

## ВТРАТИ ІНФОРМАЦІЇ В КАНАЛІ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ

Ханчопуло О.В., Бичковський В.О.

Якість роботи інформаційних каналів і трактів може бути оцінена на підставі критерія середніх втрат, в якому враховуються інтенсивності відмов і ремонту, ентропійні потужності повідомлень та похибок [1]. Для оцінки втрат інформації приймають рівномірний або нормальний розподіли щільності імовірності повідомлення, що для каналу радіальної швидкості є некоректним та приводить до суттєвих помилок. Тому актуальною задачею є врахування реальної ситуації в каналі радіальної швидкості.

### Теоретичні викладки

Середня швидкість втрат інформації визначається з умови

$$\Delta C = 2FH_e + 2FK_e[H_n - H_e], \quad (1)$$

де  $F$ - смуга частот, якою може бути обмежений спектр спостерігаемого параметра;  $H_e$  – ентропія на символ похибки;  $H_n$ - ентропія на символ прийнятого повідомлення;  $K_e$ - коефіцієнт потреби в ремонті вимірювальної апаратури [1]. Приймається до уваги, що

$$K_e = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i}{\mu_i}, \quad (2)$$

де  $\lambda_i$ ,  $\mu_i$  – інтенсивності відмов  $i$ -го типу та ремонту цих відмов.

Якщо швидкість об'єкта  $V$  не змінюється, то як при обмеженій так і необмеженій маневреності радіальні швидкості  $V_p$  розподілені відповідно до закону арксинуса [2,3]:

$$W_{1p}(V_p) = \frac{1}{\pi\sqrt{V^2 - V_p^2}} \quad (3)$$

Ентропія джерела повідомлень з щільністю імовірності (3) відома [4]. Вона визначається з умови  $H_x = \ln(\pi V/2)$ . В процесі дослідження каналів прийнято переходити до ентропійних потужностей

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{2\pi e} \exp[2H_x], \quad \sigma_e^2 = \frac{1}{2\pi e} \exp[2H_e], \quad \sigma_n^2 = \frac{1}{2\pi e} \exp[2H_n] \quad (4)$$

де  $\sigma_e^2$ ,  $\sigma_n^2$ ,  $\sigma_x^2$  – ентропійна потужність похибки, прийнятих повідомлень, вимірюваного параметра, відповідно. В даному випадку  $\sigma_n^2 = \sigma_x^2 + \sigma_e^2$  [1].

Визначимо ентропійну потужність вимірюваного параметра:

$$\sigma_x^2 = \frac{\pi V^2}{8e} \quad (5)$$

На підставі (1) середня швидкість втрат інформації визначається як

$$\Delta C = F \ln 2\pi e \sigma_e^2 + FK_e \ln \frac{\sigma_x^2 + \sigma_e^2}{\sigma_e^2} \quad (6)$$

Приймаючи до уваги (5), (6) розраховуємо середню швидкість втрат інформації в каналі радіальної швидкості

$$\Delta C = F \ln 2\pi e \sigma_e^2 + FK_e \ln \left(1 + \frac{\pi V^2}{8e\sigma_e^2}\right) \quad (7)$$

В нормально функціонуючих каналах  $\sigma_x^2 \gg \sigma_e^2$ . Тоді на підставі рівняння (7) визначимо

$$\Delta C = F \ln 2\pi e \sigma_e^2 + FK_e \ln \frac{\pi V^2}{8e\sigma_e^2} \quad (8)$$

Визначимо зміну швидкості втрат інформації в умовах переходу від каналу 1 до каналу 2. На підставі залежності (8)

$$\Delta C_1 - \Delta C_2 = F \left( \ln \frac{\sigma_{e1}^2}{\sigma_{e2}^2} + K_{e1} \ln \frac{\pi V_1^2}{8e\sigma_{e1}^2} - K_{e2} \ln \frac{\pi V_2^2}{8e\sigma_{e2}^2} \right) \quad (9)$$

Розглянемо деякі характерні випадки.

1. Однакові коефіцієнти потреби в ремонті каналів ( $K_{e1}=K_{e2}=K_e$ ) при однакових швидкостях руху об'єкта:  $\Delta C_1 - \Delta C_2 = F \left( \ln \frac{\sigma_{e1}^2}{\sigma_{e2}^2} + K_e \ln \frac{\sigma_{e2}^2}{\sigma_{e1}^2} \right)$ .

2. Однакові коефіцієнти потреби в ремонті каналів при однакових ентропійних потужностях похибок та різних швидкостях руху об'єкта:

$$\Delta C_1 - \Delta C_2 = 2FK_e \ln \frac{V_1}{V_2} \quad (10)$$

3. Канали з однаковою швидкістю втрат інформації в умовах однакової потреби в ремонті:  $\ln \frac{\sigma_{e1}}{\sigma_{e2}} = K_e \ln \frac{V_1 \sigma_{e2}}{V_2 \sigma_{e1}}$ .

Проаналізуємо, наприклад, випадок 2. Приймаємо  $K_e = 2,5 \cdot 10^{-3}$  [1] і порівняємо швидкості втрат інформації в каналах, якщо  $V_1 = 1,6 \cdot V_2$ . На підставі (10) визначаємо:  $\Delta C_1 - \Delta C_2 = 1,17F \cdot 10^{-3}$  (нат/с).

Отримані результати дають можливість враховувати особливості каналів радіальної швидкості та визначати швидкість втрат інформації з врахуванням реального розподілу щільності імовірності радіальної швидкості. Вони доповнюють існуючі дані про втрати інформації та дають можливість проводити аналіз при різних співвідношеннях між ентропійними потужностями сигналів та похибок, швидкостей та коефіцієнтів потреби в ремонті вимірювальної апаратури.

#### Література

1. Луцкий В.А. Расчет надежности и эффективности радиоэлектронной аппаратуры

ры. К.: АН УССР, 1963.

2. Тенин М.Б., Князюк В.С. Плотность распределения скоростей воздушных и наземных целей // Теория и техника радиолокации. М.: Машиностроение, 1968.

3. Бичковський В.О., Ханчопуло О.В. Розподіл радіальних швидкостей об'єктів з обмеженою маневреністю. // Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка. Радіоапаратобудування, 2008, №37, с. 31-33.

4. Ацюковский В.А. Построение систем связей комплексов оборудования летательных аппаратов.- М.: Сов.радио, 1974.

*Ханчопуло О.В., Бичковський В.О. Втрати інформації в каналі радіальної швидкості.* Розглянуто та проаналізовано роботу каналу радіальної швидкості в умовах втрат інформації. Визначено швидкість втрат інформації про радіальну швидкість об'єкта.

**Ключові слова:** ентропійна потужність, коефіцієнт потреби в ремонті, втрати інформації

*Ханчопуло Е.В., Бичковский В.А. Потери информации в канале радиальной скорости.* Рассмотрена и проанализирована работа канала радиальной скорости в условиях потерь информации. Определена скорость потерь информации о радиальной скорости объекта.

**Ключевые слова:** энтропийная мощность, коэффициент потребности в ремонте, потеря информации.

*Khanchopoulo E.V., Bychkovsky V.A. Information loss in radial velocity canal.* The radial velocity canal work in conditions of information loss is considered and analyzed. Information velocity loss about object's radial velocity is defined.

**Key words:** entropy power, coefficient necessity in repair, loss information