

ЗАЩИТА РАДИОМЕТРА ОТ УЗКОПОЛОСНЫХ И ШИРОКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ

к.т.н. А.М. Сотников, проф. В.Е. Пустоваров, В.В. Пустоваров

Рассмотрен способ повышения помехоустойчивости радиометра по отношению к узкополосным и широкополосным помехам с помощью первичной частотной селекции.

Одним из способов повышения помехоустойчивости радиометра (РМ) при воздействии на него узкополосных и широкополосных помех является первичная частотная селекция, основанная на отстройке РМ от частоты помехи. Он достаточно эффективен для защиты радиометра как от узкополосных, так и широкополосных помех [1,2]. Структурная схема устройства, реализующего этот способ, представлена на рис. 1.

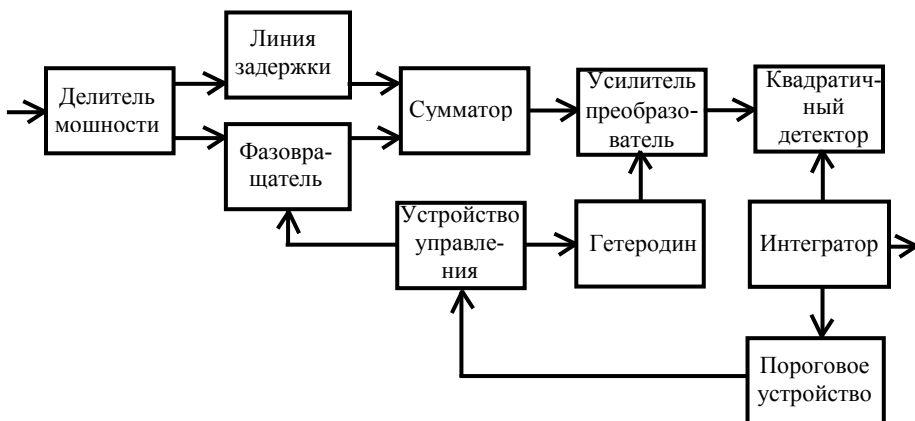


Рис. 1. Структурная схема помехоустойчивого радиометра

На входе радиометра включен режекторный фильтр с линией задержки, во втором плече которого для перестройки фильтра применяется управляемый фазовращатель. Радиометр собран по супергетеродинной схеме с перестраиваемым по частоте гетеродином. Устройство управления предназначено для выработки сигналов, с помощью которых перестраиваются фильтр и гетеродин.

Предположим, что в исходном состоянии частота гетеродина f_r соответствует минимальной частоте диапазона его электронной пере-

стройки, причем она совпадает с одним из провалов частотной характеристики фильтра, а начальный сдвиг фазы фазовращателя $\Delta\phi$ равен нулю. Частотная характеристика фильтра описывается выражением

$$|H(f)|^2 = \cos^2(\pi f \tau_0 - \Delta f/2). \quad (1)$$

На рис.2 показаны верхняя и нижняя боковые полосы приема и амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра. Для того, чтобы центральные частоты полосы прозрачности фильтра совпадали с частотами $f_r - f_0$ и $f_r + f_0$ (f_0 – центральная частота полосы пропускания УПЧ), выберем время задержки τ_0 из условия

$$\tau_0 = 1/2f_0. \quad (2)$$

При появлении помехи с центральной частотой спектра f_n сигнал на выходе радиометра возрастает и, когда он превысит уровень срабатывания по-

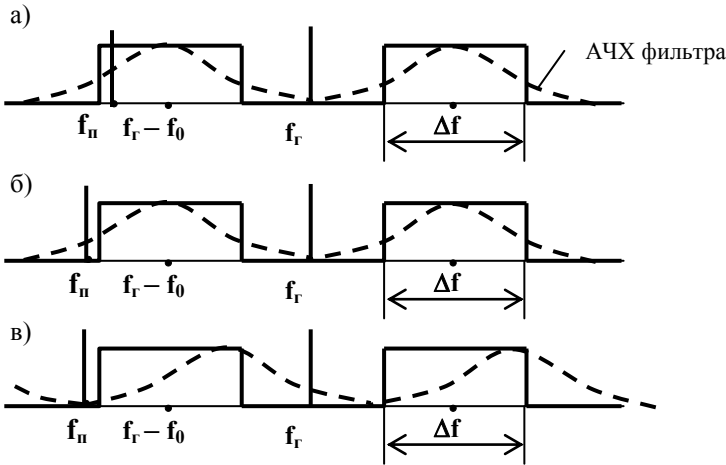


Рис. 2. Взаимное положение боковых полос приема и частотной характеристики фильтра

рового устройства, последнее формирует сигнал. Этот сигнал подается на устройство управления, которое начинает дискретно с шагом Δf повышать частоту гетеродина и синхронно перестраивать фильтр. Для обеспечения синхронной перестройки шаг $\delta\phi$ изменения фазы фазовращателем необходимо выбирать из условия $\delta\phi = \pi\Delta F/f_0$. Процесс синхронной перестройки продолжается до тех пор, пока после некоторого шага частота помехи не выйдет за пределы нижней боковой полосы приема и сигнал помехи на выходе РМ не будет меньше уровня срабатывания порогового устрой-

ства (рис. 2,б). Для увеличения степени подавления помехи следует повысить частоту настройки фильтра на величину $f_0 - \Delta f / 2$ до совмещения его частоты режекции с частотой помехи, не изменяя при этом частоты гетеродина. Для этого необходимо, чтобы устройство управления перестроило фазовращатель еще на

$$m = [(f_0 - \Delta f / 2) / \Delta F] \quad (3)$$

шагов (рис. 2,в). Благодаря тому, что необходимый фазовый сдвиг заранее известен – $\Delta\varphi = \pi(1 - \Delta f / 2f_0)$, перестройку фильтра можно выполнить за один шаг.

Если $f_n \in [f_r + f_0 - \Delta f / 2, f_r + f_0 + \Delta f / 2]$, т.е. частота помехи попала в верхнюю боковую полосу приема, то устройство работает аналогичным образом. Может оказаться, что диапазона электронной перестройки гетеродина не хватает для полной отстройки от помехи, тогда гетеродин автоматически перестраивается на нижнюю частоту диапазона. Минимальная ширина диапазона перестройки гетеродина для отстройки от одной помехи должна составлять Δf .

В рассматриваемом радиометре информация о наличии или отсутствии сигнала помехи в тракте приема содержится в выходном сигнале, поэтому период выполнения шагов перестройки гетеродина и фазовращателя должен быть не менее времени интегрирования радиометра.

Таким образом, применение первичной частотной селекции, основанной на отстройке радиометра от частоты помехи, позволяет обеспечить помехоустойчивость приемника по отношению как к узкополосным, так и широкополосным помехам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Папалекси Н.Д. Радиопомехи и борьба с ними. – М.: Гостехиздат, 1942. – 248 с.
2. Сотников А.М., Пустоваров В.Е., Пустоваров В.В.. Противодействие радиометрическим системам навигации // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 1(11). – С. 191 - 193.

Поступила в редколлегию 20.02.2001