

УДК 681.391

Д.В. Царенко<sup>1</sup>, О.М. Усачов<sup>2</sup>, О.А. Дробот<sup>2</sup><sup>1</sup> *Військова частина А4515*<sup>2</sup> *Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЮ МЕРЕЖЕЮ**

*Дана стаття присвячена методу обґрунтування вимог до системи підтримки прийняття рішень для управління телекомунікаційною мережею. Отримані кількісні значення середнього часу прийняття правильного рішення системою та імовірність правильного прийняття цього рішення.*

**Ключові слова:** телекомунікаційна мережа, система підтримки прийняття рішення, імовірнісно-часові характеристики, метод похідних функцій.

### **Вступ, мета статті й постановка завдання**

На даний момент сучасний рівень розвитку інформаційних технологій у світі й, зокрема, в Україні висуває нові вимоги до телекомунікаційних мереж (ТКМ). Недоліки, властиві існуючій в цей час ТКМ, указують на необхідність їхнього вдосконалення. Однак удосконалювати ТКМ на базі застарілого обладнання, й специфічності розв'язуваних завдань існуючими системами на основі традиційних методів і засобів організації зв'язку, не представляється можливим. Одним із напрямків підвищення ефективності функціонування ТКМ є підвищення ефективності за рахунок автоматизації управління. Для підвищення ефективності функціонування ТКМ, за рахунок автоматизації процесів управління, необхідне створення системи управління ТКМ. Таку систему управління можна й потрібно створювати як у проєктованих, так і у функціонуючих мережах, незважаючи на певне відставання в мережних технологіях, які використовуються. Створювати її можна й поетапно, реалізуючи частину певних функцій відповідно до наявних можливостей з використанням системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Система підтримки прийняття рішень виступає, як основа системи управління телекомунікаційними мережами, тому що вона дозволяє ефективно аналізувати стан мережі та здійснювати управляючі впливи на неї, що у свою чергу підвищує ефективність роботи ТКМ й ступінь її готовності. У зв'язку з цим, на етапі проєктування СППР для управління ТКМ необхідно висунути до неї кількісні вимоги яким вона повинна задовольняти.

При аналізі літератури було виявлено, що враховуються не всі стани в яких може перебувати ТКМ, а саме те, що деякі її елементи можуть перебувати в стані, коли строк їх технічної експлуатації вийшов або підходить до кінця і ТКМ може перебувати в стані граничного ускладнення управління,

граничного попередження або граничної аварії, які можуть впливати на імовірність і час правильного рішення СППР.

**Метою даної статті** є обґрунтування кількісних вимог до часу та імовірності правильного рішення завдання СППР при управлінні ТКМ.

### **Розробка вимог до системи підтримки прийняття рішень при управлінні телекомунікаційною мережею**

У зв'язку зі специфікою призначення й колом охоплюваних завдань, система підтримки прийняття рішень (СППР) повинна задовольняти певним вимогам, при забезпеченні яких, ефективність управління системою виявиться максимальною. Вони можуть бути як якісними, так і кількісними. Якісні вимоги визначаються колом завдань, розв'язуваних СППР на підставі розроблених пропозицій за рівнем автоматизації. Тому СППР повинна задовольняти таким важливим якісним вимогам, як повнота, необхідна глибина і точність аналізу, багатofакторність обліку ситуацій. Природно, що модифікація з метою доповнення можливостей одержання нових даних, зручний користувальницький інтерфейс, зручна видача результатів аналізу й автоматичне документування, невід'ємні компоненти такої СППР.

Для визначення кількісних вимог, пропонованих до СППР, як час і імовірність правильного рішення завдання по управлінні системою, необхідно мати метод для їхнього обґрунтування.

### **Метод обґрунтування вимог до імовірнісно-часових характеристик системи підтримки прийняття рішень**

При визначенні імовірнісно-часових характеристик розроблюваної СППР, необхідно вибрати таку математичну модель, яка б наочно й адекватно описувала процеси, що відбуваються в мережі при управлінні, а також дозволяла б ураховувати різні фактори. Зазначеним вимогам задовольняє математична модель,

заснована на поданні процесу управління в ТКМ у вигляді імовірісно-часового графа (ІЧГ).

Оскільки, цей процес включає ряд етапів, виконуваних послідовно за часом, то він може бути відображений ІЧГ, аналіз характеристик якого проводиться з використанням методу похідних функцій [1, 3]. Відповідно до методу похідних функцій складається ІЧГ, що описує функціонування системи з необхідним ступенем деталізації аналізу процесів, що відбуваються при управлінні телекомунікаційною мережею спеціального призначення із використанням системи підтримки прийняття рішення.

Пари  $(P_{ij}, T_{ij})$  даного графа визначають імовірність вибору дуги  $ij$  -  $(P_{ij})$  і час її проходження  $(T_{ij})$ , за який досягається необхідний стан. Введемо функцію дуги  $f(P_{ij}, T_{ij})$ . Вид даної функції повинен бути таким, щоб при знаходженні добутків функції імовірності перемножувалися, а часи переходів склалися.

Цим умовам задовольняє функція  $P_{ij} \cdot z^{t_{ij}}$ , де  $z$  - параметр, ступінь якого вказує час проходження

по дузі. Похідна ж функція  $F(z)$ , що відповідає графові, є сума функцій всіх шляхів, що з'єднують початкову й кінцеву вершини графа.

Для спрощення знаходження похідної функції необхідно проводити еквівалентні перетворення ІЧГ, які описані в [1,3]. Представлений в [2] ІМГ не враховує, що деякі її елементи можуть перебувати в стані, коли строк їх технічної експлуатації вийшов або підходить до кінця і мережа може перебувати в стані граничного ускладнення управління, граничного попередження або граничної аварії, які можуть впливати на імовірність і час правильного рішення СППР. Тому на основі ІМГ наведеного в [2] було побудовано новий, який враховує ці стани.

Отже при обґрунтуванні вимог до часу рішення завдання СППР і імовірності правильного рішення додатково були введені наступні позначення, імовірність знаходження мережі в стані граничного попередження (Г.ПОП), граничного ускладнення управління (Г.УСК), граничної аварії (Г.АВ).

Таким чином, імовірісно-часовий граф, що описує процес контролю, прийняття рішення й відновлення мережі має вигляд, наведений на рис.1

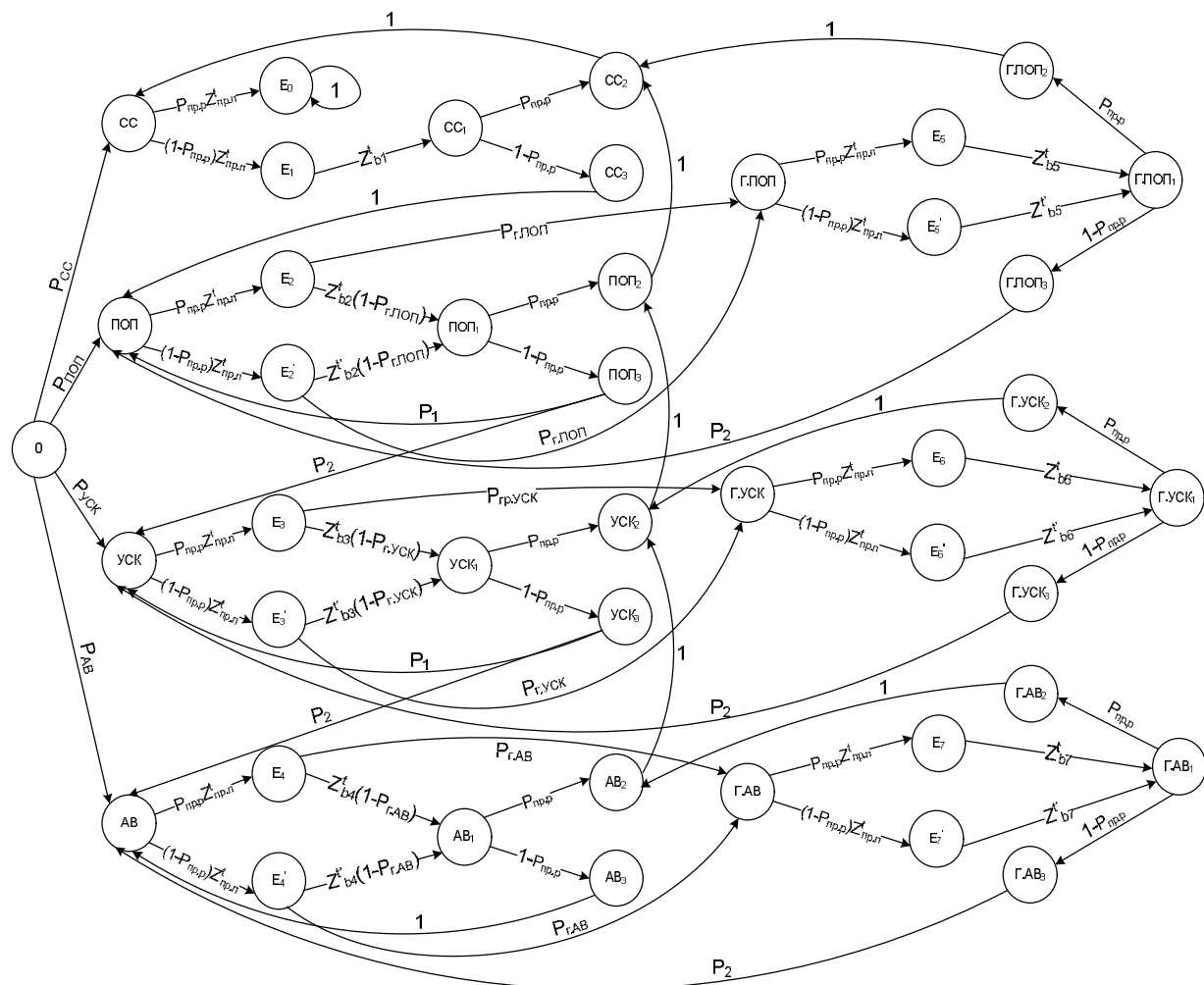


Рис. 1. Вихідний імовірісно-часовий граф

На рис. 1 введено позначення:

$E_0$  – справний стан мережі, підтвержене результатом контролю;

$E_1$  – мережа справна, результат контролю показує наявність несправності;

$E_2$  – мережа перебуває в стані попередження, підтвержене результатом контролю;

$E_2'$  – мережа перебуває в стані попередження, однак, у результаті контролю цей стан не визначений;

$E_3, E_3'$  – мережа перебуває в стані ускладнення управління, що результатом контролю підтвержене або не підтвержене, відповідно;

$E_4, E_4'$  – мережа перебуває в стані аварії, що відповідно підтвержене або не підтвержене.

$E_5, E_5'$  – мережа перебуває в стані граничного попередження, що результатом контролю підтвержене або не підтвержене, відповідно;

$E_6, E_6'$  – мережа перебуває в стані граничного ускладнення управління, що результатом контролю підтвержене або не підтвержене, відповідно;

$E_7, E_7'$  – мережа перебуває в стані граничної аварії, що відповідно підтвержене або не підтвержене.

Шляхом еквівалентних перетворень ІЧГ приведемо до вигляду зображеному на рис. 2.

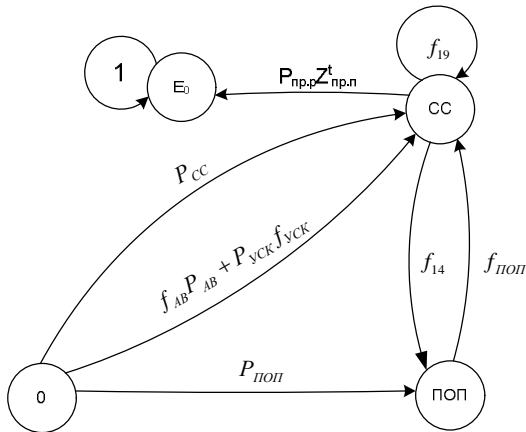


Рис. 2. Перетворений імовірнісно-часовий граф

На цьому рисунку позначено:

$$f_{\hat{O}\hat{N}\hat{E}} = \frac{f_4 \cdot (f_5 + f_3 \cdot f_6)}{(1-f_1) \cdot (1-f_3 \cdot f_2)} + \frac{f_8 \cdot f_{12} + f_{11}}{(1-f_7) \cdot (1-f_8 \cdot f_9)}$$

$$f_{\hat{A}\hat{A}} = \frac{f_5 + f_3 \cdot f_6}{(1-f_1) \cdot (1-f_3 \cdot f_2)}$$

$$f_{\hat{I}\hat{I}} = \frac{f_4 \cdot (f_5 + f_3 \cdot f_6)}{(1-f_1) \cdot (1-f_3 \cdot f_2)} + \frac{f_8 \cdot f_{12} + f_{11}}{(1-f_7) \cdot (1-f_8 \cdot f_9)} + \frac{f_{15} \cdot f_{18} + f_{16}}{(1-f_{13}) \cdot (1-f_{15} \cdot f_{14})}$$

де  $f_n$  – результат проміжних еквівалентних перетворень.

Похідна функція цього ІЧГ має вид:

$$F(z) = \frac{P_{\hat{I}\hat{O}\hat{O}} \cdot z_{\hat{I}\hat{O}\hat{O}}}{(1-f_{19})} \times \frac{(f_{\hat{A}\hat{A}} \cdot P_{\hat{A}\hat{A}} + f_{\hat{O}\hat{N}\hat{E}} \cdot P_{\hat{O}\hat{N}\hat{E}} + f_{\hat{I}\hat{I}} \cdot P_{\hat{I}\hat{I}} + P_{\hat{N}\hat{N}})}{(1-f_{17} \cdot f_{\hat{I}\hat{I}})}$$

Середній час прийняття рішення з урахуванням впливу СППР та імовірність помилки визначаються за формулами:

$$T_{\hat{n}\hat{o}} = \left. \frac{dF(z)}{dz} \right|_{z=1};$$

$$P_{\hat{I}\hat{I}} = F_{\hat{I}\hat{I}}(z) \Big|_{z=1}.$$

Отримане в такий спосіб  $T_{\hat{n}\hat{o}}$  є фактичним часом переходу мережі в справний стан. Дослідивши залежність  $T_{\hat{n}\hat{o}}$  імовірності правильного рішення, можна виявити область їхніх припустимих значень.

### Обґрунтування вимог до часу та імовірності правильного рішення, висновки

При обґрунтуванні часу й імовірності правильного рішення СППР при управлінні ТКС було використано методику яка наведена в [2]. Використовуючи цю методику отримано результати, а саме СППР повинна забезпечити прийняття рішення за час  $t_{\hat{I}\hat{O}\hat{O}} \leq 0,67$  хв. та з імовірністю прийняття рішення не гірше 0,99.

Таким чином, в даній статті було розглянуто метод обґрунтування кількісних вимог до системи підтримки прийняття рішень при управлінні телекомунікаційною мережею, за допомогою якого отримано кількісні значення середнього часу прийняття правильного рішення системою та імовірність правильного прийняття цього рішення.

### Список літератури

1. Адаптивная компенсация помех в каналах связи / Ю.И. Лосев, А.Г. Бердников, Э.Ш. Гойхман, Б.Д. Сизов; Под ред. Ю.И. Лосева. – М.: Радио и связь, 1988. – 208 с.
2. Разработка требований к экспертной системе поддержки принятия решения при управлении сетью обмена данными / А.М. Усачев, В.Н. Резцов // НАН Украины. Институт проблем искусственного интеллекта. Искусственный интеллект. – 2001. – С. 27-34.
3. Основи теорії передачі інформації: навч. посіб. / Ю. І. Лосев, О. М. Усачов, І. Г. Кіріллово, О. І. Тимочко; за заг. ред. Ю. І. Лосева. – Х. : ХУПС, 2011. – 355 с.

Надійшла до редколегії 19.10.2011

Рецензент: канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. співр. О.О. Можав, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

**ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТЬЮ**

Д.В. Царенко, О.М. Усачов, О.А. Дробот

*Данная статья посвящена методу обоснования требований к системе поддержки принятия решений для управления телекоммуникационной сетью. Получены количественные значения среднего времени принятия правильного решения системой и вероятность правильного принятия этого решения.*

**Ключевые слова:** телекоммуникационная сеть, система поддержки принятия решения, вероятностно-временные характеристики, метод производных функций.

**THE SUBSTANTIATION OF THE REQUIREMENTS TO THE SUPPORT SYSTEM TO TAKE A DECISION  
FOR THE TELECOMMUNICATION NETWORK CONTROL**

D.V. Carenko, O.M. Usachev, O.A. Drobot

*This article is devoted to the substantiation method of the requirements to the support system of decision taking for the telecommunication network control. The quantitative meanings of the medium time to take the correct decision by system and the probability to take the correct decision were received.*

**Keywords:** telecommunication network, support system to take a decision, quantitative and time descriptions, method of the derivative functions.