

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ ДАЛЬНОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПО СРАБАТЫВАНИЮ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

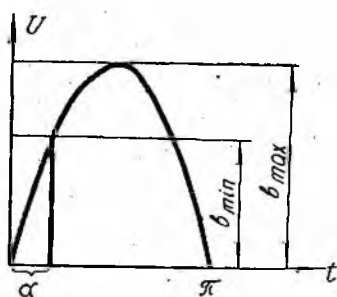
А. Б. Попов, Б. С. Дидык, Л. Д. Кравченко

Киев

В частотно-временных системах телемеханики с достаточно большими интервалами между одинаковыми посылками основным видом помех, от которых трудно избавиться, являются перекрестные (комбинационные) помехи [1].

Уровень напряжения комбинационной частоты на выходе усилителя канала связи представляет собой функцию угла ограничения (с уменьшением угла ограничения уровень комбинационной составляющей возрастает).

Угол ограничения в свою очередь зависит от величины затухания канала связи. Так, для двухчастотной посылки, используя огибающую биений, получаем (см. рисунок)



Огибающая результирующего сигнала при двухчастотной посылке.

$$U_k = \varphi_1(\cos k\alpha), \quad (1)$$

где U_k — уровень комбинационной частоты.

Если на выходе фильтра включен пороговый элемент с уровнем срабатывания U_{cp} , а в канале связи имеется флуктуационная помеха со среднеквадратичным уровнем σ , то для исключения ложного срабатывания необходимо выполнить условие

$$|U_k| + \sigma \leq U_{cp}$$

или

$$U_{cp} \geq \varphi_1(\cos k\alpha_1) + \sigma. \quad (2)$$

Если известна функция φ_1 , то можно определить

$$\sin \alpha_1 = \varphi_2(U_{cp} - \sigma). \quad (3)$$

Из рисунка следует

$$\sin \alpha = e^{-(b'_{max} - b'_{min})}, \quad (4)$$

где b'_{max} — максимальное затухание в тракте передачи;

b'_{min} — минимальное затухание в тракте передачи.

Выразив минимальное и максимальное затухание через длину линии и километрическое затухание, получим из выражения (3) для длины линии

$$l = \frac{1}{b'_{min} - b'_{max}} \ln \sin \alpha. \quad (5)$$

Следовательно, допустимая дальность передачи, найденная при подстановке выражения (3) в формулу (5),

$$l_1 = \frac{1}{b_{\min} - b_{\max}} \ln \varphi (U_{\text{ср}} - \sigma). \quad (6)$$

Если учесть, что максимальный уровень комбинационной частоты

$$U_{\text{кmax}} = \frac{2U_0}{3\pi} \cos^3 \alpha, \quad (7)$$

то из (7) имеем

$$\sin \alpha = \sqrt[3]{1 - \sqrt[3]{\left[\frac{3\pi (U_{\text{ср}} - \sigma)}{2U_0} \right]^3}}. \quad (8)$$

Окончательно получаем

$$l_1 = \frac{1}{b_{\min} - b_{\max}} \ln \sqrt[3]{1 - \sqrt[3]{\left[\frac{3\pi (U_{\text{ср}} - \sigma)}{2U_0} \right]^3}}. \quad (9)$$

Для приемника с компенсирующим смещением условие ложного срабатывания (2) приобретает вид

$$U_{\text{ср}} + U_{\text{см}} \geq \varphi_1 (\cos k\alpha) + \sigma. \quad (10)$$

В этом случае допустимая дальность передачи

$$l_2 = \frac{1}{b_{\min} - b_{\max}} \ln \varphi_2 (U_{\text{ср}} + U_{\text{см}} - \sigma). \quad (11)$$

Определяя выражение для $\sin \alpha$ в случае компенсирующего смещения, находим допустимую дальность передачи

$$l_2 = \frac{1}{b_{\min} - b_{\max}} \ln \sqrt[3]{1 - \sqrt[3]{\left\{ \frac{3\pi [U_0 - U_{\text{ср}} (K_{\text{зн}} - 1) - \sigma]}{2U_0} \right\}^3}}, \quad (12)$$

где U_0 — уровень ограничения;

$K_{\text{зн}}$ — коэффициент запаса по срабатыванию.

Следовательно, при наличии компенсирующего смещения допустимая дальность передачи частотных сигналов телемеханики возрастает в C раз

$$C = \frac{l_2}{l_1} > 1. \quad (13)$$

Прием сменнопосылочного безынтервального кода возможен без ложных срабатываний или отказов при выполнении условия

$$t_{\text{срб}} \geq t_{\text{отп}}, \quad (14)$$

где $t_{\text{срб}}$ — время срабатывания дешифратора;
 $t_{\text{отп}}$ — время отпуская дешифратора.

Напряжение на выходе частотного избирателя в режиме срабатывания при работе на высокоомную нагрузку

$$U_{\text{ср}} = U_m (1 - e^{-\frac{1}{\tau_{\text{чн}}}}), \quad (15)$$

откуда

$$t_{\text{ср}} = \tau_{\text{чн}} \ln \frac{U_m}{U_m - U_{\text{ср}}}. \quad (16)$$

Если считать коэффициент возврата порогового устройства равным единице, то в режиме отпущения

$$U_{\text{ср}} = U_m e^{-\frac{t_{\text{отп}}}{\tau_{\text{чи}}}} \quad (17)$$

или

$$t_{\text{отп}} = \tau_{\text{чи}} \ln \frac{U_m}{U_{\text{ср}}} \quad (18)$$

Подставив выражения (16) и (18) в (14) и обозначив $K'_{\text{зп}} = \frac{U_m}{U_{\text{ср}}}$, получим

$$K'_{\text{зп}} \leq 2. \quad (19)$$

Для приемника с компенсирующим смещением имеем соответственно

$$t_{\text{сраб}} = \tau_{\text{чи}} \ln \frac{U_m}{U_m - (U_{\text{ср}} + U_{\text{см}})}, \quad (20a)$$

$$t_{\text{отп}} = \tau_{\text{чи}} \ln \frac{U_m}{U_{\text{ср}} + U_{\text{см}}} \quad (20б)$$

Аналогично находим выражение для коэффициента запаса по срабатыванию в приемнике с компенсирующим смещением:

$$K_{\text{зп}} \leq \frac{K'_{\text{зп}}}{2} + 1. \quad (21)$$

Так как $K'_{\text{зп}}$ не превышает 2, то и $K_{\text{зп}} < 2$. С другой стороны, для устойчивой работы схемы приемника необходимо, чтобы значение $K_{\text{зп}}$ было больше 1. Следовательно, границы изменения коэффициента запаса по срабатыванию выражаются следующим образом:

$$1 \leq K_{\text{зп}} \leq 2. \quad (22)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Х. Никольс, Л. Л. Раух. Радиотелеметрия. Изд-во иностр. лит., 1958.
2. А. Попов. Метод улучшения характеристик приемников частотных сигналов. Вестник Киевск. политехн. ин-та, № 1, серия автоматики. Киев, 1964.