

РАДИОЕЛЕКТРОНИКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

RADIO ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS

УДК 621.391+004.7

МЕТОД ФОРМУВАННЯ СЛАЙСІВ МУЛЬТСЕРВІСНОЇ БАЗОВОЇ МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Суліма С. В. – асистент кафедри інформаційно-телекомунікаційних мереж Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна.

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Зі зростанням об'єму трафіку мобільних даних та числа сервісів, які надаються мобільною мережею, зростають і потоки службового навантаження, що викликає потребу у зміні принципів, моделей та методів організації обслуговування телекомунікаційних потоків з метою забезпечення заданої якості надання широкого кола послуг гнучким та економічно ефективним способом. Переваг масштабованості та еластичності з підтримкою високого показника коефіцієнта використання технічних ресурсів мережі можна досягти з використанням технологій віртуалізації та концепції мережевого слайсингу, що дозволяє розгортати виділені мережі на основі сервісів, застосовуючи методи віртуалізації мережевих функцій. У цьому контексті основним залишається питання, яка кількість мережевих слайсів буде доцільною з точки зору затрат на керування слайсами і забезпечення потрібної функціональності.

Мета. Підвищення ефективності роботи мобільної мережі за допомогою оптимального формування слайсів мультсервісної мережі зв'язку.

Метод. Аналіз публікацій, присвячених віртуалізації мережевих функцій, дав змогу виявити підхід до організації використання ресурсів мультисервісної мобільної мережі, а також показав недостатню ефективність існуючих рішень щодо важливих питань цього процесу (продуктивності алгоритму формування слайсів, рівня функціональних витрат).

Результати. Пропонується метод моделювання системи розподілу ресурсів мережі, що передбачає формування мережевих виділених слайсів, які обслуговують визначені види сервісів незалежно на спільній інфраструктурі.

Висновки. У статті вирішено завдання побудови методу формування слайсів мультсервісної базової мережі мобільного зв'язку, який завдяки ефективному динамічному налаштуванню конфігурації роботи системи, дозволяє забезпечити надання широкого кола сервісів з заданими показниками якості. Побудовано модель системи організації ресурсів, за допомогою якої представлено метод, який враховує витрати, пов'язані з надмірним виділенням ресурсів, а також зменшує кількість перерахунків конфігурації мережі, що дозволяє досягати раціонального співвідношення затрат на управління та підсумкового значення якості обслуговування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Network Functions Virtualization, управління ресурсами, мережевий слайсинг, виділена мережа, Evolved Packet Core.

АББРЕВІАТУРИ

CAPEX – Capital Expenditure;
eNB – Evolved Node B;
EPC – Evolved Packet Core;
HSPA – High Speed Packet Access;
HSS – Home Subscriber Server;
LTE – Long-Term Evolution;
M2M – Machine-to-Machine;
MME – Mobility Management Entity;
NFV – Network Functions Virtualization;
NGMN – Next Generation Mobile Networks Alliance;
OPEX – Operating Expense;

PGW – Public data network Gateway;
SDN – Software-Defined Networking;
SGW – Serving Gateway;
SMF – Service-slice Mapping Function;
UE – User Equipment.

НОМЕНКЛАТУРА

p_k^{NS} – системна продуктивність слайсу k ;
 p_j^S – вимоги продуктивності сервісу j ;
 r_{th} – порогове значення відносних функціональних витрат;
 r_{wk} – відносні функціональні витрати слайсу k ;

s_k – набір сервісів слайсу k ;
 th – порогове значення функціональних витрат;
 w_k – функціональні витрати слайсу k .

ВСТУП

У мережах мобільного зв'язку спостерігається значне зростання трафіку, що пов'язано зі збільшенням використання смартфонів, диференційованості послуг та іншими факторами. Сучасні телекомунікаційні системи будуються як складні мережі, які охоплюють різні типи пристроїв, об'єднаних в єдиний комплекс, працюють в умовах великих потоків навантаження та великої кількості з'єднань [1]. Крім того, середня вимога сигналізації на одного абонента до 42% вище у LTE, порівнюючи зі стандартом зв'язку HSPA [2].

Як показано на рис. 1, різноманітні сервіси будуть надаватися безпроводними мережами [3]. Останні нововведення в мобільних телекомунікаційних технологіях та мобільних терміналах стимулюють розповсюдження різних сервісів із широким діапазоном вимог щодо затримки, мобільності та надійності серед інших [4].

В даний час мобільні мережі надають в основному послуги голосу та передачі даних через архітектуру Evolved Packet Core (EPC). EPC – це архітектура повністю IP мережі, яка обслуговує всі сервіси та різні типи користувальницького обладнання (UE), такі як смартфони та пристрої міжмашинної взаємодії M2M.

На сьогоднішній день виникає необхідність у розробці нових підходів до організації надання сервісів, які будуть забезпечувати програмованість відповідно до вимог кінцевих користувачів та типів сервісів.

Об'єктом дослідження є процес побудови конфігурації мережі.

Предметом дослідження є моделі та методи формування слайсів шляхом групування сервісів з подібними характеристиками.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи мобільної мережі за допомогою оптимального формування слайсів мультсервісної мережі зв'язку.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

EPC розроблено з використанням архітектурного підходу «для будь-якого випадку» для підтримки всіх

типів трафіку, які обробляються аналогічно елементами базової мережі, такими як SGW та PGW [4]. Централізована фіксована архітектура, складність, статичність є факторами, які стримують розвиток мобільних мереж. Крім того, ситуацію ускладнює надмірність функціональності. Наприклад, MME використовується в системі для управління мобільністю користувача в EPC, однак не все обладнання користувача (UE) потребує підтримки мобільності (наприклад, сенсори міжмашинної взаємодії M2M мають фіксоване географічне положення протягом експлуатаційного терміну). При цьому вимоги розвитку диктують необхідність у швидкому та гнучкому розгортанні нових різноманітних сервісів. Крім того, протягом дня навантаження на мережу змінюється. Тому відповідно до досліджень [5] до 80% обчислювальної потужності базових станцій і до половини потужності базової мережі є невикористаними. Це призводить до низького використання ресурсів, а також до високого рівня споживання енергії, що знижують економічну ефективність мережі для операторів зв'язку.

Таким чином, постає задача побудови мобільної мережі зі здатністю підтримувати різноманітні сервіси з забезпеченням заданих вимог до обслуговування, ефективно використовуючи технічні ресурси оператора зв'язку. Вихідними даними будуть виступати вимоги до продуктивності сервісу j , які задаються як $p_j^S = [p_{j,1}^S, p_{j,2}^S, \dots, p_{j,l}^S]$, де l представляє собою кількість системних параметрів продуктивності. В результаті потрібно отримати кількість виділених мереж $|k|$ та l параметрів кожної з них так, щоб мінімізувати втрати ресурсів оператора та експлуатаційні витрати.

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Недоліки поточної EPC можна підсумувати наступним чином [4]:

1) Архітектура системи.

Вона не є ні здатною, ні ефективною для підтримки великого різноманіття сервісів (особливо з суворими вимогами) через негнучкість.

2) Обробка пакетів.

Пакети даних недоцільно обробляються багатьма елементами мережі, що простягаються в мобільній мережі (від eNB, SGW до PGW). Багато з цих процесів дублюються в різних функціональних елементах.



Рисунок 1 – Сервіси в епоху мереж майбутніх поколінь

3) Стан абонента.

Одні й ті самі стани користувачів підтримуються в кількох мережевих елементах.

4) Час для виходу на ринок.

Традиційна мережа EPC має довгий час розгортання через цикл розгортання обладнання.

5) Вартість.

Високі капітальні та операційні витрати (CAPEX і OPEX).

Для вирішення цих проблем пропонується застосовувати технології віртуалізації [6].

Віртуалізація Мережевих Функцій NFV описується в рамках специфікацій Європейського інституту стандартів телекомунікацій (ETSI). Принцип NFV [7], спрямований на перетворення мережевих архітектур шляхом впровадження мережевих функцій в програмному забезпеченні, що може працювати на стандартній апаратній платформі. Мережева функція є функціональним блоком в межах мережевої інфраструктури, яка має чітко визначені зовнішні інтерфейси і чітко визначену функціональну поведінку. Прикладами мережевих функцій є елементи в мережі ядра LTE EPC, наприклад MME, HSS і т.д. Таким чином, віртуалізована мережева функція є реалізацією мережевої функції, яка розгорнута на віртуальних ресурсах, таких як віртуальний процесор та пам'ять віртуальної машини.

NFV тісно пов'язана з іншими новими технологіями, такими як SDN [8]. SDN – це мережева технологія, яка відокремлює площину управління від нижче-розташованої площини даних і об'єднує функції управління в логічно централізованому контролері.

З метою задоволення широкого спектру вимог в епоху 5G, різні телекомунікаційні організації працюють над вищезгаданими питаннями. Наприклад,

NGMN використовує поняття «мережевих слайсів», які встановлюють виділені віртуальні мережі на основі сервісів, застосовуючи методи віртуалізації мережевих функцій NFV з використанням слайсів та SDN (рис. 2) [9].

Слайсинг мережі дозволяє побудувати (завдяки мережевій архітектурі) майбутні мережі 5G, що охоплюють необхідні характеристики масштабованості та гнучкості, таким чином, підтримуючи різноманітні сценарії обслуговування та послуги. Мережевий слайс може бути визначений як логічно ізольована мережа, яка включає в себе пристрої 5G, а також мережеві функції доступу, транспортування та ядра [10].

Концепція слайсингу може бути однією з ключових характеристик мережі 5G; однак, ресурси функціональних сутностей, що виділяються кожному слайсу, є ексклюзивними та ізольованими. Таким чином, архітектура «слайс-на-сервіс», яка виділяє ресурси слайсів кожному сервісу для забезпечення вимог до продуктивності, призведе до втрати виграву мультиплексування. Крім того, оператори повинні створювати та керувати величезною кількістю слайсів для різних сервісів, тому експлуатаційні витрати збільшаться. Ефективним способом зменшення таких експлуатаційних витрат є створення слайсів, де на кожному слайсі розміщується група зі схожими мережевими вимогами, тим самим зменшується загальна кількість слайсів [9]. Таким чином, основним залишається питання, якою буде розумна або оптимальна кількість мережевих слайсів. Хоча більша їх кількість може призвести до величезних затрат на керування та обслуговування слайсів, з іншого боку, обмеження кількості також може створити вузьке місце з точки зору функціональності [4].

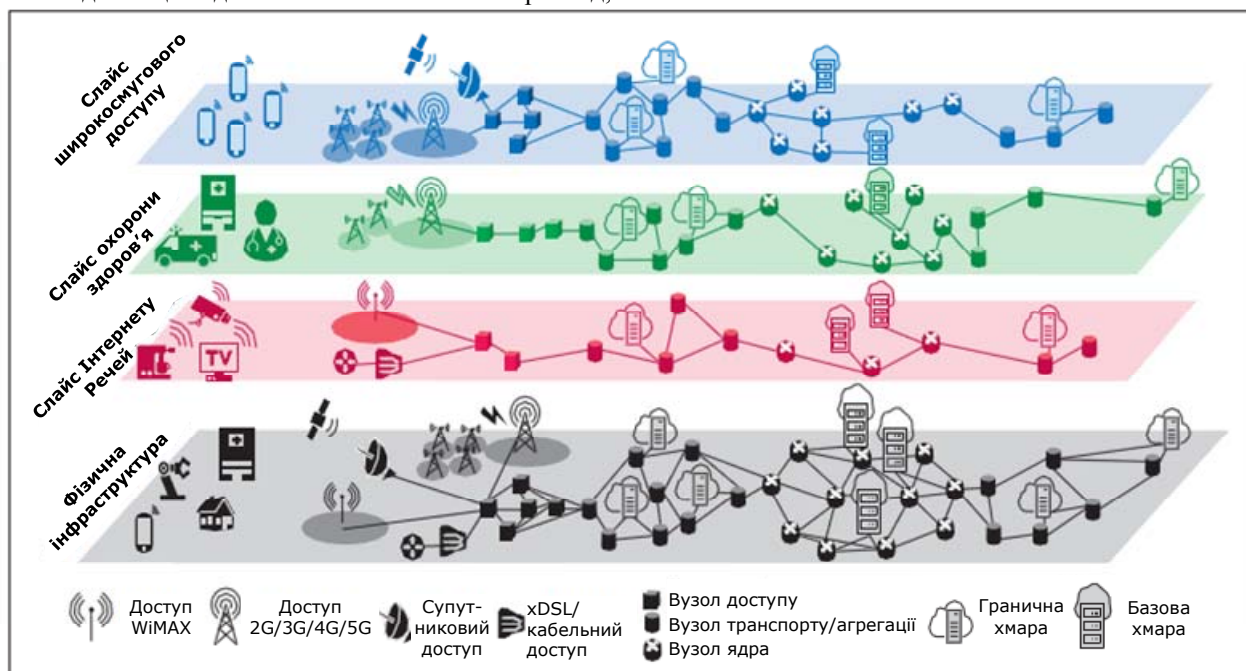


Рисунок 2 – Мережеві слайси 5G, що працюють на спільній мульти-вендорній мережі. Кожен слайс керується незалежно та відповідає конкретній задачі [11]

У даній роботі удосконалено підхід «слайс-на-групу» та метод формування сервісів у слайси. Прототипом запропонованого методу виступають принципи, описані у [9], однак удосконалений механізм врахування витрат продуктивності дозволив зменшити кількість перерахунків оптимальної кількості мережевих слайсів та зменшити витрати ресурсів.

3 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Пропонований метод відображення сервісів на слайси, показаний на рис. 3.

Метод складається з наступних чотирьох кроків.

1. Перевіряється чи сервіс потребує ізольованого слайсу. Якщо це так, готується виділений слайс.

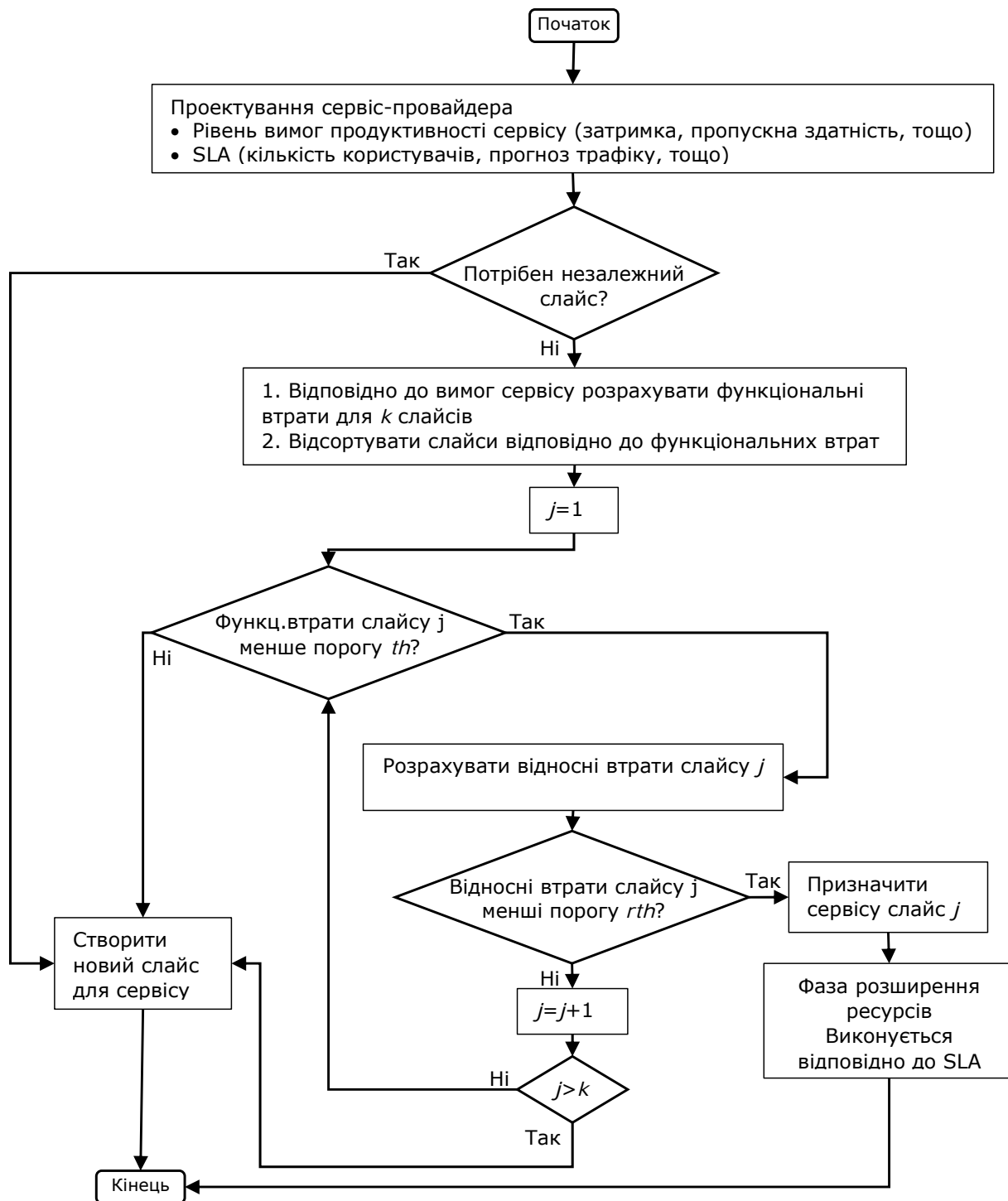


Рисунок 3 – Відображення сервісів на слайси

2. Якщо сервіс дозволяє об'єднання з іншими сервісами, обчислюються «функціональні втрати» (w_k) кожного слайсу. Кожен слайс моделюється як $N_k(s_k, p_k^{NS})$ ($k=1, 2, \dots, n$), s_k являє собою набір $m_k \subset M$ сервісів, що розміщуються у слайсі k (наприклад, $M = \{\text{повсюдне відео, електронна охорона здоров'я, \dots}\}$). p_k^{NS} представляє системну продуктивність слайсу, що складається з декількох параметрів (наприклад, затримки, пропускної здатності та щільності UE). Отже, $p_k^{NS} = [p_{k,1}^{NS}, p_{k,2}^{NS}, \dots, p_{k,l}^{NS}]$ а l представляє собою кількість системних параметрів продуктивності. У слайсі вимоги продуктивності сервісу j задаються як $p_j^S = [p_{j,1}^S, p_{j,2}^S, \dots, p_{j,l}^S]$.

Алгоритм функції відображення сервісів на слайси (Service-slice Mapping Function – SMF) обчислює w_k на кожному слайсі як

$$w_k = \sum_{i=1}^l w_{k,i}, \quad (1)$$

$$w_{k,i} = \left| p_{k,i}^{NS} - p_{k,i}^S \right|. \quad (2)$$

Якщо продуктивність слайсу відрізняється від вимог до продуктивності сервісу, SMF обчислює різницю між кожним параметром як «суб-функціональні втрати $w_{k,i}$ ».

3. Значення w_k всіх слайсів сортуються. Тоді мінімальне w_k порівнюється з заданим порогом th . Якщо воно перевищує th , SMF створює новий слайс для сервісу; в іншому випадку, обчислюються відносні втрати rw_k , припускаючи, що SMF розміщає сервіс в слайсі k .

$$rw_k = \sum_{i=1}^l rw_{k,i}, \quad (3)$$

$$rw_{k,i} = \max_g \left| p_{k,i}^{NS} - p_{g,i}^S \right|. \quad (4)$$

4. rw_k порівнюється з заздалегідь визначеним порогом rth . Якщо воно перевищує rth , SMF повторює крок 3 для наступного слайсу у відсортованому наборі; в іншому випадку, SMF розміщає сервіс в слайсі k . Якщо жоден із слайсів не задовольняє границю th або rth , створюється новий слайс.

Якщо SMF не створює новий слайс для сервісу, після того, як вибрано відповідний слайс для сервісу, SMF обчислює необхідну кількість додаткових ресурсів на основі інформації про трафік сервісу, кількості абонентів, шаблону трафіку сервісу і вирашу статистичного мультиплексування слайсу. Потім SMF наказує системі керування та оркестровки збільшити ресурси слайсу відповідно до результату розрахунку.

Якщо ЕРС має th рівний нескінченності, то всі сервіси мультиплекуються в один слайс і збільшуються функціональні втрати, тоді як архітектура слайс-на-сервіс, яка виділяє окремий слайс для кожного сервісу, має th рівний нулю.

Метод гарантує, що, якщо продуктивність слайсу збільшується, функціональні втрати сервісів не перевищать порогові значення.

Для того, щоб знайти оптимальну організацію слайсів доцільно провести обчислення алгоритму для кількох різних порогових значень функціональних втрат та порівняти з отримуваним вирашем по об'єднанню сервісів у групи та експлуатаційним витратам. Після чого порівняти можливі варіанти формування слайсів і обрати найбільш ефективний. Функція вирашу мультиплексування $f_1(m_k)$ використовується для кількісної оцінки групування сервісів. Експлуатаційні витрати являють собою функцію $f_2(n)$ капітальних та операційних витрат. Таким чином, для різних th обчислюється згортка, наприклад адитивна з ваговими коефіцієнтами u_1, u_2, u_3 :

$$U = u_1 w_k + u_2 f_1(m_k) + u_3 f_2(n),$$

та обирається оптимальний варіант організації системи слайсів.

Після того, як слайси сформовані відбувається етап оптимальної побудови та відображення віртуалізованих мережевих слайсів на нижчерозташовану фізичну інфраструктуру з урахуванням доступності ресурсів, інтенсивності навантаження та вимог якості.

4 ЕКСПЕРИМЕНТИ

Пропонований алгоритм відображення сервісів на слайси було змодельовано та оцінено у програмному пакеті Mathcad, а також визначено взаємозв'язок між пороговими значеннями та функціональними втратами для 24 сервісів з чотирма параметрами вимог до продуктивності системи. Параметри сервісів генерувалися випадковим чином рівномірно розподіленими числами.

Були використані три порогових значення: один, два, і три. Для порівняння пропонованого методу відображення сервісів на слайси були оцінені звичайний метод ЕРС (у випадку нескінченного порога, тобто будь-який тип сервісів може бути розміщений у слайсі ЕРС) та архітектура сервіс-на-слайс (у випадку порога рівного нулю, тобто лише один тип сервісів може бути розміщений у одному слайсі), а також метод [9].

5 РЕЗУЛЬТАТИ

Кількість слайсів і функціональні втрати по відношенню до різних порогових значень наведено на рис. 4. Як показано на рисунку, при зростанні порогового значення запропонований алгоритм зменшує кількість слайсів. З іншого боку, обсяг функціональних втрат збільшується зі збільшенням порогового значення.

Було здійснено оцінку роботи методу порівняно з методом [9], результати експериментів наведено в табл. 1.



Рисунок 4 – Результати моделювання системи формування слайсів. Кількість слайсів та функціональні витрати в залежності від порогового значення th

Таблиця 1 – Результати експериментів

Поріг	Метод [9]		Удосконалений метод	
	Кількість слайсів	Функц. витрати	Кількість слайсів	Функц. витрати
0	24	0	24	0
1	8	12.2	11	10.1
2	4	24.2	6	23.8
3	1	42.5	3	33.3
24	1	42.5	1	42.5

6 ОБГОВОРЕННЯ

Результати моделювання вказують на те, що існує компроміс між кількістю слайсів і функціональними витратами. Відповідно, запропонований алгоритм надає оператору мережі засіб вибору відповідного порога, який зрівноважує кількість слайсів (а саме, задовольняє вимоги до продуктивності сервісів) та витрати ресурсів.

Метод було порівняно з аналогічним методом, запропонованим у [9], що показало можливість зменшити функціональні втрати в середньому на 13%, та прискорити процес знаходження рішення до 8%.

ВИСНОВКИ

Аналіз принципів побудови мереж мобільного зв'язку дозволив виявити основні тенденції розвитку телекомунікаційних систем та проблеми, що стоять на їх шляху. Він показав, що ключовими будуть технології побудови виділених віртуалізованих мереж, які будуть мати здатність обслуговувати динамічний трафік різноманітних сервісів, підтримуючи задані показники вимог до обслуговування економічно ефективним способом. Забезпечуючи роботу таких систем, слід ретельно організувати конфігурацію такого комунікаційно-обчислювального середовища.

У статті обговорювалось те, що потрібні методи формування «мережеслайсів», які будуть встановлювати виділені віртуальні мережі на основі сервісів, що групуються відповідно до їх функціональної близькості. Для вирішення завдання формування слайсів мультсервісної базової мережі мобільного зв'язку представлено удосконалений метод, який на основі моделі системи організації ресурсів, враховує витрати, пов'язані з надмірним виділенням ресурсів, а також зменшує кількість перерахунків конфігурації мережі, що дозволяє досягати раціонального співвідношення затрат на управління та підсумкового значення якості обслуговування мережеслайсів.

Проведено оцінку методу з використанням моделювання в системі Mathcad. Результати показали, можливо раціонально розподіляти ресурси системи, особливо при порівнянні з аналогічним підходом, функціональні втрати вдалося зменшити в середньому на 13%.

Метод може застосовуватись для керування розгортанням віртуалізованих мультисервісних мереж на нижче розташованій фізичній мережі для мінімізації витрат оператора зв'язку та покращення якості обслуговування абонентів.

Подальші дослідження спрямовані на розробку методу відображення сформованих слайсів на фізичну інфраструктуру.

ПОДЯКИ

Роботу проведено в рамках ініціативної роботи: «Технологія забезпечення якості обслуговування телекомунікаційних сервісів при частковому руйнуванні фізичного обладнання» (Номер державної реєстрації – 0117U001861).

ЛІТЕРАТУРА / ЛИТЕРАТУРА

1. The Intellectual IoT-System for Monitoring the Base Station Quality of Service / [L. Globa, V. Kurdecha, I. Ishchenko et al.] // 2018 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), 4–7 June 2018 : conference proceedings. – Batumi, Georgia, 2018. – P. 1–5. DOI: 10.1109/BlackSeaCom.2018.8433715
2. Signaling is growing 50% faster than data traffic [Online]. – Available at: <http://docplayer.net/6278117-Signaling-is-growing-50-faster-than-data-traffic.html>
3. Future mobile core network for efficient service operation / [T. Shimojo, Y. Takano, A. Khan et al.] // 1st IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft). – London, UK, 2015. – P. 1–6. DOI: 10.1109/NETSOFT.2015.7116190
4. Reshaping the mobile core network via function decomposition and network slicing for the 5G Era / [M. R. Sama, X. An, Q. Wei, S. Beke] // 2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference

- Workshops (WCNCW). – Doha, Qatar, 2016. – P. 90–96. DOI: 10.1109/WCNCW.2016.7552681
5. Liquid Core [Online]. – Available at: <http://networks.nokia.com/portfolio/liquidnet/liquidcore>.
 6. Globa L. Method for resource allocation of virtualized network functions in hybrid environment / L. Globa, M. Skulysh, S. Sulima // 2016 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), 6–9 June 2016 : conference proceedings. – Varna, Bulgaria, 2016. – P. 1–5. DOI: 10.1109/BlackSeaCom.2016.7901546
 7. Network Functions Virtualisation [Online]. – Available at: https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf
 8. Monitoring and abstraction for networked clouds / [M. Scharf, T. Voith, W. Roome et al.] // 2012 16th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN). – Berlin, Germany, 2012. – P. 80–85. DOI: 10.1109/ICIN.2012.6376038
 9. Shimojo T. Cost-efficient method for managing network slices in a multi-service 5G core network / T. Shimojo, M. R. Sama, A. Khan, S. Iwashina // Proceedings of the 2017 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM). – Lisbon, Portugal, 2017. – P. 1121–1126. DOI: 10.23919/INM.2017.7987451
 10. Network slicing with flexible mobility and QoS/QoE support for 5G Networks / [F. Z. Yousaf, M. Gramaglia, V. Friderikos et al.] // 2017 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops). – Paris, France, 2017.– P. 1195–1201. DOI: 10.1109/ICCW.2017.7962821
 11. Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges / [J. Ordonez-Lucena, P. Ameigeiras, D. Lopez et al.] // IEEE Communications Magazine. – 2017. – Vol. 55, № 5. – P. 80–87. DOI: 10.1109/MCOM.2017.1600935

Received 31.01.2019.

Accepted 27.03.2019.

УДК 621.391+004.7

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СЛАЙСОВ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ БАЗОВОЙ СЕТИ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Сулима С. В. – ассистент кафедры информационно-телекоммуникационных сетей Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», Киев, Украина.

АННОТАЦИЯ

Актуальность. С ростом объема трафика мобильных данных и числа сервисов, предоставляемых мобильной сетью, растут и потоки служебной нагрузки, что вызывает потребность в изменении принципов, моделей и методов организации обслуживания телекоммуникационных потоков с целью обеспечения заданного качества предоставления широкого спектра услуг гибким и экономически эффективным способом. Преимуществ масштабируемости и эластичности с поддержкой высокого показателя коэффициента использования технических ресурсов сети можно достичь с использованием технологий виртуализации и концепции сетевого слайсинга, что позволяет разворачивать выделенные виртуальные сети на основе сервисов, применяя методы виртуализации сетевых функций. В этом контексте основным остается вопрос, какое количество сетевых слайсов будет целесообразным с точки зрения затрат на управление слайсами и обеспечения нужной функциональности.

Цель. Повышение эффективности работы мобильной сети с помощью оптимального формирования слайсов мультисервисной сети связи.

Метод. Анализ публикаций, посвященных виртуализации сетевых функций, позволил выявить подход к организации использования ресурсов мультисервисной мобильной сети, а также показал недостаточную эффективность существующих решений по важным вопросам этого процесса (производительности алгоритма формирования слайсов, уровня функциональных расходов).

Результаты. Предлагается метод моделирования системы распределения ресурсов сети, предусматривающий формирование сетевых выделенных слайсов, которые обслуживают определенные виды сервисов независимо на совместной инфраструктуре.

Выводы. В статье решена задача построения метода формирования слайсов мультисервисной базовой сети мобильной связи, который благодаря эффективной динамической настройке конфигурации работы системы, позволяет обеспечить предоставление широкого круга сервисов с заданными показателями качества. Построено модель системы организации ресурсов, с помощью которой представлен метод, учитывающий затраты, связанные с избыточным выделением ресурсов, а также уменьшающим количество перерасчетов конфигурации сети, что позволяет достигать оптимального соотношения затрат на управление и итоговое значение качества обслуживания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Network Functions Virtualization, управление ресурсами, сетевой слайсинг, выделенная сеть, Evolved Packet Core.

METHOD FOR FORMING OF MULTISERVICE CORE MOBILE COMMUNICATION NETWORK SLICES

Sulima S. V. – Assistant of Department of Information and Telecommunication Networks, National University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine.

ABSTRACT

Context. With the growth in the volume of mobile data traffic and the number of services provided by the mobile network, service load flows are also increasing, which necessitates changing the principles, models and methods of telecommunication flows serving in order to ensure the given quality of providing a wide range of services in flexible and cost-effective way. Advantages of scalability and elasticity with the support of a high rate of network technical resources utilization can be achieved using virtualization technologies and the concept of network slicing, that allows deploying dedicated virtual networks based on services, using the methods of network functions virtualization. In this context, the main question remains what number of network slices will be feasible in terms of the cost of slice managing and providing the required functionality.

Objective. To improve the efficiency of mobile network through optimal slice forming in multiservice telecommunication network.

Method. Analysis of the publications devoted to network functions virtualization has shown the organization approach of using the multiservice mobile network resources, and also showed insufficient efficiency of existing solutions on important issues of this process (the performance of the slices formation algorithm, the level of functional costs).

Results. A method to model network resource allocation system, which forms dedicated network slices that serve certain types of services independently on the common infrastructure.

Conclusions. The article solves the problem of constructing a method for forming multiservice core mobile communication network slices, which, due to the effective dynamic configuration of the system, allows providing a wide range of services with a given quality indicators. A model of resource management system is constructed, which is used to present a method that takes into account costs associated with excessive resource allocation, and also reduces the number of network configuration recalculations, which allows achieving a rational ratio of management costs and Quality of Service.

KEYWORDS: Network Functions Virtualization, resource provisioning, network slicing, dedicated network, Evolved Packet Core.

REFERENCES

1. Globa L., Kurdecha V., Ishchenko I., Zakharchuk A., Kunieva N. The Intellectual IoT-System for Monitoring the Base Station Quality of Service, *2018 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), 4–7 June 2018 : conference proceedings.* Batumi, Georgia, 2018, pp. 1–5. DOI: 10.1109/BlackSeaCom.2018.8433715
2. Signaling is growing 50% faster than data traffic [Online]. Available at: <http://docplayer.net/6278117-Signaling-is-growing-50-faster-than-data-traffic.html>
3. Shimojo T., Takano Y., Khan A., Kaptchouang S., Tamura M., Iwashina S. Future mobile core network for efficient service operation, *1st IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)*. London, UK, 2015, pp. 1–6. DOI: 10.1109/NETSOFT.2015.7116190
4. Sama R. M., An X., Wei Q., Beker S. Reshaping the mobile core network via function decomposition and network slicing for the 5G Era, *2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops (WCNCW)*. Doha, Qatar, 2016, pp. 90–96. DOI: 10.1109/WCNCW.2016.7552681
5. Liquid Core [Online]. Available at: <http://networks.nokia.com/portfolio/liquidnet/liquidcore>.
6. Globa L., Skulysh M., Sulima S. Method for resource allocation of virtualized network functions in hybrid environment, *2016 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), 6–9 June 2016 : conference proceedings.* Varna, Bulgaria, 2016, pp. 1–5. DOI: 10.1109/BlackSeaCom.2016.7901546
7. Network Functions Virtualisation [Online]. – Available at: https://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf
8. Scharf M., Voith T., Roome W., Gaglianella B., Steiner M., Hilt V., and Gurbani V. Monitoring and abstraction for networked clouds, *2012 16th International Conference on Intelligence in Next Generation Networks (ICIN)*. Berlin, Germany, 2012, pp. 80–85. DOI: 10.1109/ICIN.2012.6376038
9. Shimojo T., Sama M. R., Khan A., Iwashina S. Cost-efficient method for managing network slices in a multi-service 5G core network, *Proceedings of the 2017 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management (IM)*. Lisbon, Portugal, 2017, pp. 1121–1126. DOI: 10.23919/INM.2017.7987451
10. Yousaf F. Z., Gramaglia M., Friderikos V., Gajic B. et al. Network slicing with flexible mobility and QoS/QoE support for 5G Networks, *2017 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)*. Paris, France, 2017, pp. 1195–1201. DOI: 10.1109/ICCW.2017.7962821
11. Ordenez-Lucena J., Ameigeiras P., Lopez D., Ramos-Munoz J. J. et al. Network Slicing for 5G with SDN/NFV: Concepts, Architectures, and Challenges, *IEEE Communications Magazine*, 2017, Vol. 55, No. 5, pp. 80–87. DOI: 10.1109/MCOM.2017.1600935