

УДК 621.396

О.О. Лаврут

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

## ВИБІР КРИТЕРІЮ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ІНФОРМАЦІЇ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО КОМПОНЕНТУ ПЕРСПЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В статті проводиться вибір критерію оцінювання якості управління потоками інформації у телекомунікаційній мережі мобільного компоненту перспективної системи зв'язку Збройних Сил України. Показано, що використання запропонованого критерію та сформульованих в тензорному виді обмежень дозволить вирішити проблему забезпечення мінімального часу доставки повідомлення (команди) між заданими вузлами мережі з контролем показників якості *QoS*.

**Ключові слова:** військова телекомунікаційна мережа, критерій, інформаційні потоки.

### Вступ

Сьогодні в умовах розвитку інформаційно-комунікаційного простору у збройних конфліктах та локальних війнах нового століття виграє той, хто зможе швидше зібрати багатопланові та різноманітні дані при підготовці до бою, в ході бою та під час його ведення, проаналізувати їх, зробити правильні висновки, прийняти вірне рішення і швидко довести його до підлеглих. Процеси інформатизації і створення єдиного інформаційного простору показують, що одним із основних перспективних пріоритетів є створення нових і модернізація існуючих автоматизованих інформаційних систем управління та зв'язку для Збройних Сил України. Система управління військами спільно з сучасними комплексами розвідки і зв'язку становить технічну основу системи управління збройними силами і в значній мірі є елементом, що найбільш динамічно розвивається в сучасних арміях провідних країн світу [1 – 3]. Транспортною основою вищезгаданої системи буде автоматизована мережа радіозв'язку загального користування, яка має забезпечити обмін інформацією в інтересах всіх військ, що діють в оперативно-тактичній зоні, незалежно від їх підпорядкування і задач, які виконуються. [1-5].

Важливою умовою ефективного функціонування телекомунікаційної мережі мобільного компоненту перспективної системи зв'язку ЗС України (військової телекомунікаційної мережі) є максимальна погодженість у вирішенні задач мережного рівня – маршрутизації, управлінні інтенсивністю трафіка тощо.

**Аналіз літератури.** На сьогодні різноманітність моделей маршрутизації і доступу, які використовуються, ускладнює координацію мережних процесів і отримання погоджених рішень задач мережного рівня. А це, в свою чергу, є джерелом виникнення в мережі явищ перенавантаження як локального, так і глобального характеру.

В сучасних військових телекомунікаційних мережах, які є мультисервісними, достатньо гостро існує проблема надання гарантій та контролю якості зв'язку *QoS* (*Quality of Service*) одночасно за декількома швидкісними і ймовірно-часовими показниками. Застосування багатопрохідної маршрутизації є шляхом задоволення суперечливих вимог щодо забезпечення гарантованого *QoS* та збалансованого навантаження ресурсів будь-якої телекомунікаційної мережі [6].

Однак на сьогодні, під час вирішення маршрутних задач коректно математично описати процеси динаміки стану, забезпечення мультисервісу та гарантованої якості зв'язку більш ніж за двома показниками класичним методом практично неможливо. Складним залишається і питання оцінки якості управління різнорідними потоками інформації в мультисервісних мережах [6 – 9].

При моделюванні таких систем та рішенні основних мережних задач знайшли своє застосування цілий ряд підходів, в яких найчастіше задачі структурного і функціонального синтезу розв'язуються незалежно, у кращому випадку, визначаючи один для одного вихідні дані, прийняті як допущення й обмеження [5 – 9].

Рішення задач маршрутизації та абонентського доступу може бути досягнуто лише за умови цілісного подання мережі, що забезпечить формалізацію процесів управління як мережними ресурсами, так і доступу до мережі [6 – 10]. Тобто актуальним є питання розробки моделі комплексного вирішення задач маршрутизації та абонентського доступу у військових телекомунікаційних мережах і, відповідно, оцінки якості обслуговування для забезпечення мінімального часу доведення команд (повідомлень).

Таким чином, **метою статті** є вибір критерію оцінювання якості управління потоками інформації у телекомунікаційній мережі мобільного компоненту перспективної системи зв'язку ЗС України.

### Основна частина

Для вирішення задачі маршрутизації в цілому необхідна достатньо загальна модель, яка здатна математично коректно описати взаємодію з одного боку структурних і функціональних параметрів, а з іншого – характеристик трафіка і різнотипних показників якості обслуговування.

Рішенням може бути використання тензорного підходу до опису телекомунікаційної мережі мобільного компоненту тактичної ланки управління перспективної системи зв'язку ЗС України [11], яка описана в [7, 12, 13]. При введенні певних обмежень можна знаходити комплексне рішення задачі доставки повідомлення (команди, розпорядження) за мінімальний час, що вимагається при заданій якості передачі інформації, тобто з контролем показників якості *QoS* вздовж кожного з розрахованих шляхів.

Для оцінки якості роботи такої системи (яка розглядається в цілому) введемо узагальнені множини часових  $T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$  та ймовірнісних  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_h\}$  показників. Для кожного мережного маршруту і виділимо відповідні множини часових показників:

$$T^i = \{T_1^i, T_2^i, \dots, T_n^i, T_{n+1}^i, \dots, T_m^i\}, \quad (1)$$

$$P^i = \{P_1^i, P_2^i, \dots, P_k^i, P_{k+1}^i, \dots, P_h^i\}, \quad (2)$$

причому деякі з них не можуть перевищувати заданих значень:

$$T_{j_n}^i \leq T_{зад}, \quad j_n \in \overline{1, n}; \quad P_{j_k}^i \leq P_{зад}, \quad j_k \in \overline{1, k}, \quad (3)$$

або бути не менш, ніж задані:

$$T_{j_m}^i \geq T_{зад}, \quad j_m \in \overline{n+1, m}; \quad P_{j_h}^i \geq P_{зад}, \quad j_h \in \overline{k+1, h}. \quad (4)$$

Розглянемо множину можливих варіантів розподілу маршрутів

$$\mathcal{R} = \{r = \{i_r\} | \xi(i_r) = 1\}, \quad (5)$$

де булева функція  $\xi(\cdot) = 1$  тоді і тільки тоді, коли виконуються умови (3) та (4) для часткових показників (1) та (2).

Для розрахунку параметрів (оцінки якості, оперативності тощо) конкретної мережі, як правило, вибираються відповідні (визначені) показники обраної системи. Обравши за показник, що оптимізується, середній час доведення повідомлення (команди)  $t_d^{(сеп)}$  введемо відповідний функціонал на заданому розбитті (5):

$$t_d^{(сеп)}(r) = F(T^{i_r}(r), P^{i_r}(r)) \quad \forall i_r \in r. \quad (6)$$

Тоді в якості критерію можна розглянути мінімізацію (6) відносно розбиття (5):

$$t_d^{*(сеп)}(r) = \min_{r \in \mathcal{R}} F(T^{i_r}(r), P^{i_r}(r)). \quad (7)$$

Також відзначимо необхідність врахування можливостей апаратного обладнання, наприклад, врахування пропускної здатності каналів зв'язку:

$$0 \leq \lambda^{i_r} \leq \omega^{i_r}, \quad \omega_{i_r} \leq \omega_{max}^{i_r}, \quad \forall i_r \in r, \quad \forall r \in \mathcal{R}, \quad (8)$$

де для маршрутів *r*-го варіанту розбиття  $\mathcal{R}$  позначено:  $\lambda^{i_r}$  – інтенсивність трафіка на маршруті  $i_r$ ;  $\omega^{i_r}$  – пропускна здатність та  $\omega_{max}^{i_r}$  – максимальна пропускна здатність маршруту  $i_r$ .

Завдяки тензорному опису телекомунікаційної мережі у загальному вигляді обмеження на пропускну здатність можна представити як [6, 10, 13]:

$$\vec{\Lambda} \leq \|M\| \vec{T}, \quad (9)$$

де  $\vec{\Lambda}$  – вектор інтенсивності трафіка, який обслуговується;  $\vec{T}$  – вектор, що формалізує середній час затримки,  $M$  – матриця, що описує параметри пропускної здатності та надійності. Виконання наведених умов також гарантує розрахунок множини безпетельних (безконтурних) шляхів доставки пакетів.

Приведені аналітичні вирази (функціонал та обмеження), пов'язують між собою параметри трафіка, показники якості обслуговування та основні мережні параметри. Для знаходження оптимального варіанту відповідно до обраного критерію необхідно вирішити задачу математичного програмування з цільовою функцією (7) та обмеженнями (3), (4), (8) та (9).

Використання тензорних моделей дозволяє забезпечити, насамперед, надання послуг зв'язку гарантованої якості одночасно за кількома показниками *QoS* вздовж кожного із розрахованих шляхів.

Використовуючи запропонований критерій можна вирішити основну проблему – забезпечення мінімального часу доставки повідомлення (команди) між заданими вузлами мережі з контролем (забезпеченням) показників якості *QoS* вздовж кожного із розрахованих шляхів.

### Висновки

На сьогоднішній день в процесі забезпечення заданого рівня якості обслуговування, основною складністю є ріст мультисервісності і різноманітності інформаційних трафіків, які циркулюють в сучасних військових телекомунікаційних мережах.

Це, в свою чергу, вимагає організувати обробку пакетів таким чином, де пріоритетом є контроль якості обслуговування одночасно за декількома швидкісними і ймовірнісно-часовими показниками *QoS*.

В роботі показано, що при поданні в тензорному виді телекомунікаційної мережі мобільного компоненту тактичної ланки управління перспективної

системи зв'язку ЗС України є можливість сформува-ти критерій та обмеження для комплексної оцінки якості обслуговування інформаційних потоків з контролем показників якості.

Використання запропонованого критерію та сформульованих обмежень дозволить вирішити проблему забезпечення мінімального часу доставки повідомлення (команди) між заданими вузлами мережі з контролем (забезпеченням) показників якості QoS вздовж кожного із розрахованих шляхів.

Подальший розвиток даного напрямку дослідження полягає у застосуванні вибраного критерію для оцінки якості управління потоками інформації в реальній військовій телекомунікаційній мережі.

## Список літератури

1. Слюсар В. И. Военная связь стран НАТО: проблемы современных технологий / В. И. Слюсар // *Электроника: Наука, Технология, Бизнес.* – 2008. – № 4. – С. 66-71.
2. Слюсар В.И. Концепция перспективной информационно-телекоммуникационной системы / В.И. Слюсар, И.В. Титов, В.Г. Карев // *Приоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення: IV-й наук.-практ. сем., 22-23 жовтня 2008 р.* – К., 2008. – С. 76-80.
3. Лаврут О.О. Перспективи розвитку автоматизованих систем управління тактичної ланки управління Сухопутних військ Збройних Сил України / О.О. Лаврут, О.К. Климович, Т.В. Лаврут // *Системи обробки інформації.* – X. : ХУПС, 2014. – Вип. 5 (121). – С. 116-120.
4. Кондратьев А.Е. Исследования “сетевых концепций” в вооруженных силах ведущих зарубежных стран / А.Е. Кондратьев // *Зарубежное военное обозрение.* – 2010. – № 12. – С. 3-9.
5. Паршин С. Концепции сетецентрического боевого управления ВС США, Великобритании и ОВС НАТО. Общественные различия / С. Паршин, Ю. Кожанов // *Зарубежное военное обозрение.* – 2010. – Вип.- № 4. – С. 7-18.
6. Поповський В.В. Математичні основи теорії телекомунікаційних систем / В.В. Поповський, С.О. Сабурова, В.Ф. Олійник, Ю.І. Лосєв, О.В. Лемешко та ін.: За загальною ред. В.В. Поповського. – X. : ТОВ “Компанія СМІТ”, 2006. – 564 с.

7. Лаврут О.О. Математичне моделювання процесів функціонування фрагменту мобільного компоненту системи зв'язку ЗС України / О.О. Лаврут, Л.М. Блажко // *Системи обробки інформації.* – X. : ХУПС, 2011. – Вип. 8 (98). – С. 170-174.

8. Лемешко А.В. Тензорная модель многопутевой маршрутизации агрегированных потоков с резервированием сетевых ресурсов, представленная в пространстве с кривизной / А.В. Лемешко // *Праці УНДІРТ.* – 2004. – № 4 (40). – С. 12-18.

9. Лемешко А.В. Методика выбора независимых путей с определением их количества при решении задач многопутевой маршрутизации / А.В. Лемешко, О.Ю. Евсеева, О.А. Дробот // *Праці УНДІРТ.* – 2006. – № 4 (48). – С. 69-74.

10. Лемешко А.В. Вероятностно-временная модель QoS-маршрутизации с предвычислением путей в условиях отказов элементов телекоммуникационной сети / А.В. Лемешко // *Радиотехника.* – 2005. – № 142. – С. 11-20.

11. Малярчук М. В. Архітектура мобільного компоненту перспективної системи зв'язку і автоматизації тактичної ланки управління Збройних Сил України з використанням опорної мережі на радіорелейних станціях / М.В. Малярчук, С.П. Колачев, А.А. Швець // *Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ “КПІ”.* – 2009. – Вип. 3. – С. 45–50.

12. Лаврут О.О. Метод управління потоками інформації у фрагменті мобільного компоненту перспективної системи зв'язку в надзвичайних ситуаціях, що змінюються / О.О. Лаврут // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України: науково-технічний журнал.* – 2012. – № 1 (7). – С. 94-101.

13. Лаврут О.О. Динамічний метод управління потоками інформації у фрагменті мобільного компоненту перспективної системи зв'язку в критичних умовах / О.О. Лаврут // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи: науково-технічний журнал.* – 2012. – № 6 (58). – С. 202-207.

14. Лемешко А.В. Модель многопутевой QoS-маршрутизации в мультисервисной телекоммуникационной сети / А.В. Лемешко, О.А. Дробот // *Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб.* 2006. – Вип. 144. – С. 16-22.

Надійшла до редколегії 30.08.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

## ВЫБОР КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ МОБИЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

А.А. Лаврут

В статье проводится выбор критерия оценки качества управления потоками информации в телекоммуникационной сети мобильного компонента перспективной системы связи ВС Украины. Показано, что использование предложенного критерия и сформулированных в тензорном виде ограничений позволит решить проблему обеспечения минимального времени доставки сообщения (команды) между заданными узлами сети с контролем показателей качества QoS.

**Ключевые слова:** военная телекоммуникационная сеть, критерий, информационные потоки.

## SELECTING CRITERIA FOR ASSESSING THE QUALITY OF MANAGEMENT OF INFORMATION FLOWS IN A TELECOMMUNICATIONS NETWORK MOBILE COMPONENTS COMMUNICATIONS SYSTEMS PERSPECTIVE UKRAINIAN ARMED FORCES

A.A. Lavrut

The article selection criteria for evaluating the quality of information management in the telecommunications network of the mobile communications system component promising Ukrainian Armed Forces. It is shown that the use of the proposed criterion and formulated in tensor form of restrictions will solve the problem of providing a minimum time of delivery of the message (command) between given nodes in the network to the control of quality indicators QoS.

**Keywords:** military telecommunications network, the criterion, information flows.