

**ДИОДЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СВЧ  
СМЕСИТЕЛЬНЫЕ****Методы измерения выходного сопротивления  
на промежуточной частоте****ГОСТ  
19656.3—74\***Semiconductor UHF mixer diodes. Measurement  
methods of output impedance at an  
intermediate frequency**(СТ СЭВ 3408—81)****Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров  
СССР от 29 марта 1974 г. № 753 срок введения установлен****с 01.07.75****Проверен в 1982 г. Постановлением Госстандарта от 25.01.83 № 387  
срок действия продлен****до 01.07.87****Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт распространяется на полупроводниковые диоды СВЧ смесительные и устанавливает в диапазоне частот от 0,3 до 300 ГГц следующие методы измерения выходного сопротивления на промежуточной частоте  $R_{\text{вых}}$ :

метод сравнения;

метод импедансного моста.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3408—81 (см. справочное приложение 1) и Публикации МЭК 147—2К в части принципа измерения.

Общие условия при измерении должны соответствовать требованиям ГОСТ 19656.0—74 и настоящего стандарта.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

**1. МЕТОД СРАВНЕНИЯ**

Измерение выходного сопротивления диодов  $r_{\text{вых}}$  данным методом производят как на звуковых частотах, так и непосредственно на промежуточной частоте.

1.1. Условия и режим измерения

1.1.1. Условия и режим измерения — по ГОСТ 19656.0—74.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

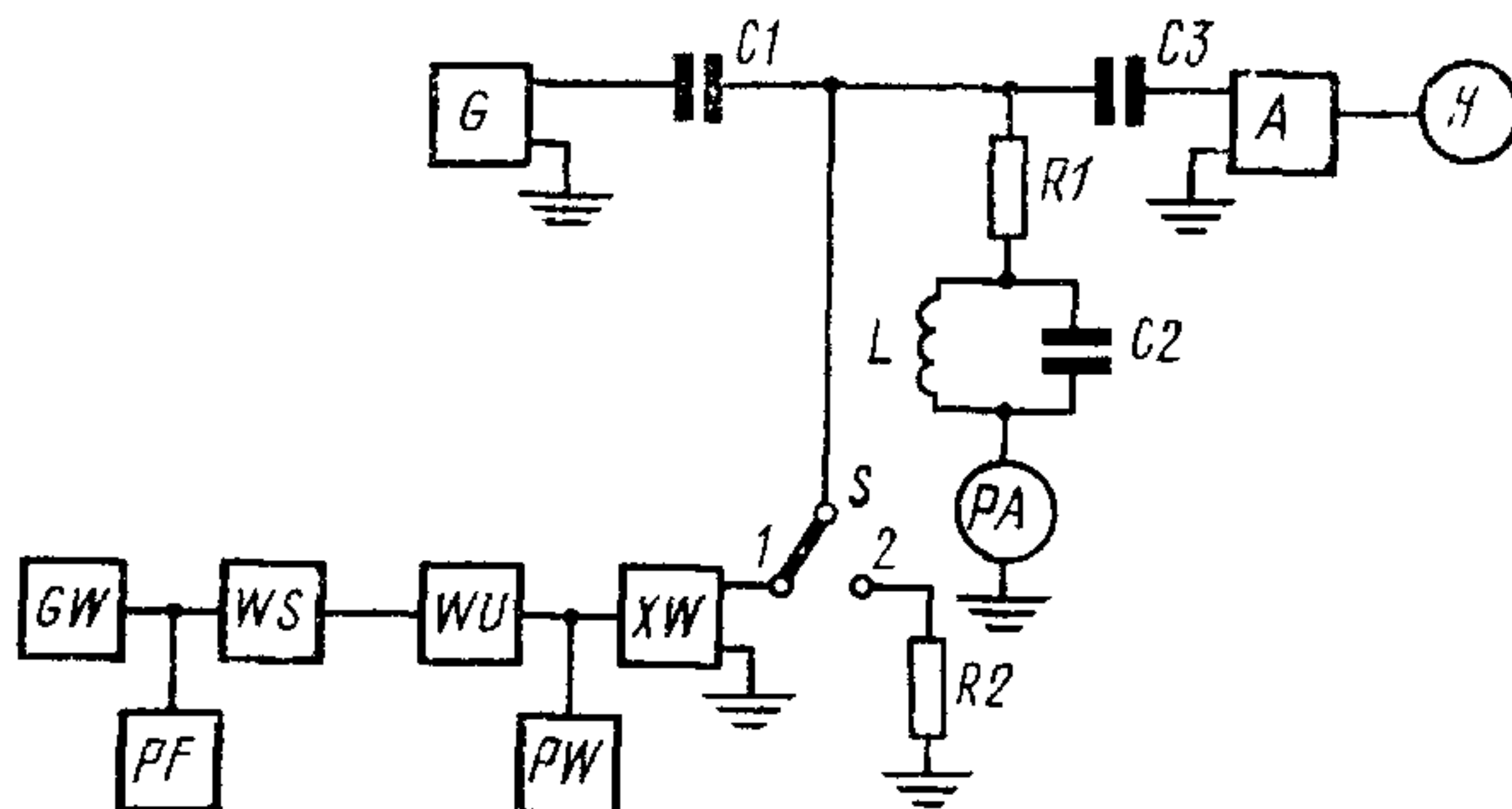
1.1.2. (Исключен, Изм. № 2).

**Издание официальное****Перепечатка воспрещена**

\* Переиздание (октябрь 1984 г.) с Изменениями № 1, № 2, утвержденными в июле 1976 г., январе 1983 г.; Пост. № 387 от 25.01.83 (ИУС № 7—1976 г., ИУС № 5—1983 г.).

## 1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерение выходного сопротивления проводят на установке, структурная схема которой приведена на черт. 1.



*GW*—генератор СВЧ мощности; *PF*—частотомер; *WS*—ферритовый вентиль; *G*—генератор переменного тока; *WU*—переменный аттенюатор; *PW*—измеритель мощности; *XW*—измерительная диодная камера; *R2*—калибровочный резистор; *C1*, *C3*—разделительные конденсаторы; *R1*—добавочный резистор; *L*, *C2*—резонансный контур; *A*—усилитель переменного тока; *H*—измерительный прибор; *PA*—миллиамперметр; *S*—переключатель.

Черт. 1

1.2.2. Основные элементы, входящие в структурную схему, должны соответствовать следующим требованиям.

1.2—1.2.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).

1.2.2.1. Генератор переменного тока *G* должен иметь: выходное сопротивление, удовлетворяющее неравенству

$$R_G \geq 50r_{\text{вых, max}},$$

где  $r_{\text{вых, max}}$  — наибольшее возможное значение выходного сопротивления измеряемых диодов;

относительная нестабильность тока за 15 мин в пределах  $\pm 1\%$ .

1.2.2.2. *C1*, *C3* — отдельные конденсаторы. Емкость конденсаторов должна удовлетворять одному из неравенств:

$$\frac{1}{2\pi f C_1} \leq \frac{r_{\text{вых min}}}{50}$$

или

$$\frac{1}{2\pi f C_3} \leq \frac{r_{\text{вых min}}}{50},$$

где  $f$  — частота генератора тока;

$r_{\text{вых, min}}$  — наименьшее возможное значение выходного сопротивления измеряемых диодов.

1.2.2.3.  $L$  и  $C2$  — индуктивность и емкость резонансного контура, резонансное сопротивление которого  $R_{рез, кн}$  на частоте генератора тока  $G$  должно удовлетворять неравенству

$$R_{рез, кн} \geq 20r_{вых \max}.$$

1.2.2.4. Усилитель  $A$  должен быть настроен на частоту генератора тока. Его входное сопротивление  $R_{вх}$  должно удовлетворять неравенству

$$R_{вх} \geq 60r_{вых \max}.$$

Амплитудная характеристика — линейная (относительное отклонение от линейности не должно выходить за пределы  $\pm 2\%$ ).

1.2.2.5. Сумма сопротивлений ( $R1 + R_L + R_{вн}$ ) должна быть равна  $R_{гос}$ ,

где  $R_L$  — активное сопротивление катушки индуктивности;

$R_{вн}$  — внутреннее сопротивление миллиамперметра  $РА$ ;

$R$  — сопротивление нагрузки диода по постоянному току.

Значение суммы сопротивлений должно быть установлено с относительной погрешностью  $\pm 1\%$ .

1.2.2.6. Измерительные приборы  $H$  и  $РА$  должны иметь класс точности не хуже 1.

1.2.2.7.  $R2$  — калибровочный резистор, значение его сопротивления должно находиться в пределах выходных сопротивлений измеряемых диодов.

Относительная погрешность определения  $R2$  не должна выходить за пределы  $\pm 0,5\%$ .

1.2—1.2.2.7. (Измененная редакция, Изм. № 2).

1.2.2.8. (Исключен, Изм. № 2).

1.2.2.9. При измерениях на промежуточных частотах допускается отклонение от требований пп. 1.2.2.4, 1.2.2.5, при этом основная погрешность измерения  $r_{вых}$  должна находиться в указанных пределах.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

1.3. Проведение измерения

1.3.1. В положении 1 переключателя  $S$  устанавливают заданный по СВЧ мощности и частоте режим измерения.

1.3.2. Вставляют диод в измерительную диодную камеру и по миллиамперметру  $РА$  отмечают значение выпрямленного тока  $I_{вп}$ .

1.3.3. Включают генератор переменного тока  $G$ , при этом относительное увеличение выпрямленного тока  $I_{вп}$ , вызываемое сигналом, подаваемым на испытываемый диод, должно быть не более  $2\%$ .

1.3.4. Переводят переключатель  $S$  в положение 2 и, изменяя усиление усилителя, добиваются показания прибора  $H$ , условно соответствующего значения сопротивления  $R2$ .

1.3.5. Переводят переключатель  $S$  в положение  $1$  и по шкале прибора  $H$  отсчитывают значение  $r_{\text{вых}}$ .

1.3.6. При использовании генератора переменного тока с частотой, близкой или равной промежуточной, калибровочный резистор  $R2$  должен монтироваться в корпус диода и при калибровке устанавливаться в измерительную диодную камеру.

1.3.1.—1.3.6. (Измененная редакция, Изм. № 2).

1.4. Показатели точности измерений

1.4.1. Погрешность измерения выходного сопротивления при промежуточной частоте не более 0,12 ГГц в диапазоне частот от 0,3 до 37,5 ГГц должна быть в пределах  $\pm 8\%$  с доверительной вероятностью 0,997. В диапазоне частот от 37,5 до 300 ГГц погрешность измерения должна соответствовать установленной в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов.

1.4.2. Расчет погрешности измерения выходного сопротивления на промежуточной частоте приведен в справочном приложении 2.

1.4.—1.4.2. (Введены дополнительно, Изм. № 2).

## 2. МЕТОД ИМПЕДАНСНОГО МОСТА

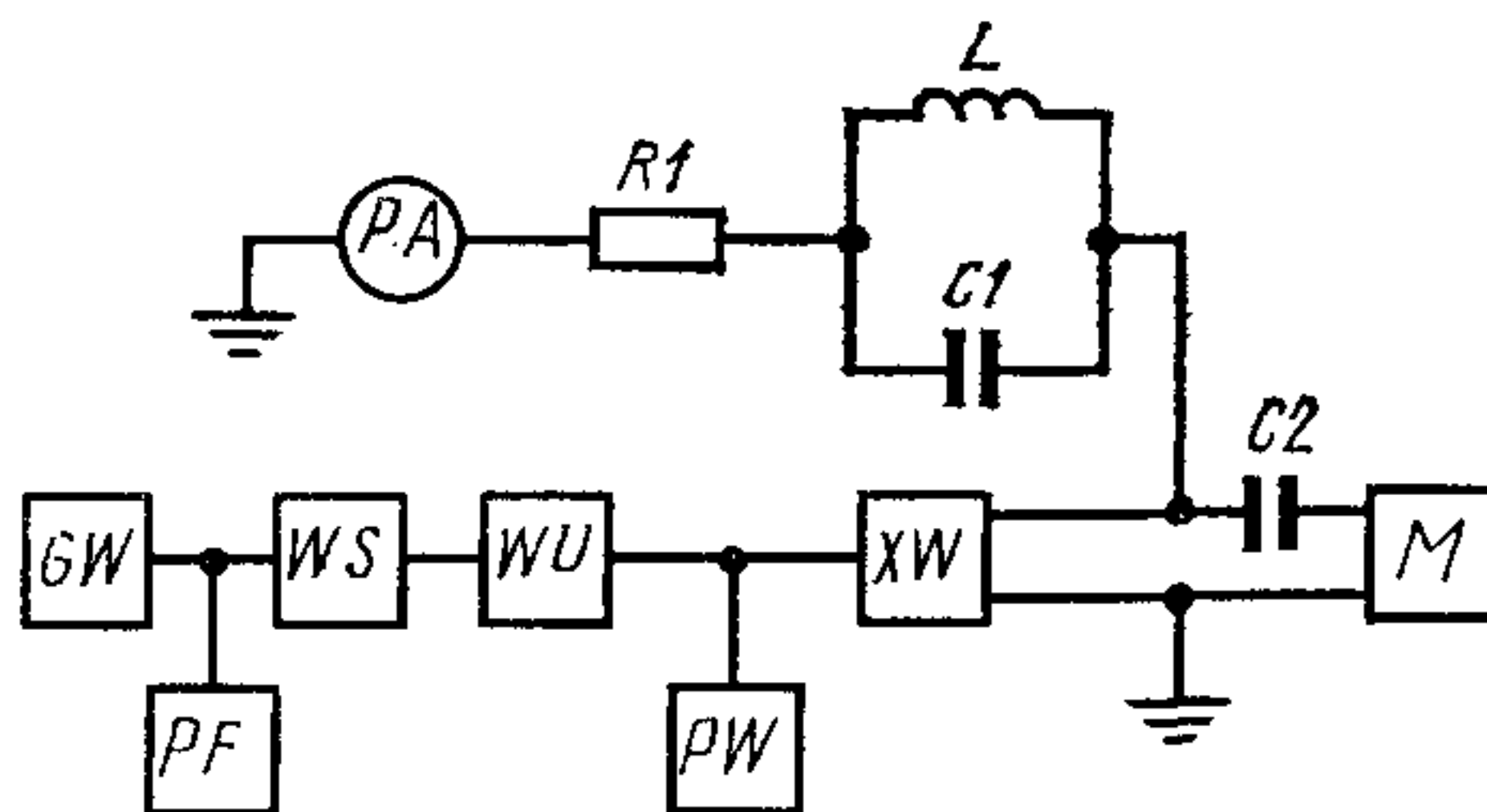
2.1. Аппаратура

2.1.1. Аппаратура должна соответствовать требованиям ГОСТ 19656.0—74.

2.1.2. Основная относительная погрешность измерения выходного сопротивления методом импедансного моста не должна выходить за пределы  $\pm 10\%$ .

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение выходного сопротивления проводят на установке, структурная схема которой приведена на черт. 2.



$GW$ —генератор СВЧ мощности;  $PF$ —частотомер;  $WS$ —ферритовый вентиль;  $WU$ —переменный attenuator;  $R1$ —добавочный резистор;  $PW$ —измеритель мощности;  $XW$ —измерительная диодная камера;  $L$ ,  $C1$ —резонансный контур;  $C2$ —разделительный конденсатор;  $M$ —мост переменного тока;  $PA$ —миллиамперметр.

Черт. 2

2.2.2. Основные элементы, входящие в структурную схему, должны соответствовать следующим требованиям.

2.2—2.2.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).

2.2.2.1. Требования к резонансному контуру  $L$ ,  $C1$  и к разделительному конденсатору  $C2$  — по пп. 1.2.2.2 и 1.2.2.3.

2.2.2.2. Мост переменного тока должен обеспечивать измерение активной составляющей выходного сопротивления измеряемого диода в пределах ожидаемых значений  $r_{\text{вых}}$ . При этом измерения можно осуществлять как в диапазоне звуковых частот, так и непосредственно на промежуточной частоте. Относительная погрешность измерения моста не должна выходить за пределы  $\pm 5\%$ .

2.2.2.3. Измерительный прибор  $PA$  должен иметь класс точности не хуже 1.

2.2.2.2, 2.2.2.3. (Измененная редакция, Изм. № 2).

2.2.2.4. (Исключен, Изм. № 2).

2.3. Проведение измерения

2.3.1. Устанавливают заданный по СВЧ мощности и частоте режим измерения.

2.3.2. Вставляют диод в измерительную диодную камеру и по миллиамперметру отмечают значение выпрямленного тока  $I_{\text{вп}}$ .

2.3.3. Включают мост переменного тока и устанавливают частоту измерения, при этом сигнал, подаваемый от моста на измеряемый диод, должен вызывать относительное увеличение выпрямленного тока  $I_{\text{вп}}$  не более чем на  $2\%$ .

2.3.4. С помощью моста определяют значение активной составляющей выходного сопротивления диода  $r_{\text{вых}}$ .

2.3.2—2.3.4. (Измененная редакция, Изм. № 2).

2.4. Показатели точности измерений

2.4.1. Погрешность измерения выходного сопротивления в диапазоне частот от 0,3 до 37,5 ГГц должна быть в пределах  $\pm 10\%$  с доверительной вероятностью 0,997. В диапазоне частот от 37,5 до 300 ГГц показатели точности измерения должны соответствовать установленным в стандартах или технических условиях на диоды конкретных типов.

2.4.2. Расчет погрешности измерения выходного сопротивления на промежуточной частоте приведен в справочном приложении 2.

2.4—2.4.2. (Введены дополнительно, Изм. № 2).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1  
Справочное

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ О СООТВЕТСТВИИ ГОСТ 19656.3—74  
СТ СЭВ 3408—81

ГОСТ 19656.3—74 соответствует разд. 3, 4 СТ СЭВ 3408—81.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Справочное

РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ  
НА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЕ

1. Метод сравнения

1.1. Погрешность измерения  $r_{\text{вых}}$  рассчитывают по формуле

$$\delta r_{\text{вых}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{кал}}^2 + \delta_{\text{отс}}^2}, \quad (1)$$

где  $\delta_{\text{кал}}$  — погрешность калибровки шкалы измерительного прибора  $H$ ;  
 $\delta_{\text{отс}}$  — погрешность отсчета значения  $r_{\text{вых}}$  по шкале измерительного прибора  $H$ .

1.2. Погрешность  $\delta_{\text{кал}}$  вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{кал}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{рез}}^2 + \delta_{\text{ус}}^2 + \delta_{\text{и.п}}^2}, \quad (2)$$

где  $\delta_{\text{рез}}$  — погрешность, с которой известно значение сопротивления калибровочного резистора  $R_2$ ;

$\delta_{\text{ус}}$  — погрешность, обусловленная отклонением от линейности амплитудной характеристики усилителя  $A$ ;

$\delta_{\text{и.п}}$  — погрешность показания измерительного прибора  $H$ .

1.3. Погрешность  $\delta_{\text{отс}}$  определяют по формуле

$$\delta_{\text{отс}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{ген}}^2 + \delta_{\text{Р}}^2 + \delta_{\text{ус}}^2 + \delta_{\text{и.п}}^2}, \quad (3)$$

где  $\delta_{\text{ген}}$  — погрешность за счет нестабильности тока генератора;

$\delta_{\text{Р}}$  — составляющая погрешности за счет неточности установления, поддержания и контроля уровня мощности с коэффициентом влияния 1.

1.4. Подставляя в формулу (1) значения формул (2), (3), получаем

$$\delta r_{\text{вых}} = \pm \sqrt{\delta_{\text{рез}}^2 + \delta_{\text{ген}}^2 + \delta_{\text{Р}}^2 + 2\delta_{\text{ус}}^2 + 2\delta_{\text{и.п}}^2}. \quad (4)$$

Погрешность  $\delta_{\text{рез}} = \pm 0,5\%$ .

Погрешность  $\delta_{\text{ген}} = \pm 1\%$ .

Погрешность  $\delta_{\text{Р}}$  (см. ГОСТ 19656.0—74) для уровней мощности  $10^{-3}$ — $5 \cdot 10^{-3}$  Вт (что соответствует режимам измерений смесительных диодов) равна  $\pm 7\%$ .

Погрешность  $\delta_{ус} = \pm 2\%$ .

Погрешность  $\delta_{и п}$  при измерении на середине шкалы прибора класса 1,0 равна  $\pm 2\%$ .

1.5. Подставляя в формулу (4) значения  $\delta_{рез}$ ,  $\delta_{ген}$ ,  $\delta P$ ,  $\delta_{ус}$ ,  $\delta_{и п}$ , получаем  $\delta r_{вых} = \pm 8\%$ .

2. Метод измерительного моста переменного тока

2.1. Погрешность измерения  $r_{вых}$  рассчитывают по формуле

$$\delta r_{вых} = \pm \sqrt{\delta_M^2 + \delta_P^2 + \delta_c^2}, \quad (5)$$

где  $\delta_M$  — погрешность моста переменного тока;

$\delta_P$  — составляющая погрешности за счет неточности установления, поддержания и контроля уровня мощности с коэффициентом влияния 1;

$\delta_c$  — систематическая погрешность, вызванная шунтирующим действием цепочки  $R_{шунт} = R_{рез.кн.}$  и действием разделительной емкости  $C2$  (см. черт. 2 настоящего стандарта) на частоте измерения  $f_{изм.}$ .

2.2. Погрешность  $\delta_M$  в соответствии с настоящим стандартом равна  $\pm 5\%$ .

2.3. Погрешность  $\delta P$  (см. ГОСТ 19656.0—74) равна  $\pm 7\%$ .

2.4. Погрешность  $\delta_c$  вычисляют по формуле

$$\delta_c = \frac{r_{вых} - R_{изм}}{r_{вых}}, \quad (6)$$

где  $R_{изм}$  — сопротивление, измеренное мостом, определяют по формуле

$$R_{изм} = \frac{R_{шунт} r_{вых}}{r_{вых} + R_{шунт}} + \frac{1}{2\pi f_{изм} C2}. \quad (7)$$

Подставляя в формулу (6) значение формулы (7) получаем

$$\delta_c = 1 - \frac{R_{шунт.}}{r_{вых} + R_{шунт}} - \frac{1}{r_{вых} \cdot 2\pi f_{изм} C2}, \quad (8)$$

Так как  $R_{рез.кн.} \geq 20r_{вых}$  и  $\frac{1}{2\pi f_{изм} C2} \leq \frac{r_{вых}}{50}$ , то  $\delta_c = 1 - \frac{20}{1+20} - \frac{1}{50} = 0,03$ .

Следовательно,  $\delta_c = 3\%$ .

2.5. Подставляя в формулу (5) значения  $\delta_M$ ,  $\delta_P$  и  $\delta_c$ , находим погрешность

$$\delta r_{вых} = (3 \pm 8)\%.$$

2.6. При расчете погрешности принят нормальный закон распределения составляющих погрешности и суммарной погрешности.

Приложения 1, 2. (Введены дополнительно, Изм. № 2).