
ТЕОРІЯ ТА ЗАСОБИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

УДК 658.7

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

*Бичковський В.О.¹, к.т.н., доцент,
Ханчопуло О.В.², студентка*

¹ Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

² Університет «КРОК»

Вступ. Постановка задачі

Серед наукових напрямів, які інтенсивно розвиваються в останній час, досить важливе місце займає логістика. Дослідження логістики спрямовуються на підвищення ефективності функціонування усіх ланцюгів логістичної системи шляхом інтеграції різних процесів та оптимізації матеріальних, інформаційних, фінансових, людських і транспортних потоків [1]. Якщо раніше основні проблеми розробки, аналізу та використання логістичних систем (ЛС) знаходились в області матеріальних потоків, то на сучасному етапі розвитку логістики все більше уваги відводиться регулюванню та оптимізації інформаційних потоків. Потоки інформації всередині та за межами підприємства передаються за допомогою логістичної комунікаційної системи (ЛКС). Процес передачі інформації від джерела до споживача в реальних ЛКС супроводжується її втратами. Таким чином, виникає задача оцінки ефективності ЛКС з втратами інформації. Досить часто для оцінки ефективності інформаційних систем використовують відношення кількості інформації на виході $I_2 = I_2(t)$ до кількості інформації на вході $I_1 = I_1(t)$ [2]. Таким чином, ефективність системи $E = I_2/I_1$. Кількість факторів, які впливають на ефективність ЛКС, досить велика. Тому задачу оцінки ефективності ЛКС доцільно розв'язати на макроскопічному рівні, тобто перейти від випадкового впливу маси мікрофакторів до деякого регулярного процесу.

Логістична комунікаційна система є невід'ємною частиною логістичної системи в цілому та призначена для забезпечення керування логістичним процесом. Таким чином, ефективність ЛКС необхідно розглядати також з точки зору ефективності керування логістичним процесом (ЛП). Керування ЛП організується на підставі даних I_1 про стан ЛП за допомогою керуючої інформації I_2 . В будь-яких задачах керування основним фактором є обмеження різноманітності можливих станів або процесів. Таким чином,

якщо при відсутності керування різноманітність характеризується ентропією H_0 , то в процесі керування її необхідно знизити до H_y . Для виконання такої задачі в ЛС необхідно ввести інформацію $I_2 = H_0 - H_y$.

Теоретичні викладки

Розглянемо ситуацію, коли в ЛКС подається інформація $I_1 = I_1(t)$. Якщо $I_2 = I_2(t)$ - кількість інформації на виході ЛКС, то можна записати

$$\frac{dI_2}{dt} = K_1 I_1 - K_2 I_2, \quad (1)$$

де K_1 - константа швидкості зростання кількості інформації на виході ЛКС; K_2 - константа швидкості втрат інформації в ЛКС. Для з'ясування можливої закономірності зміни $I_1(t)$ скористуємося методом аналогій та прийнемо до уваги, що в реальних ситуаціях характерним є поступове зменшення швидкості зростання $I_1(t)$ [3]. На підставі аналогії з топохімічною реакцією

$$dI_1 = a(I_{1m} - I_1)dt, \quad (2)$$

де I_{1m} - максимальне значення I_1 ; a - коефіцієнт [4]. Виходячи із рівняння (2), запишемо

$$\frac{dI_1}{dt} = a(I_{1m} - I_1). \quad (3)$$

На підставі диференціального рівняння (3) складаємо наступне рівняння:

$$\frac{dI_1}{I_{1m} - I_1} = a dt. \quad (4)$$

Нехай на початку спостереження, тобто при $t = 0$, кількість інформації $I_1 = I_{10}$. Інтегруючи ліву частину рівняння (4) по I_1 від I_{10} до I_1 , а праву по t від 0 до t , визначаємо

$$I_1 = I_{1m} - (I_{1m} - I_{10}) \exp(-at). \quad (5)$$

На підставі рівнянь (1), (5) запишемо

$$\frac{dI_2}{dt} + K_2 I_2 = K_1 [I_{1m} - (I_{1m} - I_{10}) \exp(-at)]. \quad (6)$$

Помножимо ліву та праву частини рівняння (6) на множник $\exp(K_2 t)$, тоді

$$\frac{dI_2}{dt} \exp(K_2 t) + K_2 I_2 \exp(K_2 t) = K_1 [I_{1m} - (I_{1m} - I_{10}) \exp(-at)] \exp(K_2 t),$$

або після деяких перетворень,

$$\frac{d}{dt} [I_2 \exp(K_2 t)] = K_1 I_{1m} \exp(K_2 t) - K_1 (I_{1m} - I_{10}) \exp[(K_2 - a)t]. \quad (7)$$

Нехай на початку спостереження ($t = 0$) кількість інформації на виході системи дорівнює I_{20} . Після інтегрування рівняння (7) від I_{20} до I_2 та від 0 до t , визначаємо

$$I_2 = \frac{K_1 I_{1m}}{K_2} [1 - \exp(-K_2 t)] - \frac{-K_1 (I_{1m} - I_{10})}{K_2 - a} [\exp(-at) - \exp(-K_2 t)] + I_{20}. \quad (8)$$

На підставі формул (5) та (8) можна визначити ефективність системи $E = I_2/I_1$.

Якщо додатково необхідно враховувати і стан рівноваги в системі, то скористуємося іншою методикою [4]. Нехай кількість інформації I_1 збільшується на величину $x = x(t)$, що супроводжується збільшенням інформації на виході ЛКС на величину $mx (m < 1)$. Тоді можна записати $I_1 = I_{10} + x$, $I_2 = I_{20} + mx$. Таким чином, рівняння (1) приймає наступний вигляд:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{K_1}{m} (I_{10} + x) - \frac{K_2}{m} (I_{20} + mx). \quad (9)$$

У стані рівноваги виконується умова

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_{x=x_p} = 0. \quad (10)$$

На підставі рівнянь (9), (10) визначаємо

$$K = \frac{K_2}{K_1} = \frac{I_{10} + x_p}{I_{20} + mx_p}. \quad (11)$$

Запишемо рівняння (9) таким чином:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{m} (K_1 I_{10} - K_2 I_{20}) - \frac{1}{m} (mK_2 - K_1)x. \quad (12)$$

Представимо рівняння (12) у вигляді

$$\frac{dx}{dt} = \left(K_2 - \frac{K_1}{m}\right)(a - x), \quad (13)$$

де величина a визначається з рівняння

$$a = \frac{I_{10} - KI_{20}}{mK - 1}. \quad (14)$$

Розділяючи змінні в рівнянні (13), визначаємо

$$\frac{dx}{a - x} = \left(K_2 - \frac{K_1}{m}\right) dt. \quad (15)$$

Інтегруючи ліву частину рівняння (15) по x від 0 до x , а праву по t від 0 до t , знаходимо

$$K_2 - \frac{K_1}{m} = h, \quad (16)$$

де величина h визначається з рівняння

$$h = \frac{1}{t} \ln \frac{a}{a-x}. \quad (17)$$

На підставі системи рівнянь (11) та (16) розв'язуємо зворотню задачу досліджень, тобто визначаємо константи K_1 та K_2 :

$$K_1 = \frac{mh}{mK-1}; \quad K_2 = \frac{mhK}{mK-1}. \quad (18)$$

Розв'яжемо пряму задачу, тобто визначимо залежності $I_1(t)$ та $I_2(t)$. Для цього спочатку знайдемо з рівнянь (14), (16) та (17) величину x :

$$x = \frac{(I_{10} - KI_{20})y}{mK-1}, \quad (19)$$

$$y = 1 - \exp \left[- \left(K_2 - \frac{K_1}{m} \right) t \right]. \quad (20)$$

Оскільки $I_1 = I_{10} + x$, $I_2 = I_{20} + mx$, то на підставі рівнянь (19), (20) складаємо матричне рівняння

$$\begin{vmatrix} I_2 \\ I_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} A & B \\ C & D \end{vmatrix} \begin{vmatrix} I_{20} \\ I_{10} \end{vmatrix}, \quad (21)$$

$$A = 1 - \frac{mKy}{mK-1}; \quad B = \frac{my}{mK-1}; \quad C = -\frac{Ky}{mK-1}; \quad D = 1 + \frac{y}{mK-1}.$$

Введемо позначення $E_0 = \frac{I_{20}}{I_{10}}$. Тоді на підставі рівняння (21) запишемо

$$E = \frac{AE_0 + B}{CE_0 + D}. \quad (22)$$

Таким чином, на підставі даних про величини констант швидкості зростання інформації та швидкості втрат інформації представляється можливим визначити ефективність ЛКС як в загальній ситуації, так і в умовах, коли необхідно враховувати можливий стан рівноваги в ЛКС.

Висновки

Отримані результати дають можливість прогнозувати ефективність ЛКС в умовах впливу багатьох факторів та перейти від рівня мікроаналізу до рівня макроаналізу. При такому підході представляється можливим заздалегідь визначитися із основними співвідношеннями між параметрами ЛКС, провести оцінку можливостей ЛКС та спрогнозувати наслідки керування логістичною системою в цілому як в загальній ситуації, так і при врахуванні стану рівноваги.

Література

1. Амітан В.Н., Ларіна Р.Р., Пілюшенко В.Л. Логістизація процесів в організаційно-економічних системах.- Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд».-2003.-73с.
2. Прохоренко В.А., Смирнов А.Н. Прогнозирование качества систем.-Минск: Наука и техника.-1976.-200с.
3. Кузнецов Ю.М., Скляр Р.А. Прогнозування розвитку технічних систем.-К.: ТОВ «ЗМОК»-ПП «Гнозис».-2004.-323с.
4. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия.-М.:Высшая школа.-1988.-496с.

Бичковський В.О., Ханчопуло О.В. Оцінка ефективності логістичних комунікаційних систем. Для проведення оцінки ефективності логістичних комунікаційних систем (ЛКС) запропоновано методика, яка базується на макроскопічному підході, враховує вплив багатьох випадкових факторів та описує перетворення їх в деякий регулярний процес. Встановлено закономірності впливу основних параметрів ЛКС на їх ефективність. Визначено константи швидкостей зростання та втрат інформації. Розглянуто методика оцінки ефективності ЛКС із врахуванням стану рівноваги. Отримані результати дають можливість прогнозувати ефективність як в процесі розробки, так і при експлуатації ЛКС.

Ключові слова: логістична система, інформація, макроаналіз.

Бычковский В.А., Ханчопуло Е.В. Оценка эффективности логистических коммуникационных систем. Для проведения оценки эффективности логистических коммуникационных систем (ЛКС) предложена методика, которая базируется на макроскопическом подходе, учитывает влияние многих факторов и описывает превращение их в некоторый регулярный процесс. Установлены закономерности влияния основных параметров ЛКС на их эффективность. Определены константы скоростей роста и потерь информации. Рассмотрена методика оценки эффективности ЛКС с учетом состояния равновесия. Полученные результаты дают возможность прогнозировать эффективность как в процессе разработки так и при эксплуатации ЛКС.

Ключевые слова: логистическая система, информация, макроанализ.

Bychkovsky V.O., Khanchopulo O.V. Estimate of the efficiency for logistics communication systems. For efficiency estimation of logistics communication systems (LCS) proposed the method, which is based on the macroscopic approach and takes into account a lot of random factors describing their transformation into a regular process. The conformity of the basic parameters of LCS to their performance was identified. Rate constants of growth and loss of information were determined. The efficiency assessment method for LCS was examined, taking the balance state into account. Obtained results enable to predict efficacy in the development, and for maintenance of LCS.

Keywords: logistics system, information, macro analysis.