

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВИКЛИКІВ У МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Л. С. Глоба, О. М. Дяденко, Л. О. Афанасьєва

Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

В статті розглядається новий підхід до удосконалення системи обробки викликів у мережах мобільного зв'язку на базі нових радіо технологій доступу мереж з ортогональним частотним розділенням каналів з мультиплексуванням. Запропоновано новий метод обробки викликів із застосуванням ситуаційних пріоритетів в таких мережах, який враховує ширину смуги частот та важливість інформаційної складової послуги. На основі запропонованого методу удосконалено архітектуру управління правилами обробки і тарифікації викликів за рахунок введення додаткового блоку розрахунку тарифу та модифікації відповідних протоколів системи.

A new approach to improving of call handling system in mobile communication networks based on new radio access technology with orthogonal frequency division multiplexing channels is proposed. A new method of call processing using situational priorities in such networks, which takes into account the frequency bandwidth and the importance of service content, is developed. Based on the proposed method, the architecture of policy control and charging was modified by introducing an additional tariff calculation unit and the system corresponding protocols modification.

Вступ

Перспективним напрямком удосконалення системи обробки викликів в мережах мобільного зв'язку є забезпечення ефективної обробки викликів із застосуванням нових дисциплін обслуговування. Аналіз існуючих систем обробки викликів показав [1], що вони не враховують необхідних технічних і тарифікаційних параметрів. Необхідність врахування таких параметрів обумовлена особливостями виділення ресурсу для надання послуги в мобільних мережах 3.5/4G та необхідністю більш глибокої диференціації послуги за змістовною складовою.

Спроби удосконалення підсистеми обробки викликів та тарифікації PCC (Policy control and charging) вже робилися. Автори [2] пропонують удосконалення системи обслуговування викликів за рахунок можливості введення динамічного управління послугами та тарифікацією шляхом переговорів. Однак в [2] відсутній механізм управління наданням послуг в залежності від інформаційної важливості послуг, якості їх надання, стану мережі та її технічних параметрів.

Тема дослідження полягає в пошуку підходів щодо вдосконалення системи та методів обробки викликів, які одночасно враховують технічні параметри функціонування мережі радіодоступу з OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access), і відповідних технічних рішень: алгоритмів, протоколів, інтерфейсів та засобів обслуговування викликів.

Архітектура управління правилами обробки та тарифікації викликів PCC є універсальною стандартизованою ETSI системою обслуговування викликів в мережах мобільного зв'язку, тому доцільним є підхід щодо удосконалення системи обробки викликів на базі саме PCC.

Архітектура управління правилами обробки та тарифікації викликів системи IMS наведена на рис 1. PCC включає: функцію управління політиками обслуговування та тарифікації PCRF (Policy and Charging Control Function); функцію впровадження правил обслуговування і тарифікації PCEF (Policy and Charging Enforcement Function); функцію "Reporter", яка збирає звітність щодо активації послуг та формує результати аналізу даних для оператора; функцію SPR (Subscription Profile Repository), що містить політики обслуговування послуг і тарифікаційну базу даних. Опишемо принцип роботи PCC.

1. Блок CSCF отримує SIP запит на встановлення з'єднання, що включає опис програми прикладного рівня у протоколі SDP. CSCF присвоює сесії унікальний ICID для визначення тарифікації сесії і підтверджує можливість встановлення з'єднання з адресатом.

2. PCRF отримує від CSCF запит на формування політик обслуговування з ідентифікатором послуги.

3. PCRF створює правила обслуговування, включаючи тарифікаційні параметри, які погоджуються з SPR і мають відстежуватись для даного виду послуги. PCRF пересилає ці правила для впровадження їх в PCEF.

4. PCEF отримує зазначені правила та впроваджує їх. PCEF ініціює процедуру перевірки або резервування каналу між абонентами або абонентом і сервером послуг відповідно до заданих правил PCRF.

5. Якщо PCEF процедура, описана в п. 4, відбулася успішно, PCEF активує передачу інформації за допомогою PDP (Packet Data Protocol).

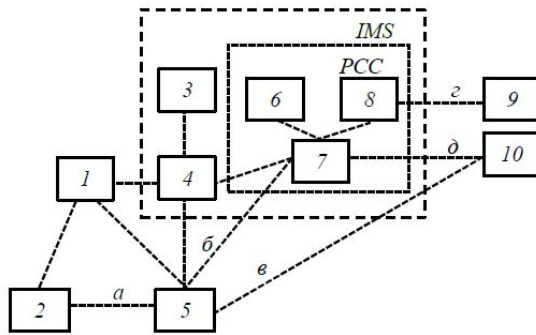


Рис. 1. Модифікована модель архітектури PCC системи IMS для рішення операторського класу з мережею доступу LTE: (1) Блок управління мобільністю MME (Mobility Management Entity); (2) eNode B; (3) HSS; (4) Елемент управління сеансами і маршрутизацією CSCF-Call (Session Control Function); (5) S-GW; (6) База даних профайлів абонентів SPR (Subscriber Profile Database); (7) PCRF; (8) Сервер-функція формування звітності "Reporter"; (9) AF; (10) OSC; (a) GTP-Cv2; (б) Gx; (в) Gy; (г) Rx+; (д) Ty

Процедура активації є ключовою точкою в процесі роботи архітектури PCC. При обмеженні ресурсів в мережі доступу постає задача порядку активації послуг.

Тому метою даного дослідження є підвищення технічної та економічної ефективності функціонування системи обробки викликів та тарифікації мобільних операторів зв'язку при наданні всього спектру сучасних інформаційно-телекомунікаційних послуг за рахунок введення нових методів обробки викликів і дисциплін обслуговування при активації послуги.

Метод обробки викликів і тарифікації послуг на основі ситуаційних пріоритетів

Сучасні системи обслуговування викликів в мобільних мережах працюють у наступних режимах: перший прийшов, перший обслуговується FCFS (First-come, First-served); пріоритет групи, до якої належить абонент; пріоритет послуги, яку запитує абонент; ієрархічний пріоритет.

Аналіз особливостей функціонування систем управління обробкою викликів і тарифікації в мобільних мережах з OFDMA показав, що процес рішення щодо вибору обслуговування наступних викликів з використанням класичних дисциплін з фіксованими пріоритетами не враховує технічні особливості радіомереж доступу та контент послуги.

У даній статті запропоновано метод обробки викликів, що базується на введенні нової дисципліни активації послуг із застосуванням ситуаційних пріоритетів. Запропоновано дисципліну з ситуаційним пріоритетом, що базується на відношенні значення параметру тарифу до ширини смуги і аналітично виражається коефіцієнтом:

$$w_i = Tr_i / \Delta f_i, \quad (1)$$

де w_i — значення пріоритету X_i виклику; Tr_i — тариф i -го виклику, грн; Δf_i — ширина смуги, необхідна для обслуговування i -ї послуги (виклику), МГц. Ситуаційний коефіцієнт має розмірність грн/МГц і означає дохід оператора з 1-го МГц при передачі i -ї послуги.

Розглянемо алгоритм роботи запропонованого методу обробки викликів, приведений на рис. 2:

1) старт — абонент запитує доступ до послуги через термінал;

2) сервер вхідних запитів отримує повідомлення користувача через протокол встановлення сесії SIP (Session Initiation Protocol);

3) на основі мережевого протоколу, призначеного для опису сесії передачі поточкових даних SDP (Session Description Protocol), що включає уніфікований ідентифікатор ресурсів URI (Uniform Resource Identifier), відбувається пошук IP адреси сервера прикладних програм AS або адреси SIP абонента;

4) функція прикладних програм AF (Application Function) сервера AS перевіряє можливість адаптації контенту (вибір кодека в залежності від можливостей терміналу та з урахуванням профайла абонента) для сприймання користувачем, назначає ключ тарифікації та направляє запит до блоку формування правил обслуговування і тарифікації PCRF (Policy and Charging Rules Function).

5) перевірка авторизації користувача на використання послуг: у випадку успішної перевірки перехід до кроку 6; якщо абонент не авторизований, то кінець обслуговування виклику абонента з повідомленням про відмову;

6) формування політик обслуговування: пріоритету виклику, інформаційної важливості, методу тарифікації;

7) переконфігурація радіоканалу з метою перевірки можливості організації каналу передачі з заданою якістю (на даному етапі обслуговування виклику запропоновано визначати ширину смуги частот, необхідну для передачі в радімережі з OFDMA); у випадку успішної процедури перехід до кроку 8; якщо ресурси відсутні — відмова за недостатчею каналів;

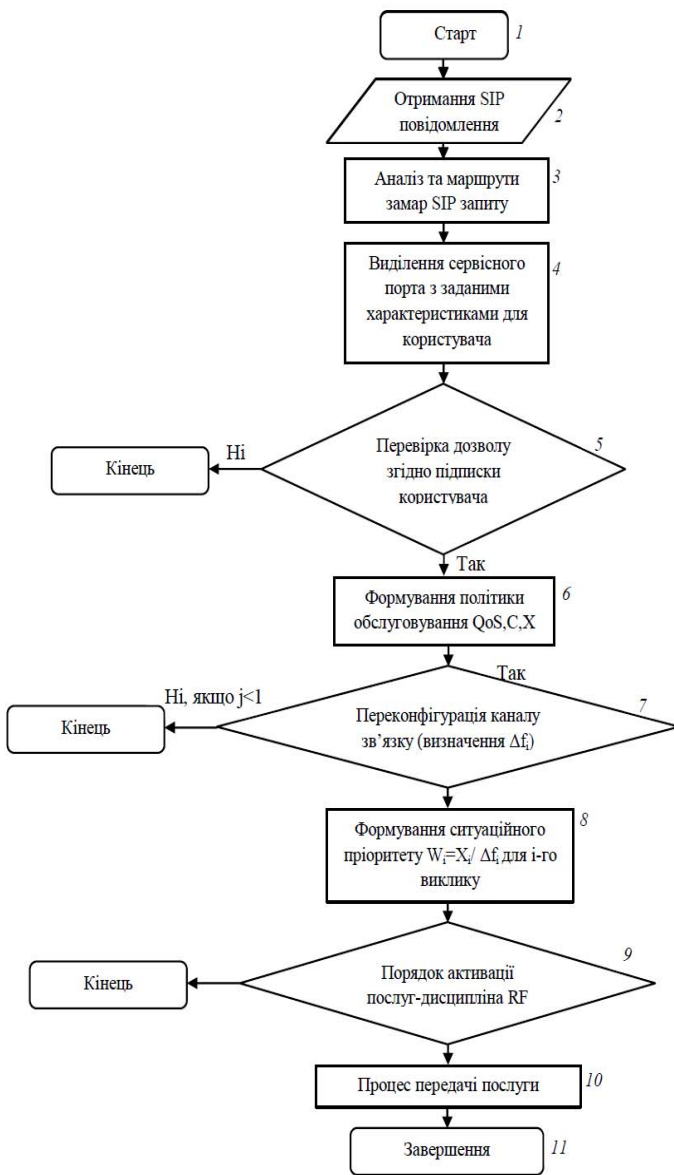


Рис. 2. Алгоритм роботи запропонованого методу обробки викликів

8) формування ситуаційного пріоритету, запит на активацію або впровадження правил обслуговування (даний крок обслуговування введено авторами для забезпечення можливості подальшої більш глибокої диференціації послуг на основі запропонованого пріоритету);

9) формування порядку обслуговування відповідно до ситуаційного пріоритету: в першу чергу обслуговуються виклики, що мають найбільший ситуаційний коефіцієнт, який дорівнює відношенню інформаційної ваги послуги до ширини смуги частот, необхідної для надання цієї послуги;

10) процес обслуговування послуг: передача даних від сервера до користувача;

11) завершення обслуговування ініціюється користувачем або мережею у випадку неможливості продовжити обслуговування.

Запропоновано формалізувати тарифікацію мультимедійної послуги у вигляді набору простих послуг на рівні прикладної програми. Модифікований аналітичний опис послуги на рівні прикладної програми $A(t)$, яка надає мультимедійну послугу, включає набір субпослуг $S_i(t)$, якими користується абонент в різні моменти часу:

$$A(t) = X_1 S_1(t_1, F_1) + X_2 S_2(t_2, F_2) + \dots + X_i S_i(t_i, F_i) + \dots + X_k S_k(t_k, F_k) \quad (2)$$

де $S_i(t_i, F_i)$ — субпослуга i -го типу, що входить до складу прикладної програми $A(t)$; t_i — період часу користування субпослугою; F_i — необхідна смуга частот для надання i -ї послуги; X_i — вага субпослуги; $i = 1, 2, \dots, k$; k — кількість субпослуг в мультимедійній послугі.

Особливістю виразу (2) є врахування смуги частот субпослуги в процесі обробки виклику і тарифікації. Таким чином, з'являється можливість врахувати обсяг частотного ресурсу, який використано послугою, і визначити його вплив на тариф послуги, а також на методи контролю стану рахунку абонента.

Для реалізації методу необхідно провести модифікацію примусового управління якістю і тарифікацією вхідних запитів архітектури РСС. Для цього необхідно (рис.1):

а) модифікувати процедуру перевірки ресурсу мережі для організації послуги з метою отримання параметрів попередньої конфігурації смуги ресурсу в каналі вниз і в каналі вверх для організації послуги (це передбачає модифікацію сигнального протоколу GTPv2-C ініціалізації виділення ресурсу радіосмуги);

б) адаптувати протокол Diameter для передачі параметрів ширини радіосмуги та інформаційної ваги контенту в блок прийняття рішень щодо надання послуги та в блок тарифікації (для цього необхідно створити новий композиційний формат опису атрибутів послуги і передати відповідні параметри атрибутів в блок прийняття рішень PCRF);

в) створити новий інтерфейс Tu і протокол обміну інформацією між блоком прийняття рішень PCRf і блоком он-лайн тарифікації OSC. Створення інтерфейсу дозволить розраховувати тариф послуги на етапі прийняття рішення щодо надання послуги даному абоненту.

У рамках пілотного проекту була модифікована програмна структура PCRf блоку, як показано на рис. 3, що дало змогу запровадити нову дисципліну обробки викликів у блоці PCEF. Нова дисципліна реалізує пріоритетну політику обслуговування на базі коефіцієнту w . Даний параметр розраховується як відношення тарифу послуги до ширини радіосмуги, необхідної для надання цієї послуги.

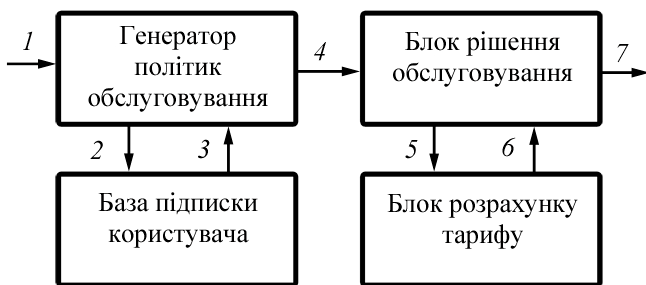


Рис. 3. Модифікована структура програмних засобів блоку PCRf

Нова програмна архітектура відрізняється від існуючої тим, що вона взаємодіє з модулем розрахунку тарифу системи он-лайн тарифікації. Даний програмний модуль враховує смугу частот при формуванні тарифу для он-лайн послуг. Тарифікаційна функція T в даному випадку може бути записана у наступному вигляді:

$$T = F(\Delta f, S, C),$$

де Δf — ширина смуги частот (ресурс, необхідний для передачі послуги в мережі доступу); S — тип послуги; C — ідентифікатор користувача, що впливає на тарифікацію послуги.

Оцінка удосконаленої системи обслуговування викликів

Для обґрунтування запропонованого методу обслуговування викликів і удосконаленої архітектури були зроблені відповідні розрахунки щодо порівняння дисциплін на основі ситуаційного пріоритету (RF), відносного пріоритету (Priority) та обслуговування без пріоритетів [3]. Порівняти ефективність роботи дисципліни можливо на основі критерію сумарної інформаційної важливості викликів, які обслуговано [4].

Нижче наводяться результати математичного моделювання з використанням загальних математичних моделей дисциплін, описаних в [5–7]. Графіки залежності математичного сподівання ефективності системи обробки викликів оператора при обслуговуванні викликів в залежності від часу очікування та кількості каналів для дисциплін обслуговування Priority та RF приведені на рис. 4 — рис. 6.

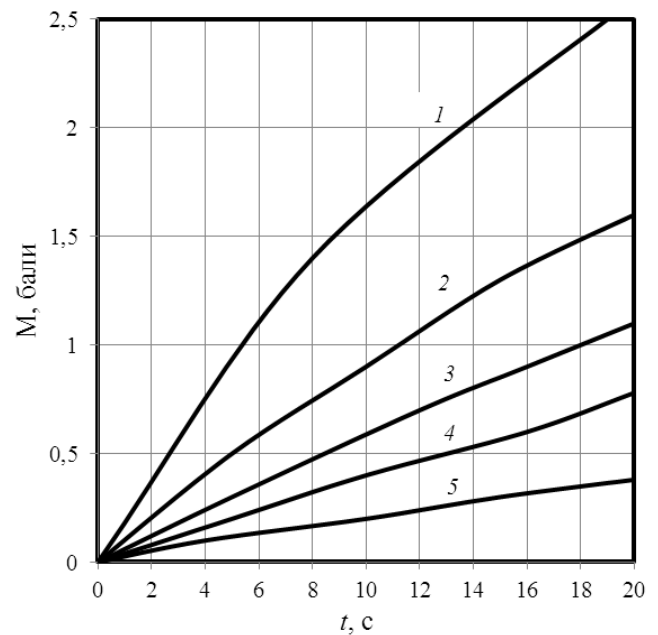


Рис. 4. Математичне сподівання інтегральної ваги викликів, які обслуговані, в залежності від часу та від кількості каналів для дисципліни з пріоритетами: (1) 1 канал; (2) 2 канали; (3) 3 канали; (4) 5 каналів; (5) 10 каналів

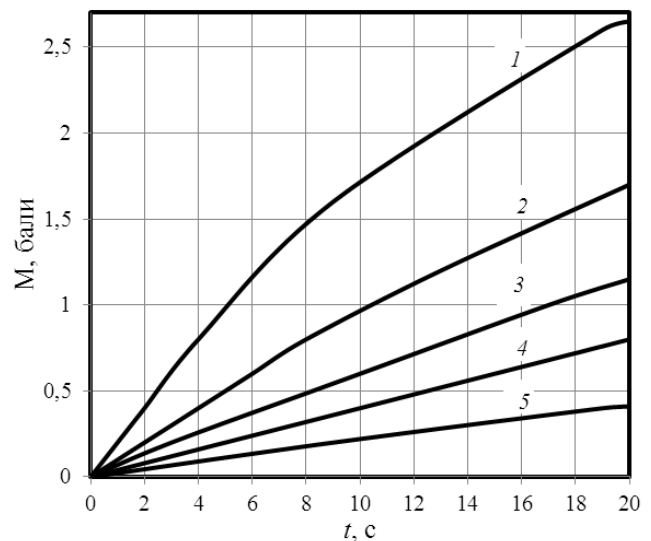


Рис. 5. Математичне сподівання інтегральної ваги викликів, які обслуговані, в залежності від часу та від кількості каналів для запропонованої дисципліни FIFO: (1) 1 канал; (2) 2 канали; (3) 3 канали; (4) 5 каналів; (5) 10 каналів

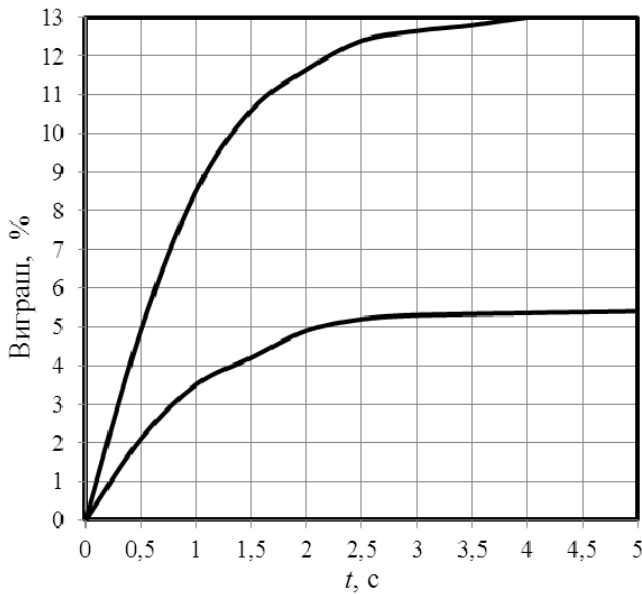


Рис. 6. Відносне порівняння математичного сподівання інформаційної ваги викликів, які обслуговані, при дисциплінах в залежності від часу очікування відносно RF (нижня крива), відносно FIFO (верхня крива)

З рис. 4 і рис. 5 отримуємо висновок, що має місце залежність сумарної інформаційної ваги викликів, які обслуговано, від часу очікування та кількості каналів. Чим більша кількість обслуговуючих каналів (ширина смуги частот), тим більше викликів можна обслужити та отримати більшу сумарну інформаційну вагу. У той же час ефективність запропонованого методу вища при меншій кількості каналів. Залежність росту виграшу (відношення сумарної інформаційної важливості) запропонованої дисципліни відносно традиційних в процентах від часу очікування (часу накопичення отриманих запитів) активації послуги наведено на рис. 6. Виграш більший у порівнянні з дисципліною FIFO, що безпосередньо підтверджується результатами досліджень, дисципліна Priority має принцип схожий з RF. Як видно на рис. 6, функції виграшу монотонно зростають, причому швидкість росту кожного виграшу зменшується із збільшенням часу очікування. Результати досліджень показують також, що виграш суттєво залежить від інтенсивності надходження викликів і середнього часу їх обслуговування.

Висновки

В статті розглядається новий підхід до удосконалення системи обробки викликів у мережах мобільного зв'язку на базі нових радіотехнологій доступу мереж з ортогональним частотним розділенням каналів з мультиплексуванням. Запропоновано метод обробки викликів, який враховує технічні парамет-

ри функціонування мережі (ширину смуги частот, кількість піднесучих) та інформаційну важливість викликів.

Основою методу є дисципліна обслуговування, що базується на ситуаційних пріоритетах і дозволяє обслуговувати в першу чергу ті виклики, які мають найбільше значення ситуаційного коефіцієнту, який являє собою відношення інформаційної важливості послуг до ширини смуги частот.

Наведено удосконалену архітектуру управління правилами обробки та тарифікації викликів за рахунок модифікації блоків формування політики обслуговування протоколів, а також створення нових інтерфейсів. Ефективність запропонованого методу обслуговування викликів і удосконаленої архітектури підтверджено результатами відповідних розрахунків щодо порівняння дисциплін на основі ситуаційного пріоритету, відносного пріоритету та обслуговування без пріоритетів. Показано, що виграш суттєво залежить від інтенсивності надходження викликів і середнього часу їх обслуговування.

Використання удосконаленої архітектури управління правилами обробки та тарифікації викликів дозволить впровадити новий метод і дисципліну в існуючу систему IMS, що повинно збільшити ефективність функціонування системи, а також підвищити інтегральну інформаційну вагу заявок, які обслуговуються, у порівнянні з існуючими методами обслуговування викликів.

Література

1. Universal mobile telecommunications system (UMTS): LTE. Policy and charging control architecture // ETSI 123.203 Digital cellular telecommunications system (Phase 2+). — P. 118.
2. Matijasevic M., Skorin-Kapov L., Mosmondor M. Application-level QoS negotiation and signaling for advanced multimedia services in the IMS // IEEE Communications Magazine. — 2007. — Vol. 45, N. 7. — P. 25–33.
3. Multimedia services differentiation in 4G mobile networks under use of situational priorities / A. Dyadenko, O. Dyadenko, L. Globa, A. Luntovskyy // Proceedings of EUNICE, Dresden, Germany, September 5–7, 2011. Springer, 2011. — P. 199–202.
4. Мова М. В., Пономаренко Л. А., Калиновский А. М. Организация приоритетного обслуживания в АСУ. — Киев: Техніка, 1997. — 160 с.
5. Вишневський В. М., Семенова О. В. Системы поллинга: теория и применение в широкополосных беспроводных сетях. — Москва: Техносфера, 2007. — 312 с.
6. Томашевський В. М. Моделювання систем. — Київ: Видавнича група ВНУ, 2005. — 352 с.
7. Джейсуол Н. Очереди с приоритетами. — Москва: Мир, 1973. — 280 с.

Надійшла до редакції 27.09.2011