

## **МЕТОД РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ СЕРВЕРА ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ<sup>1</sup>**

*Скулиш М. А., к.т.н.; Заставенко А. А.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», Київ, Україна,  
annpost777@mail.ru*

### **METHOD OF DISTRIBUTION OF MOBILE OPERATOR SERVER RESOURCES**

*M.Skulysh, PhD; A. Zastavenko,  
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute» Kyiv, Ukraine,*

#### **Вступ**

Зростання конкуренції у сфері мобільного зв'язку призвело до значного збільшення числа послуг, які пропонують абонентам мобільні оператори. Наслідком цього стало ускладнення процесу обслуговування абонентів на сервері тарифікації. Обслуговування абонентів на сервері тарифікації є необхідною складовою частиною процесу обслуговування абонентів та надання їм телекомунікаційних послуг. Оскільки кожна послуга є платною, оператор зв'язку залежно від типу тарифного плану здійснює тарифікацію заявки або в перед наданням послуги в режимі реального часу або в режимі offline має перевірити наявність коштів на рахунку абонента, зробити перерахунок, тобто здійснити ряд стандартних операцій.

Значна кількість робіт присвячена забезпеченню ефективної тарифікації, при цьому розглядаються питання розробки правил РСС (*Policy Charging Control*), в яких задається політика обслуговування індивідуально для кожного типу сервісу залежно від тарифного плану [1, 2-4, 5]. Роботи [6, 7, 8] присвячені оптимізації білінгових систем і пов'язані з дисципліною обслуговування направлених на диференціацію вхідного потоку та створення нових правил послідовності тарифікації абонентів.

Однак, для операторів зв'язку достатньо гостро постає проблема перевищення часу обслуговування заявки саме на сервері тарифікації, оскільки не враховується принцип розподілу ресурсів технічних засобів, що у періоди пікових навантажень є критичними для якості обслуговування.

Одним із пріоритетних напрямків удосконалення системи обробки викликів в мережах мобільного зв'язку є забезпечення ефективного розподілу ресурсів на сервері оператора з урахуванням диференціації послуг за змістовною складовою.

---

<sup>1</sup> <http://radap.kpi.ua/radiotechnique/article/view/941>

### **Проблеми сучасних систем обслуговування викликів**

Мобільна передача даних сьогодні є ключовим драйвером розвитку всієї стільникового галузі. Якщо обсяг голосового трафіка в мережах практично не росте, то трафік передачі даних, навпаки, експоненціально збільшується щорічно, і в найближчі роки ця тенденція збережеться.

Вся індустрія телекомунікацій розвивається з урахуванням цих тенденцій. Все більше інформаційних ресурсів переходять до подачі матеріалу у формі відеороликів, а не тексту з зображеннями. Все більше сервісів переїжджають в «хмару», а значить, вимагають гарантованої якості інтернет-з'єднання.

Велика кількість робіт та підходів присвячена контролю якості обслуговування абонентів. Розробляються методи забезпечення показників якості в процесі передачі інформації на різних етапах обслуговування [9, 10, 5]. Всі ці тенденції призводять до ускладнення процесу обслуговування викликів, тому сучасні системи обслуговування мають певні недоліки:

1. Неврахування важливих технічних та тарифікаційних складових послуг призводить до нераціонального використання ресурсів сервера.

2. Недостатньо ефективного управління навантаженням при збільшенні пропускної здатності системи обслуговування абонентів, ємностей каналів та серверних ресурсів, що забезпечують функцію тарифікації та обліку наданих послуг.

3. Розв'язок задачі керування в білінгових системах, який не задовольняє всім вимогам, може негативно впливати на якість послуги мобільної передачі даних.

Розподіл трафіка за типами дозволить більш раціонально використовувати ресурси сервера. Зараз все більше операторів переходять від динамічного до централізованого розподілу ресурсів.

Ідея розмежування трафіка за типами є перспективною для операторів, вона частково реалізована, але запропонована модель відрізняється тим, що враховується не лише економічна ефективність від надання послуги, але й статистичні дані про навантаження на сервер у вибраний період часу, що дозволяє врахувати розподіл сервісів у вхідному потоці та забезпечити ефективну обробку у різні періоду часу.

### **Обробка викликів на сервері тарифікації**

Процес тарифікації викликів, які надходять до оператора мобільного зв'язку, відбувається на сервері *OCS (Online Charging System)*. Це сервер кредитного контролю в режимі реального часу. Здійснює тарифікацію послуг, контролює баланс абонента, виконує обробку інформації про надходження та списання коштів на рахунку абонента.

Схему обслуговування заявок на сервері тарифікації показано на рис.1. Заявки надходять на сервер за різними протоколами (*Diameter, CAP2,*

MAP), у відповідних модулях *EDP* (*Enhanced Diameter Proxy*) та *RES* і розподіляються між пулом адаптерів відповідних протоколів. Після чого декодуються у відповідних адаптерах *CAP Protocol Adapter* та *Diameter Protocol Adapter* та приводяться до єдиного виду.

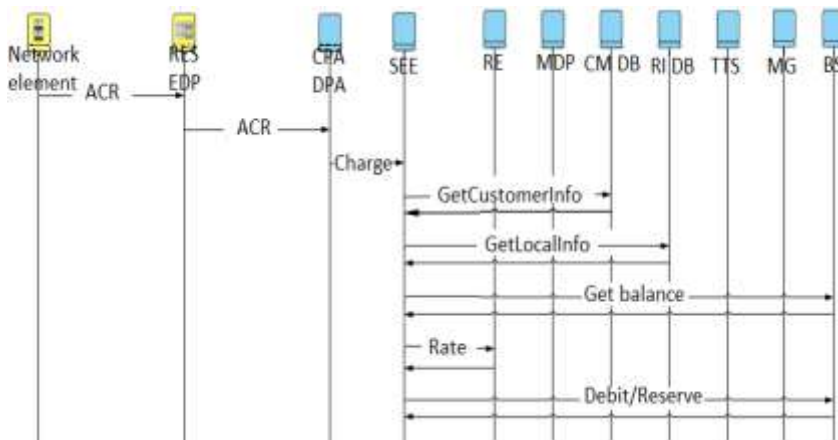


Рис. 1 Загальна схема online тарифікації послуг на сервері тарифікації

Розкодовану справу модуль передає на сервер бізнес логіки *SEE* через модуль маршрутизації *BUS*. Сервер бізнес логіки *SEE* являється ядром системи тарифікації та забезпечує середовище для виконання послідовності операцій,

які передбачає процес обслуговування заявок.

Послідовність операцій, які повинні бути виконані для успішного обслуговування заявки, включає в себе наступні дії:

1. Вилучення інформації про абонента. Для цього модуль *SEE* звертається до бази даних керування абонентами *CM DB*.
2. Вилучення інформації про місце розташування абонента. Для цього модуль *SEE* звертається до бази даних, що зберігає структуру мережі *RI DB*.
3. Вилучення інформації про стан рахунку абонента. Для цього модуль *SEE* звертається до бази даних рахунків абонентів (*Balance Storage*).
4. Здійснюється розрахунок вартості послуги на основі тарифної книги та поточної тарифної моделі абонента. Для цього модуль *SEE* звертається до модулю розрахунків (*RE*).
5. З рахунку абонента знімається плата за послугу. Для здійснення операцій дебету та резервації коштів модуль *SEE* звертається до бази даних рахунків абонентів (*Balance Storage*).
6. Формується звіт про надання послуги *CDR*. Для цього модуль *SEE* звертається до програмного модулю формування *CDR* (*Toll Ticket Server*).
7. Якщо це передбачено послугою, відправляється повідомлення абоненту про результати наданих послуг. Для цього модуль *SEE* звертається до модулю для посилки повідомлень абоненту (*MG*).
8. Процес тарифікації завершено.

Як видно процес тарифікації є багатоетапним, при цьому операції, які послідовно виконуються у ядрі бізнес логіки *SEE* із залученням різних підсистем, різноманітні, відповідно потребують різної кількості оперативної

пам'яті, процесорного часу та дискового простору.

### **Задача розподілу ресурсів сервера**

Кожна послуга, що надається оператором мобільного зв'язку характеризується певним типом заявки, що надходить на сервер. Заявкою будемо вважати запит абонента на виконання певної послуги. При цьому у процесі обслуговування заявки виникає кілька важливих проблем. По-перше, на сервер одночасно надходить велика кількість неоднорідних заявок, які потребують негайної обробки. По-друге, вхідний потік заявок нерівномірний. Третя проблема пов'язана із неоднорідністю використання ресурсів серверу при забезпечуванні обслуговування кожної заявки. Серед основних ресурсів сервера можна виділити такі, як оперативна пам'ять, процесорний час, об'єм постійної пам'яті на дисках.

Обслуговування заявки на сервері складається з виконання деякої послідовності операцій, які можна розділити на логічно завершені етапи. Далі називатимемо ці етапи функціональними блоками. Для обслуговування абонентських заявок у функціональних блоках застосовуються вищезазначені ресурси. Успішне проходження всіх функціональних блоків у заданій послідовності забезпечує успішне обслуговування заявки на сервері. Час обслуговування заявки на сервері є обмеженим, тому якщо заявка перебуває в системі довше заданого часу, вона знімається з обслуговування, і клієнту повідомляється, що мережа зайнята. Таким чином, щоб звести втрати заявок до мінімуму і максимізувати економічну ефективність обслуговування викликів, необхідно забезпечити оптимальний розподіл ресурсів сервера між різними типами заявок, що надходять до оператора.

Вхідними даними є об'єм кожного виду ресурсу, необхідний для обслуговування певного типу заявок у конкретному функціональному блоці, кількість прибутку від усіх видів заявок і максимальна кількість ресурсів, яку може надати сервер. Необхідно визначити кількість ресурсів, яку потрібно виділити для обробки певного типу заявок.

Нехай  $k_i$  — кількість заявок  $i$ -го типу;  $R_g$  —  $g$ -й тип ресурсу ( $g = \overline{1, G}$ , де  $G$  — загальна кількість типів ресурсів на сервері);  $v_{ij}^{R_g}$  — кількість певного ресурсу, необхідна для обслуговування однієї заявки  $i$ -го типу у  $j$ -му функціональному блоці;  $S_i$  — кількість прибутку, який можна отримати від однієї заявки  $i$ -го типу.

Тоді кількість ресурсів, необхідних для проходження заявки  $i$ -го типу через всі функціональні блоки буде рівна:

$$\sum_j v_{ij}^{R_g}$$

Загальна кількість прибутку, отриманого від обслуговування усіх заявок  $i$ -го типу дорівнює:

$$S = \sum_i k_i S_i$$

Загальна кількість ресурсу, яку займають всі заявки по всіх функціональних блоках дорівнює:

$$v^{Rg} = \sum_i k_i (\sum_j v_{ij}^{Rg}) \quad (1)$$

Оскільки необхідно максимізувати прибуток, тому цільова функція буде наступною:

$$\sum_i k_i S_i \rightarrow \max$$

Обмеження задачі полягає в тому, щоб кількість ресурсів, необхідна для обслуговування знайденої кількості заявок не перевищувала максимальну кількість ресурсів, яку може надати сервер:

$$\sum_i k_i (\sum_j v_{ij}^{Rg}) \leq V_{Rg}$$

Якщо розглядати окремо кожен тип ресурсів, отримаємо наступну систему:

$$\begin{cases} \sum_i k_i (\sum_j v_{ij}^{R1}) \leq V_{R1} \\ \dots \\ \sum_i k_i (\sum_j v_{ij}^{RG}) \leq V_{RG} \end{cases}$$

де  $V_{R1}$  — кількість ресурсу першого типу, яку може надати сервер;

$V_{RG}$  — кількість ресурсу G-го типу, яку може надати сервер.

Кількість рівнянь системи відповідає кількості типів ресурсів на сервері. Результатом вирішення задачі на умовний екстремум буде кількість заявок кожного типу, яку необхідно подати на вхід сервера, щоб забезпечити максимізацію прибутку від обслуговування усіх заявок. Для визначення розподілу ресурсів між різними типами заявок можна скористатись формулою (1).

При вирішенні задачі розподілу ресурсів необхідно також враховувати статистичні дані про надходження заявок на сервер у різні періоди часу. На рис. 2 зображена статистика надходження заявок на сервер протягом доби. Оскільки співвідношення між кількістю різних заявок є відомою величиною, нескладно накласти додаткові обмеження на кількості заявок, які будуть отримані на виході задачі.

Додаткові обмеження задачі, отримані в наслідок аналізу добової статистики — це відношення середньостатистичної кількості заявок різних типів сервісів:

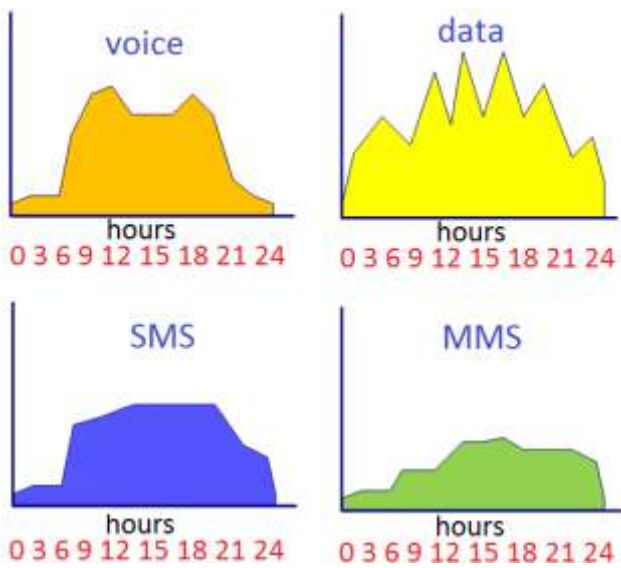


Рис. 2 Статистика надходження заявок протягом доби

$$a_{ij} \leq \frac{k_i}{k_j} \leq b_{ij}, \forall i, j = \overline{1, m}$$

де  $k_i$  та  $k_j$  — шукані кількості заявок на тарифікацію, що надійшли від  $i$ -го та  $j$ -го типів сервісів відповідно;  $a_{ij}$  та  $b_{ij}$  — числові границі розраховані на основі статистичних даних про середньогодинну кількість заявок на тарифікацію, що надходять до системи;  $m$  — кількість сервісів, для яких здійснюється тарифікація.

### Оцінка ефективності

Імітаційна модель, створена для реалізації запропонованого методу показала, що при фіксованому розподілі доступних технічних ресурсів між різними типами заявок, економічна ефективність роботи системи покращена на 5%, крім того, кількість втрачених заявок через перевищення допустимого часу обслуговування, а також внаслідок роботи алгоритмів раннього попередження перевантажень, які традиційно застосовуються за для уникнення перевантажень скоротилася в середньому на 1%.

Було проведено два експерименти роботи імітаційної моделі для трьох типів заявок на тарифікацію: текстові повідомлення (*sms*), мультимедійні повідомлення (*mms*) та дзвінки. В першому на обслуговування виділявся обмежений технічний ресурс, який спільно використовувався для обслуговування заявок на тарифікацію, в процесі обслуговування застосовувався алгоритм *RAD* (*Random early detection*), який передбачав відкидання заявок в разі перевантаження серверу, крім того заявки втрачалися якщо час перебування їх у системі перевищував максимально допустиме значення.

В другому експерименті технічні ресурси розділялися відповідно до запропонованого методу. На основі статистичних даних оператора мобільного зв'язку про кількість заявок, що надходить на сервер протягом дня та кількість прибутку від обслуговування кожної, був розрахований об'єм ресурсу, що виділяється для обслуговування кожного з трьох типів заявок. Наприклад, кількість постійної пам'яті складає 1,25 Мбайт для голосу, 9,15 Мбайт для *sms* і 17,5 Мбайт для *mms*-повідомлень. В ході експериментів була імітована робота системи тарифікації з вхідним мультисервісним потоком максимально наближеним до реального.

Не зважаючи на те, що в сумі кількість втрачених заявок суттєво не змінилася, однак спостерігався перерозподіл кількості заявок між різними типами, які були втрачені, за рахунок чого спостерігалось зменшення розміру сумарного втраченого прибутку в другому експерименті.

Розрахунок проводився виходячи з того, що одночасно в середньому надходить по 10 тисяч заявок на тарифікацію, кожного з типів сервісу. В результаті в ході першого експерименту середні втрати заявок склали 2%, в тому числі втрати заявок на тарифікацію sms сервісів склали — 2,0%, mms сервісів — 2,55%, голосу — 1,45%. В ході другого експерименту середні втрати заявок склали 1,8% в тому числі втрати заявок на тарифікацію sms сервісів склали — 1,65%, mms сервісів — 1,25%, голосу — 2,5%.

В результаті експерименту було визначено, що для першого випадку кількість втрат складає: 870 у.о. для заявок 1 типу (дзвінки), 1800 у.о. для заявок 2 типу (sms) та 3825 у.о. для заявок 3 типу (mms). Теоретично можлива кількість отриманого прибутку при умові, що всі заявки, які надійшли на сервер будуть оброблені становить 100000 у.о. Загальна кількість втрат складає 6495 у.о., що становить 6,5% від можливого прибутку. Для випадку з застосуванням запропонованого методу були отримані наступні дані про кількість втраченого прибутку: 1500 у.о. для заявок 1 типу (дзвінки), 1485 у.о. для заявок 2 типу (sms) та 1875 у.о. для заявок 3 типу (mms). Загальна кількість втрат складає 4860 у.о., що становить 4,86% від можливого



Рис. 3 Порівняння розміру втраченого прибутку у відсотках

прибутку. На рис. 3 представлено порівняння розміру втраченого прибутку у відсотках для кожного типу заявок та загальної кількості втрат до та після застосування методу розподілу ресурсів між різними типами заявок. Результат експерименту показав, що загальна кількість втраченого прибу-

тку зменшилася на 1,64%.

### Висновки

Запропонований метод розподілу ресурсів системи для забезпечення ефективної обробки заявок дозволяє здійснювати контроль за якістю надання послуг, враховує необхідну кількість ресурсів для обслуговування однієї заявки, що дозволяє виділяти ресурси пропорційно вимогам сервісу, враховує статистичні дані про кількості заявок різних типів сервісів, які надходять у заданих інтервалах часу, що дозволяє налаштувати розподіл

технічних ресурсів, що обслуговують заявки, відповідно до складу вхідного навантаження, а також забезпечити максимізацію економічної ефективності процесу надання послуг.

#### **References**

1. Chaitanya T. V. K. and Larsson E. G. (2013) Improving 3GPP-LTE uplink control signaling performance using complex-field coding. IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 62, no. 1, pp. 161–171.
2. Costa-Requena J. (2014) SDN integration in LTE mobile backhaul networks. Information Networking (ICOIN), 2014 Int. Conf. on, p 264 – 269.
3. Wei-Ching Ho, Li-Ping Tung, Tain-Sao Chang and Kai-Ten Feng (2013) Enhanced component carrier selection and power allocation in LTE-advanced downlink systems. Wireless Communications and Networking (WCNC), 2013 IEEE, pp. 574-579.
4. Nuaymi L., Sato I. and Bouabdallah A. (2012) Improving Radio Resource Usage with Suitable Policy and Charging Control in LTE. Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST), 2012 6th Int. Conf. on, pp. 158-163.
5. Globa L. and Skulysh M. (2011) Nodal routing with traffic classification. Polish association for knowledge management, No 42, pp 37-46.
6. Ouellette S., Marchand L. and Pierre S. (2011) A potential evolution of the policy and charging control / QoS architecture for the 3GPP IETF-based evolved packet core. Communications Magazine, IEEE, pp. 231-239.
7. Sok-Ian Sou, Jeu-Yih Jeng and Yinman Lee (2009) Signaling overhead of Policy and online Charging Control for bearer sessions in LTE network. Consumer Electronics, ISCE'09 IEEE 13th Int. Symposium on, pp. 593-597.
8. Malandrino F., Casetti C. and Chiasserini C.-F. (2014) LTE offloading: When 3GPP policies are just enough. Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS), 11th Annual Conf. on, pp. 1-8.
9. Ghosh A., Ratasuk R., Mondal B., Mangalvedhe N. and Thomas T. (2010) LTE-advanced: next-generation wireless broadband technology. IEEE Wireless Communications, vol. 17, no. 3, pp. 10-22.
10. Li X., Bigos W., Dulas D., Chen Y., Toseef U., Goerg C., Timm-Giel A. and Klug A. (2011) Dimensioning of the LTE Access Network for the Transport Network Delay QoS. Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2011 IEEE 73rd, pp. 1-7.

*Скулиш М. А., Заставенко А. А. Метод розподілу ресурсів сервера оператора мобільного зв'язку. В статті запропоновано метод розподілу ресурсів системи для забезпечення ефективної обробки заявок, який дозволяє здійснювати контроль за якістю надання послуг, враховує необхідну кількість ресурсів для обслуговування однієї заявки та статистичні дані про кількість заявок кожного типу сервісу, які надходять у заданих інтервалах часу, що дозволить виділяти ресурси пропорційно вимогам сервісу, а також налаштовувати розподіл технічних ресурсів відповідно до складу вхідного потоку, та забезпечити максимізацію економічної ефективності процесу надання послуг.*

**Ключові слова:** *система обслуговування викликів, система тарифікації, ресурси сервера, розподіл ресурсів, білінгова система.*

*Скулиш М. А., Заставенко А. А. Метод распределения ресурсов сервера оператора мобильной связи. В статье предложен метод распределения ресурсов системы для обеспечения эффективной обработки заявок, который позволяет осуществлять кон-*



троль качества предоставления услуг, учитывает необходимое количество ресурсов для обслуживания одной заявки и статистические данные о количестве заявок каждого типа сервиса поступающих в заданные интервалы времени. Такой метод позволит выделять ресурсы пропорционально требованиям сервиса, а также настраивать распределение технических ресурсов в соответствии с составом входного потока, и обеспечить максимизацию экономической эффективности процесса предоставления услуг.

**Ключевые слова:** система обслуживания вызовов, система тарификации, ресурсы сервера, распределение ресурсов, биллинговая система.

*M. Skulysh, A. Zastavenko. **Method of distribution of mobile operator server resources.** The functioning of the online charging is important for the efficient work of mobile operator. The main disadvantage of a modern system service calls is that they do not consider the important technical and charging parameters of services, as the result, there is not enough rational utilization of server resources. The article proposes a method of distribution of system resources to ensure efficient processing of applications that allows to monitor the quality of services, taking into account the required number of resources to serve one application and statistics about the number of applications of each type of service received in a given time interval. It will allocate resources in proportion to the requirements of the service and configure the distribution of inputs respectively of the input stream, and to ensure the maximization of economic efficiency of service delivery.*

*In the section “Modern problems of service calls” the main disadvantages of modern systems of billing were analyzed. The work of the billing server is described in the section “Processing of calls in Online Charging System. The problem of resource allocation system is solved in the third section, called “The problem of distribution of server resources”.*

**Keywords:** system service calls, billing system, server resources, resource allocation, billing system.