 дБ;

погрешность установления значения ослабления по шкале аттенуатора должна быть в пределах  $\pm (0,01 + 0,005 \cdot B)$ , где *B* — устанавливаемое значение ослабления, дБ;

погрешность определения начального ослабления должна быть в пределах  $\pm 0,2$  дБ.

1.2.5. Сопротивление нагрузки диода *R<sub>n</sub>* на видеочастоте 100 кГц должно быть в пределах  $5 \text{ кОм} \pm 10 \%$ .

1.2.6. Усилитель *A* должен удовлетворять следующим требованиям:

полоса пропускания усилителя  $\Delta f_{\text{п}}$  (на уровне 3 дБ) должна составлять  $1,5 \text{ МГц} \pm 10 \%$ ;

нижняя граничная частота полосы пропускания  $\Delta f_{\text{п}}$  должна быть в пределах от 1 до 50 кГц;

неравномерность частотной характеристики в полосе пропускания должна быть в пределах  $\pm 2$  дБ;

эквивалентное шумовое сопротивление усилителя *R<sub>ш</sub>* должно быть не более 1,5 кОм и установлено с погрешностью в пределах  $\pm 20 \%$ ;

входное сопротивление усилителя *R<sub>вх</sub>* должно быть более или равно  $20R_n$ .

1.2.7. Осциллограф *P* должен удовлетворять следующим требованиям:

полоса пропускания усилителя вертикального отклонения должна быть шире полосы пропускания усилителя *A* не менее, чем в 1,5 раза;

чувствительность усилителя с осциллографом должна быть такой, чтобы ширина полосы суммарных шумов усилителя и диода (шумы в отсутствии сигнала) на экране осциллографа составляла не менее 10 мм.

**П р и м е ч а н и е.** При применении усилителя с полосой пропускания  $\Delta f_{\text{уб}}$ , не равной 1,5 МГц, в измеренное значение *P<sub>тг</sub>* при обработке результатов вносятся поправку  $\Delta P_{\text{тг}}$ .

1.2.8. Погрешность установления и поддержания тока смещения от источника смещения *G3* должна быть в пределах  $\pm 3 \%$ .

1.3. Подготовка и проведение измерений

(Продолжение см. с. 312)

1.3.1. Переменный прецизионный аттенюатор  $WU$  устанавливают в положение максимального ослабления.

1.3.2. Проверяемый диод вставляют в измерительную диодную камеру  $XW$ .

1.3.3. Генератор  $WG2$  настраивают на заданную частоту СВЧ сигнала.

1.3.4. От генератора  $GI$  подают на генератор  $WG2$  модулирующие импульсы длительностью  $\tau = 10 \text{ мкс} \pm 10\%$  частотой повторения  $f_{\text{повт}} = 10 \text{ кГц} \pm 10\%$  и амплитудой, обеспечивающей устойчивую работу генератора  $WG2$ .

1.3.5. Выходным аттенюатором генератора  $WG2$  устанавливают по измерителю мощности  $PW$  среднюю мощность  $P_0 = 10 \text{ мкВт}$ .

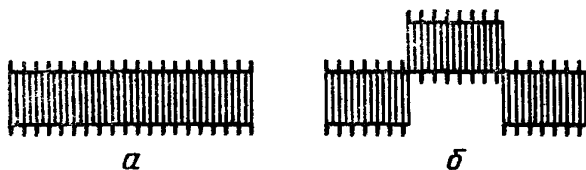
1.3.6. От источника смещения  $G3$  подают на проверяемый диод ток смещения заданного уровня.

1.3.7. На усилителе  $A$  и осциллографе  $P$  регулируют усиление так, чтобы ширина полосы суммарных шумов усилителя и диода на экране осциллографа (шумы в отсутствии сигнала, черт. 2а) была равна 10—15 мм.

1.3.8. Уменьшают ослабление, вносимое аттенюатором  $WU$ , пока появляющийся сигнал с наложенными на него шумами (шумы при наличии сигнала, черт. 2б) не займет положение, при котором нижняя граница этих шумов совмещается с верхней границей шумов в отсутствие сигнала. Совмещение производят по яркой границе шумов.

По шкале аттенюатора  $WU$  отмечают значение ослабления, дБ, соответствующее полученному на экране осциллографа изображению.

#### Схематическое изображение полосы шумов на экране осциллографа при измерении тангенциальной чувствительности



а—шумы в отсутствии сигнала; б—шумы при наличии сигнала в положении, при котором производят отсчет по шкале аттенюатора

Черт. 2

#### 1.4. Обработка результатов

1.4.1. Значение тангенциальной чувствительности  $P_{tg}$ , дБмВт, (число децибелл относительно мВт) вычисляют по формуле

$$P_{tg} = -(9 + b + b_0), \quad (1)$$

где  $b$  — показание аттенюатора (п. 1.3.8);

$b_0$  — начальное ослабление аттенюатора  $WU$ .

При использовании усилителя с полосой пропускания  $\Delta f_{yc}$ , не равной полосе пропускания  $\Delta f_{п}$ , к измеренному значению  $P_{tg}$  добавляют поправку  $\Delta P_{tg}$ , рассчитываемую по формуле

$$\Delta P_{tg} = -5 \lg \frac{\Delta f_{yc}}{\Delta f_{п}}. \quad (2)$$

#### 1.5. Показатели точности измерений

1.5.1. Погрешность измерения тангенциальной чувствительности не должна выходить за пределы  $\pm 1,3$  дБ с доверительной вероятностью 0,997.

1.5.2. Расчет погрешности измерения тангенциальной чувствительности приведен в справочном приложении.

(Продолжение см. с. 313)

## 2. КОСВЕННЫЙ МЕТОД

2.1. Значение тангенциальной чувствительности  $P_{tg}$  определяют по формуле

$$P_{tg} = 10 \lg \frac{5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{k \cdot T_0 \cdot \Delta f_{\Pi}} \cdot \sqrt{N_{ш1} + \frac{R_{ш}}{r_{диф}}}}{\beta_I \cdot \sqrt{r_{диф}}}, \quad (3)$$

где  $k = 1,38 \cdot 10^{-6}$  Дж/К;

$T_0 = 293$  К;

$\beta_I$  — значение чувствительности по току в рабочей точке, определенное по ГОСТ 19656.7—74;

$N_{ш1}$  — значение шумового отношения в рабочей точке, определенное по ГОСТ 19656.5—74;

$r_{диф}$  — дифференциальное сопротивление диода, определенное в рабочей точке по ГОСТ 18986.14—85.

Раздел 3 исключить.

Приложение изложить в новой редакции:

«ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

### РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

При расчете погрешности измерения тангенциальной чувствительности применяют нормальный закон распределения составляющих погрешностей и суммарной погрешности.

#### 1. Прямой метод

1.1. Интервал погрешности измерения  $\delta P_{tg}$  с установленной вероятностью 0,997 определяют по формуле

$$\delta P_{tg} = \pm \sqrt{\delta P_0^2 + \delta_{АП}^2 + \delta_{имп}^2 + \delta_{рас}^2 + \delta R_{н}^2 + \delta_{\Pi}^2 + \delta_{уст}^2}, \quad (1)$$

где  $\delta P_0$  — погрешность измерения начального уровня мощности;

$\delta_{АП}$  — погрешность определения ослабления прецизионным аттенуатором  $WU$ ;

$\delta_{имп}$  — погрешность за счет неточности выдачи генератором  $G1$  параметров импульса;

$\delta_{рас}$  — погрешность, обусловленная рассогласованием детекторной камеры с проверяемым диодом и трактом СВЧ;

$\delta R_{н}$  — погрешность определения значения сопротивления нагрузки диода на видеочастоте, которая должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$\delta_{\Pi}$  — погрешность определения полосы пропускания усилителя (по уровню 3 дБ), которая должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$\delta_{уст}$  — погрешность установления оператором на экране осциллографа  $P$  изображения, соответствующего черт. 2б.

1.2. Погрешность  $\delta P_0$  должна быть в пределах  $\pm 15\%$  (ГОСТ 19656.0—74) для уровня мощности  $10^{-4}$  Вт.

1.3. Интервал погрешности  $\delta_{АП}$  с установленной вероятностью 0,997 определяют по формуле

$$\delta_{АП} = \pm \sqrt{\delta_0^2 + \delta_a^2}; \quad (2)$$

где  $\delta_0$  — погрешность определения начального ослабления аттенуатора  $WU$ , равная  $\pm 0,2$  дБ или  $\pm 5\%$ ;

(Продолжение см. с. 314)

$\delta_{\text{в}}$  — погрешность отсчета ослабления по шкале аттенюатора  $WU$ , равная  $\pm 0,26$  дБ (максимальное значение погрешности при ослаблении 50 дБ) или  $\pm 6$  %.

Из формы (2)  $\delta_{\text{АП}} = \pm 7,8$  %.

1.4. Интервал погрешности измерения  $\delta_{\text{имп}}$  с установленной вероятностью 0,997 определяют по формуле

$$\delta_{\text{имп}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{с}}^2 + \delta_{f_{\text{повт}}}^2 + \delta_{\text{а}}^2}, \quad (3)$$

где  $\delta_{\text{с}}$  — погрешность установления длительности импульса, равная  $\pm 10$  %;

$\delta_{f_{\text{повт}}}$  — погрешность установления частоты повторения, равная  $\pm 10$  %;

$\delta_{\text{а}}$  — погрешность за счет неустойчивости амплитуды импульса, равная  $\pm 5$  %.

Из формулы (3)  $\delta_{\text{имп}} = \pm 15$  %.

1.5. Интервал погрешности измерения  $\delta_{\text{рас}}$  с установленной вероятностью 0,997 определяют по формуле

$$\delta_{\text{рас}} = \pm 2 \cdot \Gamma_{\text{дк}} \cdot \Gamma_{\text{тр}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где  $\Gamma_{\text{дк}}$  и  $\Gamma_{\text{тр}}$  — коэффициенты отражения детекторной камеры с измеряемым диодом и СВЧ тракта.

Коэффициент отражения определяют по значению коэффициента стоячей волны по напряжению  $K_{\text{стU}}$  по формуле

$$\Gamma = \frac{K_{\text{стU}} - 1}{K_{\text{стU}} + 1}. \quad (5)$$

Для значений  $K_{\text{стU}}$  равных: 1,3 — по ГОСТ 19656.0—74 и 1,6 — принятого как наихудший случай рассогласования диодной камеры с трактом —  $\Gamma_{\text{тр}} = 0,13$  и  $\Gamma_{\text{дк}} = 0,23$ .

Из формулы (4)  $\delta_{\text{рас}} = \pm 6$  %.

1.6. Погрешность  $\delta_{\text{уст}}$  для случая совмещения ярких границ шумов должна быть в пределах  $\pm 0,5$  дБ или  $\pm 12$  %.

1.7. Подставляя значения  $\delta P_0$ ,  $\delta_{\text{АП}}$ ,  $\delta_{\text{имп}}$ ,  $\delta_{\text{рас}}$ ,  $\delta R_{\text{ш}}$ ,  $\delta_{\text{п}}$  и  $\delta_{\text{уст}}$

в формулу (1), получаем  $\delta P_{\text{тг}} = \pm 1,2$  дБ или  $\pm 30$  %.

## 2. Косвенный метод

2.1. Тангенциальную чувствительность  $P_{\text{тг}}$  в относительных единицах рассчитывают по формуле

$$P_{\text{тг}} = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{k \cdot T_0 \cdot \Delta f_{\text{п}} \cdot \left( N_{\text{ш}_1} + \frac{R_{\text{ш}}}{\Gamma_{\text{диф}}} \right)}}{\beta_{\text{I}} \cdot \sqrt{\Gamma_{\text{диф}}}}. \quad (6)$$

Логарифмируем формулу (6) и после почленного дифференцирования с зависимой дифференциалов приращениями получаем алгебраическую сумму частей, составляющих погрешности измерения

$$\delta P_{\text{тг}} = \pm \sqrt{\delta \beta_{\text{I}}^2 + \left[ \frac{1}{2} \delta N_{\text{ш}_1} \cdot \frac{N_{\text{ш}_1}}{N_{\text{ш}_1} + \frac{R_{\text{ш}}}{\Gamma_{\text{диф}}}} \right]^2 + \left[ \frac{1}{2} \delta \Gamma_{\text{диф}} \left( 1 + \frac{R_{\text{ш}}}{\Gamma_{\text{диф}} \cdot N_{\text{ш}_1} + R_{\text{ш}}} \right) \right]^2}, \quad (7)$$

- где  $\delta\beta_1$  — погрешность измерения чувствительности по току, которая должна быть в пределах  $\pm 16\%$  (ГОСТ 19656.7—74);
- $\delta N_{ш_1}$  — погрешность измерения шумового отношения, которая должна быть в пределах  $\pm 20\%$  (ГОСТ 19656.5—74);
- $\delta r_{диф}$  — погрешность измерения дифференциального сопротивления, которая должна быть в пределах  $\pm 7\%$  (ГОСТ 18986.14—85).

Коэффициент  $\frac{N_{ш_1}}{N_{ш_1} + \frac{R_{ш}}{r_{диф}}}$  может иметь максимальное значение, не превышающее 1.

(Продолжение см. с. 316)

Коэффициент  $1 + \frac{R_{ш}}{r_{\text{диф}} \cdot N_{ш_1} + R_{ш}}$  может иметь максимальное значение, не превышающее 2.

При максимальных значениях коэффициентов выражение для  $\delta P_{\text{tg}}$  примет вид:

$$\delta P_{\text{tg}} = \pm \sqrt{\delta \beta_1^2 + 0,25 \delta N_{ш_1}^2 + \delta r_{\text{диф}}^2}.$$

2.2. Подставляя значения  $\delta \beta_1$ ,  $\delta N_{ш_1}$  и  $\delta r_{\text{диф}}$  в формулу (8), получаем:  $\delta P_{\text{tg}} = \pm 0,8$  дБ или  $\pm 20$  %».

(ИУС № 1 1987 г.)