

## ТЭХНІЧНАЯ КІБЕРНЕТЫКА

УДК 621.396

В. В. ГЕРАШЧАНКА, М. Д. ДАБРАВольскі, Д. Д. ХОНЬКІН

### АЦЭНКА ПАВЫШЭННЯ ПЕРАШКОДАУСТОЙЛІВАСЦІ У СІСТЭМАХ АПРАЦОЎКІ ІНФАРМАЦЫІ З КАМПЕНСАЦЫЯЙ

Рэзультат апрацоўкі інфармацыі ў сістэмах аўтаматычнага кіравання залежыць ад пераходных скажэнняў, якія істотна зніжаюць перашкодаўстойлівасць сістэмы. Для памяншэння пераходных скажэнняў звычайна павялічваюць паласу прапускання [1]. У апошні час усё большае прымяненне знаходзяць кампенсцыйныя метады, з якіх найбольш перспектыўнымі з'яўляюцца спосабы кампенсцыі з выкарыстаннем адваротнай сувязі па рашэнню.

Увядзенне адваротнай сувязі па рашэнню істотна спрашчае аптымальны паэлементны прыём сімвалаў і ў радзе выпадкаў забяспечвае перашкодаўстойлівасць, блізкую да гранічнай [2]. Пры выбары алгарытму аптымальнага паэлементнага прыёму, мінімізуючага сярэднюю верагоднасць памылкі пры паслядоўнай рэгістрацыі элементарных сімвалаў, зыходзяць з умоў рэалізацыі і эфектыўнасці схемы прыёму, пры гэтым не ўлічваюць звычайна канкрэтных параметраў канала і перадаваемага сігналу. У той жа час, пры некаторых значэннях адносінаў сігнал/шум больш прасты алгарытм прыёму дазваляе забяспечыць перашкодаўстойлівасць, параўнальна блізкую да гранічнай.

Для ацэнкі ўплыву кампенсцыі скажэнняў вызначым пры розных адносінах сігнал/шум перашкодаўстойлівасць сістэмы апрацоўкі інфармацыі, у якой прымяняюцца супрацьлеглыя сігналы, што валодаюць найбольшай перашкодаўстойлівасцю [3]. Напружанне на ўваходзе вырашальнага прыстасавання

$$x(t) = \lambda s(t) + n(t) \text{ пры } 0 \leq t \leq \tau,$$

дзе  $n(t)$  — перашкода;  $\lambda=1$  — адпавядае сімвалу 1;  $\lambda=-1$  — адпавядае сімвалу 0;  $s(t)$  — сігнал вядомай формы, прычым апрыёрныя верагоднасці  $P(0) = P(1) = 0,5$ .

Верагоднасць памылкі залежыць ад велічыні парога вырашальнага ўстройства  $x_{\Pi}$  [4]

$$p_{\text{пам}} = 0,5 (p_0 + p_1) \quad (1)$$

дзе

$$p_0 = \int_{x_{\Pi}}^{\infty} w_0(x) dx; \quad p_1 = \int_{-\infty}^{x_{\Pi}} w_1(x) dx.$$

Шчыльнасці верагоднасці сігналу з шумам размеркаваны па нармальнаму закону

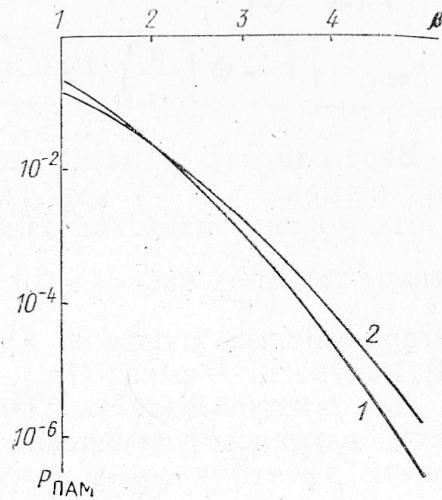
$$w_0(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x+a)^2}{2\sigma^2}}; \quad (2)$$

$$w_1(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}},$$

Залежнась верагоднасці памылкі ад адносін  
сигнал/шум пры кампенсацыі (1) і без кампен-  
сацыі (2) пераходных скажэнняў

дзе  $a$  — велічыня сигнала на ўваходзе  
вырашальнага прыстасавання ў момант  
адліку.

Велічыня астаткавага напружання на  
ўваходзе вырашальнага прыстасавання  
ў момант адліку ў залежнасці ад віду па-  
пярэдняга сигнала можа прымаць зна-  
чэнні  $U_0$  і  $-U_0$ , а шчыльнасці верагодна-  
сці напружання на ўваходзе вырашаль-  
нага прыстасавання з улікам пераход-  
ных скажэнняў вызначым як кампазі-  
цыю законаў размеркавання [5]



$$\omega_0(x) = \frac{1}{2\sigma\sqrt{2\pi}} \left[ e^{-\frac{(x+a-U_0)^2}{2\sigma^2}} + e^{-\frac{(x+a+U_0)^2}{2\sigma^2}} \right];$$

$$\omega_1(x) = \frac{1}{2\sigma\sqrt{2\pi}} \left[ e^{-\frac{(x-a-U_0)^2}{2\sigma^2}} + e^{-\frac{(x-a+U_0)^2}{2\sigma^2}} \right]. \quad (3)$$

Верагоднасць памылкі будзе мінімальнай пры велічыні парога, роўнай нулю:

$$p_{\text{пам}} = 1 - 0,5 \left[ \Phi\left(\frac{a+U_0}{\sigma}\right) + \Phi\left(\frac{a-U_0}{\sigma}\right) \right], \quad (4)$$

дзе  $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-0,5t^2} dt$  — інтэграл верагоднасці [6].

Вызначым верагоднасць памылкі ў сістэме, кампенсацыя пераходных скажэнняў у якой ажыццяўляецца змяненнем велічыні парога вырашальнага прыстасавання. Пасля прыняцця сімвала 0 устаўляецца парогавое значэнне  $x_{\text{п}} = U_0$ , пасля прыёму сімвала 1 устаўляецца  $x_{\text{п}} = -U_0$ . У дадзенай схеме выкарыстоўваюцца вынікі прыёму папярэдняга сімвала для кампенсацыі яго ўплыву на прыём наступнага. Верагоднасць памылкі ў такой сістэме апрацоўкі інфармацыі

$$p_{\text{пам}} = p_{1\text{пам}} (1 + p_{2\text{пам}}), \quad (5)$$

дзе  $p_{1\text{пам}} = 1 - \Phi\left(\frac{a}{\sigma}\right)$  — верагоднасць памылкі ў схеме пры адсутнасці пераходных скажэнняў;  $p_{2\text{пам}}$  — верагоднасць памылкі пасля прыняцця няправільнага рашэння.

Вызначым складаемыя верагоднасці памылкі  $P_{2\text{пам}}$ , калі пры наступленні на ўваход вырашальнага прыстасавання сімвала 0 адбылася рэгістрацыя сімвала 1, і велічыня парога ўстанавілася  $U_0$ , а на сигнал накладваецца астаткавае напружанне  $-U_0$ :

$$p_0 = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{U_0}^{\infty} e^{-\frac{(x+a+U_0)^2}{2\sigma^2}} dx = 1 - \Phi\left(\frac{a+2U_0}{\sigma}\right);$$

$$p_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-U_0} e^{-\frac{(x-a+U_0)^2}{2\sigma^2}} dx = 1 - \Phi\left(\frac{a-2U_0}{\sigma}\right). \quad (6)$$

$$p_{\text{пам}} = \left[ 1 - \Phi \left( \frac{a}{\sigma} \right) \right] \left[ 2 - 0,5\Phi \left( \frac{a - 2U_0}{\sigma} \right) - 0,5\Phi \left( \frac{a + 2U_0}{\sigma} \right) \right]. \quad (7)$$

Верагоднасць памылкі пасля рэгістрацыі сімвала 0 замест 1 мае такі ж выраз.

На рысунку паказана залежнасць верагоднасці памылкі ад адносін сігнал/шум  $\beta \frac{a}{\sigma}$  пры  $U_0 = 0,1 a$ . Верагоднасць памылкі адкладзена ў лагарыфмічным маштабе. Адсутнасці кампенсацыі адпавядае выраз (4), наяўнасці — выраз (7).

Аналіз атрыманай залежнасці паказвае, што ўвядзенне адваротнай сувязі па рашэнню змянення парога вырашальнага прыстасавання дае розную эфектыўнасць у залежнасці ад стану канала.

### Вывады

1. Увядзенне кампенсацыі пераходных скажэнняў у сістэме апрацоўкі інфармацыі шляхам змянення велічыні парога вырашальнага прыстасавання на велічыню астаткавага напружання мэтазгодна пры вялікіх адносінах сігнал/шум.

2. Пры малых адносінах сігнал/шум пераважна для памяншэння пераходных скажэнняў неабходна павялічваць паласу прапускання сістэмы або прымяняць іншыя спосабы павышэння перашкодаўстойлівасці паэлементнага прыёму, які мінімізіруе сярэдняю верагоднасць памылкі [7].

### Summary

An influence of the residual voltage compensation upon the error probability is considered.

### Літаратура

1. Мановцев А. П. Введение в цифровую радиотелеметрию.— М., 1967.
2. Кловский Д. Д., Николаев Б. И. Инженерная реализация радиотехнических схем.— М., 1975.
3. Котельников В. А. Теория потенциальной помехоустойчивости.— М., 1956.
4. Харкевич А. А. Борьба с помехами.— М., 1965.
5. Вентцель В. С. Теория вероятностей.— М., 1962.
6. Тихонов В. И. Статистическая радиотехника.— М., 1966.
7. Дитора М. Связь в средах с рассеянием во времени и по частоте при использовании адаптивной компенсации.— ТИИЭР, 1968, № 10.

Могилевский машиностроительный институт

Поступила в редакцию  
13.01.81