

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

# ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ СВЧ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДУЛИРУЮЩЕГО ИМПУЛЬСА

## ГОСТ 20271.3—91

**Издание официальное**

30 р. 25 к. БЗ 7—91/858

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.385.6.001.4:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

# ИЗДЕЛИЯ ЭЛЕКТРОННЫЕ СВЧ

## Методы измерения параметров модулирующего импульса

Microwave electronic devices.
Methods of measuring of modulating impulse parameters

**ГОСТ 20271.3—91**

ОКП 63 4400; 63 4500; 63 4901

Дата введения 01.07.92

Настоящий стандарт распространяется на электровакуумные приборы СВЧ, модули и блоки СВЧ, защитные устройства СВЧ (далее — изделия СВЧ) и устанавливает следующие методы измерения параметров модулирующего импульса прямоугольной формы (амплитуды импульса, амплитуды апроксимированного импульса, длительности импульса, длительности фронта импульса, длительности спада импульса, скоса импульса, выброса на вершине импульса, пульсации импульса, выброса обратной полярности в паузе, выброса прямой полярности в паузе):

метод I — осциллографический метод;

метод II — компенсационный метод для измерения амплитуды модулирующего импульса;

метод III — метод пикового вольтметра для измерения амплитуды модулирующего импульса;

метод IV — метод мгновенных амплитуд напряжения на стробируемых интервалах длительности импульса.

Общие требования при измерении и требования безопасности — по ГОСТ 20271.1.

Термины, применяемые в настоящем стандарте, — по ГОСТ 16263, ГОСТ 23221, ГОСТ 23769.

Издание официальное

★

© Издательство стандартов, 1992

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

## 1. Метод 1

1.1. Принцип, условия и режимы измерений

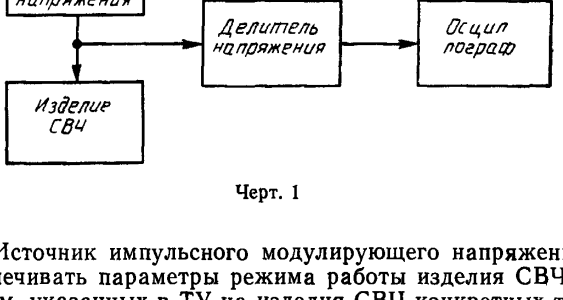
1.1.1. Измерение параметров модулирующего импульса проводят непосредственно по его изображению на экране осциллографа, сфотографированному или перенесенному на кальку, с использованием калиброванных коэффициентов вертикального отклонения и развертки.

1.1.2. Измерения следует проводить в нормальных климатических условиях по ГОСТ 20.57.406.

1.1.3. Режимы проведения измерений должны соответствовать установленным в технических условиях на изделия СВЧ конкретных типов (далее — ТУ).

1.2. Аппаратура

1.2.1. Измерение параметров модулирующего импульса следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на черт. 1.




Черт. 1

1.2.2. Источник импульсного модулирующего напряжения должен обеспечивать параметры режима работы изделия СВЧ в пределах норм, указанных в ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

1.2.3. Время нарастания переходной характеристики осциллографа не должно превышать $^1/_5$ длительности фронта модулирующего импульса при величине выброса на переходной характеристике, не превышающей $^1/_4$ величины выброса на вершине модулирующего импульса.

Неравномерность вершины переходной характеристики осциллографа не должна превышать $^1/_2$ максимальной величины пульсации модулирующего импульса.

Диапазоны устанавливаемых калиброванных коэффициентов вертикального отклонения и развертки осциллографа должны обеспечивать возможность получения изображения всего импульса или его измеряемой части, занимающего не менее $^2/_3$ рабочей час-

ти экрана осциллографа по оси вертикального отклонения и оси развертки соответственно.

Ширина линии луча должна быть не более 0,1 дел.

Допускаемая основная погрешность калиброванных коэффициентов вертикального отклонения и развертки осциллографа не должна выходить за пределы ±4 %.

Входное активное сопротивление осциллографа должно быть не менее 1 Мом.

Входная емкость осциллографа должна быть не более 50 пФ.

1.2.4. В качестве делителя напряжения следует применять:

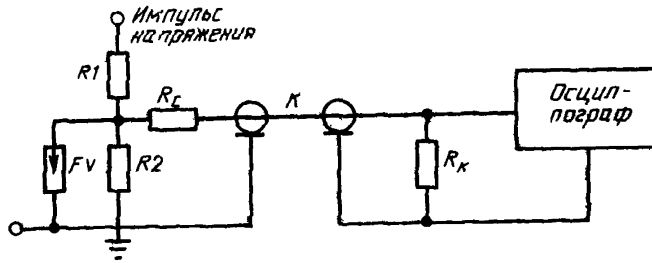
омический делитель (при длительности импульса 1 мкс и более);

емкостной делитель (при длительности импульса от 0,01 до 10 мкс);

смешанный делитель с последовательным и параллельным соединением резисторов или конденсаторов (при длительности импульса 0,05 мкс и более).

Допускаемая основная погрешность делителя не должна выходить за пределы ±1 %.

1.2.4.1. Омический делитель (черт. 2) должен соответствовать требованиям, приведенным ниже.




FV — разрядник; К — коаксиальный кабель; R1, R2 — сопротивления высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно, $R_c$ — согласующее сопротивление; $R_к$ — волновое сопротивление кабеля

Черт. 2

Общее активное сопротивление должно быть достаточно низким для исключения погрешности из-за влияния входной емкости осциллографа и уменьшения времени реакции делителя на прямоугольный импульс; рекомендуется выбирать это сопротивление в пределах от 0,5 до 50 кОм.

Сопротивление низковольтной части делителя $R_2$ должно быть равно или меньше волнового сопротивления кабеля $R_к$; если $R_2 = R_к$, то $R_c = 0$; если $R_2 < R_к$, то согласующее сопротивление ($R_c$) в омах рассчитывают по формуле

$$R_c = R_к - \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad . \qquad (1)$$

Коэффициент деления делителя $K_д$ и сопротивление высоковольтной части делителя $R_1$ выбирают исходя из чувствительности осциллографа, чтобы изображение импульса или его измеряемой части занимало не менее $^2/_3$ рабочей части экрана осциллографа по оси вертикального отклонения; при этом $K_д$ и $R_1$ должны быть связаны соотношениями

$$K_д = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_к}, \text{ если } R_2 = R_к; \qquad (2)$$

$$K_д = 2\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right), \text{ если } R_2 < R_к. \qquad (3)$$

Резисторы высоковольтной и низковольтной частей делителя должны иметь двух- трехкратный запас по мощности рассеяния и по рабочему импульсному напряжению.

Для уменьшения влияния паразитной индуктивности делителя и соединительных проводов рекомендуется использовать резисторы, обладающие малой индуктивностью (пленочные, объемные углеродистые и пр.).

Для уменьшения влияния паразитной емкости делителя относительно земли следует рационально выбирать отношение высоты делителя к его диаметру при максимально возможном уменьшении его высоты.

Для уменьшения влияния коронных разрядов и электромагнитных помех необходимо применять рациональный монтаж, защитное экранирование, экраны для выравнивания распределения потенциала вдоль сопротивления высоковольтной части делителя, а при необходимости помещать резисторы в масляную ванну.

Разрядник должен обеспечивать защиту оператора и осциллографа от высокого напряжения в случае обрыва в цепи делителя.

Коаксиальный кабель должен иметь волновое сопротивление в пределах от 50 до 150 Ом при минимально возможной длине.

1.2.4.2. Емкостной делитель (черт. 3) должен соответствовать требованиям, приведенным ниже.

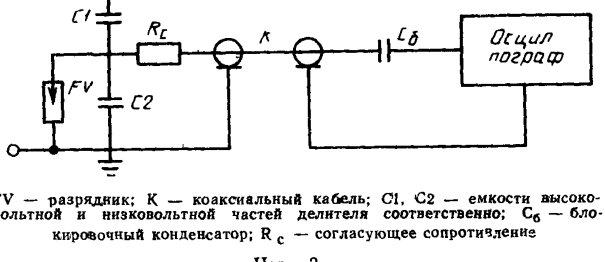
Результирующая емкость делителя должна быть много больше паразитной емкости делителя $C_3$ относительно земли и находиться в пределах от 2 до 100 пф.

Емкости $C_2$ и суммарную емкость кабеля, осциллографа и монтажа $C_0$ следует выбирать так, чтобы постоянная времени $\tau_c = R_{вх}(C_2 + C_0)$, где $R_{вх}$ — входное сопротивление осциллографа, была много больше длительности измеряемого импульса.

Коэффициент деления делителя $K_д$ и емкость $C_1$ выбирают исходя из чувствительности осциллографа; при этом $K_д$ и $C_1$ должны быть связаны соотношением

$$K_д = 1 + \frac{C_2 + C_0}{C_1} + \frac{C_3}{3C_1}\left(1 + \frac{C_2 + C_0}{2C_1}\right). \quad (4)$$

Емкость $C_1$ может состоять из одного или более импульсных конденсаторов с малой индуктивностью. Допускается использование образцовых вакуумных, масляных, воздушных и керамических конденсаторов.




FV — разрядник; К — коаксиальный кабель; С1, С2 — емкости высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно; $C_б$ — блокировочный конденсатор; $R_c$ — согласующее сопротивление

Черт. 3

Конденсатор $C_1$ должен быть рассчитан на рабочее напряжение не менее верхнего предельного значения амплитуды измеряемого напряжения с учетом выброса на вершине импульса и выброса обратной полярности в паузе, а конденсатор $C_2$ — на рабочее напряжение не менее чем в 1,3 раза превышающее напряжение, снимаемое с делителя.

Конденсатор $C_1$ должен быть защищен от электромагнитных помех специальным экраном.

Согласующее напряжение $R_c$ должно быть равно волновому сопротивлению кабеля $R_к$ .

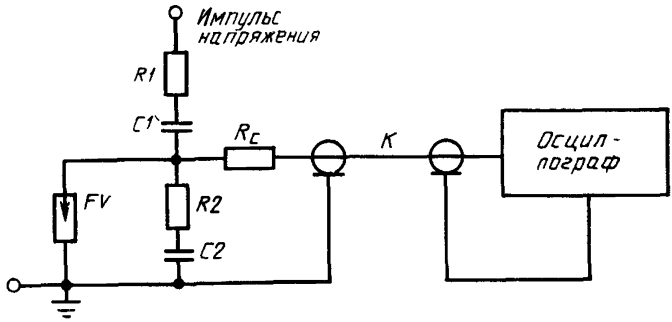
Коаксиальный кабель должен иметь волновое сопротивление в пределах от 50 до 150 Ом. Для импульсов длительностью более 0,05 мкс кабель должен иметь длину, при которой удвоенное время прохождения сигнала по кабелю не превышает 0,1 длительности измеряемого импульса. При длительности измеряемых импульсов менее 0,05 мкс вход осциллографа следует подключать к выходу делителя непосредственно.

Разрядник должен соответствовать требованиям п. 1.2.4.1.

Блокировочный конденсатор $C_б$ должен включаться при необходимости и удовлетворять условию $C_б \cdot R_{осц} \gg \tau_и$, где $\tau_и$ — длительность импульса.

1.2.4.3. Смешанный делитель с последовательным соединением резисторов и конденсаторов (черт. 4) должен соответствовать требованиям, приведенным ниже.

Результирующая емкость делителя, емкость $C_2$ и $C_0$, коэффициент деления $K_д$, емкость $C_1$ и коаксиальный кабель должны соответствовать требованиям п. 1.2.4.2.




FV — разрядник; К — коаксиальный кабель; R1, R2 — демпфирующие сопротивления высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно; С1, С2 — емкости высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно; $R_c$ — согласующее сопротивление

Черт. 4

Согласующее сопротивление ($R_c$) в омах следует рассчитывать по формуле

$$R_c = R_к - \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad . \qquad (5)$$

Демпфирующие сопротивления $R_1$ и $R_2$ должны иметь малую собственную индуктивность; суммарное демпфирующее сопротивление не должно превышать нескольких сотен ом.

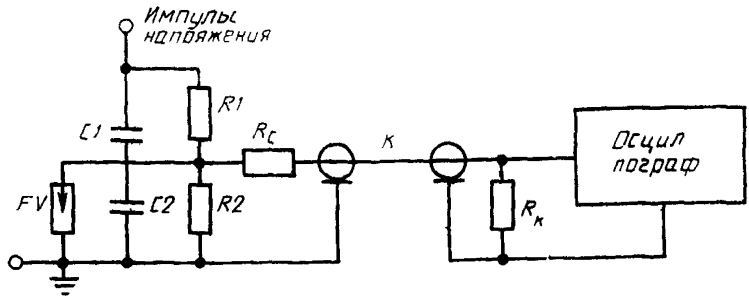
Постоянные времени высоковольтной и низковольтной частей делителя должны быть равны друг другу, то есть $R_1 \cdot C_1 = R_2 (C_2 + C_0)$.

Если конденсатор С1 собран из нескольких последовательно соединенных конденсаторов, то демпфирующее сопротивление $R_1$ конструктивно распределяется между отдельными конденсаторами, образующими емкость С1.

1.2.4.4. Смешанный делитель с параллельным соединением резисторов и конденсаторов (черт. 5) должен соответствовать требованиям, приведенным ниже.

Сопротивление низковольтной части делителя $R_2$ должно быть равно или меньше волнового сопротивления кабеля $R_к$; если $R_2 = R_к$, то $R_c = 0$; если $R_2 < R_к$, то сопротивление ($R_c$) в омах следует рассчитывать по формуле

$$R_c = R_к - \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad . \qquad (6)$$




FV — разрядник; К — коаксиальный кабель; R1, R2 — сопротивления высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно; С1, С2 — емкости высоковольтной и низковольтной частей делителя соответственно; $R_с$ — согласующее сопротивление; $R_к$ — волновое сопротивление кабеля

Черт. 5

Постоянные времени высоковольтной и низковольтной частей делителя с учетом паразитной емкости $C_o$ должны быть равны между собой.

Если $R_2=R_к$, то $R_1 \cdot C_1=1/2\ R_2\ (C_2+C_o)$ и коэффициент деления делителя ($K_д$) в относительных единицах следует рассчитывать по формуле

$$K_д=2 \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{C_2+C_o}{C_1} . \qquad (7)$$

Если $R_2<R_к$, то $R_1 \cdot C_1 = \frac{R_2(R_с+R_к)}{R_2+R_с+R_к} \cdot (C_2+C_o)$ (8)

и коэффициент деления ($K_д$) в относительных единицах следует рассчитывать по формуле

$$K_д = \frac{R_2 \cdot R_к}{R_1(R_2+R_с+R_к)+R_2(R_с+R_к)} . \qquad (9)$$

Емкость $C_1$ следует выбирать по формулам (7) и (8) и в соответствии с требованиями п. 1.2.4.2.

Сопротивление $R_1$ следует выбирать в соответствии с требованиями п. 1.2.4.1, допускается большее значение сопротивления $R_1$, так как влияние паразитной емкости делителя относительно земли незначительно.

Разрядник и коаксиальный кабель должны соответствовать требованиям п. 1.2.4.2.

1.2.4.5. В случае применения осциллографа, допускающего подачу модулирующего импульса непосредственно на его вход, делитель напряжения из схемы измерений исключают.

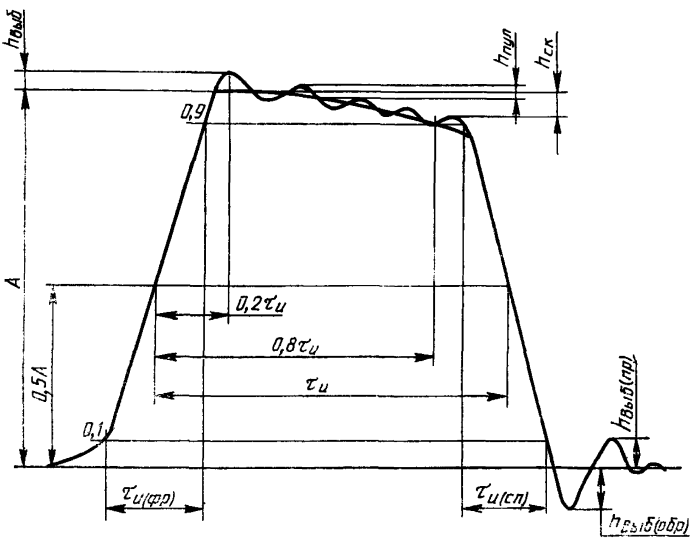
1.3. Подготовка и проведение измерений

1.3.1. Включают изделие СВЧ и устанавливают режим его работы в соответствии с ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

1.3.2. Устанавливают калиброванные коэффициенты вертикального отклонения и развертки осциллографа, при которых исследуемый импульс или измеряемая часть импульса занимает не менее $^2/_3$ рабочей части экрана.

1.3.3. Проводят измерение параметров модулирующего импульса по его изображению на экране осциллографа (черт. 6).

1.3.3.1. Амплитуду импульса $A$ определяют как максимальное значение плавной кривой, проведенной через середину изменений на вершине импульса.




Черт 6

1.3.3.2. Длительность импульса $\tau_и$ определяют на уровне 0,5 амплитуды импульса, если иной уровень не указан в ТУ на изделия СВЧ конкретных типов

1.3.3.3. Длительность фронта импульса $\tau_{и(фр)}$ определяют как интервал времени, в течение которого высота импульса нарастает от 0,1 до 0,9 его амплитуды, если иные уровни не указаны в ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

1.3.3.4. Длительность спада импульса $\tau_{и(сп)}$ определяют как интервал времени, в течение которого высота импульса спадает от уровня 0,9 до уровня 0,1 его амплитуды, если иные уровни не указаны в ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

1.3.3.5. Скос импульса $h_{ск}$ определяют как искажение, отличающее измеряемый импульс от импульса с идеально плоской вершиной, характеризуемое спадом плавной линии, проведенной через середину изменений на вершине импульса; скос измеряют между точками, соответствующими 0,2 и 0,8 длительности импульса.

1.3.3.6. Выброс на вершине импульса $h_{выб}$ определяют как максимальное отклонение прямой полярности высоты импульса от его амплитуды.

1.3.3.7. Пульсацию импульса $h_{пул}$ определяют как максимальное отклонение мгновенного значения от значений плавной кривой, проведенной через середину изменений на вершине импульса.

1.3.3.8. Выброс обратной полярности в паузе $h_{выб(обр)}$ определяют как максимальное отклонение обратной полярности мгновенного значения импульса от значений нулевой линии по окончании спада импульса.

1.3.3.9. Выброс прямой полярности в паузе $h_{выб(пр)}$ определяют как максимальное отклонение прямой полярности мгновенного значения импульса от значений нулевой линии по окончании спада импульса.

1.3.4. В случае, если модулирующий импульс имеет плавную вершину без явно выраженного скоса вместо скоса импульса определяют амплитуду аппроксимированного импульса в следующей последовательности:

перемещают изображение импульса таким образом, чтобы точка на фронте импульса, соответствующая уровню аппроксимации, равному 0,85 амплитуды импульса, если другой уровень не указан в ТУ на изделия конкретных типов, находилась в крайней левой точке оси горизонтального отклонения;

устанавливают калиброванный коэффициент развертки осциллографа таким образом, чтобы изображение импульса на уровне аппроксимации занимало по оси горизонтальной развертки не менее $^2/_3$ рабочей части экрана;

измеряют по осциллографу мгновенные значения высоты импульса ($A_i$) в интервале времени $\tau_{и.ап}$ (черт. 7); измерения проводят в $n$ (но не менее чем в 25—30) точках.

1.4. Обработка результатов измерений

1.4.1. Относительные значения параметров модулирующего импульса рассчитывают по формулам:

$$\delta_{ск} = \frac{h_{ск}}{A} \cdot 100; \qquad (10)$$

$$\delta_{выб} = \frac{h_{выб}}{A} \cdot 100; \qquad (11)$$

$$\delta_{пул} = \frac{h_{пул}}{A} \cdot 100; \qquad (12)$$

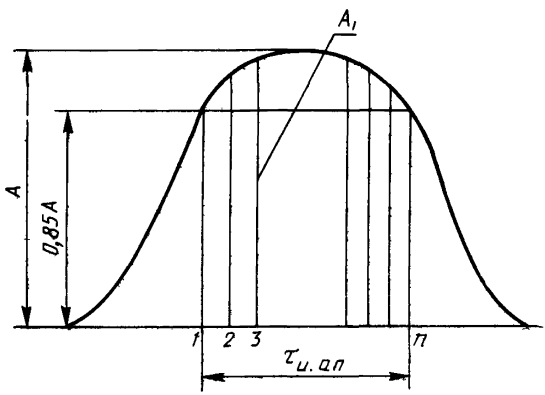
$$\delta_{\text{выб(обр)}} = \frac{h_{\text{выб(обр)}}}{A} \cdot 100; \qquad (13)$$

$$\delta_{\text{выб(пр)}} = \frac{h_{\text{выб(пр)}}}{A} \cdot 100, \qquad (14)$$

где $\delta_{\text{ск}}$, $\delta_{\text{выб}}$, $\delta_{\text{пул}}$, $\delta_{\text{выб (обр)}}$, $\delta_{\text{выб (пр)}}$ — относительные значения скоса импульса, выброса на вершине импульса, пульсации импульса, выброса обратной и прямой полярностей в паузе соответственно, %.

1.4.2. Для модулирующего импульса с плавной вершиной без явно выраженного скоса амплитуду аппроксимированного импульса ($A_{\text{ап}}$) в вольтах рассчитывают по формуле

$$A_{\text{ап}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} A_i. \qquad (15)$$




Черт. 7

1.5. Показатели точности измерений

1.5.1. Погрешность измерения параметров модулирующего импульса с установленной вероятностью 0,95 находится в интервале ±6 %.

1.5.2. Погрешность измерения амплитуды аппроксимированного импульса с установленной вероятностью 0,95 находится в интервале ±3 %.

1.5.3. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды импульса, выброса на вершине импульса, пульсации импульса, выброса обратной полярности в паузе, выброса прямой полярности в пау-

зе, длительности импульса, длительности фронта импульса, длительности спада импульса, скоса импульса, амплитуды аппроксимированного импульса, определяют в соответствии с приложением.

## 2. МЕТОД II

2.1. Принцип, условия и режимы измерений

2.1.1. Амплитуду модулирующего импульса измеряют сравнением ее с опорным напряжением постоянного тока на экране осциллографа с последующим измерением этого напряжения.

2.1.2. Условия измерения — в соответствии с п. 1.1.2.

2.1.3. Режимы измерения — в соответствии с п. 1.1.3.

2.2. Аппаратура

2.2.1. Измерение амплитуды модулирующего импульса следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на черт. 1.

2.2.2. Элементы схемы должны соответствовать требованиям пп. 1.2.2—1.2.4. Осциллограф должен дополнительно иметь источник опорного (калиброванного) напряжения и входной дифференциальный усилитель. Электроннолучевая трубка осциллографа в этом случае является нуль-индикатором, по которому устанавливают порог совмещения (компенсация сигнала).

2.3. Подготовка и проведение измерений

2.3.1. Включают изделие СВЧ и устанавливают режим его работы в соответствии с ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

2.3.2. Устанавливают калиброванные коэффициенты вертикального отклонения и развертки осциллографа, при которых исследуемый импульс занимает не менее $^2/_3$ рабочей части экрана осциллографа.

2.3.3. Совмещают линию развертки осциллографа с центральной горизонтальной линией шкалы.

2.3.4. Устанавливают калиброванные коэффициенты вертикального отклонения таким образом, чтобы размер изображения импульса в два и более раз превышал размер экрана осциллографа.

2.3.5. Перемещают осциллограмму импульса таким образом, чтобы точка, соответствующая амплитуде, совпала с той же горизонтальной линией шкалы.

2.3.6. Определяют амплитуду модулирующего импульса, измеряя величину опорного (калиброванного) напряжения. Измерения проводят $n$ (но не менее трех) раз.

2.4. Обработка результатов измерений

2.4.1. Амплитуду модулирующего импульса ($A$) в вольтах определяют по формуле

$$A = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} A_j, \qquad (16)$$

где $A_j$ — амплитуда опорного напряжения при $j$-ом измерении, В;

$j = 1, \ldots n$.

2.5. Показатели точности измерений

2.5.1. Погрешность измерений амплитуды модулирующего импульса с установленной вероятностью 0,95 находится в интервале ±3 %.

2.5.2. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерений амплитуды модулирующего импульса, определяют в соответствии с приложением.

## 3. МЕТОД III

3.1. Принцип, условия и режимы измерений

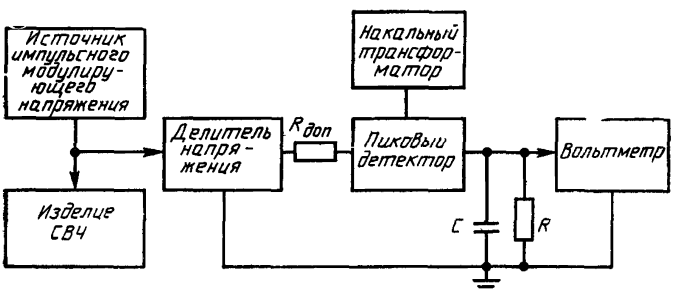
3.1.1. Амплитуду модулирующего импульса измеряют путем преобразования ее с помощью пикового детектора в напряжение постоянного тока с последующим измерением этого напряжения.

3.1.2. Условия измерений — в соответствии с п. 1.1.2.

3.1.3. Режимы измерений — в соответствии с п. 1.1.3.

3.2. Аппаратура

3.2.1. Измерение амплитуды модулирующего импульса проводят на установке, структурная схема которой приведена на черт. 8.




Черт. 8

3.2.2. Источник импульсного модулирующего напряжения должен соответствовать требованиям п. 1.2.2.

3.2.3. При измерении напряжений с амплитудой до 35 кВ делитель напряжения из схемы установки исключают.

3.2.4. Обратное напряжение диода пикового детектора должно превышать максимальное напряжение импульса с учетом выброса обратной полярности в паузе; диод следует выбирать по допустимому току.

3.2.5. Постоянная времени ($RC$) должна быть по крайней мере, на два порядка больше периода повторения импульсов. Резистор должен иметь сопротивление ($R$) в омах, удовлетворяющее соотношению

$$R \gg \frac{R_{вн}}{\delta_{дет}} \cdot \frac{T_и}{\tau_и}, \qquad (17)$$

где $R_{вн}$ — внутреннее статическое сопротивление диода, Ом;

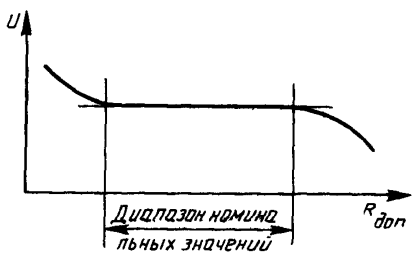
$\delta_{дет}$ — относительная погрешность пикового детектора, отн. ед.;

$T_и$ — период повторения импульсов, мкс.

Конденсатор С должен иметь номинальное рабочее напряжение, превышающее амплитуду поступающего на него импульса, и для уменьшения влияния индуктивности должен состоять из конденсатора высокочастотного типа небольшой емкости, соединенного параллельно с основным конденсатором. Емкость конденсатора ($C$) в микрофарадах должна удовлетворять соотношению

$$C \geqslant (1-3)\frac{\tau_и}{R_{вн}} \cdot 10^3. \qquad (18)$$

3.2.6. Если на вершине импульса имеется выброс, то последовательно с пиковым детектором следует включить дополнительный резистор $R_{доп}$. Сопротивление резистора определяют путем наблюдения за изменением показаний вольтметра при изменении сопротивления резистора $R_{доп}$ (черт. 9).




Черт. 9

3.2.7. В качестве вольтметра рекомендуется применять электростатические вольтметры. Допускается использование вольтметров других типов, если их входное сопротивление больше сопротивления резистора $R$. В этом случае допускается резистор R из схемы исключить. Допускаемая погрешность вольтметра должна находиться в пределах ±2,5 %.

3.2.8. В качестве делителя напряжения рекомендуется использовать омический делитель (черт. 2). Резисторы высоковольтной и низковольтной частей делителя R1 и R2 должны быть безындук-

ционного типа и выбираться такими, чтобы диод работал в пределах своего номинального напряжения. При необходимости следует параллельно резисторам R1 и R2 подключать конденсаторы С1 и С2 (черт. 5) такой величины, чтобы постоянные времени обеих частей делителя были равными. Следует учитывать, что параллельно резистору R2 и конденсатору С2 добавляется емкость диода.

3.2.9. Для повышения точности измерений элементы пикового детектора могут быть помещены в обеспыленную камеру с регулируемой температурой или в масляную ванну для подавления коронных разрядов. Диод, емкость и сопротивление пикового детектора следует располагать в непосредственной близости от измеряемой цепи. Сопротивление изоляции между выводом диода и корпусом (землей) при отпаянном резисторе должно быть не менее $10R$, где R — сопротивление резистора. Допускаемая погрешность пикового детектора не должна выходить за пределы $\pm 3$ %.

3.3. Подготовка и проведение измерений

3.3.1. Включают изделие СВЧ и устанавливают режим его работы в соответствии с ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

3.3.2. Калибруют пиковый вольтметр, используя осциллографический метод измерения. При отсутствии искажений формы импульса, которые могут привести к нежелательным эффектам, допускается калибровать пиковый вольтметр на постоянном напряжении с использованием точно выверенного вольтметра.

3.3.3. Проводят измерение амплитуды модулирующего импульса по показаниям вольтметра.

3.4. Показатели точности измерений

3.4.1. Погрешность измерений амплитуды модулирующего импульса с установленной вероятностью 0,95 находится в интервале $\pm 10$ %.

3.4.2. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды модулирующего импульса, определяют в соответствии с приложением.

## 4. МЕТОД IV

4.1. Принцип, условия и режимы измерений

4.1.1. Параметры модулирующего импульса измеряют путем разделения нормально распределенных данных на вершине и аномальных данных на фронте, спаде и выбросах импульса, содержащихся в его мгновенных значениях, последующего их измерения и обработки полученных данных с помощью ЭВМ.

4.1.2. Условия измерений — в соответствии с п. 1.1.2.

4.1.3. Режимы измерений — в соответствии с п. 1.1.3.

4.1.4. Все операции измерений реализуют в виде программ, записанных в запоминающее устройство микропроцессорного изме-

рителя параметров модулирующего импульса. В процессе измерений выполняют следующие операции:

1) осуществляют стробоскопическое преобразование измеряемого импульсного напряжения;

2) запоминают мгновенные значения измеряемого импульсного напряжения;

3) рассчитывают для каждого мгновенного значения напряжения τ-критерий по формуле

$$\tau = \frac{h_i - \overline{h}}{\sigma}, \qquad (19)$$

где $h_i$ — мгновенное значение напряжения:

$\overline{h}$ — среднее значение напряжения;

$\sigma$ — среднее квадратическое значение напряжения для всего набора данных;

$i$ — порядковый номер мгновенного значения напряжения.

4) из рассчитанных значений $\tau$ выделяют максимальное $\tau_{макс}$;

5) сравнивают $\tau_{макс}$ с $\tau_{кр}$, где $\tau_{кр}$ — критическое значение $\tau$ для полученного значения числа измерений; сравнение проводят до того момента времени, когда $\tau_{макс}$ станет меньше $\tau_{кр}$;

6) определяют средние значения путем сглаживания данных и максимальное из них принимают за амплитуду;

7) рассчитывают длительность импульса и параметры искажения импульса (длительность фронта, длительность спада, скос, пульсацию, выброс на вершине импульса, выбросы обратной и прямой полярностей в паузе, амплитуду аппроксимированного импульса).

4.2. Аппаратура

4.2.1. Измерение параметров модулирующего импульса следует проводить на установке, структурная схема которой приведена на черт. 10.

4.2.2. Требования к источнику импульсного модулирующего напряжения в соответствии с п. 1.2.2.

4.2.3. Требования к делителю напряжения в соответствии с п. 1.2.4.

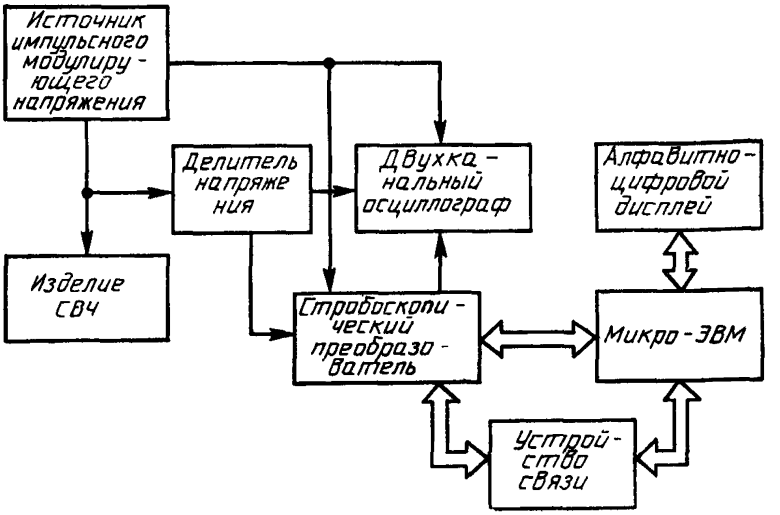
Дополнительно делитель должен иметь выходной сигнал величиной, обеспечивающей нормальную работу стробоскопического преобразователя.

4.2.4. Требования к осциллографу в соответствии с п. 1.2.3. Кроме того, осциллограф должен быть двухканальным.

4.2.5. Микро-ЭВМ должна содержать центральный процессор, постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), дополнительное оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), устройство последовательного обмена и устройство параллельного обмена.

4.2.5.1. Центральный процессор должен иметь следующие характеристики:

двоичную систему счисления для чисел и команд;
16 двоичных разрядов для чисел и команд;
параллельный принцип работы основных устройств;
двухадресную систему команд;
регистровый вид адресации;
один канал передачи информации;
емкость памяти резидентного ОЗУ — не менее 4 кБайт 16-разрядных слов;




Черт. 10

4.2.5.2. ПЗУ должен иметь:
емкость памяти — не менее 10 кБайт 16-разрядных слов;
время хранения информации при включенном напряжении питания — не менее 25000 ч;
время хранения информации при отключенном напряжении питания — не менее 100000 ч.

4.2.5.3. Емкость памяти дополнительного ОЗУ должна быть не менее 32 кБайт 16-разрядных слов.

4.2.5.4. Устройство последовательного обмена должно быть совместным с каналом выбранной микро-ЭВМ.

4.2.5.5. Устройство параллельного обмена должно быть совместным с каналом выбранной микро-ЭВМ и должно иметь следующие характеристики:
количество входных линий для ввода данных из внешнего устройства в микро-ЭВМ — 16;

количество выходных линий для вывода данных из микро-ЭВМ во внешнее устройство — 16;

количество управляющих линий — не менее 4.

4.2.6. Алфавитно-цифровой дисплей должен отвечать следующим требованиям:

обеспечивать хранение в своем ОЗУ не менее 40 строк текста, содержащих не менее 80 символов в строке, с одновременным отображением на экране не менее 1600 символов при количестве 20 строк по 80 символов в строке;

обеспечивать ввод информации с клавиатуры в ОЗУ и отображение ее на экране монитора.

4.2.7. Стробоскопический преобразователь должен иметь следующие характеристики:

уровень входного напряжения преобразователя должен соответствовать уровню выходного напряжения делителя напряжения;

на выходе должен иметь импульсное напряжение с амплитудой, пропорциональной преобразуемому значению входного сигнала;

должен иметь встроенный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с выходом в виде двоичного кода с числом разрядов не менее 9 и одного знакового разряда;

должен иметь дискретно устанавливаемую задержку момента преобразования, определяющую длительность временной развертки исследуемого импульса;

входное сопротивление преобразователя должно быть не менее 50 Ом;

входная емкость преобразователя должна быть не более 50 пФ.

4.3. Подготовка и проведение измерений

4.3.1. Включают изделие СВЧ и устанавливают режим его работы в соответствии с ТУ на изделия СВЧ конкретных типов.

4.3.2. Определяют рабочий диапазон задержки стробоскопического преобразователя, в который укладывается исследуемый импульс по изображению импульса и маркера на экране осциллографа и устанавливают минимальный диапазон задержки, в который укладывается полное изображение импульса.

4.3.3. Вводят с клавиатуры дисплея в ОЗУ установленное значение рабочего диапазона задержки.

4.3.4. Определяют точки начала и окончания исследуемого импульса (черт. 6) и вводят с клавиатуры дисплея установленные значения множителей начала и окончания в ОЗУ.

4.3.5. Вводят с клавиатуры дисплея в ОЗУ значение рабочего диапазона амплитуды исследуемого импульса.

4.3.6. Осуществляют запуск установки и фиксируют результаты измерений параметров модулирующего импульса по экрану монитора дисплея.

4.4. Показатели точности измерений

4.4.1. Погрешность измерений параметров модулирующего импульса с установленной вероятностью 0,95 находится в интервале:

амплитуды и длительности импульса — ±3 %;

остальных параметров — ±10 %.

4.4.2. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения параметров модулирующего импульса, определяют в соответствии с приложением

*ПРИЛОЖЕНИЕ*
*Справочное*

## РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ МОДУЛИРУЮЩЕГО ИМПУЛЬСА

### 1. Для метода I

1.1. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды импульса, выброса на вершине импульса, пульсации импульса, выброса обратной полярности в паузе, выброса прямой полярности в паузе ($\delta_1$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_1 = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{в.о}}{1{,}73}\right)^2}, \qquad (20)$$

где $\delta_д$ — предельное значение погрешности делителя напряжения, %;

$\delta_{в.о}$ — предельное значение погрешности коэффициента вертикального отклонения осциллографа, %.

1.2. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения длительности импульса, длительности фронта импульса, длительности спада импульса ($\delta_2$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_2 = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_{в.о}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_р}{1{,}73}\right)^2}, \qquad (21)$$

где $\delta_р$ — предельное значение погрешности коэффициента развертки осциллографа, %;

1.3. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения скоса импульса ($\delta_3$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_3 = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{в.о}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_р}{1{,}73}\right)^2}. \qquad (22)$$

1.4. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды аппроксимированного импульса ($\delta_4$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_4 = \pm \frac{1{,}96}{\sqrt{n}} \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{в.о}}{1{,}73}\right)^2}, \quad (23)$$

где $n$ — количество точек, в которых проводят измерения.

### 2. Для метода II

2.1. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерений амплитуды модулирующего импульса ($\delta_5$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_5 = \pm \frac{1{,}96}{\sqrt{n}} \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{оп}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{ср}}{1{,}73}\right)^2}, \quad (24)$$

где $n$ — количество измерений;

$\delta_{оп}$ — предельное значение погрешности измерения опорного напряжения, %;

$\delta_{ср}$ — предельное значение погрешности сравнения измеряемого напряжения с опорным, %, рассчитываемое по формуле

$$\delta_{ср} = \frac{S_{ос}}{A} \cdot 100, \quad (25)$$

где $S_{ос}$ — разрешающая способность осциллографа, В/дел.;

$A$ — амплитуда модулирующего импульса, В.

### 3. Для метода III

3.1. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды модулирующего импульса ($\delta_6$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_6 = \pm 1{,}96 \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{дет}}{1{,}73}\right)^2 + \left[\frac{\delta_в}{1{,}73(1-1/3)}\right]^2 + \left(\frac{\delta_{кал}}{1{,}73}\right)^2}, \quad (26)$$

где $\delta_{дет}$ — предельное значение погрешности пикового детектора, %;

$\delta_в$ — предельное значение погрешности вольтметра, %;

$\delta_{кал}$ — предельное значение погрешности калибровки пикового вольтметра, %.

### 4. Для метода IV

4.1. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения амплитуды импульса, выброса на вершине импульса, пульсации импульса, амплитуды аппроксимированного импульса, выброса обратной полярности в паузе и выброса прямой полярности в паузе ($\delta_7$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_7 = \pm \frac{1{,}96}{\sqrt{n}} \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{с.п.а}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{АЦП}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{обр}}{1{,}73}\right)^2}, \quad (27)$$

где $n$ — количество измерений;

$\delta_{с.п.а}$ — предельное значение погрешности стробоскопического преобразователя по аналоговому выходу, %;

$\delta_{АЦП}$ — предельное значение погрешности АЦП, встроенного в стробоскопический преобразователь, %;

$\delta_{обр}$ — предельное значение погрешности обработки результатов измерений на микро-ЭВМ, %.

4.2. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения длительности импульса, длительности фронта импульса, длительности спада импульса ($\delta_8$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_8 = \pm \frac{1{,}96}{\sqrt{n}} \sqrt{\left(\frac{\delta_{с.п.а}}{1{,}73}\right)^2 - \left(\frac{\delta_{с.п.з}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{АЦП}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{обр}}{1{,}73}\right)^2}, \quad (28)$$

где $\delta_{с.п.з}$ — предельное значение погрешности стробоскопического преобразователя по установке задержки момента преобразования, %.

4.3. Границы интервала, в котором с установленной вероятностью 0,95 находится погрешность измерения скоса импульса ($\delta_9$) в процентах, рассчитывают по формуле

$$\delta_9 = \pm \frac{1{,}96}{\sqrt{n}} \sqrt{\left(\frac{\delta_д}{2{,}45}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{с.п.а}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{с.п.з}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{АЦП}}{1{,}73}\right)^2 + \left(\frac{\delta_{обр}}{1{,}73}\right)^2} \quad (29)$$

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Министерством электронной промышленности СССР

**РАЗРАБОТЧИКИ**

Ю. П. Миронычев; Г. М. Кузьмина

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 18.10.91 № 1626

3. *Стандарт соответствует Публикации МЭК 235—2—72 в части* методов измерения параметров модулирующего импульса изделий СВЧ

4. Срок проверки — 1997 г.;
периодичность проверки 5 лет

5. **ВЗАМЕН ГОСТ 20271.3—79**

6. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер пункта |
|---|---|
| ГОСТ 20.57.406—81 | 1.1.2 |
| ГОСТ 16263—70 | Вводная часть |
| ГОСТ 23221—78 | Вводная часть |
| ГОСТ 23769—79 | Вводная часть |
| ГОСТ 20271.1—91 | Вводная часть |

Редактор *Т. С. Шеко*
Технический редактор *Л. Я. Митрофанова*
Корректор *Е. Ю. Гебрук*

Сдано в наб. 20.11.91 Подп в печ. 16.01.92 Усл. п. л. 1,5 Усл. кр.-отт. 1,5 Уч.-изд. л. 1,30
Тир. 450

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП,
Новопресненский пер., 3.
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 2249

gost.e-ecolog.ru