



МЕТОД УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ В ДАТАЦЕНТРАХ ОПЕРАТОРА МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

СКУЛИШ М.А., СУЛИМА С.В.

Розглядається можливість віртуалізації мережі мобільного зв'язку. Описується метод динамічного управління ресурсами системи датацентрів мобільного оператора, який використовує гнучку аналітичну модель для визначення оптимальної кількості датацентрів, топології їх розміщення та кількості ресурсів, які виділяються функціональними блоками системи, що розгортаються в датацентрах та передбачають використання декількох типів ресурсів.

Ключові слова: хмарні обчислення, NFV, виділення ресурсів, мобільна мережа.

Key words: cloud computing, NFV, resource allocation, mobile network.

1. Вступ

Якість обслуговування абонента в процесі надання послуг зв'язку залежить від організації процесу обслуговування заявок в датацентрі оператора зв'язку [1]. Останнім часом у мережі мобільного стільникового зв'язку спостерігається швидкий розвиток, зокрема, з введенням мережі 4-го покоління LTE. Сьогоднішні мережі мобільного зв'язку здатні запропонувати більш високі швидкості передачі даних, з інтеграцією більшої кількості послуг і гарантією високої якості сприйняття. Тим не менш, цей розвиток означає, що обсяг даних, які передаються в мобільній мережі, також зростає. Крім того, конкуренція на ринку вимагає більш швидкого розгортання послуг і здатність справлятися з більш високими вимогами обслуговування, щоб зберегти максимальну якість сприйняття користувачами. Всі ці моменти викликають різке зниження доходів операторів і, отже, ведуть до необхідності зменшення сукупної вартості володіння (ТСО), щоб бути в змозі підтримувати рівень доходів. Два поняття перебувають в центрі досліджень і розробок в даний момент, а саме Віртуалізація Мережевих Функцій (Network Functions Virtualization – NFV) і Програмно Конфігуровані Мережі (Software Defined Networking – SDN) [2].

У сучасних архітектурах мереж все складніші сервіси, такі як IPTV, сервіси безпеки та оптимізація доставки, введено за допомогою розгортання middleboxes. Одним із прикладів все більш складної

мережевої платформи є 3GPP Evolved Packet Core (EPC) та його оптимізації для доставки контенту і безпеки. На додаток до типових eNodeB, S/PGW, MME та інших мережевих функцій [3], розгортання EPC вимагає таких функцій, які, як правило, встановлюються в незалежних блоках (independent boxes): 1) Network Address Translation (NAT) з приватних IPv4 адрес до публічних IPv4/v6 адрес; 2) управління доступом до послуг (service access policing), наприклад, для VPN, відео платформ і VoIP; 3) захист мережевого обладнання брандмауером; 4) реалізація мережі розподілу контенту (CDN) для ефективного розподілу популярного контенту; 5) двигуни транскодування для оптимізації доставки зображення та відео [4]. Значна залежність мереж від апаратного забезпечення та існування різних спеціалізованих апаратних пристроїв, таких як брандмауери, обладнання глибокої інспекції пакетів (DPI) і маршрутизаторів у мережній інфраструктурі ускладнили проблеми, що стоять перед провайдером послуг мережі [5].

Концепція Віртуалізації Мережевих Функцій (NFV) [6] виникла для віртуалізації функцій мобільної мережі і переміщення їх на платформу апаратного забезпечення загального користування або датацентрів. NFV дозволяє операторам видалити залежність від спеціалізованого обладнання та замість цього реалізувати мережеві функції як віртуальні сутності програмного забезпечення на стандартизованих серверах [2], що можуть поєднуватись у ланцюги для забезпечення потрібної функціональності. Такий підхід підвищує гнучкість мережі та масштабованість, оскільки структурні блоки можуть розміщуватись і перерозміщуватись під час роботи залежно від потреби [7].

Така концепція розгортання віртуалізованих мережевих функцій має низку переваг стосовно масштабованості, кращого визначення параметрів мережі, оптимізації навантаження або економії енергії. Можливість додаткових і масштабованих функціональних доповнень без необхідності установки або придбання спеціалізованого обладнання, безумовно, має величезне значення. Крім того, мобільна мережа стане більш динамічною, оскільки віртуальні платформи підтримують швидке створення екземплярів, видалення або динамічне виділення ресурсів. Динамічне створення об'єктів розглядається як важливий інструмент, щоб мати змогу впоратися з швидкою зміною послуг та поведінки користувачів [2]. Так само як можна розгортати прикладні програми в хмарі, телекомунікаційний оператор може розгортати сервіси або оновлення сервісів щотижня, замість, скажімо, раз на три роки. Оператор більше не прив'язаний до дорогого проприетарного мережевого обладнання [8]. Таким чином, очікується, що NFV матиме вплив на бажане зменшення витрат в сучасних мобільних мережах.

Тим часом, Програмно Конфігуровані Мережі [9] розглядаються як додаткова концепція розгортання мобільних мереж. SDN вводить те, що називається Декомпозицією Мережевих Функцій (NFD), де функції

площини управління додаватимуться до логічно централізованого контролера, який може розгортатися на платформі датацентру, в той час як функції площини даних реалізуються мережевими елементами SDN у транспортній мережі [2].

Можна передбачати різні сценарії розгортання SDN і NFV залежно від мережесегментів (наприклад, ядро (core) або границя (edge)) і, отже, на горизонті середньостроковій або короткостроковій. Тим не менш, ця загальна тенденція “програмації” продовжуватиметься через постійну еволюцію технологій і скорочення витрат [10].

На практиці більш дорогі спеціалізовані апаратні засоби часто працюють швидше і ефективніше, ніж віртуалізовані сутності, навіть хоча останні є більш гнучкими. Оскільки спеціалізовані апаратні засоби на даний час широко використовуються, цілком імовірно, що гібридні сценарії розгортання стануть поширеними, коли частина сервісів надаватиметься фізичним обладнанням. Це призводить до сценарію, аналогічного “спалаху у хмарі” (cloud burst): базове навантаження обробляється фізичним обладнанням (приватна хмара у сценарії “спалаху у хмарі”), в той час як коливання навантаження обробляються за допомогою динамічно створюваних віртуальних сервісних сутностей (публічна хмара в сценарії “спалаху у хмарі”); такий сценарій ілюструється на рис. 1 [7].



Рис. 1. Сценарій віртуалізації при коливаннях навантаження

У NFV мережах набір ланцюгів сервісів повинен розташовуватись на фізичних вузлах мережі. Ланцюг сервісів – це набір з одного або декількох сервісів чи віртуальних машин, які з’єднані разом для забезпечення певної функціональності і можуть бути представлені у вигляді графа, що містить сервіси і мережеві вимоги між ними. У гібридному мережевому середовищі ланцюги сервісів можуть розміщуватись з використанням або фізичного обладнання, або віртуалізованих сутностей.

Успіх цього підходу залежить від наявності та продуктивності алгоритмів, що визначають, де і як ці структурні блоки створюються [7].

Введення NFV в мобільну мережу має безліч переваг, однак це вимагає передачі трафіка мережі до дата-

центрів оператора, що накладає додаткове навантаження на транспортну мережу та вимагає ретельного планування розташування датацентрів у мобільній мережі [2]. Основними питаннями проблеми розміщення елементів є їх кількість та місце в топології, де їх слід розмістити [11].

Поняття SDN і NFV розглядаються як дуже перспективні засоби для проектування економічно ефективних архітектур мобільних мереж, але на даний момент NFV все ще перебуває на початкових етапах реалізації [12]. Оскільки NFV надає бачення мережесегментної архітектури для віртуалізації функцій вузлів мережі в блоки, що можуть бути об’єднані в ланцюг, одним із найактуальніших питань досліджень є те, яким чином ефективно розподіляти ресурси між функціональними блоками.

Отже, щоб розглянути цей аспект, сформулюємо загальний підхід, який забезпечує формалізований опис проблеми розподілу ресурсів для набору віртуальних функцій мережі.

Введення віртуалізації функцій до мобільної мережі LTE було в центрі уваги останніх наукових робіт, викликаних проектом NFV та застосуванням SDN. Існують деякі дослідження, які стосуються архітектурних аспектів міграції мобільних функцій до датацентру, як в [13], де відмічаються переваги і сценарії використання віртуалізованих мобільних функцій. Робота [14] пропонує використання платформи датацентру для розвантаження трафіка мобільного ядра. Однак ранні дослідження були пов’язані з архітектурною побудовою [2].

Проблема розміщення контролерів розглядалась в [11] і [15] з основним акцентом на досягнення мінімальної затримки SDN управління, а також стійкості надання послуг. У дослідженні [2] розглядається оптимальне розміщення датацентрів, на яких розміщуються віртуалізовані шлюзи, а також вирішується задача застосування віртуалізації та SDN декомпозиції на шлюзах мобільного ядра. Однак задача розміщення виникає і для інших функцій мережі.

Подібно до проблеми розміщення контролерів в області SDN, такі технології як NFV вимагають відповідних алгоритмів, які можуть вирішувати проблеми, що виходять за рамки однокритеріальних проблем розміщення. Ці проблеми можуть вносити додаткові складності через можливі взаємозалежності між мережевими функціями, як у випадку об’єднання функцій у ланцюжки, і нові потенційні обмеження відносно додаткових аспектів, таких як безпека [16].

Тому метою дослідження є підвищення ефективності роботи мобільної мережі шляхом оптимального розміщення ресурсів системи в хмарному середовищі. В статті пропонується аналітичний підхід до моделювання і дослідження розміщення мережесегментних функцій у мережі оператора мобільного зв’язку.

2. Метод управління ресурсами у віртуалізованій мережі мобільного зв'язку

Передбачається, що в мережі розгорнуті контролери, які надсилають запити до опорної мережі на певний ланцюг сервісів, що реалізується віртуалізованими мережевими функціями.

Мережа представлена графом $G = (V, E)$ з множиною вузлів V , яка містить n вузлів, з'єднаних ребрами з множини E . Додатково затримки найкоротших шляхів між кожною парою вузлів попередньо вираховані і зберігаються у матриці відстаней $D = \{d_{i,j}\}_{n \times n}$, в якій $d_{i,j}$ означає затримку передачі з вузла i в вузол j . Затримки в D нормалізовані по діаметру графа, тобто $d_{i,j} \in [0, 1]$. Нехай визначено інтенсивність заявок, що надходять з вузлів мережі – $\{e_g: g \in V\}$, а також загальне допустиме значення часу обробки заявки всією системою R . Припускаємо відсутність обмежень на доступні ресурси датацентру. Також припускаємо, що датацентри можуть розмішуватись в точках, де оператор вже має сайт, щоб зменшити вартість площі приміщення, тобто датацентри розмішуються у вузлах V .

При заданій кількості датацентрів K існує скінченна

множина з $\binom{n}{K}$ можливих розташувань, відповідно,

розміщення датацентрів є задачею багатокритеріальної комбінаторної оптимізації. Метою задачі є знаходження таких розташувань датацентрів з множини можливих розташувань розміру K – $P_K = \{P \in 2^V \mid |P| = K\}$, що є оптимальними відповідно до деякої цільової функції.

Метою оптимізації є визначення місця розташування кожного датацентру, таких що мінімізується функція загальних витрат:

$$\min_{\{v_k: k \in V\}} \sum_k U_k \cdot v_k \quad \text{при обмеженні } \sum_k v_k = K, \quad (1)$$

де K – задане число датацентрів, які використовуються в мережі G ; v_k – булева змінна, яка рівна одиниці, якщо датацентр розміщується в точці k ; U_k – загальні витрати на розміщення датацентру в точці k , $U_k = ddc_k + U_{sc}$; ddc_k – максимальна затримка передачі від вузла мережі до датацентру в точці k ; U_{sc} – витрати на розміщення датацентру в точці k ; ddc_k розраховується так:

$$ddc_k = \max_{g \in V} \text{latency}_g \cdot \pi_{g,k},$$

тут latency_g – затримка між датацентром та контролером g , $\text{latency}_g = \min_{\{k: k \in V \wedge v_k = 1\}} d_{g,k}$;

$\pi_{g,k}$ – булева змінна, яка рівна одиниці, якщо контролер g обслуговується датацентром, розміщеним в точці k .

Кожен функціональний блок характеризується кількістю ресурсів кожного з m типів, які йому виділяються. Щоб визначити, скільки ресурсів кожного типу виділити кожному функціональному блоку системи, представимо аналітичну модель такої багатоетапної системи. Розглянемо систему, що складається з f блоків. Нехай бажаний час відповіді для системи буде T . Нехай інтенсивність надходження заявок в систему буде λ . На основі заданих значень інтенсивності надходження заявок і часу відповіді метою буде визначення необхідної кількості ресурсів, виділених кожному блоку так, що система може обслужити всі вхідні запити з середнім часом обслуговування T .

Наша модель заснована на мережі масового обслуговування. Системи масового обслуговування, які представляють один етап, виходять в ті, які представляють собою наступний рівень. Блоки моделюємо як $G/G/1$ системи масового обслуговування. Оскільки система $G/G/1$ може охопити довільний розподіл часу прибуття і довільний час обслуговування, вона дозволяє охопити поведінку різних систем.

Зауважимо, що модель може працювати з системами з довільним числом етапів, оскільки складне завдання моделювання багатоетапної системи зводиться до моделювання окремого блоку на кожному етапі. Також можливо розглядати системи, які передбачають не суворо послідовний зв'язок між блоками, проте дослідження таких систем тут не розглядається.

Поведінку $G/G/1$ системи можна описувати таким результатом теорії масового обслуговування [17]:

$$w_{ji} \leq \frac{\lambda_{ji} (\sigma_{a,ji}^2 + \sigma_{b,ji}^2)}{2(1 - A_{ji})},$$

де w_{ji} – середній час очікування для ресурсу і етапу j ;

λ_{ji} – середня інтенсивність надходження заявок; $\sigma_{a,ji}^2$

та $\sigma_{b,ji}^2$ – дисперсія часу між прибуттям запитів і часу обслуговування відповідно; $A_{ji} = \lambda_{ji} t_{ji}$, t_{ji} – середній час обслуговування на ресурсі і блоку j .

Нехай середній інтервал між надходженням заявок в систему є відомим і дорівнює $1/\lambda$, а також відомі дисперсії часу між надходженням і обслуговуванням заявок, які можуть отримуватись системою, наприклад, в результаті онлайн моніторингу.

Для моделювання загального часу обслуговування в системі приймаємо, що час обслуговування на різних ресурсах незалежний та адитивний. Конвеєрна обробка в системі показує, що це припущення допустиме, оскільки при застосуванні з'єданого часу обслуговування та однієї черги для запиту конвеєр між ресурсами не враховується. Відповідно до цього припущення вхідний потік у чергу формується з черги попереднього ресурсу [18].

Отже, черги ресурсів у кожному блоці розташовуються послідовно. Приймається також дисципліна обслуговування з розділенням процесора у кожній черзі.

Нехай c_j^i – обсяг ресурсу типу i , який виділений для

блоку j , а s_j^i означає час обробки заявки на ресурсі i на блоці j однією одиницею ресурсу.

Середній час обслуговування у системі обслуговування ресурсу (параметр t_{ji}) може бути обчислений шляхом ділення середнього часу обслуговування заявки на цьому ресурсі (s_j^i) на частку виділеного ресурсу (c_j^i).

Таким чином, загальний середній час обслуговування заявки W можна представити як:

$$W \leq \sum_{i,j} \frac{\lambda(\sigma_{a,ji}^2 + \sigma_{b,ji}^2)}{2 \left(1 - \lambda \cdot \frac{s_j^i}{c_j^i}\right)} + \sum_{i,j} \frac{s_j^i}{c_j^i} \quad (2)$$

Отже, необхідно знайти таку мінімальну кількість ресурсів кожного типу, яку необхідно виділити кожному вузлу, щоб задовольнити нерівність (2). Оптимізаційна задача формулюється так:

$$\left\{ c_j^i; i=1, m, j=1, f \right\} \sum_j \sum_i cost^i \cdot c_j^i$$

при обмеженні $\sum_{i,j} \frac{\lambda(\sigma_{a,ji}^2 + \sigma_{b,ji}^2)}{2 \left(1 - \lambda \cdot \frac{s_j^i}{c_j^i}\right)} + \frac{s_j^i}{c_j^i} \leq T$, (3)

де $cost^i$ – вартість використання одиниці ресурсу типу i ; T – задане допустиме значення повного середнього часу перебування в системі обслуговування.

В результаті рішення (3) отримуємо матрицю C^* розміром $(m \times f)$, (i, j) елемент якої містить оптимальне значення кількості i -го ресурсу, необхідного j -му вузлу c_j^{i*} , отримане після вирішення задачі (3).

Тоді збільшуємо об'єм ресурсів усіх блоків до цих значень за один крок, в результаті чого ефективна пропускна здатність збільшується миттєво.

Алгоритм визначення оптимальної кількості датацентрів, їх розміщення та кількості ресурсів, які виділяються функціональним блокам системи, що розгортаються в датацентрах, представлено на рис. 2.

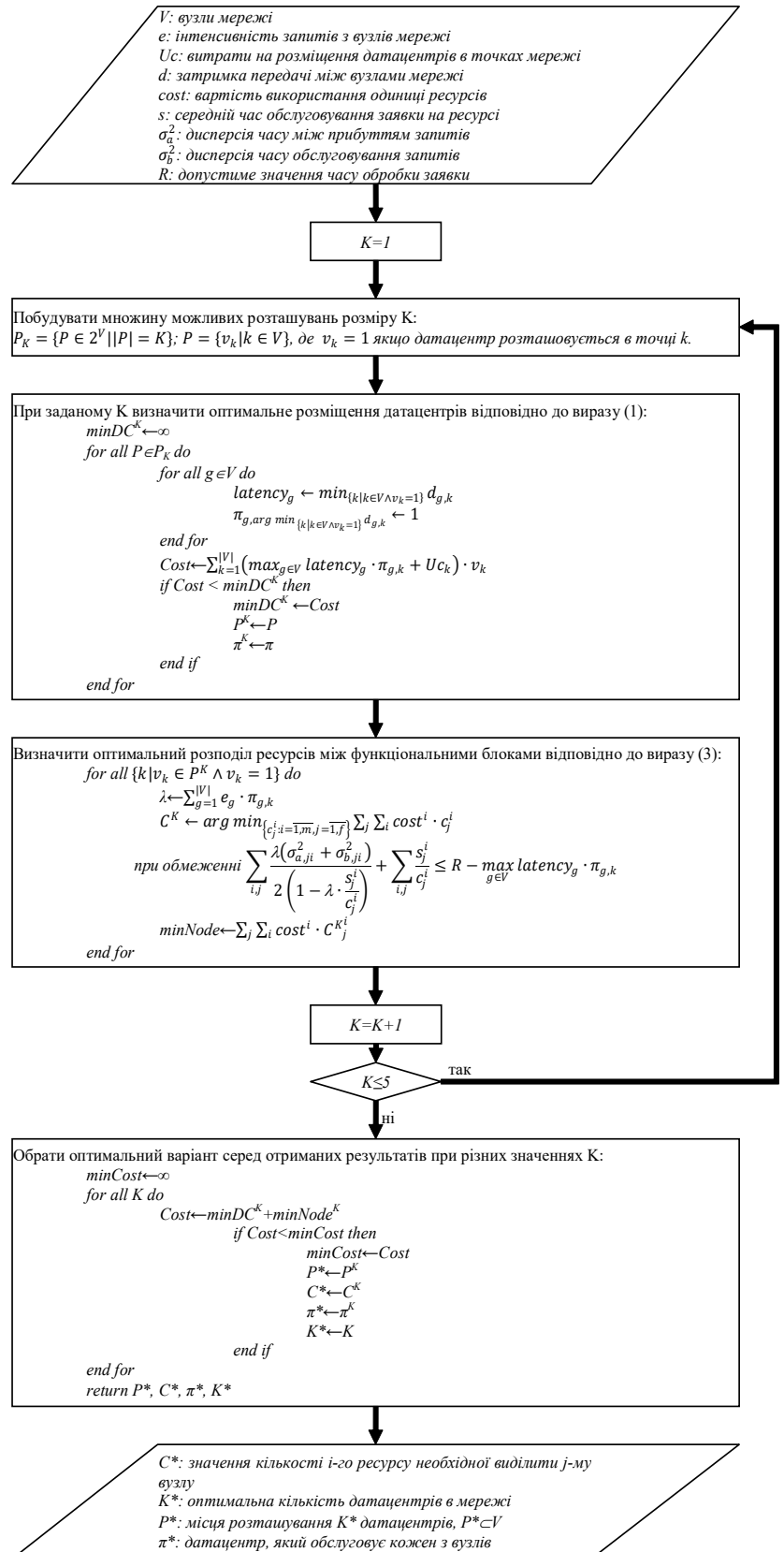


Рис. 2. Алгоритм розміщення ресурсів

Моделювання запропонованого вище методу було проведено в середовищі Mathcad. Зміну розподілу ресурсів на функціональних блоках при зміні вхідного навантаження проілюстровано на рис. 3. Приклад моделювання системи з чотирма вузлами, п'ятьма функціональними блоками та трьома типами ресурсів показав, що у порівнянні з фіксованим виділенням ресурсів можна отримати виграш у 3 рази.

3. Висновки

Встановлено, що динамічне надання ресурсів у віртуалізованих системах мобільного зв'язку ставить нові задачі, не вирішені у попередніх дослідженнях систем надання ресурсів. Запропоновано метод динамічного управління ресурсами системи датацентрів мобільного оператора, який використовує гнучку аналітичну модель для визначення оптимальної кількості датацентрів, топології їх розміщення та кількості ресурсів, які виділяються функціональним блокам системи, що розгортаються в датацентрах та передбачають використання декількох типів ресурсів.

Метод може застосовуватись при управлінні розгортанням віртуалізованих мережевих функцій на нижчерозташованій фізичній інфраструктурі для мінімізації витрат оператора зв'язку та покращення якості обслуговування абонентів.

В подальших дослідженнях запропонований метод може бути розширений для урахування складних зв'язків між функціональними блоками та можливості їх розподіленого розгортання.

Література: 1. *Globa L.* Scheduling of the data center infrastructure resource utilization based on the statistics / L. Globa, M. Skulysh, T. Pidhurska // 2015 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom). Constanta, 2015. 2. *Basta A.* Applying NFV and SDN to LTE mobile core gateways, the functions placement problem / A. Basta, W. Kellerer, M. Hoffmann, H. Morper et al. // 4th workshop on All things cellular: operations, applications, & challenges. Chicago, USA, 2014. P. 33-38. 3. *Balbas J.* Policy and charging control in the evolved packet system / J. Balbas, S. Rommer, J. Stenfelt // IEEE Communications. 2009. Vol. 47, No. 2. P. 68-74. 4. *John W.* Research Directions in Network Service

Chaining / W. John, K. Pentikousis, G. Agapiou, E. Jacob et al. // 2013 IEEE SDN for Future Networks and Services. Trento, 2013. P. 1-7. 5. *Hawilo H.* NFV: state of the art, challenges, and implementation in next generation mobile networks (vEPC) / H. Hawilo, A. Shami, M. Mirahmadi, R. Asal // IEEE Network. 2014. Vol. 28, No. 6. P. 18-26. 6. *Network Function Virtualization* [Online]. Available at: http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper3.pdf. 7. *Moens H.* VNF-P: A model for efficient placement of virtualized network functions / H. Moens, F. De Turck // 10th International Conference on Network and Service Management. Rio de Janeiro, 2014. P. 418-423. 8. *The HP Perspective: Network Functions Virtualization & Cloudification* [Online]. Available at: <https://ssl.www8.hp.com/hpmatter/issue-no-4-spring-2015/hp-perspective-network-functions-virtualization-cloudification>. 9. *Software-Defined Networking: The New Norm for Networks* [Online]. Available at: <https://www.opennetworking.org/downloads/sdn-resources/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf>. 10. *Lombardo A.* An analytical tool for performance evaluation of software defined networking services / A. Lombardo, A. Manzolini, V. Riccobene, G. Schembra // 2014 IEEE Network Operations and Management Symposium (NOMS). Krakow, 2014. P. 1-7. 11. *Heller B.* The controller placement problem / B. Heller, R. Sherwood, N. McKeown // ACM HotSDN. Helsinki, Finland, 2012. P. 1-6. 12. *Ferrer Riera J.* Virtual network function scheduling: Concept and challenges / J. Ferrer Riera, E. Escalona, J. Batalle, E. Grasa, J. A. Garcia-Espin // 2014 International Conference on Smart Communications in Network Technologies (SaCoNeT). Vilanova i la Geltru, 2014. P. 1-5. 13. *Nokia Solutions and Networks. Technology Vision for the Gigabit Experience* [Online]. Available at: <https://nsn.com/file/26156/nsn-technology-vision-2020-white-paper.pdf>. 14. *Banerjee A.* MOCA: a lightweight mobile cloud offloading architecture / A. Banerjee, X. Chen, J. Erman, V. Gopalakrishnan et al. // ACM international workshop on Mobility in the evolving internet architecture (MobiArch '13). New York, USA, 2013. P. 11-16. 15. *Hock D.* Pareto-optimal resilient controller placement in SDN-based core networks / D. Hock, M. Hartmann, S. Gebert, M. Jarschel et al. // 25th International Teletraffic Congress (ITC). Shanghai, 2013. P. 1-9. 16. *Lange S.* Heuristic Approaches to the Controller Placement Problem in Large Scale SDN Networks / S. Lange, S. Gebert, T. Zinner, P. Tran-Gia et al. // IEEE Transactions on Network and Service Management. 2015. Vol. 12, No. 1. P. 4-17. 17. *Teletraffic engineering handbook* [Online]. Available at: http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.16.1-2001-PDF-E.pdf. 18. *Goudarzi H.* Maximizing Profit in Cloud Computing System via Resource Allocation / H. Goudarzi, M.

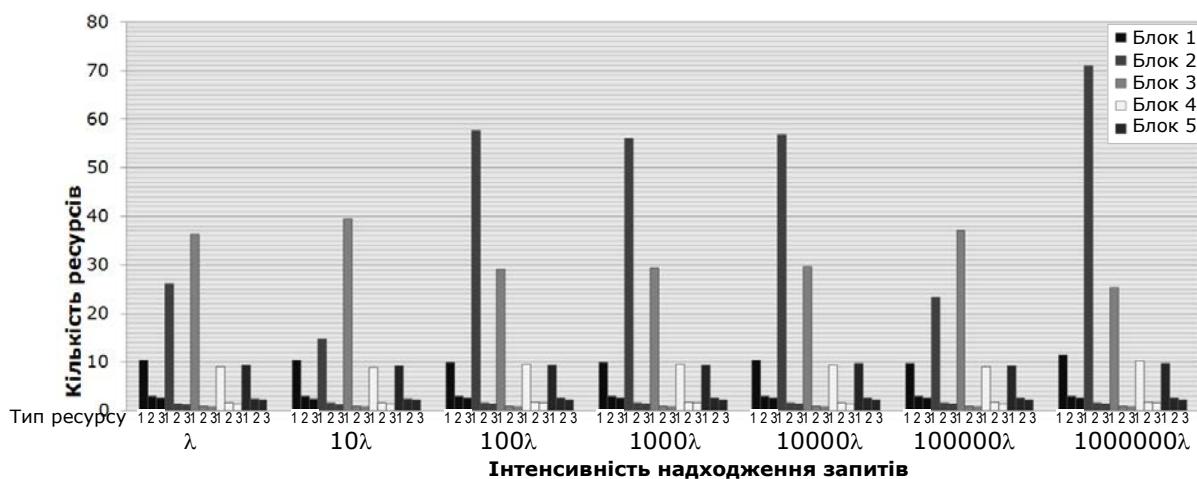


Рис. 3. Кількість ресурсів, виділена функціональним блоком, при зміні інтенсивності надходження запитів

Надійшла до редколегії 14.09.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Безрук В.М.

Скулиш Марія Анатоліївна, канд. техн. наук, доцент Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Наукові інтереси: білінг, дата-центри, хмарні обчислення, розподілені системи, SDN. Адреса: Україна, 01033, Київ, пров. Індустріальний, 2, тел. +38(044)4068299.

Суліма Світлана Валеріївна, аспірантка Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Наукові інтереси: мобільні мережі, NFV. пров. Адреса: Україна, 01033, Київ, пров. Індустріальний, 2, тел. 0666245361.

Skulysh Mariia Anatoliivna, PhD., associate professor, associate professor at National technical university of Ukraine “Kiev Polytechnic Institute”. Billing, data centers, cloud computing, distributed systems, SDN. Address: Ukraine, Kyiv, pr. Industrialnyy, 2, mob. +38(044)4068299.

Sulima Svitlana Valeriivna, Ph.D. student at National technical university of Ukraine “Kiev Polytechnic Institute”. Mobile networks, NFV. Address: Ukraine, Kyiv, pr. Industrialnyy, 2, mob. 0666245361.

УДК 004.056.5:004.7

АНАЛІЗ СТЕГАНОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИХОВУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У КОНТЕЙНЕРИ РІЗНИХ ФОРМАТІВ

ЮДІН О.К., ЗЮБІНА Р.В., ФРОЛОВ О.В.

Аналізуються існуючі стеганографічні методи. Визначаються основні поняття цифрової та комп’ютерної стеганографії. Доводиться, що цифрова стеганографія використовує методи приховування контейнера у дані, які мають аналогову природу. Показується, що комп’ютерна стеганографія вивчає способи приховування інформації за рахунок певних властивостей файлових систем, файлів різних форматів, виконуваних файлів. Пропонується структурна схема та математична модель типової стеганосистеми. Аналізується питання стійкості стеганосистем залежно від розміру та класу обраного контейнера. Визначаються показники оцінки якості стеганосистем та вводиться детальна класифікація стеганографічних методів за форматом контейнера.

Ключові слова: стеганографія, стеганоаналіз, контейнер, відеодані, аудіодані, цифрова стеганосистема.

1. Вступ

Питання збереження конфіденційності інформаційних потоків під час їх передачі каналами зв’язку займає провідну позицію у процесі забезпечення інформаційної безпеки особистості, суспільства та держави. На даний час найбільш поширеними технологіями захисту інформації в процесі передачі даних по відкритих каналах зв’язку є процедури поєднання криптографічних та стеганографічних методів (комбіновані). В процесі розвитку інформаційних систем стеганографія вийшла на принципово новий рівень, названий комп’ютерною стеганографією (КС).

Метою роботи є аналіз та класифікація існуючих методів стеганографічного захисту інформації залежно від класу та типу контейнерів.

2. Основні поняття комп’ютерної стеганографії

Основні поняття комп’ютерної стеганографії були визначені у 1996 р. на 1-й міжнародній конференції по приховуванню даних (Information Workshop on Information Hiding ‘96).

РИ, 2015, № 3

У понятті комп’ютерної стеганографії виділяють більш вузьке поняття – цифрової стеганографії (ЦС). В той час як цифрова стеганографія має на увазі приховування одних даних у інші, такі що мають аналогову природу (медіа, аудіофайлах тощо), то КС вивчає способи приховування інформації за рахунок певних властивостей файлових систем, файлів різних форматів, виконуваних файлів. Набір методів та засобів, що використовуються для створення непомітного (прихованого) каналу передачі даних, називається стеганографічною системою, або стеганосистемою [1]. При побудові стеганосистеми мають враховуватися такі положення:

– стеганосистема повинна мати прийнятну складність обчислення реалізації (тобто прийнятну кількість арифметико-логічних дій для вбудовування повідомлення у стеганоконтейнер та відтворення даних із цього ж контейнера);

– при виявленні факту існування вбудованого повідомлення порушник не повинен мати можливості дістати це повідомлення або відтворити відкритий текст;

– методи приховування мають забезпечити цілісність вбудованого повідомлення для одержувача;

– повинна забезпечуватись необхідна пропускна здатність стеганоконтейнера та каналу зв’язку;

– при проектуванні системи слід використовувати модель потенційного порушника такого рівня, що може мати повне уявлення про існування і функціонування стеганосистеми, але йому не повинно бути відомо про місце знаходження, вид і розмір ключа, за допомогою якого можна визначити факт присутності повідомлення (відкритого тексту) та його зміст;

– порушник має бути позбавлений будь-яких (технічних та будь-яких інших) переваг.

Сьогодні стеганографічні системи активно використовуються для вирішення таких задач захисту інформаційних ресурсів:

– обхід засобів моніторингу;

– захист авторських прав на інтелектуальну власність (ЦВЗ);

– захист конфіденційної інформації від НСД;