



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. Егеева*

Сдано в набор 28.05.76 Подп. в печ. 09.07.76 0,5 л. Тир. 8000 Цена 3 коп.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопроспектский пер., 3  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 1801

8  
X **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 *без ограничения*

*числ 12-91* 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 тан-  
генциальной чувствительности —  $P_{tg}$ , дБмВт (число децибел от-  
носительно милливатта).

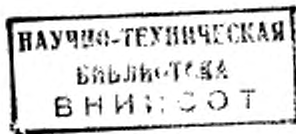
### 1. АППАРАТУРА

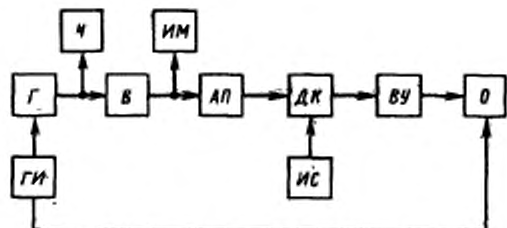
1.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ  
19656.0—74.

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 прило-  
жению.

1.3. Структурная электрическая схема установки для изме-  
рения тангенциальной чувствительности должна соответствовать ука-  
занной на черт. 1.





Г—генератор СВЧ; В—ферритный вентиль; АП—переменный прецизионный аттенуатор; 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 аттенуатор АП должен удовлетворять следующим требованиям:

максимальное ослабление должно быть не менее 50 дБ;

погрешность установления значения ослабления по шкале аттенуатора должна быть в пределах  $\pm (0,01 + 0,005 A)$ , 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 полосы 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 ИЗМЕРЕНИЯ

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 видеоусилителе *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  $\alpha$  (дБ), соответствующее полученному на экране осциллографа изображению.



Схематическое изображение полоски шумов на экране осциллографа при измерении тангенциальной чувствительности: а — шум в отсутствие сигнала, б — шум 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

$$P_{tg} = 10 + \epsilon + \epsilon_0,$$

где  $\epsilon$  — показание аттенюатора АП (п. 2.9);

$\epsilon_0$  — начальное ослабление аттенюатора АП.

РАСЧЕТ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА  
ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ1. 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  $M4-3$ ; $\delta_{тг}$  — погрешность аттестации термисторной головки по коэффициенту преобразования; $\delta_{расс}$  — погрешность за счет рассогласования термисторной головки с генератором  $\Gamma$  (выходом ферритового вентиля  $B$  в соответствии с черт. 1).2.1. Погрешность  $\delta_{ИМ}$  в процентах равна (см. техническую документацию на измеритель мощности  $M4-3$ ):

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

где  $A$  — верхнее значение шкалы прибора  $M4-3$ , $P_{отс}$  — отсчитываемое по шкале  $A$  значение мощности.Если  $A = 15$  мВт и  $P_{отс} = 10$  мВт, 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

$$\delta_{расс} = 2(\Gamma_{тг} + \Gamma_{в}). \quad (6)$$

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:

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

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

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

$$\delta_{расс} = \pm 5\%. \quad (7)$$

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

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

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

$\delta_a$  — 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  $\delta_a$  в дБ для ослабления до 50 дБ равна (в соответствии с технической документацией на аттенюаторы)

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

где  $A$  — устанавливаемое значение ослабления.

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

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

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

$$\delta P_{АП} = \pm \sqrt{25 + 49} \% = \pm 8,6 \%. \quad (13)$$

Примем  $\delta P_{АП} = \pm 9 \%$ .

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

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

где  $\delta_z$  — 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

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

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

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

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

$$\delta P_{ГН} = \pm \sqrt{100 + 100 + 25} \% = \pm \sqrt{225} \%; \quad (18)$$

$$\delta P_{ГН} = \pm 15 \%. \quad (19)$$

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

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

или  $\delta P_{иг} = \pm 1,2$  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 № 3854 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**

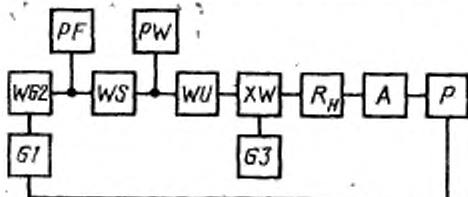
1.1.1. Тангенциальную чувствительность определяют по значению импульсной мощности СВЧ сигнала, при котором на экране осциллографа, включенного на выходе системы детекторное устройство — усилитель, наблюдают совпадение верхней границы полосы шумов при отсутствии СВЧ сигнала с нижней границей полосы шумов 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 шунт; WU—переменный прецизионный аттенюатор; XW—измерительная диодная камера;  $R_n$ —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 аттенюатор WU должен удовлетворять следующим требованиям:

- максимальное ослабление должно быть не менее 50 дБ;
- погрешность установления значения ослабления по шкале аттенюатора должна быть в пределах  $\pm (0,01 + 0,005 \cdot B)$ , где  $B$  — устанавливаемое значение ослабления, дБ;
- погрешность определения начального ослабления должна быть в пределах  $\pm 0,2 \text{ дБ}$ .

1.2.5. Сопротивление нагрузки диода  $R_n$  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  $\Delta f_n$  (на уровне 3 дБ) должна составлять  $1,5 \text{ МГц} \pm 10\%$ ;

нижняя граничная частота полосы пропускания  $\Delta f_n$  должна быть в пределах от 1 до 50 кГц;

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

эквивалентное шумовое сопротивление усилителя  $R_{ш}$  должно быть не более 1,5 кОм и установлено с погрешностью в пределах  $\pm 20\%$ ;

входное сопротивление усилителя  $R_{вх}$  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.

Примечание. При применении усилителя с полосой пропускания  $\Delta f_{y0}$ , не равной 1,5 МГц, в измеренное значение  $P_{1g}$  при обработке результатов вносят поправку  $\Delta P_{1g}$ .

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  $G1$  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  $P_0 = 10 \text{ мВт}$ .

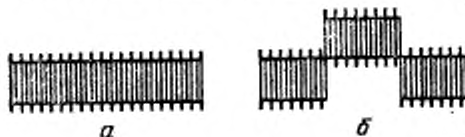
1.3.6. От источника смещения  $G3$  подают на проверяемый диод ток смещения заданного уровня.

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 отсутствии 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 — шумов в отсутствии сигнала; б — шумов 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  $\Delta f_n$ , к измеренному значению  $P_{tg}$  добавляют поправку  $\Delta P_{tg}$ , рассчитываемую по формуле

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

#### 1.5. Показатели точности измерений

1.5.1. Погрешность измерения тангенциальной чувствительности не должна выходить за пределы  $\pm 1,3 \text{ дБ}$  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

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

где  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К;

$T_0 = 293$  К;

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

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

$r_{диф}$  — дифференциальное сопротивление диода, определенное в рабочей точке по ГОСТ 18936.14—85.

Раздел 3 исключить.

Приложение изложить в новой редакции:

**«ПРИЛОЖЕНИЕ**

*Справочное*

### РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТАНГЕНЦИАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

При расчете погрешности измерения тангенциальной чувствительности принять 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

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

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;

$\delta_{R_n}$  — погрешность определения значения сопротивления нагрузки диода на видео частоте, которая должна быть в пределах  $\pm 10\%$ ;

$\delta_n$  — 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  $10^{-6}$  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)

8. — погрешность отсчета ослабления по шкале аттенуатора  $WU$ , равная  $\pm 0,26$  дБ (максимальное значение погрешности при ослаблении 50 дБ) или  $\pm 6\%$ .

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

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

$$\delta_{имп} = \pm \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{повт}^2 + \delta_a^2}, \quad (3)$$

где  $\delta_c$  — погрешность установления длительности импульса, равная  $\pm 10\%$ ;

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

$\delta_a$  — погрешность за счет нестабильности амплитуды импульса, равная  $\pm 5\%$ .

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

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

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

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

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

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

Для значений  $K_{стU}$  равных: 1,3 — по ГОСТ 19656.0—74 и 1,6 — принятого как наилучший случай рассогласования диодной камеры с трактом —  $\Gamma_{тр} = 0,18$  и  $\Gamma_{дк} = 0,23$ .

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

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

1.7. Подставляя значения  $\delta P_{01}$ ,  $\delta_{АП}$ ,  $\delta_{имп}$ ,  $\delta_{рас}$ ,  $\delta R_{ш}$ ,  $\delta_{ш}$  и  $\delta_{уст}$

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

## 2. Косвенный метод

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

$$P_{тг} = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{k \cdot T_0 \cdot \Delta f_n \cdot (N_{ш1} + \frac{R_{ш}}{r_{диф}})}}{\beta_1 \cdot \sqrt{r_{диф}}} \quad (6)$$

Логарифмируем формулу (6) и после почленного дифференцирования с зависимых дифференциалов приращениями получаем алгебраическую сумму частных составляющих погрешности измерения

$$\delta P_{тг} = \pm \sqrt{\delta \beta_1^2 + \left[ \frac{1}{2} \delta N_{ш1} \cdot \frac{N_{ш1}}{N_{ш1} + \frac{R_{ш}}{r_{диф}}} \right]^2 + \left[ \frac{1}{2} \delta r_{диф} \left( 1 + \frac{R_{ш}}{r_{диф} \cdot N_{ш1} + R_{ш}} \right) \right]^2}, \quad (7)$$

(Продолжение см. с. 315)

- 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  $1 + \frac{R_{ш}}{r_{диф} \cdot N_{ш1} + R_{ш}}$  может иметь максимальное значение, не превышающее 2.

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

$$\delta P_{tg} = \pm \sqrt{\delta \beta_1^2 + 0,25 \delta N_{ш1}^2 + \delta r_{диф}^2}.$$

2.2. Подставляя значения  $\delta \beta_1$ ,  $\delta N_{ш1}$  и  $\delta r_{диф}$  в формулу (8), получаем  $\delta P_{tg} = \pm 0,8$  дБ или  $\pm 20$  %.

(ИУС № 1 1987 г.)