

ЗАНЯТИЕ N°1

Прохождение шума через БВЧ

Основные понятия шумовых характеристик РПУ

$$\Pi_{\text{ш}} = \int_0^{\infty} \kappa^2(f) df$$

- эквивалентная шумовая полоса пропускания БВЧ

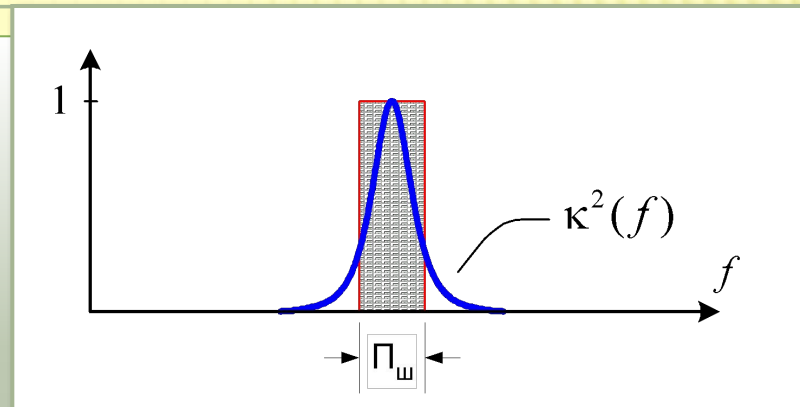
$\kappa(f)$

- нормированная АЧХ БВЧ

Для одиночного колебательного контура:

$$\Pi_{\text{ш}} = \frac{\pi}{2} \Pi_{0,707}$$

$$\Pi_{\text{ш}} = \frac{\pi}{4\sqrt{\sqrt{2}-1}} \Pi_{0,707}$$



Для двухконтурного преселектора:

$P_{\text{ш.ном}} = kT_{\text{ш}}$ - Номинальная мощность теплового шума активной проводимости (формула Найквиста);

$$P_{\text{ш}} = kT_{\text{ш}} \cdot$$

- Проходная мощность

$$k \approx 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \quad /$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{P_{\text{ш.г.вых}}}{P_{\text{ш.г.вых}}} = \frac{P_{\text{ш.г.вых}} + P_{\text{ш.соб.вых}}}{P_{\text{ш.г.вых}}} = 1 + \frac{P_{\text{ш.соб.вых}}}{P_{\text{ш.г.вых}}} > 1$$

- Коэффициент шума БВЧ

$$T_{\text{ш}} = T_0 (K_{\text{ш}} - 1)$$

- Шумовая температура БВЧ

$$P'_{\text{ш.соб.ном}} = kT_0 (K_{\text{ш}} - 1) \Pi_{\text{ш}} = kT_{\text{ш}} \Pi_{\text{ш}}$$

Номинальная мощность собственного шума БВЧ, приведённого к его входу

$$P_{\text{ш.А.ном}} = kT_{\text{А}} \Pi_{\text{ш}}$$

- Номинальная мощность шума антенны

Эквивалентная шумовая температура антенны

Основные понятия шумовых характеристик РПУ

$$P'_{ш. \Sigma \text{ ном}} = P_{ш. А. \text{ ном}} + k_{ш. \text{ соб. ном}} T_A + k_{ш} T_{ш} \Pi_{ш} = \Pi_{ш \text{ РПУ}} \Pi_{ш}$$

Номинальная мощность суммарного шума, приведённого ко входу БВЧ

$$G'_{ш. \Sigma \text{ ном}} = \frac{P'_{ш. \Sigma \text{ ном}}}{\Pi_{ш}} = k T_{ш \text{ РПУ}}$$

Спектральная плотность номинальной мощности суммарного приведённого шума

$$K_{ш. \phi} = 1 + \frac{T_{\phi}}{T_0} (L_{\phi} - 1)$$

Коэффициент шума пассивного четырёхполюсника (фидера)

$$K_{\phi} = 1 / P_{\phi. \text{ ном}}$$

- Затухание фидера

$$K_{ш} = K_{ш1} + \frac{K_{ш2} - 1}{K_{P. \text{ ном}}} + \frac{K_{ш3} - 1}{K_{P. \text{ ном}} K_{P. \text{ ном}}} + \dots + \frac{K_{шN} - 1}{K_{P. \text{ ном}} \dots K_{P. \text{ ном}}}$$

Коэффициент шума системы каскадно-соединённых четырёхполюсников (блоков РПУ)

$$P_{ш} = \frac{U_{ш}^2}{R} \Rightarrow U_{ш} = \sqrt{R P_{ш}}$$

- Эффективное напряжение шума

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

$$K(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t)s(t-\tau)dt \quad - \text{ автокорреляционная функция}$$

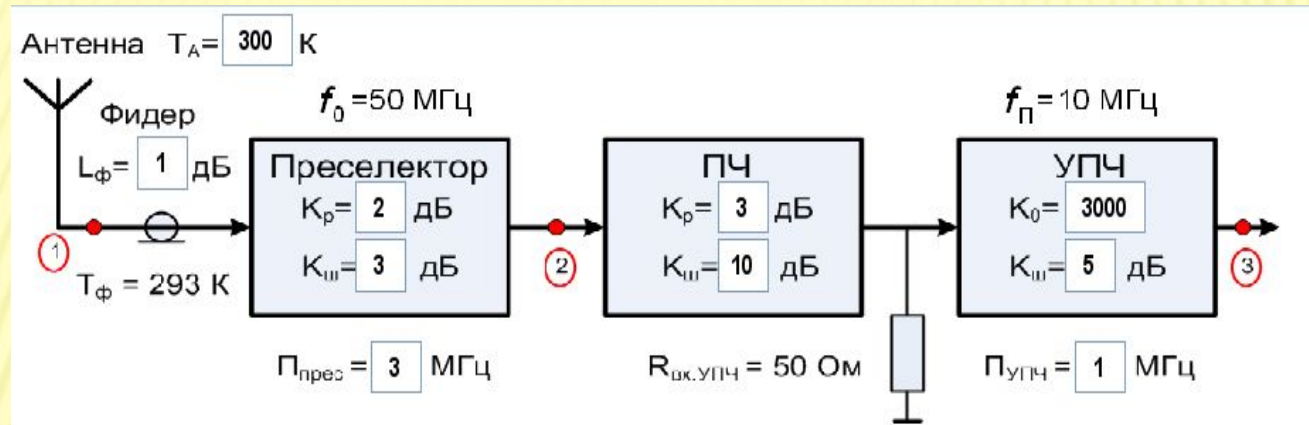
$$K(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} s^2(t)dt = E \quad - \text{ энергия сигнала}$$

$$G_M(\omega) = |S(\omega)|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} K(\tau)e^{-j\omega\tau}d\tau \quad - \text{ энергетический спектр сигнала}$$

ЗАДАЧА N°1

На вход приёмника подключён эквивалент согласованной антенны, находящийся при температуре T_0 . При этом мощность шума на выходе БВЧ равна $20 \cdot 10^{-9}$ Вт. Определить мощность приведённого ко входу собственного шума приёмника, если шумовая полоса равна 2 МГц, а коэффициент усиления проходной мощности БВЧ 60 дБ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

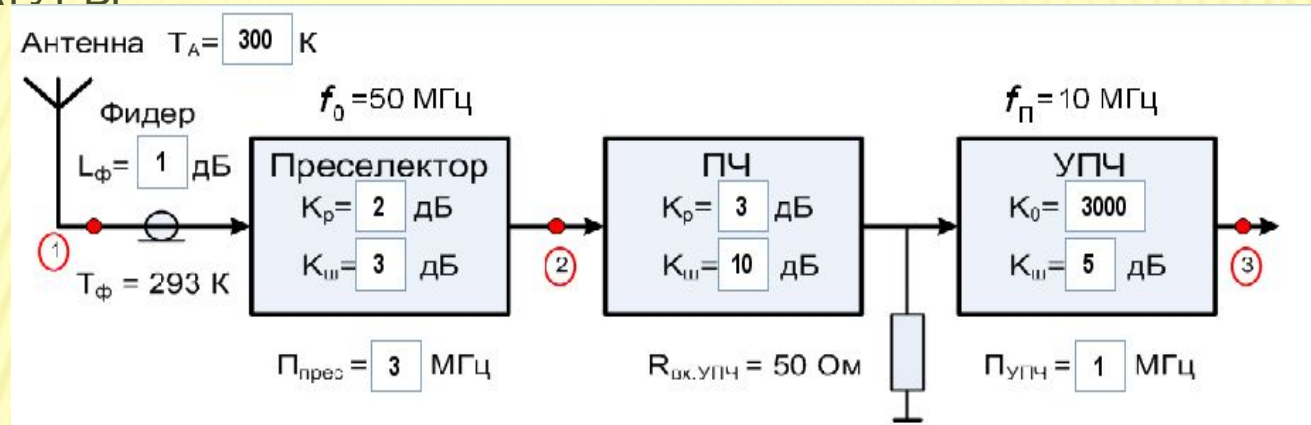


Провести расчет:

- перевести параметры, заданные в децибелах, в относительные единицы;
- рассчитать коэффициент шума фидера;
- рассчитать коэффициент шума БВЧ как системы каскадно-соединённых четырёхполюсников
- рассчитать шумовую температуру БВЧ и суммарную шумовую температуру РПУ;
- рассчитать спектральную плотность мощности приведённого ко входу суммарного шума

Выполнить моделирование: (не менее 1 000 000 отсчётов) сопоставить рассчитанное и измеренное значения спектральной мощности приведённого шума

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: ИЗМЕРЕНИЕ ШУМОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ



Для определения на модели шумовой температуры нужно провести два измерения спектральной плотности мощности приведённого ко входу шума:

- 1) При $T_A^{(1)} = T_0$ $G_{ш. БВЧ}^{(1)} = k(T_0 + T_{ш. БВЧ}) = \dots$
- 2) подобрать такое значение $T_A^{(2)} > T_0$ при котором спектральная плотность мощности приведённого шума увеличивается в 2 раза ($G_{ш. БВЧ}^{(2)} = 2 \cdot G_{ш. БВЧ}^{(1)} = \dots$)

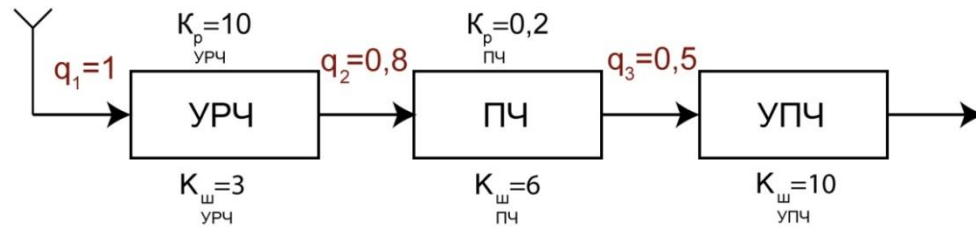
Из уравнения $G_{ш. БВЧ}^{(2)} = 2 \cdot G_{ш. БВЧ}^{(1)}$ найти $T_{ш. БВЧ} = T_A^{(2)} - 2 \cdot T_0$.

Сравнить измеренное значение с рассчитанным.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ:

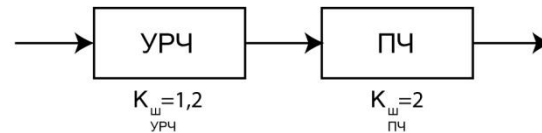
Задача Д1

Определить шумовую температуру приёмника, структурная схема которого приведена на рисунке.



Задача Д2

Каким должен быть коэффициент передачи номинальной мощности УРЧ, чтобы результирующая шумовая температура обоих каскадов была



Задача Д3

Приёмник с шумовой температурой 400 К и шумовой полосой пропускания БВЧ 15 МГц подсоединён к согласованной антенне, имеющей шумовую температуру 570 К. Определить чувствительность приёмника, при которой