

МАЗОР Ю. Л.

## ВИБІР ПЕРШОГО АКТИВНОГО ПРИЛАДУ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ ЗА ЙОГО ШУМОВИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Одержано вираз коефіцієнта шуму преселектора приймача, на базі якого запропоновано методику вибору першого активного підсилювального приладу приймального тракту.

При проектуванні чутливих приймальних пристроїв виникає задача вибору першого активного (частіше підсилювального) приладу (П) лінійного тракту за його шумовими характеристиками. Розглянемо методику прямого розв'язання цієї задачі. Як відомо [1, 2], коефіцієнт шуму супергетеродинного приймача за умови достатньо потужного підсилювача сигнальної частоти можна подати у вигляді

$$\text{Ш}_{\text{прч}} = \text{Ш}_{\text{прс}},$$

де  $\text{Ш}_{\text{прс}}$  — коефіцієнт шуму преселектор (Прс), що містить вхідний пристрій та підсилювальний каскад. Еквівалентну схему Прс та його шумову схему подано на рис. 1, 2 відповідно, де  $r_A, c_A$  — параметри антени;  $r_k, c_k, L_k$  — параметри контуру,  $n_H$  — коефіцієнт включення в контур навантаження;  $P_{\text{ш.вих}}$  — вихідна потужність шуму Прс;  $P'_{\text{ш.вих}}$  — те саме, зведене до входу П;  $K_p$  — коефіцієнт передачі П за потужністю.

Середнє квадратичне значення шумового струму контуру, зведеного до входу П,

$$I_{\text{ш.к}}'^2 = 4kT\Delta f_{\text{ш}}G'_k, \quad (1)$$

де  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/гр — стала Больцмана,  $T$  — абсолютна температура пристрою,  $\Delta f_{\text{ш}}$  — шумова смуга пропускання лінійного тракту приймача; активна провідність контуру, зведена до входу П,

$$G'_k = \frac{G_k}{n_H^2} = \frac{1}{n_H^2 R_{oe}} = \frac{1}{n_H^2 (r_k^2 / r_k)}; \quad (2)$$

$R_{oe}, \rho_k$  — еквівалентний активний резонансний та хвильовий опори ненавантаженого контуру відповідно. Шумову смугу пропускання приймача приймають в залежності від типу селективної системи його лінійного тракту:

$\Delta f_{ш} = \Delta f$  для трактів з фільтром зосередженої вибірності,  $\Delta f_{ш} = 1,1 \Delta f$  для трактів з великою кількістю простих вибірних систем,  $\Delta f_{ш} = (\pi/2) \Delta f$  для трактів з малою кількістю простих вибірних систем, де  $\Delta f$  — смуга пропускання при нерівномірності АЧХ –3 дБ.

$$k_{ш} = M / \sqrt{L_{\kappa} L_{\text{зв}}}$$

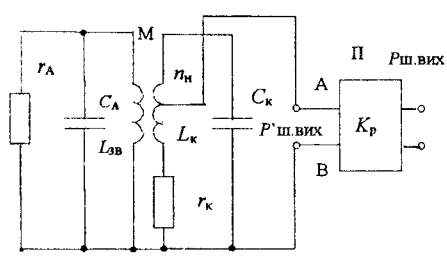


Рис.1

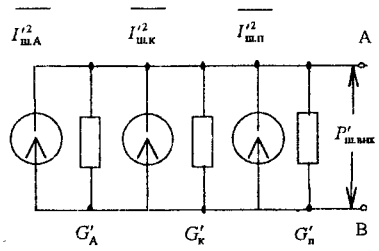


Рис.2

Середнє квадратичне значення шумового струму антени, зведеного входу П,

$$I_{ш.А}^2 = 4kT\Delta f_{ш} G_A, \quad (3)$$

де активна провідність антени, зведена до входу П,

$$G'_A = 1 / \left[ n_n^2 \left( \rho_{\kappa}^2 / r_{A,вн} \right) \right], \quad (4)$$

$r_{A,вн}$  — опір антени, внесений до контуру.

Для визначення середнього квадратичного значення шумового струму П  $I_{ш.П}^2$ , зведеного до його входу, запишемо вираз коефіцієнта шуму приладу

$$\text{Ш}_{\Pi} = P_{ш.П.вх} / P_{ш.П.вх} K_p$$

де  $P_{ш.П.вх}$ ,  $P_{ш.П.вх}$  — потужності шуму на вході та виході П. Після ряду перетворень дістанемо

$$(\text{Ш}_{\Pi} - 1) P_{ш.П.вх} = (P_{ш.П.вх} / K_p) - P_{ш.П.вх},$$

де права частина виразу подає власні шуми П, зведені до його входу,

$$I_{ш.П}^2 = (\text{Ш}_{\Pi} - 1) P_{ш.П.вх} = (\text{Ш}_{\Pi} - 1) (I_{ш.А}^2 + I_{ш.к}^2). \quad (5)$$

Виходячи із одержаних виразів для зведених шумових струмів, коефіцієнт шуму

$$\text{Ш}_{\Pi \text{ рс}} = (I_{ш.А}^2 + I_{ш.к}^2 + I_{ш.П}^2) / I_{ш.А}^2,$$

звідки після підстановки (1), (3), (5)

$$\text{Ш}_{\text{П прс}} = \text{Ш}_{\text{П}} \left( I + G_{\text{к}} / G'_{\text{А}} \right).$$

Розгорнувши відношення зведених провідностей контуру та антени за допомогою (2), (4), дістанемо

$$\text{Ш}_{\text{П прс}} = \text{Ш}_{\text{П}} (1 + r_{\text{к}} / r_{\text{А.вн}}). \quad (6)$$

Відношення  $r_{\text{к}} / r_{\text{А.вн}}$  можна подати як відношення двох опорів антени, які вносяться до контуру,

$$r_{\text{к}} / r_{\text{А.вн}} = r_{\text{А.вн.опт}} / r_{\text{А.вн}} = (k_{\text{зв.опт}} / k_{\text{зв}})^2, \quad (7)$$

де  $r_{\text{А.вн.опт}}$  — оптимальний опір, який вноситься при оптимальному зв'язку  $k_{\text{зв.опт}}$  і забезпечує передавання максимальної потужності. Виходячи із (6), (7) можна одержати кінцевий результат

$$\text{Ш}_{\text{П прс}} = \text{Ш}_{\text{П}} \left[ 1 + (k_{\text{зв.опт}} / k_{\text{зв}})^2 \right]. \quad (8)$$

Звідси знайдемо величину зв'язку контуру з антеною, необхідну для мінімізації коефіцієнта шуму  $\text{Прс}$   $k_{\text{зв}} = k_{\text{зв.ш}}$ . Допускаючи приріст  $\text{Ш}_{\text{прс}}$  відносно коефіцієнта шуму  $\text{П}$ ,

$$\Delta \text{Ш}_{\text{прс}} = (k_{\text{зв.опт}} / k_{\text{зв.ш}})^2 = 0,1,$$

дістанемо

$$k_{\text{зв.ш}} \geq 3k_{\text{зв.опт}}, \quad (9)$$

$$\text{Ш}_{\text{прк}} \cong \text{Ш}_{\text{Прс}} = 1,1 \text{Ш}_{\text{П}} \quad (10)$$

При цьому вибір активного приладу  $\text{П прс}$  можна зробити, виходячи із умови (10)

$$\text{Ш}_{\text{П}} \leq 0,9 \text{Ш}_{\text{прк.ТЗ}},$$

де  $\text{Ш}_{\text{прк.ТЗ}}$  — заданий коефіцієнт шуму приймача. Останній звичайно одержують із технічного завдання (ТЗ) на реальну чутливість приймача [1]

$$E_{\text{А.р}} = 1,25 * 10^{-10} \gamma \sqrt{\text{Ш}_{\text{прк.ТЗ}} r_{\text{А}} \Delta f_{\text{ш}}},$$

де прийнято  $T=293$  К,  $\gamma$  — захисне відношення сигнал/завада на вході приймача.

Слід зазначити, що значення  $k_{зв.ш}$  (9) часто не може бути прийняте, виходячи із вимог до підсилення та вибірності. В цьому разі звичайно приймають

$$k_{зв.ш} = k_{зв.опт},$$

звідки із виразу (8)

$$\Pi_{прк} = \Pi_{пре} = 2\Pi_{п},$$

і умова вибору першого активного приладу лінійного тракту приймання набуває вигляду

$$\Pi_{п} \leq \Pi_{прк.ТЭ}/2.$$

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Проектирование радиоприемных устройств / Под ред. А. П. Сиверса.— М. : Сов. радио, 1976.— 488 с.
2. Гуткин Л. С., Лебедев В. Л., Сифоров В. И. Радиоприемные устройства.— М. : Сов. радио, 1961.— 702 с.

Надійшла до редколегії 06.03.98.