

С.М. Звиглянич, М.П. Ізюмський, О.С. Балабуха

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ОЦІНКА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

У статті розглядається підхід до оцінки якості функціонування автоматизованих систем управління, вводиться поняття порогу можливого пониження якості їх функціонування при виході з ладу каналів зв'язку між пунктами управління.

Ключові слова: пункт управління, якість, система управління, ентропія.

Вступ

Постановка проблеми. На сучасному етапі відбувається якісний скачок в області управління військами (зброєю). Незмірно зріс вплив чинника часу на характер діяльності командира, штабу, значно збільшився об'єм їх робіт. Тепер системі управління відводиться роль системотворного елементу, що об'єднує в єдиний процес вогневого ураження противника, засобу ураження і засобу розвідки, а також управління ними. При цьому разом з вимогою значного скорочення тривалості циклу управління військами, підвищуються вимоги до якості передачі інформації і її достовірності [1; 2].

Комплексна автоматизація управління передбачає широке впровадження автоматизованих систем управління (АСУ). Можливості АСУ в плані передачі даних між пунктами управління (ПУ) за мінімальний час визначаються значною мірою якістю системи передачі даних.

Стає актуальним завдання визначення і контролю якості функціонування АСУ.

Аналіз літератури. Проблема оцінки якості функціонування АСУ набуває все більшу актуальність у зв'язку з підвищенням їх ролі в процесі ухвалення рішень при управлінні військами (зброєю). Це пов'язано зі збільшенням обсягів оброблюваної інформації і скороченням часу на ухвалення рішення. Успішне вогневе ураження противника в збройному конфлікті можливе лише при умові отримання інформації про об'єкти ураження своєчасно і в повному обсязі [3].

Завдання аналізу і синтезу засобів обробки інформації, розглянуті в [4], в основному освітлюють проблему ефективного використання каналів зв'язку, застосування оптимізаційних алгоритмів маршрутизації.

Аналогічно і в [5], при розгляді питання кількісної оцінки можливостей системи управління, використовуються чисельні показники, що відобража-

ють, як правило, поточний стан мережі і її каналів зв'язку.

Такі оцінки не дають уявлення про стан системи управління в цілому, і, найголовніше, не відповідають на питання про зміну якості функціонування при природних виходах з ладу каналів зв'язку мережі.

На сьогодні залишається актуальним питання вибору узагальнених показників оцінки якості функціонування систем управління. Ці показники повинні дозволяти оцінювати поточний стан мережі, а також визначати той критичний рівень зниження якості її функціонування, при якому система стає непрацездатною.

Метою статті є обґрунтування узагальнених показників якості функціонування системи управління, що визначають як поточний стан мережі, так і критичний рівень зниження якості її функціонування при виході з ладу каналів зв'язку між пунктами управління.

Основний матеріал

Систему управління представимо у вигляді графа $G=(V(G), E(G))$, де $V(G)$ – непорожня кінцева безліч елементів, що називаються вершинами (пункти управління), а $E(G)$ – кінцеве сімейство неврегульованих пар елементів з $V(G)$, що називаються ребрами (канали зв'язку, що сполучають пункти управління).

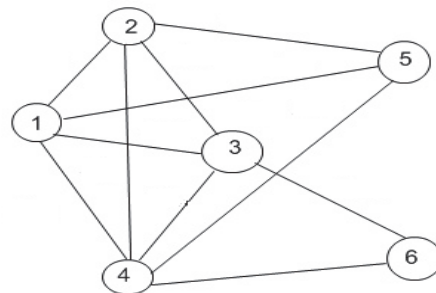


Рис. 1. Граф мережі

Розглянемо деякий вузол управління. Для простоти міркувань нехай цей вузол управління пов'язаний тільки з двома сусідніми вузлами (рис. 2).



Рис. 2. Фрагмент мережі

Надійність каналів зв'язку характеризується інтенсивністю відмов каналів і інтенсивністю їх відновлення. На рис. 3 показані можливі стани першого пункту управління :

- стан 0, зв'язок існує з пунктами управління 2 і 3;
- стан 1, зв'язок з пунктом 2 перервана, зв'язок з пунктом 3 існує. Тут λ_1 – інтенсивність відмови каналу зв'язку з пунктом управління 2, а μ_1 – інтенсивність його відновлення;
- стан 2, зв'язок з пунктом 3 перервана, зв'язок з пунктом 2 існує. Тут λ_2 – інтенсивність відмови каналу зв'язку з пунктом управління 3, а μ_2 – інтенсивність його відновлення;
- стан 3, зв'язок перерваний з пунктами управління 2 і 3.

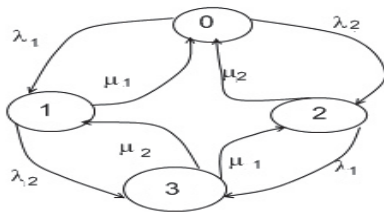


Рис. 3. Граф станів ПУ1

Знайдемо імовірність цих станів. Для цього складемо рівняння Колмогорова з урахуванням існування фінальних імовірностей [6]:

$$\begin{aligned}
 -(\lambda_1 + \lambda_2)P_0 + \mu_1P_1 + \mu_2P_2 &= 0; \\
 \lambda_1P_0 + \mu_2P_3 - (\mu_1 + \lambda_2)P_1 &= 0; \\
 \lambda_2P_0 + \mu_1P_3 - (\mu_2 + \lambda_1)P_2 &= 0; \\
 \lambda_2P_1 + \lambda_1P_2 - (\mu_2 + \mu_1)P_3 &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Для розв'язання цих рівнянь використаємо умову нормування

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1. \tag{2}$$

Невизначеність стану даного пункту управління виразимо через його ентропію [7]:

$$H_{\text{ПУ}} = -\sum_{i=1}^n P_i \log P_i. \tag{3}$$

Ентропія набуває максимального значення, коли імовірність знаходження в тому або іншому стані відповідає значенню 0.5 (рис. 4).

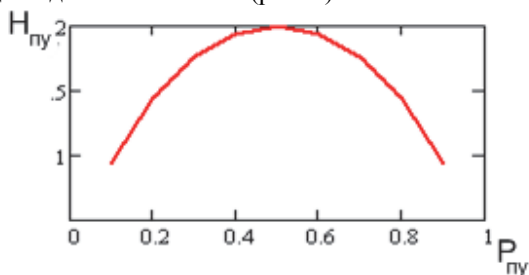


Рис. 4. Ентропія пункту управління

Невизначеність стану пункту управління в явному вигляді не дозволяє оцінити стійку роботу з можливими відмовами, оскільки ентропія для цих випадків однакова.

Для того, щоб розрізнити ці стани введемо в розгляд показник

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \tag{4}$$

як відношення середнього числа відмов каналу зв'язку до середнього часу його відновлення.

Нехай пункт управління має n каналів зв'язку. Введемо для нього наступну характеристику:

$$R_{\text{ПУ}} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n}. \tag{5}$$

Тоді потенціал кожного пункту управління, що відображає його поточний стан, представляється як

$$F_{\text{ПУ}} = \frac{H_{\text{ПУ}}}{R_{\text{ПУ}}}. \tag{6}$$

На рис. 5 представлена залежність потенціалу пункту управління від його стану.

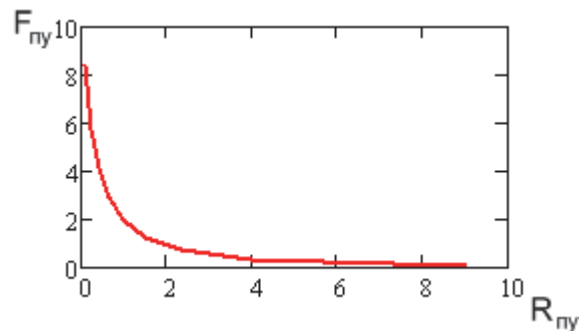


Рис. 5. Потенціал пункту управління

Введений показник $F_{\text{ПУ}}$ дозволяє кількісно оцінити стан системи управління в цілому.

Стан системи управління опосередковано виражається через її потенціал, як сума потенціалів пунктів управління, що входять,

$$F_{\text{СУ}} = \sum_{i=1}^K F_{\text{ПУ}_i}, \tag{7}$$

де K – число пунктів в системі.

Цей показник відбиває якісний стан системи управління. В процесі функціонування системи її якість може змінюватися, що впливатиме на значення $F_{\text{СУ}}$.

Розглянемо граф мережі (рис. 1). Для цього графа побудуємо остовне дерево, представлене на рис. 6 [8].

Це остовне дерево відбиває ту мінімальну кількість зв'язків між вершинами (пунктами управління), яке забезпечує функціонування системи управління.

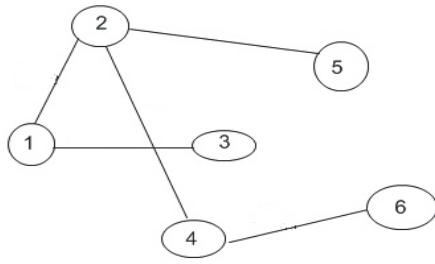


Рис. 6. Остовне дерево

Знайдемо для цього остовного дерева його потенціал F_{cy}^* . На основі вище сказаного, можна стверджувати, що це значення потенціалу відображає той мінімальний поріг якості, при якій система управління може функціонувати, тобто

$$F_{cy} \geq F_{cy}^* . \quad (8)$$

Вираження (8) дозволяє в ході функціонування системи управління оперативно контролювати її стан.

Цей підхід легко може бути використаний для оцінки якості функціонування системи при розгляді інформаційних і функціональних зв'язків між пунктами управління. Ці зв'язки разом із зв'язками управління відображають відношення між пунктами управління і посадовцями з'єднань, частин, підрозділів, що використовують автоматизовану систему управління.

Висновки

Введені показники якості функціонування системи управління дають можливість в процесі функціонування відстежувати як її поточний стан, так і стан окремих пунктів управління.

При цьому слід зазначити, що запропоновані способи оцінки якості функціонування системи управління, не дозволяють усебічно оцінити реально процеси, що протікають в ній.

Проте можливо говорити про їх використання при рішенні задачі аналізу (синтезу) існуючих (перспективних) систем управління військами для отримання із задовільною точністю кількісної оцінки функціонування цих систем.

Список літератури

1. Сапожинский В.А. О совершенствовании АСУ тактического звена / В.А. Сапожинский, Н.И. Костяев // Военная мысль. – 2002. – №5. – С. 51-56.
2. Мысев Г.М. Автоматизированная система управления РВиА: проблемы создания и пути их решения / Г.М. Мысев, Ю.В. Терентьев, Д.И. Лежнев // Военная мысль. – 2004. – №10. – С. 19-22.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений / О.И. Ларичев. – М.: Логос, 2002. – 392 с.
4. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.
5. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. / Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2008. – 992 с.
6. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1980. – 549 с.
7. Тарасов Л.В. Мир, построенный на вероятности / Л.В. Тарасов. – М.: Просвещение, 1984. – 453 с.
8. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.

Надійшла до редколегії 21.03.2017

Рецензент: д-р техн. наук ст. наук співробітник С.В. Герасимов, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

С.Н. Звиглянич, Н.П. Изюмский, А.С. Балабуха

В статье рассматривается подход к оценке качества функционирования автоматизированных систем управления, вводится понятие порога возможного понижения качества их функционирования при выходе из строя каналов связи между пунктами управления.

Ключевые слова: пункт управления, качество, система управления, энтропия.

THE QUALITY OF ASSESSMENT AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

S. Zviglyanich, M. Izyumskiy, O. Balabuha

The article considers approach to the assessment of automated control systems. The term of "threshold of possible quality downgrade" of system functioning at the time of channels communication failure between control points was introduced.

Keywords: control center, quality, control system, entropy.