

УДК 621.39 (045)

DOI: 10.18372/2310-5461.35.11848

Р. С. Одарченко, канд. техн. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-7130-1375
e-mail: odarchenko.r.s@ukr.net

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ СТІЛЬНИКОВОГО ОПЕРАТОРА

Вступ

У сучасних умовах конкурентна боротьба в телекомунікаційній галузі точиться у сфері сервісів, де основну роль відіграють різноманітність послуг, якість, надійність та оперативність їх надання. Великим корпоративним клієнтам операторів зв'язку вигідно отримувати всі сервіси зв'язку від одного постачальника. У той же час для приваблення абонентів телекомунікаційним операторам потрібно постійно запускати та пропонувати користувачам нові додаткові послуги зв'язку на базі передових рішень та сучасних технологій, зокрема, інтелектуальних, мультимедійних, передавання даних тощо. Тому необхідно постійно здійснювати моніторинг якості надання послуг та їх поліпшення.

Моніторинг якості послуг зв'язку здійснюється шляхом проведення вимірювань безпосередньо на мережі зв'язку, які можуть спиратися як на отримані статистичні дані або контрольні вимірювання, так і на результати опитувань користувачів послуг зв'язку та поданих ними претензій [1].

Основними завданнями, які вирішуються під час моніторингу якості надання телекомунікаційних послуг є:

- підтримка конкурентоспроможності на телекомунікаційному ринку;
- визначення необхідності розширення, модернізації мереж зв'язку для забезпечення необхідної якості обслуговування абонентів;
- контроль основних показників якості надання телекомунікаційних послуг за зростаючих обсягів передачі даних;
- залучення нових та збереження наявних абонентів шляхом оприлюднення результатів вимірювання рівнів якості телекомунікаційних послуг, що підтримуються мережею зв'язку.

Високі вимоги до якості надання послуг, оперативне підключення нових абонентів та необхідність розширення мережі ставлять перед операторами стільникового зв'язку принципово нові завдання безперервної оцінки показників продуктивності мережі [2] для її оптимізації, рекон-

фігурації, розширення, визначення тарифної політики тощо.

Для забезпечення умов QoS необхідно здійснити ряд організаційно-технічних заходів, одним з базових елементів яких варто передбачити впровадження комплексної системи моніторингу стану телекомунікаційної мережі. При цьому створення і функціонування даної системи не є самоцілью й повинно спиратися на техніко-економічні переваги і додаткові можливості, які повинні бути отримані при впровадженні даної системи.

Аналіз досліджень та публікацій

Питанням, пов'язаним із створенням систем моніторингу сучасних телекомунікаційних мереж присвячені праці багатьох вітчизняних та закордонних учених. У праці [1] проведено аналіз сучасних систем моніторингу та управління телекомунікаційними мережами, у праці [3] наведено детальну інформацію про систему розподіленого моніторингу мереж зв'язку «СПАЙ-ДЕР», у працях [4–6] розкрито сутність питань побудови систем моніторингу в мережах SDN, у праці [7] розкриті переваги вітчизняного рішення для управління телекомунікаційною мережею та послугами. На ресурсах [8–9] представлена інформація щодо систем моніторингу для мереж LTE, у працях [10–13] представлені результати розробки, впровадження та дослідження систем моніторингу в сучасних стільникових мережах.

Постановка проблеми дослідження

Проте слід відзначити, що майже кожній системі моніторингу, розглянутій у різноманітних джерелах, притаманні свої певні риси. Проте дуже мала увага приділена системам моніторингу в стільникових мережах, зокрема в концепції IoT [14] та IoE [15].

У праці [2] авторами було запропоновано новий підхід до оцінки ключових показників якості обслуговування та продуктивності стільникових мереж, що потребує розробки нової структури системи моніторингу та оптимізації структури мережі з метою забезпечення необхідного рівня якості обслуговування всіх груп абонентів.

Структура системи моніторингу

Система моніторингу, що розробляється, має відповідати певному набору критеріїв: повинна виявляти перевантаження і аналізувати причини їх виникнення в різних точках мережі та різних підсистемах (радіомережа, транспортна мережа, ядро мережі, абонентський пристрій тощо); мають задаватись граничні умови видачі сповіщень про перевищення заданого порогу, що налаштовуються безпосередньо користувачем системи (дають можливість завчасно надати інформацію для своєчасного перерозподілу наявних ресурсів, запобігаючи тим самим виникненню критичних перевантажень та збоїв у роботі мережі).

Таким чином, для ефективного управління ресурсами мережі стільникового оператора необхідно мати вичерпні дані по кожному фрагменту мережі в режимі реального часу.

Така система моніторингу дозволить підвищити якість надання послуг, централізувати технічне обслуговування, планувати і оператив-

но впроваджувати нові сервіси, проводити «безболісне» розширення мережі, а також максимально ефективно використовувати наявні ресурси (обладнання, частотний діапазон тощо).

Спрощена структура стільникової мережі 3G/4G/5G представлена на рис. 1. До її складу включено систему моніторингу та оптимізації стану мережі.

Вона здатна забезпечити роботу методу, представленого в праці [2]. При цьому планується, що система моніторингу та оптимізації буде здатна проводити моніторинг якості обслуговування різних груп абонентів (IoT, телефонія, доступ до мережі Інтернет тощо) та відповідно підлаштовувати до їх потреб роботу мережі.

Модель оцінки та оптимізації стану мережі

Для здійснення оцінки та оптимізації стану мережі із використанням теорії графів [16] була розроблена відповідна модель (рис. 2) та запропоновано алгоритм роботи ЦМОСМ (центр моніторингу та оптимізації стану мережі) (рис. 3).

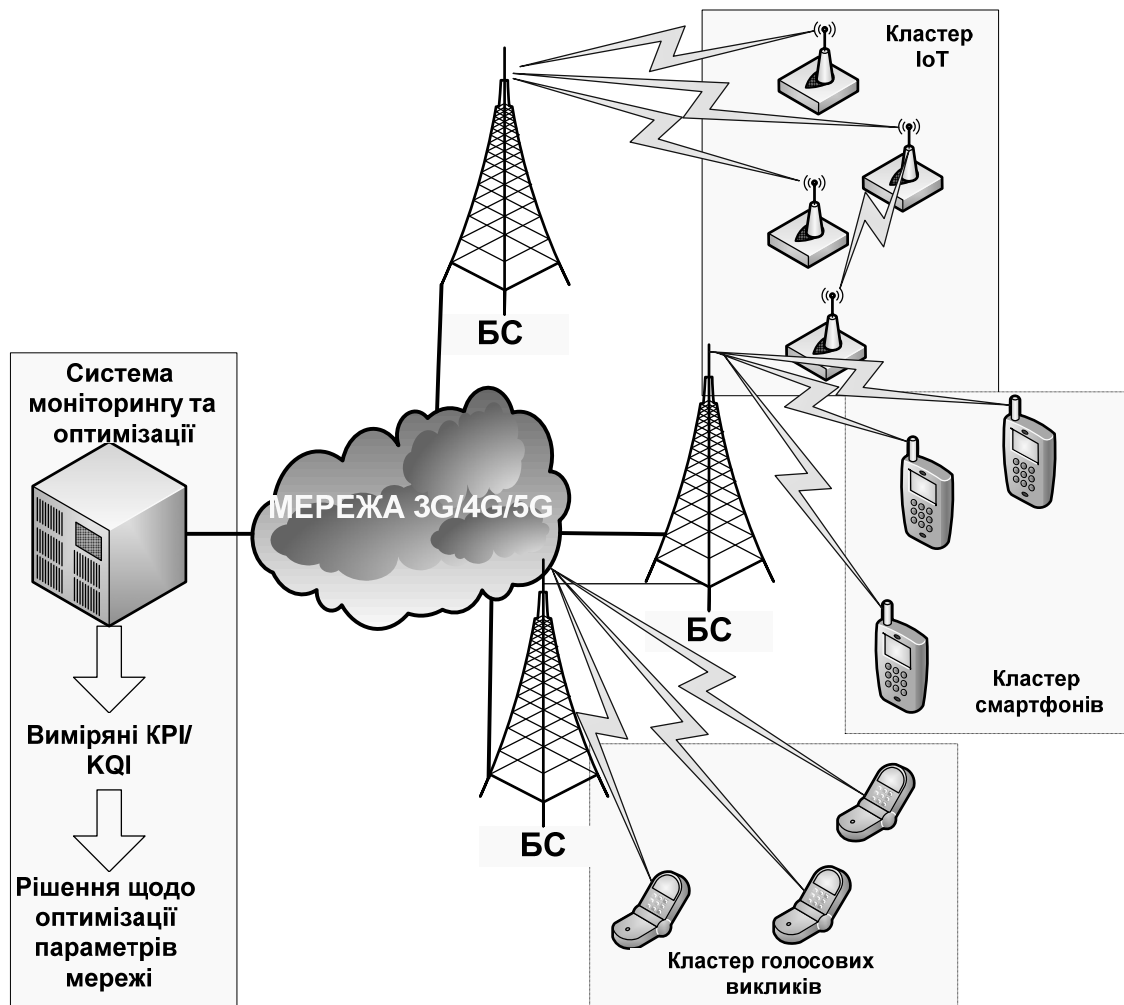


Рис. 1. Спрощена структура мультистандартної мережі стільникового зв'язку

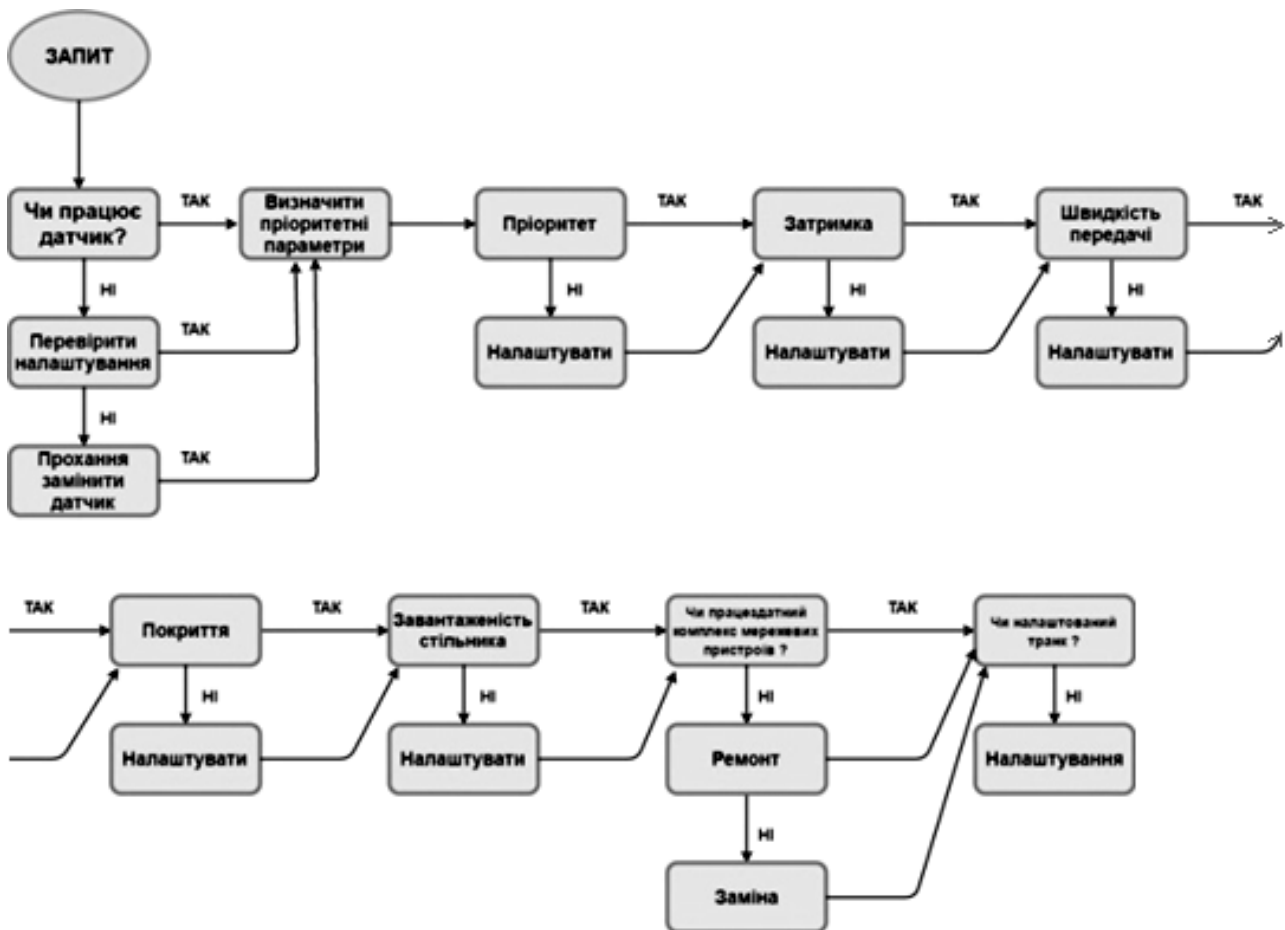


Рис. 2. Модель оцінки та оптимізації стану мережі

Робота ЦМОСМ охоплює всю мережу від абонента дата-центрів. Основною же метою є забезпечення необхідного рівня обслуговування всіх груп абонентів. Тому в роботі центру передбачено обслуговування передусім запитів абонентів, яких не влаштовує якість надання послуг (невиконання умов SLA).

Таким чином, у випадку незадовільної роботи послуги ЦМОСМ отримує запит абонента на її покращення. Першим етапом є відповідь з проханням перевірки справності термінального обладнання, оновлення налаштувань або його заміни. Після виконання цієї умови формуються критично важливі показники продуктивності мережі (KPI) у порядку спадання від найважливішого. Після цього система має порівняти актуальні значення з нормами та при необхідності їх підвищити. У разі задовільних показників система переходить до наступного кроку, який являє собою перевірку стану покриття, навантаження у стільнику, працездатності ядра та танків і усунення відповідних наявних проблем. На кожному етапі система ЦМОСМ перевіряє актуальність проблеми. Якщо її усунуто, робота системи ЦМОСМ переходить в режим моніторингу стосовно даної послуги.

Першим етапом роботи алгоритму (рис. 3) є формування вимог KQI для відповідної послуги, після чого починається цикл у якому виконується порівняльний аналіз з актуальними значеннями, і приймається рішення:

- а) при задовільному результаті перейти до наступного кроку;
- б) визначити критично важливі KPI, порівняти актуальні значення з нормами та підвищити їх. У разі задовільних результатів відбувається перехід до наступного кроку.

Програмне забезпечення для оцінки ключових показників якості обслуговування. Для оцінки ключових показників якості обслуговування розроблено прототип додатку під операційну систему Android (рис 4). Це програмне забезпечення є додатковим для використання разом із ЦМОСМ і надає змогу вимірювати показники якості обслуговування зі сторони абонента в реальному часі. Для розробки додатку було використано програмне середовище Java і Android SDK. Додаток призначений для відстеження якості сигналу самим абонентом і надсилення результату в компанію для обробки і поліпшення роботи мережі в конкретній локації та управлінням IoT пристроями на відстані.

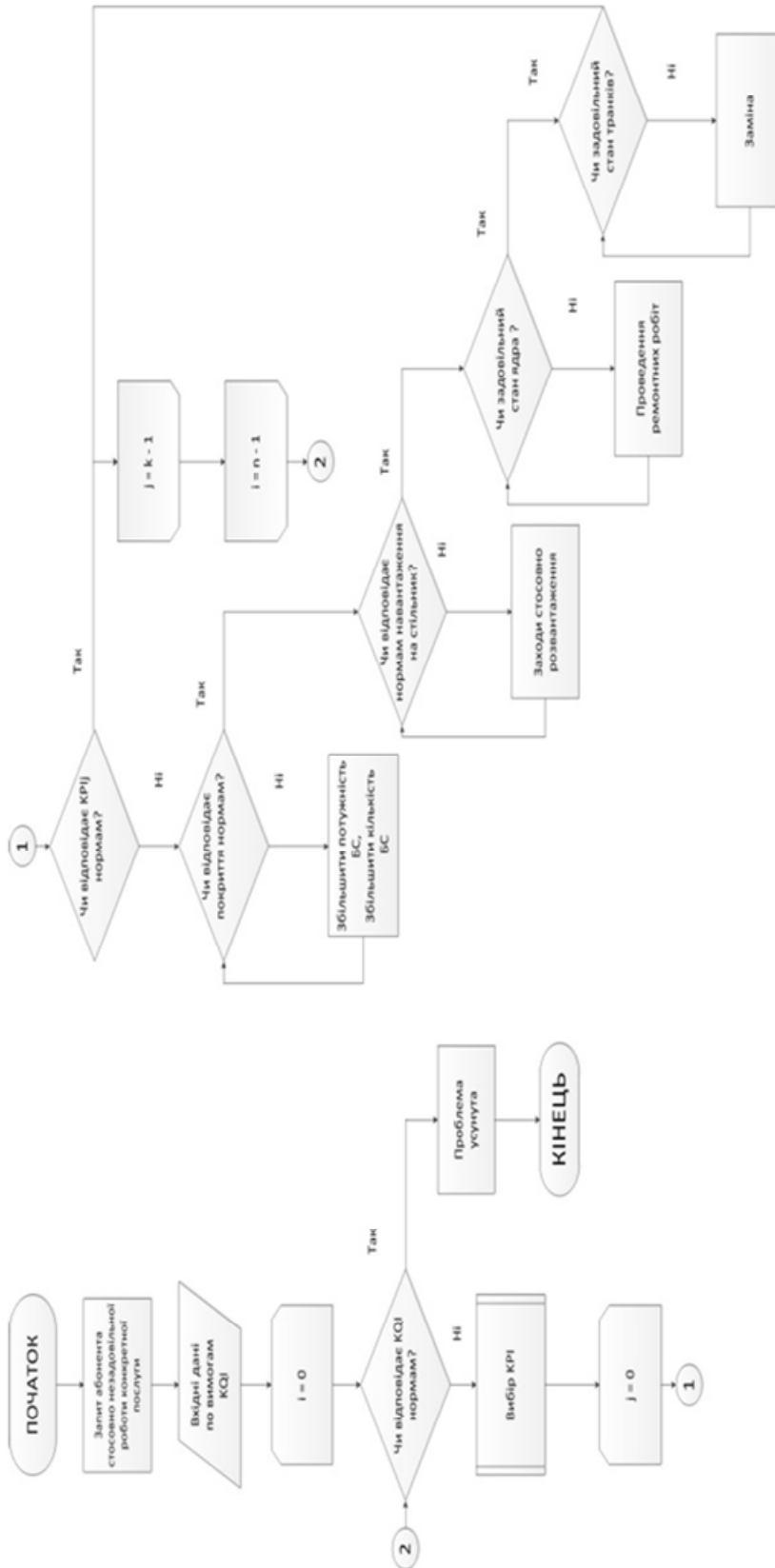


Рис. 3. Алгоритм роботи системи ЦМОСМ

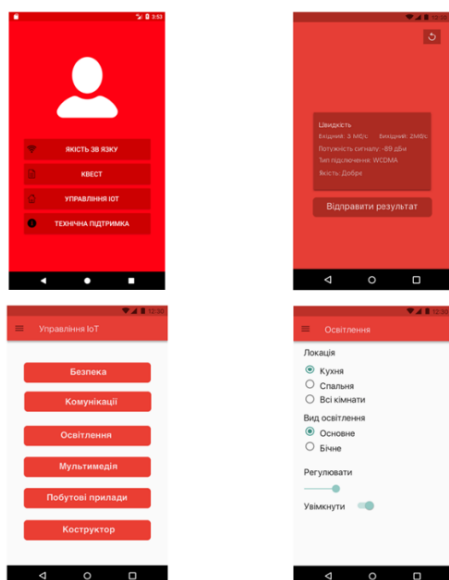


Рис. 4. Програмне забезпечення для оцінки ключових показників якості обслуговування

Для прикладу розглянуто можливість керувати освітленням, у якому абонент: обирає локацію, тип датчику, може вмикати чи вимикати його, регулювати інтенсивність або виконувати будь-яку дію з використанням таймеру, здійснювати бонусні квести, під час яких відбуваються

заміри якості обслуговування у локаціях, у яких зацікавлений оператор.

При розробці додатку була використана стороння бібліотека JSpeedTest для отримання швидкості вхідного і вихідного з'єднання.

Таким чином, розроблений ЦМОСМ має ряд таких переваг:

- вартість системи покривається за рахунок мінімальних часових затрат і коштів для точного визначення проблеми;
 - програмне забезпечення системи дає змогу перевірити якість мережі у будь-якій локації і зробити висновки щодо необхідності покращення роботи мережі;
 - абоненти приймають участь в перевірці якості роботи мережі за рахунок квестів, коли оператор сам задає локацію вимірів та самостійно, коли того бажає абонент;
 - клієнтське програмне забезпечення дозволяє абоненту корегувати роботу мережі, що викликає довірчі стосунки з оператором;
 - абоненти можуть керувати IoT за допомогою клієнтського програмного забезпечення, що збільшить попит на використання послуг мобільного оператора, який його буде пропонувати.
- Для організації ЦМОСМ з можливістю повноцінного масштабування потрібно здійснити витрати, наведені в таблиці.

РОЗРАХУНОК ВАРТІСТІ МІНІМАЛЬНОЇ ЦМОСМ З ПОДАЛЬШОЮ МАСШТАБОВАНІСТЮ

Продукт	Опис	Вартість
Google Cloud Datastore	Дає еластичну, високодоступну базу даних в якості сервісу. Повністю управляється, тому не виникає потреби розгортати, оновлювати, налаштовувати або керувати базою даних. Хмара Datastore поставляється з адміністративною панеллю управління, потужним двигуном запиту, а також має кілька методів доступу до бази даних, що робить його ідеальним для мобільних і веб-робочих додатків	7200 грн/міс
Сервер обробки з INTEL I3-6100	Переважно працює без втручання людини, реагуючи на події відповідного програмного забезпечення.	820 грн/міс
Розробка програмного забезпечення клієнт для Android	Можливість користувача залучатись до покращення та контролю якості	12500 грн
Розробка програмного забезпечення сервера обробки	Можливість здійснення моніторингу та покращення стану мережі	27800 грн
Вартість налаштування роботи системи		48320 грн

Висновки

У результаті виконання роботи було досліджено якість обслуговування сучасних стільникових мереж в Україні. Визначено, що високі вимоги до якості надання послуг, оперативне підключення

нових абонентів та розширення мережі ставлять перед операторами стільникового зв'язку принципово нові завдання безперервної оцінки показників використання мережі для її оптимізації, реконфігурації, розширення, визначення тариф-

ної політики. Оскільки якість обслуговування в більшості випадків не задовольняє висунутим вимогам, то було розроблено структури системи моніторингу та оптимізації стану мережі.

Для забезпечення роботи даної системи була розроблена відповідна модель на основі якої розроблено алгоритм роботи системи ЦМОСМ. Крім того, для оцінки ключових показників якості обслуговування з боку абонента було розроблено прототип додатку під операційну систему Android. Цей додаток також дозволяє абонентові керувати IoT пристроями.

Таким чином, було визначено ряд переваг системи, а також виконано розрахунок витрат для побудови ЦМОСМ з можливістю її масштабування.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Бреславський В. О.** Створення комплексної системи моніторингу з використанням аналізаторів сигналізації телекомунікаційних систем // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. — 2014. — №1(29). — С. 69–75.
2. **Одарченко Р. С., Гнатюк В. О., Вергелес Д. Д., Скульська О. Ю.** Метод оцінки ключових показників захищеності в сучасних стільникових мережах // Безпека інформації. — Вип. 1 (Т. 23), 2017. — С. 19–263. Спайдер. Система распределенного мониторинга сетей связи [Електронний ресурс]. — Режим доступу : // <http://niits.ru/products/?spider> (10.02.2014).
4. **Yu Y., Qian C., Li X.** Distributed and collaborative traffic monitoring in software defined networks [Electronic resource] / Y. Yu, C. Qian, X. Li // Proceedings of the Third Workshop on Hot Topics in Software Defined Networking, ser. HotSDN '14 (USA, NY, New York, 2014). — P. 85–90. — Mode of access: <http://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2014/doc/slides/197.pdf>.
5. **Adrichem van N.L.M., Doerr C., Kuipers F.A.** OpenNetMon: Network monitoring in openflow software-defined networks [Electronic resource] / N.L.M. van Adrichem, C. Doerr, F. A. Kuipers // IEEE Network Operations and Management Symposium, NOMS 2014 (Poland, Krakow, May 5–9, 2014). — P. 1–8. — Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/271473174_OpenNetMon_Network_monitoring_in_OpenFlow_Software-Defined_Networks.
6. **Shirali-Shahreza S., Ganjali Y.** FleXam: flexible sampling extension for monitoring and security applications in OpenFlow [Electronic resource] / S. Shirali-Shahreza, Y. Ganjali // Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Hot topics in software defined networking, ser. HotSDN '13 (USA, NY, New York, 2013). — P. 167–168. Mode of access: <https://pdfs.semanticscholar.org/82a8/2fd74ef0cb078c2444efcca072d673821893.pdf>.
7. **Закрите акціонерне товариство “Софтлайн»:** Система моніторингу телекомунікаційної мережі і підтримки експлуатації та управління <http://krashiy.com/rus/nominations2006/?nid=17&id=30280&pid=241>.
8. **4G LTE & Mobile Network Monitoring** <https://www.sevone.com/solutions/4g-lte-wireless-network-monitoring>.
9. **Mobile network management apps: Monitoring on the go** <http://searchnetworking.techtarget.com/photostory/2240113366/Mobile-network-management-applications-offer-monitoring-on-the-go/1/Mobile-network-management-apps-Monitoring-on-the-go>.
10. **Victor Silva** Cellular network monitoring system based on subscriber units Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Networking and System Administration <http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1148&context=theses>
11. **Rodrigo M. S. Goncalves; Bruno M. G. Miranda; Francisco A. B.** Cercas Mobile Network Monitoring Information System // Wireless Broadband and Ultra Wideband Communications, 2007. AusWireless 2007. The 2nd International Conference on 27-30 Aug. 2007 Sydney, NSW, Australia DOI: 10.1109/AUSWIRELESS.2007.47
12. **Baris Kurt; Engin Zeydan; Utku Yabas; Ilyas Alper Karatepe; Gunes Karabulut Kurt; Ali Taylan Cemgil** A Network Monitoring System for High Speed Network Traffic Sensing, Communication, and Networking (SECON), 2016 13th Annual IEEE International Conference on 27-30 June 2016 London, UK DOI: 10.1109/SAHCN.2016.7732965
13. **Mojca Volk; Janez Sterle; Urban Sedlar; Andrej Kos** An approach to modeling and control of QoE in next generation networks [Next Generation Telco IT Architectures] IEEE Communications Magazine, 2010, Volume: 48, Issue: 8, Pages: 126 - 135, DOI: 10.1109/MCOM.2010.5534597
14. **Дослідження вразливостей сенсорних підмереж архітектури Інтернету речей до різних типів атак / М. Александер, О. Корченко, М. Карпінський, Р. Одарченко // Безпека інформації. — 2016. — Т. 22, № 1. — С. 12–19. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bezin_2016_22_1_4**
15. **Sachs Goldman "The IoT: Making sense of the next mega-trend" [online] Available: <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/outlook/Internet-of-things/IoE-report.pdf>**
16. **Зыков. А. А.** Основы теории графов / А. А. Зыков. — М. : Вузовская книга, 2004. — 664 с.

Одарченко Р. С.

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ СТІЛЬНИКОВОГО ОПЕРАТОРА

В роботі визначено, що високі вимоги до якості надання послуг, оперативне підключення нових абонентів та розширення мережі ставлять перед операторами стільникового зв'язку принципово нові завдання безперервної оцінки показників використання мережі для її оптимізації, реконфігурації, розширення, визначення тарифної політики. Для забезпечення роботи даної системи була розроблена відповідна модель на основі якої розроблено алгоритм роботи. Для оцінки ключових показників якості обслуговування з боку абонента було розроблено прототип додатку під операційну систему Android, що дозволяє абоненту курувати IoT пристроями. Також було визначено ряд переваг системи.

Ключові слова: стільникова мережа, система моніторингу, оптимізація, якість обслуговування.

Одарченко Р. С.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ СОТОВОГО ОПЕРАТОРА

В работе определено, что высокие требования к качеству предоставления услуг, оперативное подключение новых абонентов и расширение сети ставят перед операторами сотовой связи принципиально новые задачи непрерывной оценки показателей использования сети для ее оптимизации, реконфигурации, расширения, определения тарифной политики. Для обеспечения работы данной системы была разработана соответствующая модель на основе которой разработан алгоритм работы. Для оценки ключевых показателей качества обслуживания со стороны абонента был разработан прототип приложения под операционную систему Android, позволяет абоненту курировать IoT устройствами. Также был определен ряд преимуществ системы.

Ключевые слова: сотовая сеть, система мониторинга, оптимизация, качество обслуживания.

Roman Odarchenko

CELLULAR OPERATOR NETWORK MONITORING AND OPTIMIZATION SYSTEM STRUCTURE DEVELOPMENT

In the work it is determined that high requirements to the quality of service provision, operative connection of new subscribers and expansion of the network place principally new tasks for the continuous assessment of network usage indicators for its optimization, reconfiguration, expansion, definition of tariff policy. To ensure the operation of this system an appropriate model was developed on the basis of which the algorithm of work was developed. The subscriber's prototype application for the Android operating system, which allows the subscriber to handle IoT devices, has been developed to assess key service quality indicators. A number of system benefits were also identified.

Keywords: cellular network, monitoring system, optimization, quality of service.

Стаття надійшла до редакції 31.08.2017 р.

Прийнято до друку 01.09.2017 р.

Рецензент – д-р техн. наук, проф. Конахович Г. Ф.