

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ РАДІОКЕРУВАННЯ

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

В наш час постійно зростає необхідність розробки прогнозів. Методи прогнозування розвитку систем радіокерування (СРК), як і інших технічних систем, є достатньо відомими [1]. Актуальною стає задача прогнозування ефективності СРК, яка б враховувала специфіку таких систем. Для розв'язання поставленої задачі прийемо до уваги, що для організації процесу керування використовуються початкова $I_{\text{п}}$ та робоча $I_{\text{р}}$ інформації. Протягом часу початкова інформація втрачається, тобто зменшується від максимальної $I_{\text{пм}}$ до нуля. Робоча інформація видобувається в самому процесі керування та безперервно збільшується від 0 до максимальної $I_{\text{рм}}$. Загальна кількість доступної для керування інформації $I = I_{\text{п}} + I_{\text{р}}$. Імовірність P виконання системою поставленої задачі залежить від кількості інформації I , що надходить в систему.

Нехай $P_{\text{м}}$ — потенційно можливе максимальне значення P . Тоді прирощення P визначається за формулою $dP = k(P_{\text{м}} - P)dI$, де k — константа швидкості зростання P . В результаті інтегрування можна записати

$$P - P_0 = (P_{\text{м}} - P_0)[1 - \exp(k(I_{\text{пм}} - I))], \quad (1)$$

де P_0 — початкове значення P .

Прийmemo до уваги, що $I_{\text{пм}} = \ln N_{\text{пм}}$, $I = \ln N$, де $N_{\text{пм}}$ та N — інформаційні спроможності [2]. Оскільки $I = I_{\text{п}} + I_{\text{р}}$, то $\ln N = \ln N_{\text{п}} + \ln N_{\text{р}} = \ln N_{\text{п}} N_{\text{р}}$. Тоді на підставі формули (1) визначаємо

$$P - P_0 = (P_{\text{м}} - P_0)\left[1 - \left(\frac{N_{\text{пм}}}{N_{\text{п}} N_{\text{р}}}\right)^k\right]. \quad (2)$$

Процес керування має місце тоді, коли $P > P_0$. Аналіз формули (2) показує, що це є можливим при умові $N_{\text{п}} N_{\text{р}} > N_{\text{пм}}$. Для формалізації задачі керування скористуємося методом аналогій [1, 3]. Приймемо також до уваги, що необхідна для керування швидкість зростання $N_{\text{р}}$ (аналог каталізатора) залежить від N в цілому. Тоді можна записати

$$\frac{dN_{\text{р}}}{dt} = k_{\text{р}} N = k_{\text{р}} N_{\text{р}} N_{\text{п}}, \quad (3)$$

де k_p — відносна швидкість зростання N_p . Нехай x — зміна інформаційної спроможності N_{Π} за час t . Тоді $N_{\Pi} = N_{\Pi\text{м}} - x$. Для забезпечення керуючого процесу необхідно збільшувати N_p . Оскільки при $t=0$ маємо $I_p = I_{p0} = 0$, то $N_{p0} = \exp I_{p0} = 1$. Отже, $N_p = 1 + ax$, де a — коефіцієнт ($a > 1$). Таким чином, рівняння (3) приймає наступний вигляд:

$$\frac{adx}{(N_{\Pi\text{м}} - x)(1 + ax)} = k_p dt. \quad (4)$$

Прийmemo до уваги, що

$$\frac{1}{(N_{\Pi\text{м}} - x)(1 + ax)} = \frac{1}{1 + aN_{\Pi\text{м}}} \left(\frac{1}{N_{\Pi\text{м}} - x} + \frac{a}{1 + ax} \right). \quad (5)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (4) від 0 до x , а праву від 0 до t та враховуючи (5), знаходимо

$$\ln \frac{1 + ax}{N_{\Pi\text{м}} - x} = \frac{(1 + aN_{\Pi\text{м}})k_p t}{a} - \ln N_{\Pi\text{м}}. \quad (6)$$

На підставі формули (6) представляється можливим визначити момент часу t_0 , починаючи з якого робоча інформація $I_p = \ln N_p$ починає перевищувати початкову інформацію $I_{\Pi} = \ln N_{\Pi}$. Наклавши умову $N_p = N_{\Pi}$, тобто $1 + ax = N_{\Pi\text{м}} - x$, з формули (6) визначаємо $t_0 = a \ln N_{\Pi\text{м}} / (k_p (1 + aN_{\Pi\text{м}}))$. В умовах, коли $a \gg 1$, $1 < x < N_{\Pi\text{м}}$ можна записати $1 + ax \approx ax$, $1 + aN_{\Pi\text{м}} \approx aN_{\Pi\text{м}}$. Тоді на підставі формули (6) знаходимо $\ln(ax / (N_{\Pi\text{м}} - x)) = N_{\Pi\text{м}} k_p t - \ln N_{\Pi\text{м}}$ та визначаємо $x = N_{\Pi\text{м}} / (aN_{\Pi\text{м}} \exp(-k_p t N_{\Pi\text{м}}) + 1)$.

Отже, на підставі формули (2) знаходимо

$$P - P_0 = (P_{\text{м}} - P_0) \left[1 - \left(\frac{N_{\Pi\text{м}}}{ax(N_{\Pi\text{м}} - x)} \right)^k \right]. \quad (7)$$

Таким чином, на підставі залежності (7) представляється можливим прогнозувати ефективність СРК.

Література

1. Кузнецов Ю. М. Прогнозування розвитку технічних систем / Ю. М. Кузнецов, Р. А. Скляр — К. : ТОВ «ЗМОК» — ПП «ГНОЗИС», 2004. — 323 с. — ISBN 966-7569-79-9.
2. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств / П. В. Новицкий — М. : Энергия, 1968. — 248 с. — УДК 621. 317. 7
3. Стромберг А. Г. Физическая химия / А. Г. Стромберг., Д. П. Семченко — М. : Высш. школа, 1988. — 496 с. — УДК 541.1