

## АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ У МЕРЕЖАХ МОБІЛЬНИХ ОПЕРАТОРІВ, ПОБУДОВАНИХ НА БАЗІ РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Бороздін А.В., студент**

*(ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна)*

### **Загальне формування проблеми.**

Розвиток бездротового зв'язку супроводжується безперервною зміною технологій, в основі яких лежать стандарти стільникового зв'язку GSM і CDMA, а також стандарти систем передачі даних IEEE 802. Історично технології бездротового зв'язку розвивалися по двох незалежних напрямках – системи телефонного зв'язку (стільниковий зв'язок) та системи передачі даних (Wi-Fi, WiMAX). Але останнім часом спостерігається явна тенденція до злиття цих функцій. Більше того, обсяг пакетних даних у мережах стільникового зв'язку третього покоління (3G) вже перевищує обсяг голосового трафіку, що пов'язано з впровадженням технологій HSPA. У свою чергу, сучасні мережі передачі інформації обов'язково забезпечують заданий рівень якості послуг (QoS) для різних видів трафіку. Реалізується підтримка пріоритезації окремих потоків інформації, причому як на мережевому/транспортному рівнях (на рівні TCP/IP), так і на MAC-рівні (стандарти IEEE 802.16). Це дозволяє використовувати їх для надання послуг голосового зв'язку, передачі мультимедійної інформації і т.п.

У зв'язку з цим саме поняття мереж наступного, третього, покоління (3G) нерозривно пов'язано зі створенням універсальних мобільних мультимедійних мереж передачі інформації.

На сьогоднішній день Україна має у своєму розпорядженні зовнішні канали зв'язку з достатньою пропускну здатністю, практично в кожному населеному пункті є провайдери послуг доступу в зовнішню мережу, однак з'єднання між ними й кінцевим споживачем дотепер здійснюється в основному або по комутованих, або по виділених лініях. Як результат – низька швидкість обміну інформацією, ненадійність з'єднання, обмежені можливості підключення. Досить значною проблемою є прокладка кабельних ліній, часом вона неможлива, незручна й економічно недоцільна, особливо у великих містах.

**Мета роботи:** підвищення параметрів якості обслуговування в мережах мобільних операторів на базі фемто-стільників.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) Проаналізувати параметри QoS при впровадженні технології HSPA із використанням фемтостільників
- 2) Вибрати найбільш оптимальну технологію з точки зору забезпечення параметрів QoS.

### **Рішення задач та результати досліджень.**

У мережі GSM не може бути забезпечений необхідний рівень надання високошвидкісних сервісів. Для забезпечення вище заявлених послуг з необхідним рівнем якості необхідна швидкість 1-5 Мбіт/с, при цьому в районі перебуває багато міжнародних транспортних шляхів, на яких абоненти вимагають швидкості передачі даних при русі не менше, ніж 1 Мбіт/с, використовуючи послуги навігації й потокового цифрового телебачення.

По технічних параметрах для передачі даних система UMTS/HSPA виграє у EDGE/GSM. Мережа передачі даних на базі технології HSPA значно перевершує EDGE по швидкості передачі як в умовах низької (14,4 Мбіт/с проти 236,8 кбіт/с), так і в умовах високої мобільності (7,7 Мбіт/с проти 128 кбіт/с), а це означає, що якість послуг передачі даних буде значно вище.

У мережі GSM при оцінці енергетичного балансу радіолінії DL виходимо з того, що при швидкості передачі даних базовою станцією 236,8 кбіт/с, розмір зони обслуговування повинен бути таким же, як і у радіолінії UL, що працює зі швидкістю передачі даних 9,6 кбіт/с. Оскільки на каналах DL використовується вся потужність базової станції для зв'язку з одною абонентською станцією, то розмір зони обслуговування базової станції обмежений каналами UL. У такий спосіб при радіусі стільника більше 200 м швидкість передачі даних буде нестійкою та коливатися в межах від 9,6 до 144 кбіт/с, що не відповідає вимогам як сучасної мобільної мережі передачі даних, так і сучасним телекомунікаціям в цілому.

Пропускна здатність і ємність системи UMTS/HSPA при передачі пакетних даних буде залежати від кількості користувачів, які з поділом у часі використовують основні та додаткові канали; відносних положень мобільних абонентів у межах зони обслуговування (чим ближче абонентська станція перебуває до центра стільника, тим з більшою швидкістю передачі даних вона може отримати обслуговування). Тому при радіусі стільника більше 200 м буде забезпечена швидкість у середньому 1-2 Мбіт/с.

Часто обмін інформацією буде проходити через Інтернет, що вимагає ефективної обробки трафіку TCP/UDP/IP у мережі UMTS/HSPA. У мережі UMTS/HSPA функції забезпечення якості обслуговування (QoS) реалізовані на основі підтримки протоколу IPv6, і тому додатки, критичні до затримки пакетів, такі як передача мови, відеотелефонія, телебачення, будуть здійснюватися із забезпеченням необхідного QoS.

У порівнянні з GSM і іншими наявними на сьогоднішній день мережами мобільного зв'язку UMTS/HSPA має нову й важливу особливість, а саме, дозволяє погоджувати характеристики радіоканалу доступу. Характеристиками передачі, що потребують погодження, можуть служити пропускна здатність, затримка при передачі й імовірність появи помилок у даних. Щоб система успішно працювала, UMTS/HSPA підтримує широкий спектр додатків, що задовольняє самим різним вимогам до якості обслуговування QoS. Канали HSPA, по яких передається інформація мають загальний характер, дозволяють добре забезпечувати існуючі додатки й сприяти розвитку нових додатків.

Обґрунтуємо вибір технології HSPA у порівнянні з іншими технологіями радіодоступу – EDGE, CDMA-2000, LTE, Wi-Max, ґрунтуючись на аналітичних даних [1],[2],[3]. Зведені дані дослідження занесені в таблицю 1 і представлені на рисунках 1-3.

Як показує аналіз основних характеристик мереж 2G/3G/4G найбільші швидкості на рівні доступу зможуть забезпечити технології LTE та Wi-MAX. HSPA-HSPA+ зможуть надати користувачам доступ з максимальною швидкістю 84 Мбіт/с, що достатньо для реалізації необхідних послуг та відповідає рекомендаціям щодо розвитку мереж 3-4G: до 100 Мбіт/с на рівні доступу мобільних мереж та до 1 Гбіт/с на рівні фіксованого доступу [4]. Швидкості більше 100 Мбіт/с на рівні мобільного доступу наврядше знайдуть застосування найближчі 5-10 років. Крім того, LTE та Wi-MAX потребують більш широкої полоси частот (20 МГц та 10 МГц проти 5-15 МГц HSPA) та більших капіталовкладень, а за розрахунками так званих бізнес-кейсів операторів технологія LTE не зможе окупити себе навіть за 7 років [3], тому вона буде впроваджена років через 5 точечно у районах великих міст з підвищеним навантаженням. Технологія LTE-Advanced та Wi-MAX 802.16m можуть бути використані в майбутньому для обміну інформацією між Node-B на транспортному рівні мережі. Технології 2G взагалі не відповідають не по одному з показників сучасному рівню розвитку телекомунікацій, особливо з точки зору потреб високошвидкісної передачі даних. Крім того, технологія UMTS/HSPA має перевагу по кількості наявних терміналів. Кількість терміналів LTE, а саме модемів, дорівнює 2. Телефонів LTE на ринку не представлено не тільки в Україні, а й в світі.

Таблиця 1 – Результати аналізу перспектив впровадження/розвитку 2G-4G технологій в Україні

	EDGE	EDGE, class32	CDMA-2000	UMTS/WCDMA	UMTS/HSPA	UMTS/HSPA+	LTE	Wi-MAX
Швидкість UL, Мбіт/с	0,236	0,474	3,1	0,384	14,4	84	26	128
Швидкість DL, Мбіт/с	0,096	0,096	1,8	0,128	5,76	23	6	26
Рівень складності при плануванні (від 1 до 10)	1	1	3	5	5	5	0	8
Капіталовкладення в інфраструктуру мережі (від 1 до 10)	2	2	5	5	7	7		10
Наявність частотного ресурса в Україні (кількість доступних смуг частот 5 МГц FDD)	0	0	3	3	3	3	3	2
Кількість необхідних смуг частот 5 МГц	2	2	3	3	3	3	4	2
Щільність базових станцій (від 1 до 10)	5	5	5	7	9	9	0	10
Окупність (від 1 до 10)	7	7	3	3	10	8	2	1
Наявність абонентських терміналів (кількість доступних в Україні)	1356	854	543	345	567	12	2	4

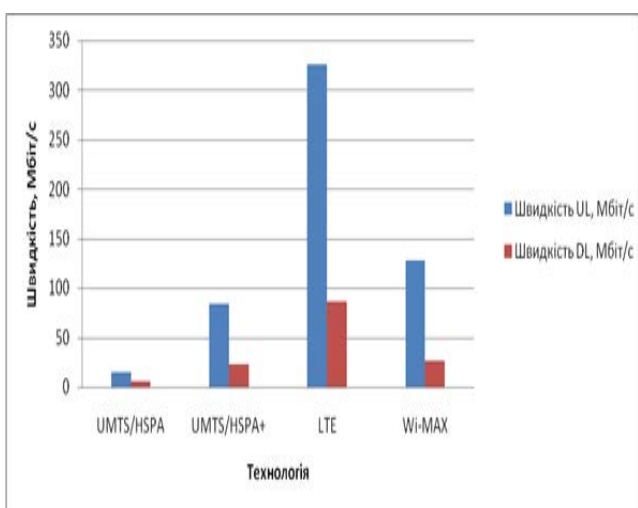
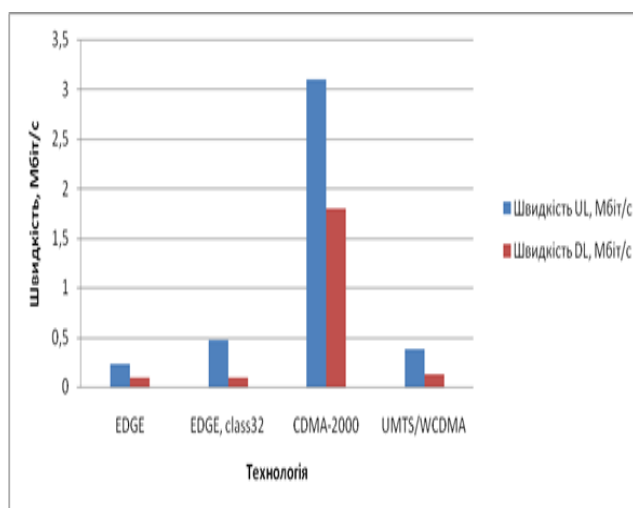


Рисунок 1 – Швидкість в Uplink і Downlink для технологій 2,5G-3G,3,5G-4G

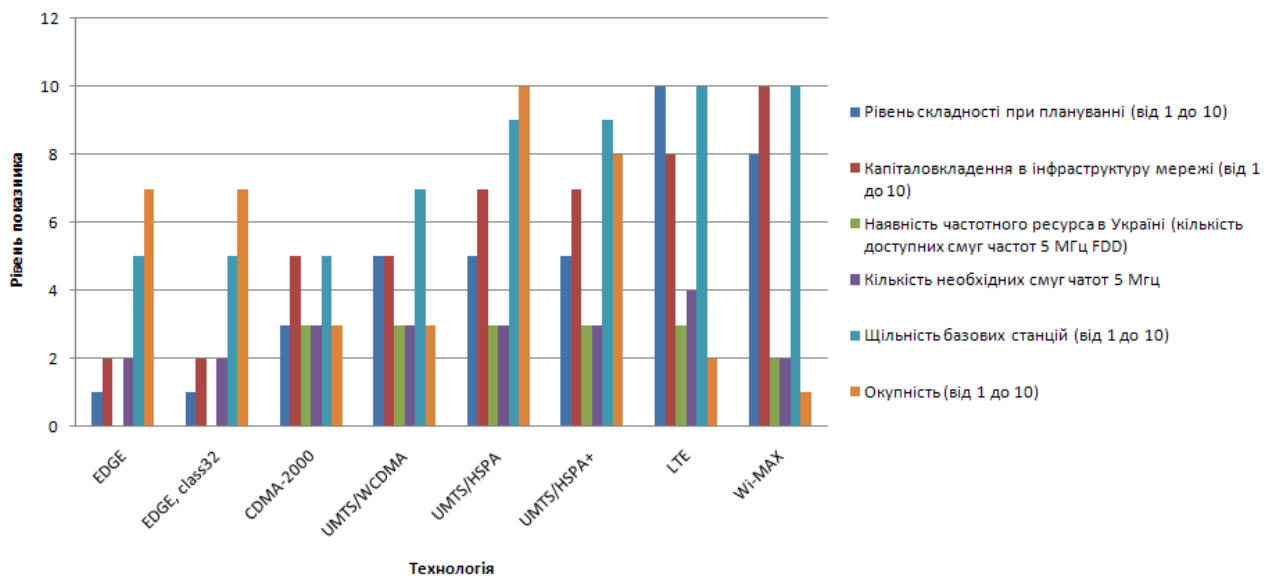


Рисунок 2 – Порівняльний аналіз основних характеристик впровадження/розвитку мереж 2G/3G/4G

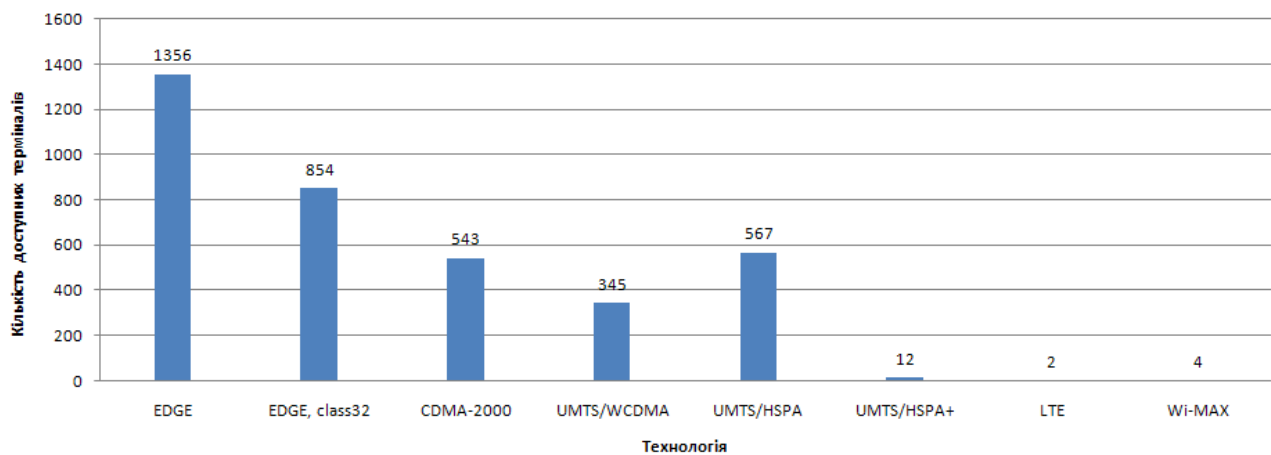


Рисунок 3 – Порівняльний аналіз наявності абонентських терміналів з підтримкою технологій 2G/3G/4G

## Висновки

Були розглянуті основні параметри QoS для впровадження різних технологій із використанням фемтостільників. Було виявлено, що для розробки мережі раціональним є вибір технології UMTS/HSPA, як найбільш вірогідного шляху розвитку мобільних мереж в Україні за всіма аспектами.

## Перелік посилань

1. Ojanperä, T. and Prasad, R., Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications, Artech House, 1998.
2. Saunders, S., Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems, John Wiley & Sons, 1999.
3. Wacker, A., Laiho-Steffens, J., Sipilä, K. and Heiska, K., «The Impact of the Base Station Sectorisation on WCDMA Radio Network Performance», Proceedings of VTC'99, Houston, Texas, May 1999, pp. 2611-2615.
4. М. Ван Стеен, Э. Таненбаум. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. :Пер. с англ. – СПб.:Издательство «Питер», 2003. –880 с.