

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ
СИСТЕМ РАДІОКЕРУВАННЯ

*Бичковський В. О., к.т.н., доц.; Реутська Ю. Ю., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Сучасні системи радіокерування (СРК) — це комплекс функціонально пов'язаних пристроїв, які вирішують просторово-почасову задачу зустрічі керованого об'єкта з ціллю за рахунок виділення із всього об'єму Q_0 , де в принципі може знаходитися ціль деякого об'єму $Q_{Ц}$, необхідного для виконання поставленої задачі. З цією метою в систему радіокерування необхідно ввести та переробити інформацію $I = \log_2(Q_0/Q_{Ц})$ (біт) або $I = \ln(Q_0/Q_{Ц})$ (нат) [1, 2]. Для розкриття динаміки процесу радіокерування введемо поряд з об'ємом Q_0 деякий поточний об'єм Q , який зменшується в процесі наведення завдяки надходженню інформації I від керуючої частини до об'єкту керування. Якщо K — константа швидкості зменшення Q , то можна записати $dQ/dI = -KQ$, або

$$\frac{dQ}{Q} = -KdI. \quad (1)$$

Інтегруємо ліву частину рівняння (1) від Q_0 до Q , а праву від 0 до I :

$$I = \frac{1}{K} \ln\left(\frac{Q_0}{Q}\right). \quad (2)$$

Аналіз формули (2) показує, що за умови $Q = Q_{Ц}$ відомий результат $I = \ln(Q_0/Q_{Ц})$ має місце тільки в умовах, коли $K = 1$. Відповідно до формули (2) знаходимо

$$Q = Q_0 \exp(-KI). \quad (3)$$

Якщо домінуючих напрямів місцезнаходження цілі не існує, то об'єми Q_0 та Q можна розглядати як кулі радіусом R_0 до R , де R характеризує точність радіокерування. Оскільки $Q_0 = 4\pi R_0^3/3$, $Q = 4\pi R^3/3$, на підставі формули (3) визначаємо

$$R = R_0 \exp\left(-\frac{KI}{3}\right), \quad (4)$$

а для задачі на площині $S_0 = \pi R_0^2$, $S = \pi R^2$,

$$R = R_0 \exp\left(-\frac{KI}{2}\right). \quad (5)$$

Нехай до об'єкту керування від керуючої частини надходить інформація з швидкістю C_K . Якщо t — час керування, то $I = C_K t$. Визначити C_K можна в межах інформаційного класу системи керування або за співвідношенням між C_K та пропускною спроможністю C [2, 4].

Введемо у розгляд величину $m = K/3$ для задачі у просторі та $m = K/2$ для задачі на площині. Тоді на підставі формул (4), (5) знаходимо

$$R = R_0 \exp(-mC_K t). \quad (6)$$

Врахуємо радіотехнічні характеристики каналу керування. Введемо у розгляд параметр $\delta = (C - C_K)/C$. Прийнемо до уваги, що пропускна спроможність C визначається за формулою

$$C = F \ln \left(1 + \frac{P_C}{P_{III}} \right), \quad (7)$$

де F — смуга пропускання каналу керування, P_C — потужність сигналу, P_{III} — потужність шуму. Тоді на підставі формули (6) визначаємо

$$R = R_0 \left(1 + \frac{P_C}{P_{III}} \right)^{-mtF(1-\delta)}.$$

Потенційна можливість системи радіокерування визначається за умови $\delta = 0$, тобто $C_K = C$. Таким чином

$$R_{II} = R_0 \left(1 + \frac{P_C}{P_{III}} \right)^{-mtF}.$$

В процесі оцінки ефективності систем радіокерування, як і інших систем, доцільно використовувати нормовані показники, що змінюються від 0 до 1 [5]. Виходячи з цього введемо у розгляд коефіцієнт ефективності

$$K_e = \frac{R_0 - R}{R_0 - R_{II}},$$

який відповідає поставленим вимогам та враховує три основні величини — R_0 , R , R_{II} .

Якщо відомою є інформаційна спроможність N системи радіокерування, то $I = \ln N$ [6]. Приймаючи до уваги, що $dI = dN/N$, на підставі формули (1) визначаємо

$$\frac{dQ}{Q} = -K \frac{dN}{N}, \quad (8)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (8) від Q_0 до Q , а праву від 1 до N , знаходимо

$$Q = Q_0 N^{-K}. \quad (9)$$

На підставі формули (9) визначаємо

$$R = R_0 N^{-m},$$

де $m = K/3$ для ситуації у просторі, $m = K/2$ для ситуації на площині.

Таким чином, отримані результати дають можливість оцінити точність та ефективність систем радіокерування, враховуючи радіотехнічні характеристики каналу керування.

Перелік посилань

1. Меркулов В. И. Авиационные системы радиоуправления. Том 1. Принципы построения систем радиоуправления. Основы синтеза и анализа. / Под ред. А. И. Конащенкова, В. И. Меркулова — М.: Радиотехника, 2003. — 192 с.
2. Коган И. М. Теория информации и проблемы ближней радиолокации. — М.: Сов. радио, 1968. — 144 с.
3. Красовский А. А. Динамика непрерывных самонастраивающихся систем. — М.: Физматгиз, 1963. — 468 с.
4. Ацюковский В. А. Построение систем связей комплексов оборудования летательных аппаратов. — М.: Сов. радио, 1974. — 160 с.
5. Згуровський М. З. Основи системного аналізу. / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. — К.: Видавнича група ВНУ, 2007. — 544 с.
6. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. — М.: Энергия, 1968. — 248 с.

Анотація

На підставі макроскопічного підходу до аналізу процесу радіокерування розглянуто залежності між точністю наведення керованого об'єкта та кількістю інформації, що надходить з керуючої частини. Встановлено потенційні можливості систем радіокерування, їх точність та ефективність. Враховано радіотехнічні характеристики каналу керування.

Ключові слова: радіокерування, інформація, ефективність.

Аннотация

На основании макроскопического подхода к анализу процесса радиоуправления рассмотрены зависимости между точностью наведения управляемого объекта и количеством информации, поступающей из управляющей части. Установлены потенциальные возможности систем радиоуправления, их точность и эффективность. Учтены радиотехнические характеристики канала управления.

Ключевые слова: радиоуправление, информация, эффективность.

Abstract

Dependencies between targeting of the controlled object precision and the amount of information that comes from the control part were considered on the basis the macroscopic approach to the analysis of the radio control process. The potentials of radio systems, their veracity and efficiency were established. Radio performance of control channel was taken into consideration.

Keywords: radio control, information, efficiency.