

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ КОМІРКИ UMTS

*Розглянуто технологію мобільного зв'язку третього покоління UMTS, основні залежності та методику розрахунків параметрів. Описано метод тестування послуг, що надаються оператором. Наводяться результати дослідження швидкості передачі даних в мережі методом тестування 3G ORANGE GSM Польща в м.Сєрадз та його околицях.*

*Technology of mobile communication of the third generation of UMTS, basic dependences and method, is considered calculation of parameters. The method of testing of services which are given an operator is described. Results over of research of speed are brought transmissions given in a network by the method of testing of 3g of ORANGE GSM Poland in Seradz city and his fence surrounding a village.*

### 1. ВСТУП

Офіційно затверджений стандарт стільникової телефонії третьої генерації США визначається як IMT-2000. Європейським варіантом цього стандарту є UMTS (ang. Universal Mobile Telecommunications System) – Універсальна Система Рухомої Телекомунікації.

UMTS робить можливою реалізацію мультимедійних послуг, які не дозволяли системи другої генерації, а також створює можливості для застосування цілком нових послуг, поєднує можливості наземних і супутникових компонентів і тим самим відкриває перспективу створення глобальних мереж. З послуг системи UMTS можна користуватися майже в усіх областях життя, а комунікація з Інтернетом додатково розширює можливості системи. Плата за користування з сервісів UMTS проводиться за кількість пересланої інформації і якість послуг, а не за час з'єднання, що значно вигідніше для споживача.

Метою роботи є аналіз пропускної здатності комірки UMTS в залежність від умов, відстаней від базової станції та кількості користувачів у комірці.

---

<sup>1</sup> Українська академія друкарства

<sup>2</sup> ВАТ «Укртелеком»

## 2. МОЖЛИВОСТІ СИСТЕМ ТРЕТЬОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

У порівнянні з технологіями 2G (GSM) і 2,5G (GPRS, EDGE), лише UMTS відповідає на потреби дійсно мобільних абонентів. Таблиця показує відмінності в споживчих параметрах мереж, що використовують різні технології радіодоступу.

	GSM	GPRS	UMTS
Пересилання текстового файлу (300 КБ)	4 хв. 16 с	21 с	1,2 с
Пересилання музичного файлу (5МБ)	1 год. 12 хв.	6 хв.	20 с
Записування великого фільму (15 МБ)	3 год. 38 хв.	18 хв.	60 с

UMTS виступає як одна з найважливіших технологій, яка вводить нову якість – Мобільний Інтернет, інтерактивні з'єднання і персоналізацію зі свободою мобільності для споживача, рис.1 [1].

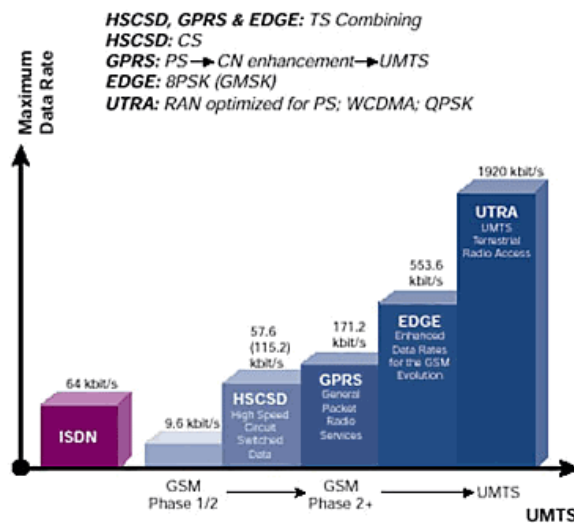


Рис.1. Еволюція мобільних стандартів

Замовлення на послуги мобільного Інтернету є фактом – вже сьогодні мільйони абонентів використовують стільникові телефони для пересилання перших мультимедійних файлів і з'єднання з мережами даних. Згідно з існуючими прогнозами, впродовж 3 років число споживачів мобільного Інтернету перевершить число абонентів, що з'єднуються за допомогою комп'ютера.

При проектуванні системи UMTS слід розглянути можливість сумісної роботи з найбільш використовуваною системою телефонії другої генерації, або GSM. Це дозволить використання інвестицій вже зроблених при інсталяції системи GSM, а також дозволить плавний перехід до функціонування системи UMTS.

Враховуючи застосування різних методів передачі, загальні властивості цих систем сформовані у вищих шарах структури протоколів OSI. У UMTS подібно як в GSM прийнято, що всі сигнали тактування, генеруються із загальної синхронізації з частотою 13 або 26 МГц.

„Основою технології UMTS є забезпечення інтегрованого цифрового зв'язку з максимальною пропускною здатністю до 2 Mb/s” [2]. Спроектовані структури обіймають одночасно традиційні провідні мережі, мережу наземних відправних станцій і сукупність супутників. Диференційовані способи комунікації повинні забезпечувати безвідмовний, незалежний від атмосферних умов глобальний зв'язок. Під час введення систем третьої генерації передбачається ієрархічний поділ обслуговуваної території на різні зони відносно максимального трансферу і допустимої швидкості переміщення абонента.

Якнайменшим фрагментом мережі UMTS буде так звана пікокомірка, обіймаюча простір радіусом не більше кілька десятків метрів. Такі рішення застосовуються перш за все в місцях з дуже великим напруженням телекомунікаційного трафіку, таких як аеропорти, адміністративні будівлі, установи чи житлові будинки. У цих одиницях мережі пропускна здатність буде найбільша і досягне величини до 2 Mb/s. У просторі пікокомірки, враховуючи невелику віддаленість особистого терміналу від відправної станції, здатність до безвідмовної передачі при русі обмежена 10 км/год.

Більшою одиницею систем третьої генерації є мікрокомірка (microcell), з межами не більшими ніж 1 км від передавача. Обіймає міські простори де є багато споживачів – швидкість передачі буде в межах 384 Kb/s – 2 Mb/s. Разом із зростанням віддаленості від базової станції допустима швидкість руху споживача зростає і для мікрокомірки досягає вже величини 100 км/год.

Загальноміськими (до 40 км) межами розпоряджаються макрокомірки (macrocells), простір країни натомість покривають мегакомірки (megacells). Для зв'язку в межах цих структур швидкість передачі значно знижується (максимальна швидкість 384 Kb/s), проте обмеження до швидкості руху рухомої станції практично відсутні.

Найбільш важливі властивості системи UMTS це:

– інтеграція різних методів радіодоступу в один зв'язаний механізм глобального сполучення

- поєднання послуг, запропонованих у вузькосмугових і широко-  
смугових системах, доступних з рухомого терміналу
- узгодження платформ перенесення (roaming) зв'язку з різними си-  
стемами і операторами
- співпраця терміналів з різними типами наземних мереж інтелегент-  
них IN (Intelligent Network)
- пристосовування рухомих терміналів для роботи з різними типа-  
ми стільникових мереж (Multimode Terminals)
- покращення ідентифікації терміналів і споживачів за допомогою  
карт ідентифікації SIM (Subscriber Identity Module) для різних абонентсь-  
ких середовищ[3].

Виходячи тільки з перерахованих переваг, що відносяться до взає-  
мов'язків і роботи з іншими технологіями, за UMTS – майбутнє без-  
провідного зв'язку.

В роботі отримані залежності сумарної пропускної здатності комі-  
рки HSDPA від потужності базової станції згідно енергетико-  
швидкісного співвідношення для радіоінтерфейсу UMTS. Наглядно  
показана швидкість підключення та скачування з мережі Інтернет за  
допомогою технології 3G.

### 3. ПОСТАНОВКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Основною метою роботи, що описана в статті було дослідження  
швидкості передачі даних UMTS, в залежності від відстані розташу-  
вання абонента від базової станції та рельєфу середовища в якому  
здійснюється прийом-передача даних. Об'єктом досліджень було об-  
рано м.Серадза (Польща), всі проведені виміри проведено в приміщен-  
ні, що, можливо, дещо вплинуло на результат.

Радіоінтерфейс системи UMTS, заснований на принципі множин-  
ного доступу з кодовим розділенням каналів, має цілий ряд принципо-  
вих відмінностей від радіоінтерфейсу GSM. Проте для планування ра-  
діомереж UMTS і оцінки умов електромагнітної сумісності важливи-  
ми, перш за все, є його енергетико-швидкісні характеристики. Аналіз  
показує, що з цієї точки зору головною особливістю радіоінтерфейсу  
UMTS є динамічний характер зміни енергетико-швидкісних співвід-  
ношень в радіомережі із збалансованим енергетичним ресурсом. Така  
поведінка радіоінтерфейсу UMTS обумовлена наявністю внутрісисте-  
мних перешкод від власних користувачів мережі. З одного боку, рівень  
внутрісистемних перешкод залежить від ступеня завантаження комі-  
рки мережі, а з іншого боку, визначає розмір зони обслуговування, ви-  
магаючи додаткового енергетичного ресурсу для компенсації цих пе-  
решкод. Порушення сталого енергетичного балансу відбувається при

зміні абонентського навантаження в комірці, прикладом може бути поява нового абонента, або зміні віддаленості абонентів від базової станції.

Графік залежності сумарної пропускної здатності від радіусу комірок отриманий із нижче наведених формул. Результати розрахунку реального числа призначених для користувача каналів  $N$  по (1), впливає з формули енергетико-швидкісного співвідношення (2), враховуючи, що коефіцієнт підсилення антен, використовуваних сьогодні в мобільній станції (MS), рівний одиниці, та приведені на рис. 2 для фіксованого значення  $\eta_{DL} = 0,5$  і різних значень потужності випромінювання базової станції (BS).

$$N = \frac{P_{\Sigma} \cdot (1 - \eta_{DL}) \cdot G_{BS}}{P_N \cdot L(d)} \cdot \left( \frac{16}{(E_b/N_0) \cdot \nu} + \alpha \right), \quad (1)$$

$$\left( \frac{E_b}{N_0} \right)_j \leq \frac{\left( \frac{P_j G_{BS_j} G_{MS_j}}{L(d_{jj})} \right) \cdot \frac{1}{\nu_j}}{P_N + \frac{P_{\Sigma othj}}{L(d_{mj})} + \alpha_j \cdot \frac{(P_{\Sigma} + P_j \cdot G_{BS_j} \cdot G_{MS_j})}{L(d_{jj})}}, \quad (2)$$

де  $(E_b/N_0)_j$  – відношення енергії сигналу на біт до спектральної щільності шуму на вході приймача  $j$ -го користувача, потрібне для забезпечення заданої якості послуги (наприклад, для забезпечення заданої вірогідності помилки біту);

$\frac{P_j G_{BS_j} G_{MS_j}}{L(d_j)}$  – потужність корисного сигналу на вході приймача  $j$ -го користувача.

Визначається потужністю випромінювання BS для цього користувача –  $P_j$ , коефіцієнтами підсилення антен – BS і MS  $G_{BS_j}$  і  $G_{MS_j}$  відповідно, а також втратами на трасі розповсюдження сигналу –  $L(d_{jj})$ , залежними від відстані –  $d$  мобільної станції від базової.

$\nu_j$  – коефіцієнт активності  $j$ -го абонента. У (2) даний параметр використовується для усереднення потужності випромінювання BS на інтервалі передачі.

$\nu_j = 0,67$  – для мови з урахуванням 50%-й активності і додаткових витрат на режим переривистої мови;

$\nu_j = 1,0$  – для передачі даних;

$Gp_j = W/R_j$  – виграш за рахунок розширення спектру сигналу, рівний коефіцієнту розширення, що вказує на кількість ортогональних канальних кодів;

$W$  – швидкість передачі чіп, для UMTS  $W = 3,84$  Мчп/с;

$R_j$  – швидкість передачі даних (біт) для  $j$ -го абонента (залежить від виду послуги);

$\alpha_j$  – коефіцієнт ортогональності коду  $j$ -го каналу, залежить від багатопроменевості в каналі, якщо  $\alpha_j = 0$  сигнали ортогональні,  $0 < \alpha_j < 1$  – сигнали "менш ортогональні". Середній коефіцієнт ортогональності рівний:

0,6 – для з'єднання з рухомих абонентом;

0,2 – для з'єднання з пішоходом);

$PN$  – потужність шуму в приймачі MS;

$P_\Sigma = \sum_{j=1}^N P_j$  – сумарна потужність випромінювання BS, потрібна

для активних каналів кількістю  $N$  (користувачів);

$P_{oth_j}$  – сумарні завади від сусідніх комірок мережі UMTS на вході приймача  $j$ -ї MS.

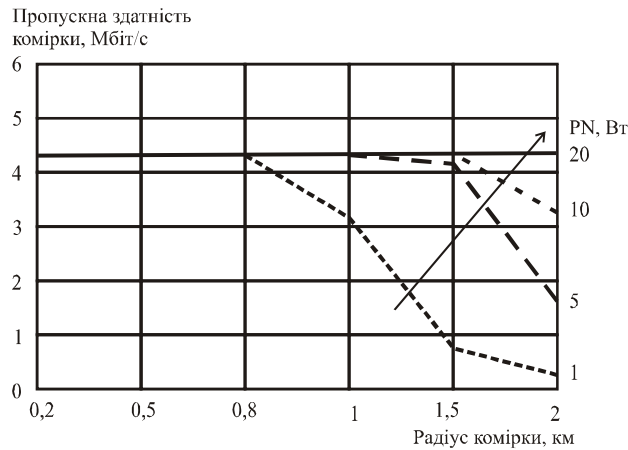


Рис. 2. Залежність пропускної здатності комірки від її радіусу

Дослідження реальної швидкості передачі даних UMTS, як уже вказано, проводились на околицях м.Серадза (Польща). Для цього було використано:

- карта Novatel Merlin XU870 ExpressCard;  
 - ноутбук Acer Aspire 7520G-502G32Mi з операційною системою Windows XP.

Таблиця 1

Результати вимірювань

Вид вимірювання	с. Гетьманське	с. Каштанове	с. В'язальник
Середня номінальна швидкість доступу до Інтернету [4]	374 kB/s	343kB/s	562kB/s
Отримання „Gadu-gadu7.0”[5]	4,14 MB за 34s – 124kB/s	4,14MB за 18s – 235kB/s	4,14MB за 43s – 235kB/s
Отримання „Тариф послуг”[6]	2,11 MB за 19s – 114kB/s	2,11MB за 23s – 94,3kB/s	2,11MB за 23s – 96,7kB/s
Отримання „Програма FLASHFXP”[7]	3,66 MB за 1хв3с – 63,1kB/s	3,66 MB за 25с – 159 kB/s	3,66 MB за 38с – 104 kB/s

Були вибрані усереднені результати досліджень, щоб зменшити ймовірність похибки.

#### 4. ВИСНОВКИ

Складний взаємний зв'язок параметрів радіомережі UMTS може мати істотний вплив на якість її роботи і не враховувати їх не можна. Так, при неврахуванні можливих обмежень потужності випромінювання BS, введених за умовами електромагнітної сумісності, пропускна здатність мережі може бути значно менше очікуваної.

У випадку тестів отримання даних в мережі 3G UMTS ORANGE, слід підкреслити, що результати які торкаються швидкості передачі даних, мають характер оцінок. Проте отриманий час і швидкості схожі на запропоновані в мережі ORANGE [5]. Відмінності можуть витікати із використання різних терміналів UMTS, а також завантаження мережі, тому дослідження було проведено поза годинами найбільшого навантаження у вечірні години. З дослідження витікає, що з селища, яке віддалене якнайдалі від передавачів, отримано найкращі результати. Це зумовлено тим, що воно розташоване на схилі та має великий вільний простір у напрямку BS.

1. [www.ericson.com](http://www.ericson.com) 2. Кааранен Х. *Cemu UMTS. Архитектура, мобильность, сервисы.*, изд. Техносфера, 2007. 3. *Woczyński. T; Janoś. T; Kaczmarek. S.* „*Vademecum Teleinformatyka II*” 4. <http://www.numion.com/YourSpeed> 5. <http://www.gadu-gadu.pl/> 6. <http://www.orange.pl> 7. <http://www.dobre-programy.pl>