УДК 621.382.3.083:006.354 Группа Э29

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ТРАНЗИСТОРЫ ПОЛЕВЫЕ

Метод измерения коэффициента шума

Field-effect transistors
Noise figure measurement technique

ГОСТ 20398.2—74*

(СТ СЭВ 3413—81)

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 31 декабря 1974 г. № 2852 срок введения установлен

с 01.07.76

Проверен в 1979 г. Срок действия продлен

до 01.07.86

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на маломощные полевые транзисторы и устанавливает метод измерения коэффициента шума $K_ш$.

Общие условия при измерении коэффициента шума должны соответствовать требованиям ГОСТ 20398.0—74.

Стандарт соответствует СТ СЭВ 3413—81 в части метода измерения коэффициента шума (см. справочное приложение).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

1. АППАРАТУРА

1.1. Измерительные установки, предназначенные для измерения коэффициента шума, должны обеспечивать основную погрешность измерения в пределах ± 1 дБ.

2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЮ

2.1. Блок-схема измерения коэффициента шума $K_ш$ должна соответствовать указанной на чертеже. На приведенной схеме измеряемый транзистор включен по схеме с общим истоком по пе-

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

* *Переиздание март 1984 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 1983 г. (ИУС 11—83).*

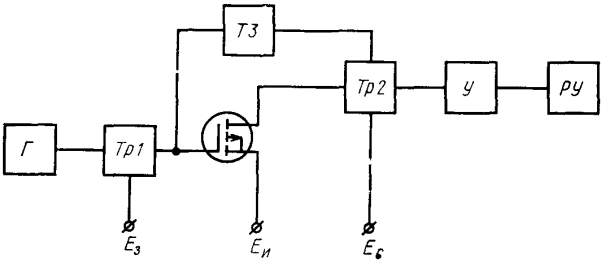
gost.e-ecolog.ru

ременному току. Допускается проводить измерения $K_ш$ в схеме с общим затвором по переменному току.

2.2. Основные элементы, входящие в схему, должны удовлетворять требованиям, указанным ниже.

2.2.1. *Г* — генератор шумового или синусоидального сигнала.

В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять в качестве генератора *Г* источник шумового сигнала. Шумовой генератор должен быть откалиброван в единицах напряжения шума, шумовой мощности или относительной шумовой температуры. Допускается калибровка генератора в единицах коэффициента шума. В области частот до 1 МГц допускается использование синусоидального сигнала. Синусоидальный генератор должен быть откалиброван в единицах напряжения. Допускается калибровка синусоидальных генераторов в единицах коэффициента шума. Точность калибровки генераторов должна обеспечивать установленную погрешность измерения коэффициента шума. В области частот выше 1 МГц выходное сопротивление генератора должно быть 50 или 75 Ом. В области частот до 1 МГц выходное сопротивление генератора ($R_Г$) должно непосредственно включаться в цепь затвора измеряемого транзистора;



Г—генератор; *Тр1*—входной трансформатор полного сопротивления; *Тр2*—выходной трансформатор полного сопротивления; *ТЗ*—схема нейтрализации; *У*—усилитель; *РУ*—регистрирующее устройство.

Тр1 — входной трансформатор полного сопротивления. Трансформатор предназначен для преобразования выходного сопротивления генератора *Г* в величину, комплексно-сопряженную входному полному сопротивлению измеряемого транзистора или в оптимальное сопротивление, обеспечивающее минимальное значение коэффициента шума или в нормированное значение сопротивления. В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять регулируемые трансформаторы полного сопротивления.

В области частот до 1 МГц вместо *Тр1* может быть использован резистивный делитель напряжения;

Тр2 — выходной трансформатор полного сопротивления.

В области частот выше 1 МГц рекомендуется применять регулируемые трансформаторы полного сопротивления для обеспечения согласования выходного полного сопротивления измеряемого транзистора с входным полным сопротивлением усилителя *У*. В области частот до 1 МГц вместо *Тр2* может использоваться резистор нагрузки стока измеряемого транзистора;

Т3 — схема нейтрализации, используется в случае необходимости при измерении на частотах выше 1 МГц для обеспечения стабильности;

У — усилитель. Усилитель должен определять ширину эффективной шумовой полосы, которая не должна превышать 30 % от частоты измерения, если иное не оговорено в стандартах или другой технической документации на конкретные типы полевых транзисторов, должен иметь регулируемый коэффициент усиления и быть линейным. В усилителе должна быть предусмотрена возможность компенсации собственных шумов усилителя, либо производиться их учет.

На частотах выше 1 МГц рекомендуется использовать гетеродинный усилитель;

РУ — регистрирующее устройство. Регистрирующее устройство должно реагировать на среднее квадратическое значение приложенного сигнала. Шкалу регистрирующего устройства рекомендуется градуировать непосредственно в единицах коэффициента шума.

При отсчете измеряемого коэффициента шума по шкале калиброванного генератора *Г* допускается шкалу *РУ* градуировать в относительных единицах напряжения, мощности или относительной шумовой температуры в зависимости от калибровочного параметра генератора *Г*.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

3.1. Транзистор включают в схему и устанавливают режим по постоянному току.

3.2. При отсчете $K_ш$ по шкале генератора *Г* измерения проводят в следующем порядке.

3.2.1. При выключенном генераторе устанавливают определенное показание (α_1) регистрирующего устройства *РУ*, регулируя усиление усилителя *У*.

3.2.2. Включают генератор и изменяют уровень его выходного сигнала до тех пор, пока показания *РУ* не увеличатся в n раз (например, в 2 раза).

Допускается до включения генератора снизить коэффициент усиления по мощности усилителя *У* в n раз и затем, включив генератор, изменить уровень его выходного сигнала до тех пор, по-

ка не будет достигнуто прежнее показание (α_1) регистрирующего устройства.

3.2.3. Значение $K_ш$ отсчитывают по шкале генератора в соответствии с соотношением

$$K_ш = \frac{U^2_{Г_ш}}{4\kappa T R_Г (n-1)} = \frac{U^2_Г}{4\kappa T R_Г (n-1)\cdot \Delta f} = \frac{P_{Г_ш} - \kappa T}{\kappa T (n-1)} = \frac{T_{Г_ш} - T}{T(n-1)},$$

где $U_{Г_ш}$ — среднее квадратическое значение напряжения шума генератора $Г$ на 1 Гц полосы;

$U_Г$ — значение синусоидального напряжения генератора;

$R_{Г_ш}$ — мощность шума генератора $Г$ на 1 Гц полосы;

$P_Г$ — выходное сопротивление источника сигнала (выходное сопротивление генератора $Г$ или значение сопротивления резистора $R_Г$);

T — температура в $К$;

Δf — ширина эффективной шумовой полосы;

$T_{Г_ш}$ — шумовая температура генератора;

κ — постоянная Больцмана ($\kappa = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К).

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.3. При отсчете $K_ш$ по шкале регистрирующего устройства $РУ$ измерения производят в следующем порядке.

3.3.1. При включенном генераторе по шкале $РУ$ устанавливают определенное показание (α_1), соответствующее выходному уровню сигнала генератора $Г$.

При этом либо значение сигнала генератора должно не менее чем на 10 дБ превышать приведенный к входу шум измеряемого транзистора, либо должен быть использован модуляционный способ разделения сигнала генератора и собственных шумов транзистора.

(Измененная редакция, Изм. № 1).

3.3.2. Генератор включают и отсчитывают значение $K_ш$ (α_2) по шкале $РУ$ в соответствии с соотношением

$$K_ш = \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} \cdot \frac{U^2_{Г_ш}}{4\kappa T R_Г} = \frac{\alpha_2 \cdot U^2_Г}{(\alpha_1 - \alpha_2) 4\kappa T R_Г \cdot \Delta f} = \frac{\alpha_2 (P_{Г_ш} - \kappa T)}{(\alpha_1 - \alpha_2)\kappa T} =$$

$$= \frac{\alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} \cdot \frac{T_{Г_ш} - T}{T}$$

3.4. Допускается производить измерения $K_ш$ методом сравнения с использованием калибровочного усилителя с известным коэффициентом шума $K_ш$. Порядок измерения в этом случае должен быть следующим:

3.4.1. При включенном в измерительную схему калибровочном усилителе, регулируя усиление усилителя $У$ по шкале $РУ$, устанавливают определенное показание (α_1), соответствующее $K_{ш0}$.

3.4.2. Вместо калибровочного усилителя подключают в измерительную схему усилитель с измеряемым транзистором и отсчитывают значение $K_ш$ (α_2) по шкале *РУ* в соответствии с соотношением $K_ш = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot K_{ш0}$.

При этом коэффициенты усиления измерительной схемы с калибровочным усилителем и с усилителем на измеряемом транзисторе не должны отличаться более чем на 0,5 дБ.

3.5. Значение коэффициента шума выражают в децибелах или в относительных единицах, причем

$$K_ш(\text{дБ}) = 10 \lg K_ш.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

Информационные данные о соответствии ГОСТ 20398.2—74 СТ СЭВ 3413—81

ГОСТ 20398.2—74 полностью соответствует разд 8 СТ СЭВ 3413—81.

(Введено дополнительно, Изм. № 1).

gost.e-ecolog.ru