

МЕТОД СЕКТОРНОГО АНАЛІЗУ ОПТИМАЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ ТРАФІКА В МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ОПЕРАТОРА

Маньківський В.Б., Єрмаков А.В.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: v.b.mankivskiy@gmail.com , yermak@ukr.net

Sector analysis method of optimal load distribution in mobile network

One way to improve mobile network performance is optimal load balancing. A key feature of radio link planning is to take into account the influence of physical processes that occur in the air, and the question of the influence of traffic that is generated in the network takes the last place. The paper considers a method for estimating a mobile network from the point of view of the efficiency of payload distribution among base stations.

Одним із способів підвищення продуктивності і якості обслуговування в мережі оператора мобільного зв'язку є оптимальний розподіл навантаження в сотах. При частотно-територіальному плануванні сот, в основному, приділяється увага питанням ЕМС, а питання оптимальності розподілу трафіку в мережі відходять на задній план. У роботі розглянуто метод підвищення ефективності функціонування мережі за рахунок підвищення рівномірності розподілу навантаження між базовими станціями.

Розгортання мережі мобільного оператора починається з радіо частотного планування, яке в подальшому визначає електромагнітну сумісність мережевих елементів і якість послуг, що надаються. Зміни в кількості абонентів в сотах, обсягів вхідної навантаження вимагає оптимізації структури мережі. При плануванні мережі Оператора мобільного зв'язку виділяють два підходи - аналіз частотно-територіального покриття, і прогноз зон обслуговування базових станцій (BS - Base Station).

В ході експлуатації мережі відбувається коригування спроектованої мережі на підставі даних про використання каналного ресурсу [1,2]. Однак, при аналізі не беруть до уваги ряд даних про характер дзвінка, таких як дзвінок прямий або хендоверний, не враховують особливості профілю абонента, не проводять взаємозв'язок з секторами обслуговування. Ці дані агрегуються в білінговій системі і використовуються при складанні прогнозу по наданню послуг, але не використовуються при плануванні мережі.

Тому, для підвищення ефективності функціонування мережі і якості послуг, що надаються, пропонується доповнити існуючі підходи планування урахуванням даних з білінгової системи для розрахунку виконаної навантаження, з прив'язкою до секторів БС, і використовувати їх при оцінці ефективності радіо планування. Тоді процес планування може бути описаний у вигляді моделі, представленої на Рис.1.

Для розгляду метода секторного аналізу застосуємо наступні параметри інтенсивностей викликів, які потрапляють до БС: вхідні - λ_{MOC} , вихідні - λ_{MTC} й хендоверні - λ_{hand} . Враховуються навантаження в GSM/UMTS та між ними.

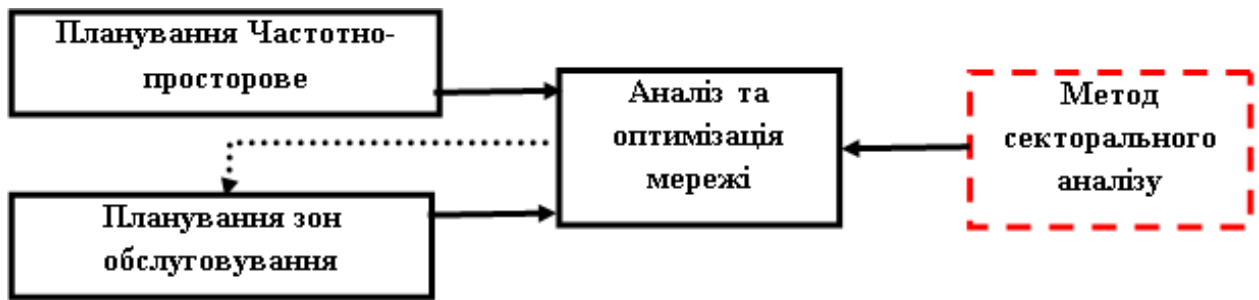


Рис. 1. Метод планування мережі мобільного Оператора

Навантаження в мережі виникає в наступних сценаріях (див. Рис. 2):

1. Виклик ініційований і завершено в одній і тій же соті мережі GSM;
2. Виклик ініційований і завершено в одній і тій же соті мережі UMTS;
3. Виклик ініційований в одній і завершено в іншій соті мережі GSM;
4. Виклик ініційований в соті GSM і завершено в соті мережі UMTS;
5. Виклик ініційований в соті UMTS і завершено в соті мережі GSM;
6. Виклик ініційований в одній і завершено в іншій соте мережі UMTS;
7. Хендовер, що надійшов в соту мережі GSM з сусідніх сот цієї ж мережі і завершився в розглянутій соті (ліній 3);
8. Хендовер, що надійшов в соту мережі GSM з сусідніх сот мережі UMTS і завершився в розглянутій соте (лінія 5);

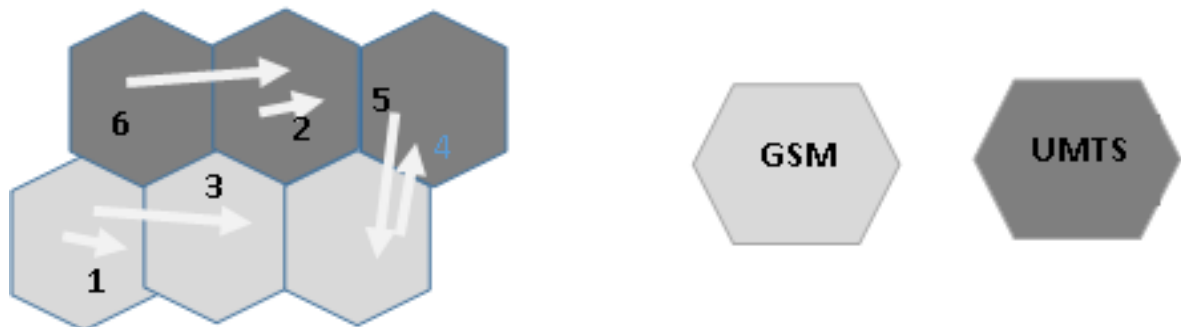


Рис. 2. Сценарії взаємодії в мережі GSM й UMTS при розподілі навантаження.

Для створення математичної моделі введемо, обмеження і допущення:

1. Потоки ініційованих викликів (Mobile Originated Calls і Mobile Terminated Calls) і хендовера (Handover Calls) є пуассоновским з інтенсивностями $\lambda_{\text{МОС}}$ і $\lambda_{\text{МТС}}$ і λ_{hand} . При цьому сумарний потік викликів, що створюють навантаження на базову станцію, так само є пуассоновским як в каналах ТСН (GSM), так і каналах DTCH (UMTS):

$$\lambda = \lambda_{\text{hand}} + \lambda_{\text{МОС}} + \lambda_{\text{МТС}} + \lambda_{\text{hand_DTCH}} + \lambda_{\text{DLCH}} + \lambda_{\text{ULCH}} \quad (1)$$

2. Будь-виклик з інтенсивністю μ_1 завершує обслуговування всередині соти і з інтенсивністю μ_2 переходить на обслуговування в соту іншій мереж (Handover Calls). При цьому, закон розподілу тривалості обслуговування викликів як в соті, так і при хендовері, мають експоненційний розподіл з параметрами μ_1 і μ_2 відповідно. А тривалість заняття радіоканалу визначається сумою цих величин $\mu_1 + \mu_2$ і також має експоненціальний розподіл.

3. Тривалість обслуговування будь-якого виклику описується експоненційним розподілом $\chi(t)$:

$$p_n = \lim_{t \rightarrow \infty} \{X(t) = n\}, n \in X \quad (2)$$

Проаналізуємо приклад реалізації Сценарію 1: хендовер відсутній і не передбачено резервування радіоканалів для вхідного хендовера, а також прийому виклику з мережі UMTS. Для даного сценарію використовуємо модель системи з відмовами, яка описана моделлю Ерланга В [4]. Ймовірність відмови в такій системі може бути описана виразом:

$$p_{lost} = \frac{\frac{(\lambda * \tau)^N}{N!}}{\sum_{n=0}^N \frac{(\lambda * \tau)^n}{n!}} \quad (3)$$

В процесі обслуговування з подіями в соті базової станції можуть відбуватися різні етапи життєвого циклу. Одним з показників, яким нехтують при обліку завантаженості соти - ймовірність того, що за час t всі канали вільні:

$$p_{not_load} = 1 / \left[\sum_{n=0}^N \left(\frac{(\lambda * \tau)^n}{n!} \right) \right] \quad (4)$$

Саме цей показник доцільно використовувати при аналізі завантаженості секторів БС. Також необхідно враховувати, що БС може бути використана в якості транзитної при хендовері (сценарії 7 і 8). З огляду на, що стандартним показником стільниці БС є її завантаження в ЧНН, можна записати вираз для оцінки ймовірності зайнятості k каналів:

$$p_{k_load} = p_{not_load} * \left[\frac{(\lambda * \tau)^k}{k!} \right] \quad (5)$$

Використовуючи (3)-(5) визначимо середнє число зайнятих каналів:

$$\langle k \rangle = p_{not_load} * \sum_{n=1}^N \left[\frac{(\lambda * \tau)^n}{(n-1)!} \right] \quad (6)$$

Даний методу дозволяє визначити перевантажені і недовантажені ділянки мережі, перейшовши від заняття каналів до функціонуючого навантаження в соте БС. А далі, в процесі управління обслуговування заявок, використовувати отримані дані для забезпечення рівномірності завантаження елементів мережі, виявляючи трафік хендовера, «транзитного» між сусідніми БС, який не враховується при стандартному плануванні.

Література

1. Fuchs C., Aschenbruck N., Martini P., Wieneke M. Indoor tracking for mission critical scenarios: A survey // *Pervasive and Mobile Computing*. – 2011. – Т. 7, № 1. – С. 1-15.
2. Syahfrizal Tahcfulloh, Eka Riskayadi, “Optimized Suitable Propagation Model for GSM”, *Telkomnika Indonesian Journal of Electrical Engineering*, Vol.14, No.1:154-162, 2015
3. Segun Isaiah Popoola, and Olasunkanmi Fatai Oseni, “Empirical Path Loss Models for GSM Network Deployment in Makurdi, Nigeria”, *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, Vol.3, 85-94, 2014
4. Гайдамака Ю.В., Зарипова Э.Р., Самуйлов К.Е. Модели обслуживания вызовов в сети сотовой подвижной связи. – М.: Российский университет дружбы народов, 2008, с.76.
5. Романов О. И., Чмиренко О.В., Маньківський В.Б. Оцінка ємності мережі мобільного зв'язку WCDMA. Системи озброєння і військова техніка. №1 (21), 2010, с.184-188
6. Принцип обслуговування потоків у гетерогенному телекомунікаційному середовищі // Скулиш М.А., Романов О.І., Глоба Л.С. // Вчені записки ТНУ, серія: технічні науки, - Том 29 (68) № 2 – 2018 – С. 92-98