

---

УДК 004.7 : 621.34

Г.А. Кучук<sup>1</sup>, Н.Х. Раковська<sup>1</sup>, С.О. Загайнов<sup>1</sup>, О.С. Савченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

<sup>2</sup>Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## МЕТОД РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ ДАНИХ В МУЛЬТИСЕРВІСНІЙ МЕРЕЖІ З БЕЗПРОВОДОВОЮ КОМПОНЕНТОЮ

*В статті запропонований метод розподілу потоків даних в мультисервісній мережі, що враховує вплив події хендовер на віртуальних маршрутах, до складу котрих на фізичному рівні мережі входять безпроводові з'єднання. Проведений аналіз виникнення події хендовер та введена функція, що дозволяє провести її моделювання. Розглянутий підхід до аналітичного розв'язання сформульованої оптимізаційної задачі, показаний спосіб переходу від повнозв'язної мережі до регулярної структури із заданою зв'язністю.*

**Ключові слова:** хендовер, безпроводова компонента, мультисервісна мережа, оптимальний розподіл.

### Аналіз літератури і постановка завдання дослідження

Для вирішення завдання побудови оптимальних віртуальних маршрутів в мультисервісній мережі (МСМ) необхідно знати кількість вузлів комутації, місця їх розташування і матрицю тяжінь між ними [1, 2]. МСМ повинна обслуговувати потоки, котрі задаються матрицею тяжінь і мати мінімальну

вартість, що складається з вартості каналів і вузлів комутації. Крім того, необхідно враховувати обмеження за часом передачі інформації, надійності, живучості, ємкості вузлових і каналних ресурсів, а також умови по використанню вже існуючих фрагментів мережі. Дана постановка завдання дозволяє отримати модель статичного розподілу потоків мережі, яка може бути покладена в основу статичних алгоритмів управління потоками інформації.

На практиці виникає самостійне завдання управління потоками, пов'язана з розробкою адаптивних алгоритмів управління, що реагують як на зміни потоків за межами номінальних значень, так і на динамічні зміни стану і продуктивність елементів мережі. При цьому виникають певні труднощі, причина яких полягає в тому, що в динамічних алгоритмах процеси, що описують поведінку системи, залежать від ухвалюваних рішень, а ці рішення повинні враховувати поточний стан мережі. Це означає, що кожним початковим умовам відповідатиме власний оптимальний розподіл потоків, а для оптимальної маршрутизації необхідно кожного разу вирішувати завдання оптимізації за нових початкових умов, що не тільки вимагає знання стану мережі на кожен теперішній момент, але і не може бути виконане в реальному масштабі часу.

Методи вирішення даної задачі пропонувалися в багатьох роботах [3 – 11] як для різних мережевих структур, так і для різних постановок оптимізаційних завдань. Проте в розглянутих роботах не враховувався вплив події хендовер, характерного для безпроводних компонент МСМ, котрі мають мобільні вузли.

Таким чином, метою статті є розробка методу розподілу потоків даних в мультисервісній мережі, що враховує вплив події хендовер на віртуальних маршрутах, до складу котрих на фізичному рівні мережі входять безпроводні з'єднання, які мають мобільні вузли.

### Аналіз та моделювання події хендовер

В даний час спостерігається стрімке зростання кількості безпроводних середовищ множинного доступу (у тому числі в мережі Інтернет), що дозволяють рухомому вузлу відправляти і приймати дані незалежно від його місця розташування. У глобальних мережах будь-який пристрій ідентифікується за його IP-адресою, котра також використовується і для маршрутизації; таким чином, IP-адреса асоціюється з певним місцем розташування в мережі, що призводить до необхідності зміни IP-адреси щоразу при переміщенні вузла для забезпечення нерозривності з'єднання. Оскільки вищестоящі рівні стека протоколів TCP/IP використовують IP-адресу для ідентифікації сесії, отже, коректування адреси повинно бути прозорим для таких рівнів.

Рухомість вузла в безпроводній мережі може бути причиною виникнення хендовера. Оскільки місце розташування вузла безпосереднім чином пов'язано з його IP-адресою, то факт зміни IP-адреси при зміні рухомих вузлом точки доступу до мережі вимагає оповіщення. Хендовер є подією, котра може виникнути при виході рухомого вузла із зони обслуговування точки доступу внаслідок його переміщення.

Коректна обробка такої події дозволяє рухомому вузлу зберігати нерозривність з'єднання під час його пересувань і зміни точок доступу до мережі.

У загальному випадку існує два типи хендовера, кожен з яких визначається можливістю підключення вузла до тієї чи іншої точки доступу: м'який хендовер і жорсткий хендовер [12]. Можливі сценарії, що ілюструють ситуації виникнення таких подій, показані на рис. 1.

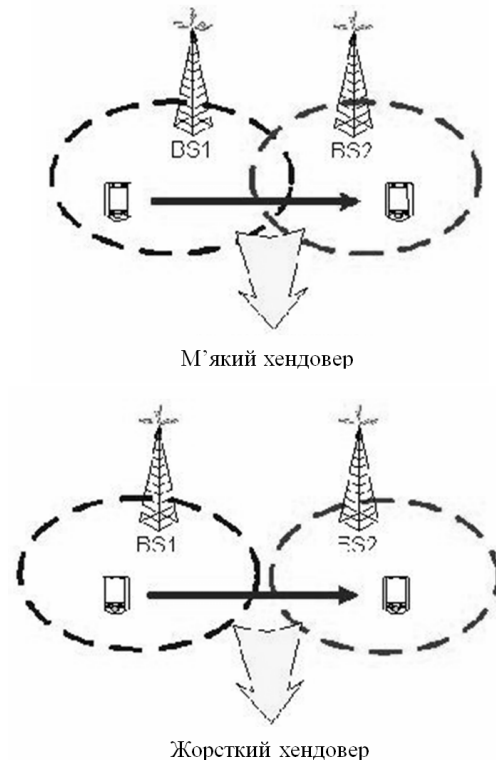


Рис. 1. Можливі сценарії виникнення хендовера

При жорсткому хендовері внаслідок використання в суміжних точках доступу різних частотних діапазонів рухомий вузол не може підтримувати зв'язок з обома точками доступу одночасно, тому зв'язок з точкою доступу, що підтримує поточне з'єднання, обривається до того, як обслуговування рухомого вузла передано до нової точки доступу. Жорсткий хендовер передбачає звільнення старого радіоканалу і подальше заняття нового. Так як попереднє з'єднання розривається ще до встановлення нового, то може відбутися втрата пакетів.

У випадку м'якого хендовера з'єднання з попередньою точкою доступу розривається тільки після встановлення з'єднання з наступною доступною точкою доступу. Отже, під час м'якого хендовера, рухомий вузол може одночасно взаємодіяти з обома точками доступу.

У разі, коли вузол рухається до іншої точки доступу, яка належить одній підмережі, може мати місце хендовер канального рівня L2. Такий хендовер включає в себе знаходження нової точки доступу і подальшу аутентифікацію на каналному рівні.

Якщо рухомий вузол переміщається між підмережами, може мати місце хендвер мережевого рівня L3, який доповнює хендвер каналного рівня L2, який включає призначення нової IP-адреси для рухомого вузла в новій підмережі.

Вміст хендвера каналного і мережевого рівнів наведено на рис. 2.

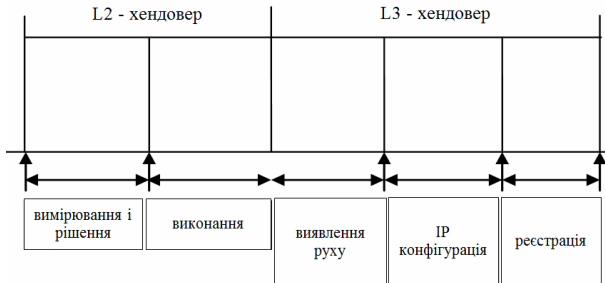


Рис. 2. Вміст хендверів каналного (L-2) і мережевого (L-3) рівнів

Тип хендвера в значній мірі впливає як на швидкість, так і якість передачі інформації. Це особливо важливо при поєднанні потоків різних типів (наприклад, мультимедіа та даних) з різними вимогами до якості обслуговування.

Процес хендвера включає 3 етапи: виявлення, коригування та реєстрацію [12].

Етап виявлення починається в момент входження рухомого вузла в нову зону. Після цього він отримує повідомлення від найближчої точки доступу такої зони.

Етап коригування починається в момент отримання рухомим вузлом повідомлення від нової точки доступу і триває до моменту закінчення налаштування мережевого інтерфейсу у відповідності з отриманою новою IP-адресою.

Етап реєстрації полягає у підтвердженні рухомим вузлом отриманої IP-адреси.

Якщо  $T_d$  – тривалість етапу виявлення,  $T_c$  – етапу коригування,  $T_r$  – етапу реєстрації, то загальна тривалість хендвера  $T_h$  дорівнює

$$T_h = T_d + T_c + T_r. \quad (1)$$

Для оптимізації роботи мережі в разі настання хендвера в даний час використовується багато різноманітних методів. Деякі з них для своєї реалізації потребують впровадження нового керуючого повідомлення, що, в свою чергу, вимагає модифікації стандарту IEEE 802.16. Більш того, в цих методах, при настанні хендвера процес вибору рухомим вузлом нової базової станції займає неприйнятно великий інтервал часу. Інші методи дозволяють зменшити тривалість хендвера за рахунок більш швидкого вибору рухомим вузлом нової базової станції і синхронізації з нею, за умови, що сусідні базові станції працюють на однакових частотах (що практично неможливо в реальних умовах).

Для можливості врахування хендвера при моделюванні процесу функціонування мережі, припустимо, що на часовому інтервалі  $[0, T]$   $j$ -й вузол  $L$  разів виходив із зони обслуговування БМПД, при цьому  $\ell$ -й інтервал хендвера ( $\ell = \overline{1, L}$ ) задамо як (рис. 3):

$$h_{j,\ell} = \left( t_{j,\ell}^{(h)}, t_{j,\ell}^{(h)} + \Delta t_{j,\ell}^{(h)} \right), \quad (2)$$

де  $t_{j,\ell}^{(h)}$  – астрономічний час початку інтервалу,  $\Delta t_{j,\ell}^{(h)}$  – тривалість інтервалу, розрахована відповідно з виразом (1).

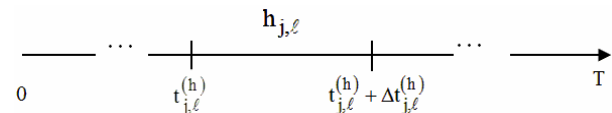


Рис. 3.  $\ell$ -й інтервал хендвера

Це дозволяє визначити функцію часового зсуву, котра враховує вплив хендверу:

$$h_j(t) = t + \sum_{\substack{t_{j,\ell}^{(h)} < t \\ \ell \in [1, L]}} \Delta t_{j,\ell}^{(h)}, \quad t \in [0, T], \quad \ell \in [1, L]. \quad (3)$$

### Розв'язання задачі розподілу потоків

Представимо модель даної ділянки мережі, що містить безпроводну компоненту (приклад зображений на рис. 4) у вигляді повнозв'язного графа  $G$ , що складається з  $k$  вузлів, два з яких є виділеними як джерело  $S$  і приймач  $P$ . Для будь-якого потоку  $X_p(t)$ , який проходить через дану ділянку, вплив хендвера визначимо за допомогою функції вартового зсуву (3), тобто у динаміці будемо розглядати потік  $X_p(h(t)_{\alpha\beta})_{\alpha\beta}$ . Визначимо потік в довільній гілці  $F_{\alpha\beta}$  розглядаємої ділянки мережі таким, що дорівнює сумі всіх потоків, використовуючих це з'єднання:

$$F_{\alpha\beta} = \sum_{\delta \in \mathcal{R}(\alpha, \beta)} X_p(h_{\alpha\beta}(t)), \quad \alpha, \beta \in \{S, P, \overline{1, k-2}\}, \quad (4)$$

де  $\mathcal{R}(\alpha, \beta)$  – множина всіх можливих маршрутів, котрі можуть використовувати з'єднання, що розглядається.

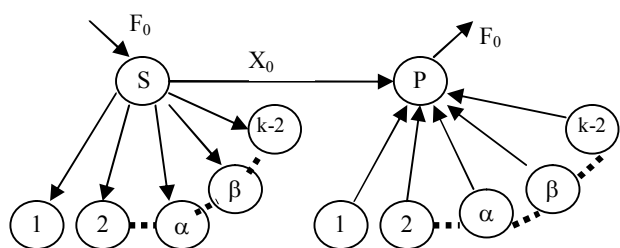


Рис. 4. Фрагмент мережі

Пропускні спроможності  $V_{\alpha\beta}$  відповідних гілок, що забезпечують мінімальну середню затримку в

мережі, можуть бути визначені з вирішення задачі оптимізації в будь-якій з постановок [3, 7–9].

Припустимо, що і потоки, знайдені з вирішення системи (4) забезпечуватимуть мінімальну середню затримку, тобто будуть оптимальними. Проте система рівнянь (4) не є однозначною, оскільки число потоків мережі у багато разів перевищує число гілок. Тому для її розв'язання потрібно вибрати відповідну цільову функцію, зважаючи на тих, що для будь-якої пари абонентів  $S$  і  $P$  можна записати систему рівнянь, що включають  $\gamma \leq k - 2$  транзитних вузлів. Для прикладу обмежимо передачу інформації тільки по маршрутах, що містять не більше двох транзитних вузлів. Тоді загальна кількість  $N_p$  змінних (потоків  $X_p$ ) відповідно до [3] визначається кількістю розміщень і складе:

$$N_p = 1 + \sum_{z=1}^2 A_\gamma^2. \quad (5)$$

За цих умов система обмежень може бути представлена в такому вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{SP} = X_0(h_{SP}(t)); \\ F_{S\alpha} = \sum_{\beta=1}^{\gamma} X_{(\alpha-1)\gamma+\beta}(h_{\alpha\beta}(t)); \quad \alpha, \beta = \overline{1, \gamma}; \beta > \alpha; \\ F_{\alpha\beta} = X_{(\alpha-1)\gamma+\beta}(h_{\alpha\beta}(t)) - X_{(\beta-1)\gamma+\alpha}(h_{\alpha\beta}(t)); \\ F_{\alpha P} = \sum_{\beta=1}^{\gamma} X_{[(\beta-1)\gamma+\alpha]}(h_{\alpha\beta}(t)); \end{array} \right. \quad (6)$$

Відповідно до закону збереження потоку для кожного вузла

$$\sum_{\eta=1}^{p+1} F_{\eta\alpha} = F_0 \cdot \varphi(\alpha); \quad \alpha, \beta \in \{S, P, \overline{1, k-2}\};$$

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 1, & \alpha = S; \\ 0, & \alpha \neq S, P; \\ -1, & \alpha = P, \end{cases} \quad (7)$$

де  $p$  – зв'язність графа.

У системі (6) виразимо базисні змінні через вільні таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{(\alpha-1)\gamma+\alpha}(h_{\alpha\beta}(t)) = F_{SP} - \\ - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} - \left( \begin{array}{l} \sum_{\beta=1}^{\alpha-1} X_{(\alpha-1)\gamma+\beta}(h_{\alpha\beta}(t)) - \\ - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} X_{[(\beta-1)\gamma+\alpha]}(h_{\alpha\beta}(t)) \end{array} \right), \beta > \alpha; \\ X_{[(\alpha-1)\gamma+\beta]} = F_{\alpha\beta} + X_{[(\beta-1)\gamma+\alpha]}; \\ F_{SP} = X_0(h_{SP}(t)). \end{array} \right. \quad (8)$$

Права частина системи рівнянь (8) містить базисні змінні, кількість яких  $N_6$  дорівнює кількості рівнянь:

$$N_6 = (\gamma + 2)(\gamma + 1)/2 - \gamma = (\gamma^2 + \gamma + 2)/2. \quad (9)$$

Загальна кількість змінних (потоків) визначається виразом (5), так що кількість вільних змінних

$$N_c = N_p - N_6 = 1 + \sum_{z=1}^2 A_\gamma^2 - \frac{\gamma^2 + \gamma + 2}{2}. \quad (10)$$

Результат вирішення задачі лінійного програмування залежить від вибору цільової функції  $L(x)$ , вигляд якою визначається конкретними умовами загального завдання розподілу потоків даних. Як приклад задамо умовою: максимум інформації від вузла  $S$  до вузла  $P$  передається по маршрутах, які містять не більш за один транзитний вузол, тобто

$$\begin{aligned} L(X) &= X_0(h_{SP}(t)) + \sum_{\alpha=1}^{\gamma} X_{[(\alpha-1)\gamma+\alpha]}(h_{\alpha\beta}(t)) = \\ &= X_0(h_{SP}(t)) + \sum_{\alpha=1}^{\gamma} F_{S\alpha} - \sum_{\alpha=1}^{\gamma} \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} - \\ &\quad - \sum_{\alpha=1}^{\gamma} \left( \begin{array}{l} \sum_{\beta=1}^{\alpha-1} X_{[(\alpha-1)\gamma+\beta]}(h_{\alpha\beta}(t)) - \\ - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} X_{[(\beta-1)\gamma+\alpha]}(h_{\alpha\beta}(t)) \end{array} \right). \end{aligned} \quad (11)$$

За законом збереження потоку

$$X_0(h_{SP}(t)) + \sum_{\alpha=1}^{\gamma} F_{S\alpha} = F_0(h_{SP}(t)). \quad (9)$$

Цільова функція (8) із урахуванням (9), набере вигляду:

$$L(X) = F_0 - \sum_{\alpha=1}^{\gamma} \sum_{\beta=1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} - 2 \sum_{\alpha\beta} X_{\alpha\beta}(h_{\alpha\beta}(t)), \quad (10)$$

$$\text{де } 2 \sum_{\alpha\beta} X_{\alpha\beta}(h_{\alpha\beta}(t)) = \sum_{\alpha=1}^{\gamma} \left( \begin{array}{l} \sum_{\beta=1}^{\alpha-1} X_{[(\alpha-1)\gamma+\beta]} - \\ - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} X_{[(\beta-1)\gamma+\alpha]} \end{array} \right) \dots \quad (11)$$

Остаточно цільова функція перетвориться до такого вигляду:

$$\begin{aligned} L^{\min}(x) &= -L(x) = \\ &= \sum_{i=1}^{\gamma} \sum_{j=1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} - F_0 - 2 \sum_{\alpha\beta} (-X_{\alpha\beta}(h_{\alpha\beta}(t))) \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (12)$$

Якщо виконуються умови

$$F_{S\alpha} - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} > 0; \quad F_{\alpha\beta} > 0, \quad (13)$$

то завдання має допустиме рішення і може бути зведена на ділянках відсутності хендовера до завдання лінійного програмування. Крім того, якщо потоки, котрі створюють вільні змінні  $X_{\alpha\beta}$  орієнтовані в напрямі від  $S$  до  $P$ , то завдання лінійного програмування містить і оптимальне рішення, яке знаходиться шляхом звернення в нуль вільних змінних ( $X_{\alpha\beta} = 0$ ):

$$\begin{cases} X_{[(\alpha-1)\gamma+\alpha]}^*(h_{\alpha\beta}(t)) = F_{S\alpha} - \sum_{\beta=\alpha+1}^{\gamma} F_{\alpha\beta}; \\ X_{[(\alpha-1)\gamma+\beta]}^*(h_{\alpha\beta}(t)) = F_{\alpha\beta}. \end{cases} \quad (14)$$

$$L^{\min}(X) = \sum_{\alpha=1}^{\gamma} \sum_{\beta=1}^{\gamma} F_{\alpha\beta} - F_0.$$

Для отримання повної картини розподілу потоків в мережі, необхідно аналогічне завдання вирішити для кожної пари виділених вузлів зі своїми початковими потоками  $F_0^k$ . Набуті значення  $F_{\alpha\beta}^{kl}$  для кожного варіанту рішення задачі повинні бути підсумовані по всіх варіантах  $(\alpha, \beta = \overline{1, k-2})$  рішення і можуть розглядатися як результуючі навантаження на відповідну лінію зв'язку. Якщо при цьому початкові потоки генеруються кожним вузлом  $k$ , а не поступають ззовні, то їх значення повинні відповідати матриці тяжіння  $\|\lambda_{\alpha\beta}\|$ , елементи котрої, як правило, задаються як початкові дані.

В тому випадку, якщо розглянута структура є фрагментом деякої глобальної мережі, її початкові потоки можуть бути використані для об'єднання окремих фрагментів через спеціальні шлюзи в ширшу структуру з дотриманням закону збереження для кожної пари суміжних вузлів, що належать різним фрагментам.

Рівняння (6) передбачають альтернативні маршрути передачі по шляхах, що містять один або два транзитні вузли. Завдяки цьому, рівняння (6) можуть легко трансформуватися стосовно безнадлищкових структур, наприклад, методом виключення гілок, до отримання структур із заданою зв'язністю.

Найбільш просто дану процедуру здійснити методом впорядкованого виключення гілок для отримання регулярної структури із заданими властивостями і що задовольняє вимозі по надійності (зв'язності). Так, наприклад, якщо виключити зв'язки між всіма вузлами, які утворюють зовнішній гамільтонов цикл, то зв'язність графа зменшується на дві одиниці. Рівняння (6) при цьому значно спростяться за рахунок того, що частина змінних звернуться в нуль:

$$\begin{aligned} F_{SP} = 0; \quad F_{S\alpha} &= \sum_{\beta=1}^{\gamma} X_{\beta}(h_{\alpha\beta}(t)) = 0; \\ F_{\gamma P} &= \sum_{\beta=1}^{\gamma} X_{\gamma\beta}(h_{\alpha\beta}(t)) = 0; \quad F_{\alpha(\alpha+1)} = \\ &= X_{(\alpha-1)(\gamma+1)+2}(h_{\alpha\beta}(t)) - X_{\alpha(\gamma+1)}(h_{\alpha\beta}(t)) = 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Оскільки  $F_{S\alpha}, F_{\gamma P}, F_{\alpha(\alpha+1)}$  звертаються в нуль, то звертаються в нуль і всі путні потоки  $X_{\beta}(h_{\alpha\beta}(t)), X_{\gamma\beta}(h_{\alpha\beta}(t)), X_{[(\alpha-1)(\gamma-1)+2]}(h_{\alpha\beta}(t))$

$X_{\alpha(\gamma+1)}(h_{\alpha\beta}(t))$  котрі створюють відповідні потоки

в гілці. Після таких змін необхідно перевірити виконання закону збереження потоку. Оскільки відбувається різке скорочення кількості потоків (змінних), система рівнянь, що залишилася, виявляється однозначною, тобто має єдине рішення.

## Висновки

В статті запропонований метод розподілу потоків даних в мультисервісній мережі, що враховує вплив події хендвер на віртуальних маршрутах, до складу котрих на фізичному рівні мережі входять безпроводові з'єднання. Проведений аналіз виникнення події хендвер та введена функція, що дозволяє провести її моделювання. Розглянутий підхід до аналітичного розв'язання сформульованої оптимізаційної задачі, показаний спосіб переходу від повнозв'язної мережі до регулярної структури із заданою зв'язністю. **Напрямок подальших досліджень** – розробка програмного комплексу, котрий реалізує запропонований метод.

## Список літератури

1. Крылов, В.В. Теория телеграфика и ее приложения [Текст] / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
2. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2012. – 943 с.
3. Кучук, Г.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций [Текст] / Г.А. Кучук, Р.П. Гахов, А.А. Паинев. – М.: Физматлит, 2006. – 220 с.
4. Кучук, Г.А. Моделирование трафика мультисервисной распределенной телекоммуникационной сети [Текст] / Г.А. Кучук, И.Г. Кірілло, А.А. Паинев // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2006. – Вип. 9 (58). – С. 50 – 59.
5. Куроуз, Дж. Компьютерные сети. 2-е изд [Текст] / Дж. Куроуз, К. Росс. – СПб.: Питер, 2004. – 765 с.
6. Manner, J. Mobility Related Terminology [Текст] / J. Manner, M. Kojo. – Network Working Group, RFC 3753. 2004. – 234 p.
7. Cheng, C.S., Thomas J.A. Effective bandwidth in high-speed digital networks [Text] / C.S. Cheng, J.A. Thomas // IEEE journal on selected Areas in Communications. – 1995. – V. 13. – P. 1091 – 1100.
8. Кучук, Г.А. Розрахунок навантаження мультисервісної мережі [Текст] / Г.А. Кучук, Я.Ю. Стасєва, О.О. Болубаши // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – № 4 (8). – С. 130 – 134.
9. Стеклов В.К. Телекоммуникаційні мережі. / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман – К.: Техніка, 2001. – 392 с.
10. Клейнрок Л. Вычислительные сети с очередями. Пер. с англ. / л. Клейнрок. – М.: Мир, 1979. – 586 с.
11. Бакланов И.Г. Технологии измерения первичной сети. Ч.2. Системы синхронизации, В-ISDN, АТМ / И.Г. Бакланов. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 150 с.
12. Кучук Г.А. Метод уменьшения времени передачи данных в беспроводной сети // Г.А. Кучук, А.С. Мохаммад, А.А. Коваленко / Системи управління, навігації та зв'язку: Зб. наук. праць. – К.: ЦНДІ НІУ, 2011. – Вип. 3(19). – С. 209 – 213.

Надійшла до редколегії 5.05.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**МЕТОД РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ ДАННЫХ В МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ  
С БЕСПРОВОДНОЙ КОМПОНЕНТОЙ**

Г.А. Кучук, Н.Х. Раковская, С.А. Загайнов, А.С. Савченко

*В статье предложен метод распределения потоков данных в мультисервисной сети, учитывающий влияние события хэндовер на виртуальных маршрутах, в состав которых на физическом уровне сети входят беспроводные соединения. Проведен анализ возникновения события хэндовер и введена функция, позволяющая провести его моделирование. Рассмотрен подход к аналитическому решению сформулированной оптимизационной задачи, показан способ перехода от полносвязной сети к регулярной структуре с заданной связностью.*

**Ключевые слова:** хэндовер, беспроводная компонента, мультисервисная сеть, оптимальное распределение.

**METHOD OF DISTRIBUTING OF DATA FLOWS IN MULTISERVICE NETWORK  
WITH OFF-WIRE CONNECTIONS**

G.A. Kuchuk, N.Kh. Rakovskaya, S.A. Zagaynov, A.S. Savchenko

*In the article the method of distributing of flows of data is offered in a multiservice network, taking into account influence of event of handover on virtual routes in the complement of which off-wire connections enter at physical level of network. The analysis of origin of event of handover is conducted and a function, allowing to conduct his design, is entered. Going near the analytical decision of the formulated optimization task is considered, a transition method is rotined from full coherent sets to the regular structure with the set compendancy.*

**Keywords:** handover, off-wire component, multiservice network, optimum distributing.