

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

О.І. Варнаков, С.Г. Галушка  
(Полтавський військовий інститут зв'язку)

*Запропоновано методика оцінки ефективності функціонування телекомунікаційної мережі критичного застосування з урахуванням її внеску у досягнення мети функціонування системи управління та врахуванням залежності стійкості її елементів від можливості відновлення технічних засобів за рахунок резерву.*

***ефективність функціонування, система управління, телекомунікаційна мережа, стійкість, резерв***

**Постановка проблеми та аналіз літератури.** Відомо, що результати управління в значній мірі залежать від ефективності системи управління. У свою чергу, ефективність системи управління безпосередньо залежить від ефективності функціонування її складових елементів і може визначатися через ефективність функціонування управляючих об'єктів, об'єктів управління та телекомунікаційної мережі (при цьому під ефективністю слід розуміти ймовірність досягнення мети функціонування)

$$E_{cy} = E_{yo} \times E_{oy} \times E_{TKM}, \quad (1)$$

де  $E_{cy}$  – ефективність функціонування системи управління;  $E_{yo}$  – ефективність функціонування управляючих об'єктів;  $E_{oy}$  – ефективність функціонування об'єктів управління;  $E_{TKM}$  – ефективність функціонування телекомунікаційної мережі.

Перша і друга складова – ефективність управляючих об'єктів та ефективність об'єктів управління – є прерогативою системи управління. Третя складова – ефективність функціонування телекомунікаційної мережі – безперечно повинна бути досліджена фахівцями зв'язку.

Проведений аналіз існуючих підходів до оцінки ефективності функціонування телекомунікаційних мереж показав, що вони мають ряд недоліків. Так в роботах [1 – 5] не враховується вплив ефективності функціонування телекомунікаційної мережі на ефективність функціонування системи управління. В роботах [6 – 9] не врахована залежність стійкості елементів телекомунікаційної мережі від можливості відновлення техні-

чних засобів за рахунок резерву. В роботах [1, 3, 9] при оцінці рівня забезпечення обміну повідомленнями в системі управління не враховуються групи важливості інформаційних напрямків.

Таким чином, виникає необхідність створення комплексної методики оцінки ефективності телекомунікаційних мереж, яка б більш повно враховувала зазначені чинники, що суттєво впливають на ефективність функціонування системи управління загалом.

**Метою роботи** є розробка методики оцінки ефективності функціонування телекомунікаційної мережі з урахуванням структури телекомунікаційної мережі, впливу на неї агресивного середовища функціонування (вогневого впливу, виходу з ладу технічних засобів та електронномагнітної сумісності радіозасобів) та, в результаті, впливу ефективності телекомунікаційної мережі на ефективність системи управління загалом.

**Суть методики** полягає в тому, що пропонується ефективність функціонування телекомунікаційної мережі оцінювати через ефективність функціонування інформаційних напрямків різних груп важливості

$$E_{\text{ТКМ}} = \prod_{i=1}^3 \kappa_{B_i} E_i, \quad (2)$$

де  $i \in [1, 2, 3]$  – група важливості інформаційних напрямків [3];  $\kappa_{B_i}$  – ваговий коефіцієнт інформаційних напрямків  $i$ -ої групи важливості, який визначається, виходячи із кількості інформаційних напрямків  $i$ -ої групи важливості та загальної кількості інформаційних напрямків;  $E_i$  – ефективність функціонування інформаційних напрямків  $i$ -ої групи важливості.

Ефективність функціонування інформаційних напрямків  $i$ -ої групи важливості пропонується визначати виразом

$$E_i = \frac{N_{\text{вик.}i_m}}{N_{\text{заг.}i}}, \quad (3)$$

де  $N_{\text{заг.}i}$  – загальна кількість інформаційних напрямків  $i$ -ої групи важливості;  $N_{\text{вик.}i_m}$  – кількість інформаційних напрямків, що визначається за формулами:

– для 1-ої групи важливості

$$N_{\text{вик.}1_m} = \sum_{j=1}^m N_{H_1}; \quad (4)$$

– для 2-ої групи важливості

$$N_{\text{вик.}2_m} = \sum_{j=1}^m N_{H_2}; \quad (5)$$

– для 3-ої групи важливості

$$N_{\text{вик.3m}} = \sum_{j=1}^m N_{H_3}; \quad (6)$$

де  $N_1, N_2, N_3$  – відносна величина навантаження, що було виконане відповідно на інформаційних напрямках 1, 2, 3 груп важливості та задовольняє вимогам згідно [3].

Відносна величина виконаного навантаження на інформаційному напрямку визначається за формулою [3]

$$H_j = \frac{Y_{e_j}}{Z_{p_j}}, \quad (7)$$

де  $Y_{e_j}$  – експлуатаційне навантаження, що було виконане  $j$ -м напрямком зв'язку (пропускна спроможність);  $Z_{p_j}$  – розрахункове навантаження, що надходить на  $j$ -й напрямок зв'язку.

Відносна величина виконаного навантаження показує рівень забезпечення своєчасного обміну повідомленнями на інформаційному напрямку і визначає ступінь управління для інформаційних напрямків різних категорій важливості [3].

Пропускна спроможність інформаційного напрямку визначається [1]:

$$Y_{e_j} = Z_{p_j} (1 - P_j), \quad (8)$$

де  $P_j$  – ймовірність втрати замовлення на передачу повідомлення на  $j$ -му інформаційному напрямку.

Таким чином, відносна величина виконаного навантаження  $j$ -го інформаційного напрямку ( $H_j$ ) чисельно дорівнює величині

$$H_j = 1 - P_j. \quad (9)$$

Ймовірність  $P_j$  визначається за першою формулою Ерланга [1] за умови, що телекомунікаційна мережа має велику кількість джерел замовлень на передачу повідомлень ( $S > 100$ ). При  $S \leq 100$  потік замовлень на встановлення з'єднань з більшим ступенем наближення описується моделлю примітивного потоку. Для такого потоку більш точніші результати визначення ймовірності  $P_j$  забезпечує формула Енгсета [1]. При цьому, враховуючи, що реальні канали мають скінчену стійкість [3], використовується не кількість каналів на ланці ( $V_{j,k,l}$ ), а її математичне сподівання

$$M[V_{j,k,l}] = P_{\text{пр}1} \times V_{j,k,l}, \quad (12)$$

де  $P_{пр1}$  – імовірність працездатності ланки, яку пропонується визначати як

$$P_{пр1} = P_{прr} + P_{прs} - P_{прr} \times P_{прs}, \quad (13)$$

де  $P_{прr}$  ( $P_{прs}$ ) – імовірність працездатності  $r$ -го ( $s$ -го) вузлів  $l$ -ої ланки.

Імовірність працездатності вузлів ланки пропонується визначати

$$P_{прr} = 1 - P_{відм.}(1 - P_{відн.}), \quad (14)$$

де  $P_{відм.}$  – імовірність виходу з ладу технічних засобів вузла, що визначається за окремими методиками [1, 3, 7, 8];  $P_{відн.}$  – імовірність відновлення працездатності технічних засобів вузла, пропонується визначати як

$$P_{відн.} = P_{рем.} \times P_{рез.}, \quad (15)$$

де  $P_{рем.}$  – імовірність ремонту технічних засобів;  $P_{рез.}$  – імовірність резервування технічних засобів.

На сьогоднішній день швидкоплинність ведення інформаційного обміну в телекомунікаційній мережі досить вагомо впливає на відновлення технічних засобів. Ремонт техніки зв'язку займає досить значний проміжок часу. Тому, на думку автора, відновлення буде відбуватися, в основному, за рахунок резерву зв'язку.

Таким чином, імовірність відновлення вузла телекомунікаційної мережі буде безпосередньо залежати від імовірності резервування технічних засобів. Події резервування різних типів технічних засобів – незалежні. Тому імовірність резервування пропонується визначати виразом

$$P_{рез.} = 1 - \prod_{h=1}^y (1 - P_{резh}), \quad (16)$$

де  $P_{резh}$  – імовірність резервування  $h$ -типу технічних засобів;  $y$  – кількість типів технічних засобів, що підлягають резервуванню.

Імовірність резервування одного типу технічних засобів пропонується визначати за формулою

$$P_{резh} = h_p / h_n, \quad (17)$$

де  $h_p$  – кількість технічних засобів одного типу, що знаходяться в резерві;  $h_n$  – необхідна кількість технічних засобів одного типу, що потребують резервування.

**Висновки.** 1. Запропонований підхід щодо оцінки ефективності функціонування телекомунікаційної мережі на відміну від відомих методик [1 – 9] дає змогу оцінити внесок у досягнення мети функціонування системи управління, який вносить телекомунікаційна мережа.

2. Оцінка ефективності функціонування телекомунікаційної мережі враховує групи важливості інформаційних напрямків та залежність стій-

кості елементів телекомунікаційної мережі від можливості відновлення технічних засобів за рахунок резерву.

3. Зазначені особливості методики дають можливість більш повного урахування чинників, що суттєво впливають на ефективність функціонування системи управління загалом.

Представлена у статті методика оцінки ефективності функціонування телекомунікаційної мережі критичного застосування може бути застосована для обґрунтування прийняття рішення посадовими особами щодо організації зв'язку в ЗС України, МНС, МВС, на АЕС, аерокосмічних комплексах.

У якості напрямку подальшого дослідження розглядається розробка пропозицій щодо вибору раціональних структур телекомунікаційних мереж критичного застосування та оцінка дієвості заходів, спрямованих на підвищення ефективності їх функціонування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Щербина Л.П. *Основы теории сетей военной связи*. – Л.: ВАС, 1984. – 170 с.
2. Терентьев В.М. *Методика обоснования требований к показателям качества автоматизированных сетей многоканальной радиосвязи*. – Л.: ВАС, 1990.
3. *Методики по расчету и оценке полевых систем связи. Курс лекций*. – Л.: ВАС, 1985. – 80 с.
4. Еришов В.А., Нетес В.А., Филин Б.П. *Расчет вероятности обеспечения требуемой пропускной способности двухполюсной сети с ненадежными элементами // Автоматика и телемеханика*. – 1996. – № 3. – С. 161-184.
5. Березовский Б.А., Борзенко В.И., Полищук М.В. *Моделирование структуры предпочтений лица, принимающего решения // Кибернетика*. – 1987. – № 7. – С. 35-41.
6. Коваленко И.Н. *Исследования по анализу надежности сложных систем*. – К.: Наук. думка, 1975. – 212 с.
7. Дудник Б.Я. *Надежность и живучесть систем связи*. – М.: Радио и связь, 1984. – 216 с.
8. Филин Б.П. *Методы анализа структурной надежности сетей связи*. – М.: Радио и связь, 1988. – 205 с.
9. Галлагер Р. *Теория информации и надежная связь: Пер. с англ.* – М.: Мир, 1974.

Надійшла 2.03.2006

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор М.В. Галай,  
Полтавський державний технічний університет.

---