

Обоснована необхідність аналізу еколого-економічних передумов для моделювання глобальних процесів. На основі удосконалення моделі Дж.Форрестера пропонується можливість урахування фактора стохастичності при математичному моделюванні таких процесів.

Ключевые слова: математическая модель, экологическая экономика, стохастические факторы, система дифференциальных уравнений.

Onyshkevych V.M., Gapalyak H.O. Taking into account stochastic factors in the global environmental economic mathematical models

The necessity of analysis of environmental economic factors for modeling of global processes is motivated. On the bases of improvement of J.Forrester's model feasibility of taking into account stochastic factors during mathematical modeling of such processes is proposed.

Keywords: mathematical model, environmental economics, stochastic factors, system of differential equations.

УДК 621.391 Аспір. О.С. Бойченко¹; доц. В.В. Воротніков¹, канд. техн. наук; викл. М.І. Сичевський²

МЕТОДИКА ЗНАХОДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛІВ НА БАЗІ БЕЗДРОТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ ІЗ ДИНАМІЧНО ЗМІНЮВАНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ

Запропоновано методику знаходження основних характеристик перспективних автоматизованих систем управління (АСУ) підрозділів на базі бездротових інформаційно-комунікаційних мереж із динамічно змінюваною топологією на етапі проектування мереж. Методика складається із чотирьох етапів: аналіз структури перспективних бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією. Визначення інформаційного обміну між вузлами інформаційно-комунікаційних мереж (ІКМ); складання та розв'язок системи диференціальних рівнянь стану ІКМ; розрахунок характеристик ІКМ.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні мережі, бездротові стандарти передачі даних, динамічно змінювана топологія.

Постановка проблеми. Розвиток озброєння та військової техніки, а також методів ведення бойових дій потребує вдосконалення системи управління підрозділами Збройних Сил (ЗС) України. Застосування мобільних підрозділів у сучасному бою та його швидкоплинність постійно підвищують вимоги до військових ІКМ. Практично всі розвинені країни особливу увагу приділяють питанню впровадження АСУ підрозділів у різні роди військ.

Створення єдиної автоматизованої системи управління підрозділів ЗС України, ефективною як у мирний, так і у воєнний час, є одним із пріоритетів розвитку ЗС. До них належить і перехід на цифрові методи передачі, прийому та оброблення інформації, автоматизація процесів встановлення, відновлення зв'язку та інтеграція основних процесів інформаційного обміну із впровадженням у діяльність органів військового управління багатofункціональних абонентських терміналів тощо [3].

Використання перспективних АСУ на основі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією дає змогу вирішувати завдання управління підрозділів та зв'язку з потрібною інформаційною ефективністю та мобільністю [2]. Перспективні АСУ підрозділів на основі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією будуть складатись з великої кількості різнотипних компонентів, розподілених на значній площі. Такі компоненти мають складну структуру й алгоритми взаємодії, функціонують за наявності ненадійних елементів, в умовах реальних завод, пасивної, активної та інформаційної взаємодії [4].

На етапах розробки і проектування перспективних АСУ на базі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією в умовах її реального функціонування і розвитку відповідно до вимог забезпечення якості обслуговування і надійності, живучості й інформаційної безпеки постає задача оцінки широкого класу імовірно-часових характеристик. Це потребує розробки відповідного математичного апарату для аналізу складних систем, створення системи моніторингу й управління мережею в реальному масштабі часу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останніх публікаціях досить часто трапляється огляд принципів побудови та перспективних напрямів розвитку АСУ підрозділів у збройних силах. Так, у статті [1] розглядають принципи побудови та особливості застосування інформаційно-керуючої мережі "Тактичний Інтернет" Сухопутних військ США та її п'ять основних компонентів: АСУ вогнем польової артилерії, тилового забезпечення, протиповітряної і протиракетної оборони, системи збирання й аналізу розвідувальних даних та АСУ діями частин і підрозділів Сухопутних військ. Проблеми взаємодії різних АСУ в коаліційних операціях та перспективні напрями їх подолання описано в статті [5].

Інформаційно-комунікаційні мережі з динамічно змінюваною топологією є мережами зі змінюваною децентралізованою інфраструктурою [3]. Мережі мають такі переваги: широке покриття, теоретично широка абонентська база без великої кількості базових станцій і збільшення потужності випромінюваного сигналу. Кожен з абонентських пристроїв, залежно від його потужності, має свій радіус дії та внаслідок своїх ресурсів збільшує радіус дії мережі. Потужність кожного окремого пристрою може бути мінімальною.

Завдання створення ефективних алгоритмів і протоколів управління використанням ресурсів безпроводної мережі передачі даних з використанням аналізу інформації про поточне навантаження – це одна з основних проблем теорії систем масового обслуговування. Існуючі алгоритми управління і протоколи передачі даних для безпроводних ad-hoc мереж виявилися невідповідними або малоефективними під час їх застосування для високошвидкісної багатоканальної передачі даних. Усі вони орієнтовані на обмін даними в мережах, в яких доступний лише один поділяємий канал передачі даних, і обмін даними здійснюється в режимі комутації пакетів [3].

Алгоритми управління виділенням ресурсів і протоколи передачі даних, що здатні адаптуватися до характеристик обслуговуваного навантаження і оптимізувати використання доступного ресурсу пропускної здатності на сьогодні для мереж подібного класу з відкритих джерел не відомо.

¹ Житомирський військовий інститут ім. С. Корольова Національного авіаційного університету;

² Львівський ДУ безпеки життєдіяльності

Тому розроблення методик розрахунку поточних характеристик такого роду мереж з метою управління ресурсами у високошвидкісних безпроводних мережах мають науковий і практичний інтерес.

Метою роботи є узагальнення підходів до проектування і подальше вдосконалення методів розрахунку основних характеристик перспективних АСУ підрозділів на базі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією на основі стандарту IEEE 802.11 на етапі моделювання.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети пропонуємо чотири етапи методики.

1 етап. Аналіз структури перспективних бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією. На цьому етапі пропонуємо провести визначення структури проектуємої ІКМ та скласти матрицю переходу станів.

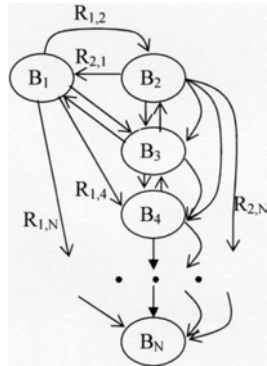


Рис. 1. Граф переходів

Будь-яку мережу можна представити у вигляді графу переходів. Під станами в цьому випадку вважатимемо окремих вузол з відповідною кількістю каналів для передачі та прийому інформації. Розглянемо бездротову ІКМ із динамічно змінюваною топологією, яка складається з N вузлів. Один із можливих графів переходів зображено на рис. 1.

Орієнтовні дуги на рис. 1 показують перехід обслугованого пакету з одного вузла в інший для продовження обслуговування.

2 етап. Визначення інформаційного обміну між вузлами ІКМ. На цьому етапі визначаються характеристики інформаційного обміну для кожного вузла. Результатом виконання цього етапу є формування векторів, які характеризують процес обміну інформації (обслуговування пакетів):

- $g[N]$ – вектор інтенсивності надходження пакетів до вузлів ІКМ;
- $n[N]$ – вектор числа каналів для обслуговування пакетів у вузлах ІКМ;
- $\mu[N]$ – вектор інтенсивності обслуговування пакетів у вузлах ІКМ.

3 етап. Складання та розв'язок системи диференціальних рівнянь стану ІКМ. На цьому етапі складається квадратна матриця розміром $[N \times N]$, яка визначає переходи між станами ІКМ. Вихідним даним для складання цієї матриці є граф переходів, розроблений на першому етапі. У загальному вигляді матриця переходу обслугованого пакету з одного вузла в інший має вигляд:

$$\begin{matrix} 1 & -R_{1,2} & -R_{1,3} & \dots & -R_{1,N} \\ -R_{2,1} & 1 & -R_{2,3} & \dots & -R_{2,N} \\ -R_{3,1} & -R_{3,2} & 1 & \dots & -R_{3,N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -R_{N,1} & -R_{N,2} & -R_{N,3} & \dots & 1 \end{matrix}$$

Для складання системи диференціальних рівнянь та знаходження відповідних ймовірнісних характеристик необхідно знайти інтенсивності потоків пакетів у вузлах. Знаходження інтенсивності потоків пакетів у вузлах відбувається шляхом розв'язання матричного рівняння $AX=B$, де: A – матриця переходу обслуговуваного пакету з одного вузла в інший, B – матриця стовпець інтенсивностей надходження пакетів до вузлів ІКМ, X – шукана матриця стовпець.

4 етап. Розрахунок характеристик ІКМ. Використовуючи математичний апарат теорії масового обслуговування та теорії черг, пропонуємо визначити такі характеристики ІКМ:

1. Вектор завантаженості каналів обслуговування у вузлах [7]:

$$p_i = \frac{\lambda_i}{n_i \mu_i},$$

де: λ_i – вектор інтенсивності потоків пакетів у вузлах ІКМ; n_i – вектор числа каналів для обслуговування пакетів у вузлах ІКМ; μ_i – вектор інтенсивності обслуговування пакетів у вузлах ІКМ.

2. Вектор ймовірностей $P0$ того, що канали у вузлах ІКМ вільні [6]:

$$P0_i = \left(\sum_{k=1}^{n_i} \frac{(n_i p_i)^{-1}}{k!} + \frac{(n_i p_i)^{-1}}{n_i (1 - p_i)} \right)^{-1},$$

де $i = 1, 2, \dots, N$.

3. Середня кількість пакетів в черзі i -му вузлі [6]:

$$Z_i = P0_i \frac{(n_i p_i)^{n_i+1}}{n_i n_i (1 - p_i)^2}.$$

4. Середній час очікування у черзі в i -му вузлі [7]:

$$T_i = P0_i \frac{(p_i n_i)^{n_i+1}}{n_i \mu_i n_i! (1 - p_i)^2}.$$

5. Середнє число зайнятих каналів у i -му вузлі [7]:

$$ZK_i = \frac{\lambda_i}{\mu_i}.$$

6. Середнє число пакетів у i -му вузлі [7]:

$$NZ_i = ZK_i + Z_i.$$

7. Середній час обслуговування пакету мережею [6]:

$$TS = \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^N g_i} T_i,$$

де g_i – вектор інтенсивності надходження пакетів до вузлів ІКМ.

Працездатність розробленої методики було перевірено на прикладі знаходження основних характеристик ІКМ з такими початковими даними:

- кількість вузлів у мережі – $N=5$;
- вектор інтенсивності надходження пакетів до вузлів ІКМ $g = (i \ 2 \ 1 \ 3 \ 3)^T$;

- вектор числа каналів для обслуговування пакетів у вузлах ІКМ $n = (3\ 4\ 2\ 5\ 4)^T$ та $n = (4\ 5\ 3\ 6\ 5)^T$;
- вектор інтенсивності обслуговування пакетів у вузлах ІКМ $\mu = (2\ 4\ 3\ 5\ 6)^T$;
- матриця ймовірностей переходу обслуговуваного пакету в i -му вузлі до j -го вузла для продовження обслуговування:

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 0.1 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0.1 & 0 & 0.4 & 0.1 \\ 0.1 & 0.3 & 0.1 & 0 & 0.3 \\ 0 & 0 & 0.2 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}$$

Тоді, згідно з запропонованою методикою, внаслідок виконання першого етапу є побудова графу переходів, зображеного на рис. 2.

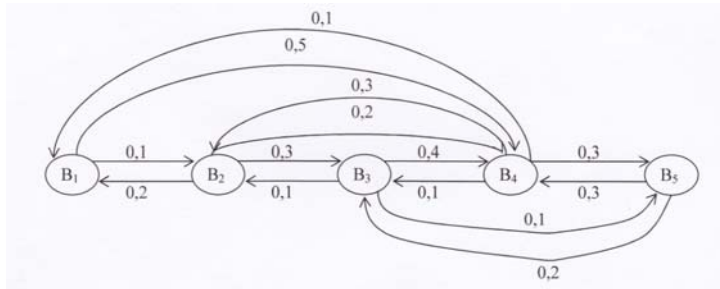


Рис. 2. Граф переходів

Відповідно до другого етапу методики, визначаємо інформаційний обмін між вузлами ІКМ. Відповідні вектори, що визначенні у початкових умовах характеризують порядок обміну, пакетами між вузлами.

На третьому етапі проводиться складання та розв'язок системи диференціальних рівнянь. Система диференціальних рівнянь має такий вигляд [6]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dP_1(t)}{dt} &= -R_{1,2}P_1(t) - R_{1,4}P_1(t) + R_{2,1}P_2(t) + R_{4,1}P_4(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} &= -R_{2,1}P_2(t) - R_{2,3}P_2(t) + R_{2,4}P_2(t) + R_{1,2}P_1(t) + R_{3,2}P_3(t) + R_{4,2}P_4(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= -R_{3,2}P_3(t) - R_{3,4}P_3(t) - R_{3,5}P_3(t) + R_{2,3}P_2(t) + R_{4,3}P_4(t) + R_{5,3}P_5(t) \\ \frac{dP_4(t)}{dt} &= -R_{4,1}P_4(t) - R_{4,2}P_4(t) - R_{4,3}P_4(t) + R_{4,5}P_4(t) + R_{1,4}P_1(t) + R_{2,4}P_2(t) + R_{3,4}P_3(t) + R_{5,4}P_5(t) \\ \frac{dP_5(t)}{dt} &= -\mu P_5(t) - \lambda P_5(t) + \lambda P_3(t) + \mu P_3(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} &= -R_{5,4}P_5(t) - R_{5,3}P_3(t) + R_{3,5}P_3(t) + R_{4,5}P_4(t) \end{aligned} \right.$$

Розв'язок цієї системи диференціальних рівнянь відомими методами дасть змогу визначити основні характеристики ІКМ. Також на цьому етапі методики відбувається визначення вектора інтенсивності потоків пакетів у вузлах:

$$\lambda = (5.615\ 6.355\ 5.467\ 7.959\ 6.481)^T.$$

На наступному, четвертому етапі, відбувається знаходження основних характеристик ІКМ:

1. Вектор завантаженості каналів обслуговування у вузлах:

$$p = (0.936\ 0.397\ 0.911\ 0.318\ 0.27)^T \text{ та } p = (0.702\ 0.318\ 0.607\ 0.265\ 0.216)^T.$$

2. Вектор ймовірностей P0 того, що канали у вузлах ІКМ вільні:

$$P_0 = (0.015\ 0.237\ 0.045\ 0.249\ 0.498)^T \text{ та } P_0 = (0.046\ 0.25\ 0.142\ 0.254\ 0.511)^T.$$

3. Середня кількість пакетів у черзі у i -му вузлі:

$$Z = (12.345\ 0.069\ 8.651\ 0.015\ 0.014)^T \text{ та } Z = (0.942\ 0.014\ 0.563\ 0.00282\ 0.0022)^T.$$

4. Середній час очікування у черзі у i -му вузлі:

$$T = (2.199\ 0.011\ 1.582\ 0.001829\ 0.002209)^T \text{ та } T = (0.198\ 0.00269\ 0.103\ 0.00354\ 0.00394)^T.$$

5. Середнє число зайнятих каналів у i -му вузлі:

$$ZK = (2.808\ 1.589\ 1.822\ 1.592\ 1.08)^T \text{ та } ZK = (2.808\ 1.589\ 1.822\ 1.592\ 1.08)^T.$$

6. Середнє число пакетів у i -му вузлі:

$$NZ = (15.152\ 1.657\ 10.474\ 1.606\ 1.095)^T \text{ та } NZ = (3.749\ 1.603\ 2.386\ 1.595\ 1.082)^T.$$

7. Середній час обслуговування пакету мережею:

$$TS = 2.109 \text{ та } TS = 0.152.$$

З отриманих результатів видно, що зі збільшенням числа каналів у кожному вузлі на одиницю значно покращуються характеристики ІКМ із динамічно змінюваною топологією. Наприклад зменшення часу обслуговування пакету мережею від 2.109 до 0.152 секунд свідчить про збільшення пропускної здатності ІКМ.

Висновки. Аналіз результатів свідчить про те, що для перспективних АСУ підрозділів на базі бездротових ІКМ із динамічно змінюваною топологією розрахунок основних характеристик зводиться до визначення структури мережі у певний момент часу та безпосереднього розрахунку наведених вище характеристик.

Реалізація запропонованої методики дає змогу провести аналіз поведінки ІКМ із динамічно змінюваною топологією за різних умов завантаженості та отримати кількісні показники, які характеризують працездатність мережі з визначеною топологією і заданими показниками якості.

Література

1. Паршин С. Совершенствование сети "Тактический Интернет" Сухопутных войск США / С. Паршин // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – Вып. 6. – С. 38-45.
2. Бойченко О.С. Аналіз технічної ефективності перспективних бездротових інформаційно-комунікаційних мереж командних пунктів / О.С. Бойченко, В.В. Воротніков, П.В. Поздняков // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : Вид-во ЖВІ НАУ, 2010. – Вип. 3. – С. 30-34.

3. Пахомов С. Анатомия беспроводных сетей // КомпьютерПресс / С. Пахомов. – 2002. – № 7. С. 167-175.

4. Паршин С. Коалиционные операции НАТО, проблемы взаимодействия автоматизированных систем управления и пути их решения / С. Паршин, Ю. Кожанов // Зарубежное военное обозрение, 2008. – Вып. 4. – С. 13-18.

5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М., 1969. – 576 с.

6. Клейнрок Л. Коммуникационные сети (Стохастические потоки и задержки сообщений) / Л. Клейнрок. – М.: Изд-во "Наука", 1970. – 256 с.

7. Міночкін А.І. Архітектура перспективної мобільної компонента тактичних мереж зв'язку Збройних сил України / А.І. Міночкін, В.А. Романюк // Збірник наукових праць. – К.: Вид-во ВІПІ НТУУ, КПІ. – 2004. – № 5. – С. 107-115.

Бойченко О.С., Воротников В.В., Сычевский Н.И. Методика нахождения основных характеристик перспективных АСУ подразделений на базе беспроводных информационно-коммуникационных сетей с динамически изменяемой топологией

Предложена методика нахождения основных характеристик перспективных АСУ подразделений на базе беспроводных информационно-коммуникационных сетей с динамически изменяемой топологией на этапе проектирования сетей. Методика состоит из 4-х этапов: анализ структуры перспективных беспроводных ИКС с динамически изменяемой топологией; определение информационного обмена между узлами ИКС; составление и решение систем дифференциальных уравнений состояния ИКС; расчёт характеристик ИКС.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные сети, беспроводные стандарты передачи данных, динамически изменяемая топология.

Boychenko O.S., Vorotnikov V.V., Sychevskiy M.I. Methodology of being of basic descriptions of perspective ASU subdividing into base of wireless informatively – communication networks with dynamically changeable topology

The methods of development of the basic characteristics of long-term automatic control system subdivisions on the basis of wireless information and communication networks with dynamically changeable typology on the stage of networks development are suggested. These methods consist of 4 stages: Analysis of structures of long-term and wireless information and communication networks with dynamically changeable typology; Determination of informative exchanges of information and communication networks nodes; Forming and answering of differential equations of information and communication networks; calculation of information and communication networks peculiarities.

Keywords: Informatively are of communication networks, wireless standards of communication of data, dynamically changeable topology.

**6. ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ
ВИЩОЇ ШКОЛИ**

УДК 332:351:61

Prof. M.M. Mykolaychuk¹, doctor of sciences; senior researcher V.V. Zasadko², Ph.D.; senior lecturer M.P. Tyshchenko³, Ph.D.

**CHALLENGERS FOR HEALTH CARE SECTOR REFORM
AT THE LOCAL LEVEL IN UKRAINE**

The article is devoted to some important and actual aspects of reforms in healthcare sector such as private payments for healthcare services, family medicine and efficiency of doctors' work and necessity of public control in health care. The proposals for successful result of the reform in health care sector of Ukraine at the local level are developed.

Keywords: healthcare sector, healthcare system reform, local government, financing, quality of medical service.

Introduction. The necessity of identifying main goals for development health protection of Ukraine's population is due to real political and socio-economic processes, in particular: democratization of society and the integration of Ukraine into the world community, global structural processes in the economy, reducing the level and deteriorating quality of life of most citizens; critical demographic situation; unsatisfactorily condition of population health; low economic efficiency of using resources for health care, imperfect system of remuneration of doctors and other health workers, disparities in the development of outpatient and inpatient care, unsatisfactory ecological situation complicated by the consequences of the Chernobyl disaster.

For several decades in the health care system of Ukraine prevailed extensive way of development, which is characterized by an increasing number of hospital beds, number of physicians and other medical professionals. Improving of quality of this system was expected in its further specialization, the disproportionate increase in the number of doctors 'narrow' specialties. But, these ways of health care were not adequately supported by financial and logistical support. This is especially close to the suffering population, the most massive, accessible and economical outpatient polyclinic care, although there start and end of treatment about 80 percent of patients, especially its primary part – the primary health care. Due to this situation was observed compensatory development of more costly types of care (emergency, hospital), which led to inefficient spending in health sector.

Disparities in the development of outpatient and inpatient, primary and specialized medical care has become one of the main reasons that led to the reorganization of the health care system in Ukraine through the priority development of primary health care (PHC) and the corresponding rationalization and optimization specialist and inpatient care.

¹ Odessa Regional Institute Public Administration of National Academy of Public Administration, Office of the President of Ukraine;

² Regional Branch of the National Institute for Strategic Studies in Lviv;

³ Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman