

ЗМІСТ

9 МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ	4
9.1 Загальні відомості про мережі мобільного зв'язку.....	4
9.1.1 Стільникові мережі мобільного зв'язку.....	4
9.1.2 Супутникові мережі.....	6
9.1.3 Бездротова локальна мережа.....	6
9.1.4 Транкінговий зв'язок	7
9.1.5 Модель швидкість проти мобільності.....	7
9.1.6 Висновки	9
9.1.7 Контрольні завдання та запитання	9
9.2 Стандарт GSM	10
9.2.1 Історія	10
9.2.2 Технічні подробиці.....	11
9.2.3 Специфікації	14
9.2.4 Висновки	15
9.2.5 Контрольні завдання та запитання	15
9.3 GSM послуги.....	16
9.3.1 Доступ до мережі GSM.....	16
9.3.2 Голосові дзвінки	17
9.3.3 Передача даних.....	20
9.3.4 Додаткові послуги мережі	22
9.3.5 Висновки	23
9.3.6 Контрольні завдання та запитання	23
9.4 Мобільний телефон	24
9.4.1 Історія	24
9.4.2 Використання.....	25
9.4.3 Телефони	25
9.4.4 Порівняння з аналогічними системами.....	31
9.4.5 Конфіденційність	31
9.4.6 Ризики для здоров'я.....	32
9.4.7 Обмеження на використання.....	32
9.4.8 Висновки	33
9.4.9 Контрольні завдання та запитання	33
9.5 Модуль ідентифікації абонента	34
9.5.1 Технологія смарт-карт	34
9.5.2 Стандарти і мобільні телефони.....	35

9.5.3	Операційні системи.....	36
9.5.4	Дані	37
9.5.6	Японські та Фінські варіанти	39
9.5.7	Висновки	40
9.5.8	Контрольні завдання та запитання	40
9.6	Стандарти третього покоління мобільного зв'язку IMT-2000.....	41
9.6.1	Огляд.....	41
9.6.2	Історія	42
9.6.3	Особливості.....	45
9.6.4	Еволюція від другого покоління 2G	45
9.6.5	Еволюція в напрямку четвертого покоління 4G.	46
9.6.6	Висновки	47
9.6.7	Контрольні завдання та запитання	47
9.7	Мережа універсального мобільного зв'язку UMTS.....	48
9.7.1	Особливості.....	48
9.7.2	Технологія	49
9.7.3	Виділення частот.	51
9.7.4	Взаємодія і глобальний роумінг.	53
9.7.5	Конкуруючі стандарти	54
9.7.7	Висновки	57
9.7.8	Контрольні завдання та запитання	57
9.8	Американська система стільникового зв'язку CDMA2000.....	58
9.8.1	Особливості різних типів CDMA2000.....	58
9.8.2	Країни, які мають оператора CDMA2000	60
9.8.3	Висновки	64
9.8.4	Контрольні завдання та запитання	64
9.9	Перспектива розвитку мереж 3GPP LTE Advanced	65
9.9.1	Огляд.....	65
9.9.2	Поточний стан	66
9.9.3	План виконання проекту	67
9.9.4	Розбудова мережі виключно на Інтернет протоколі AIPN	67
9.9.5	Радіочастотний інтерфейс E-UTRAN.....	67
9.9.6	Радіочастотний план.	69
9.9.7	Демонстрація технології.....	69
9.9.8	Сприйняття мереж 3GPP операторами мобільного зв'язку	71
9.9.9	Висновки	72
9.9.10	Контрольні завдання та запитання	72
9.10	Бездротова локальна мережа стандарту IEEE802.11	73

9.10.1 Загальний опис	73
9.10.2 Протоколи	74
9.10.3 Канали і міжнародна сумісність	76
9.10.4 Формат пакетів	77
9.10.5 Термінологія	80
9.10.6 Громадські мережі.....	80
9.10.7 Безпека мереж	80
9.10.8 Висновки	81
9.10.9 Контрольні завдання та запитання	81
9.11 Супутникові мережі зв'язку і навігації	82
9.11.1 Геоестаціонарний супутниковий зв'язок.....	82
9.11.2 Низькоорбітальні супутникові мережі	83
9.11.3 Односторонні послуги	84
9.11.4 Вартість супутникового телефону.....	84
9.11.5 Віртуальний код країни	85
9.11.6 Вартість виклику	85
9.11.7 Робота систем у разі стихійних лих.....	86
9.11.8 Висновки	86
9.11.9 Контрольні завдання та запитання	86
9.12 Транкінговий зв'язок	87
9.12.1 Введення.....	87
9.12.2 Селективний виклик.....	88
9.12.3 Модуляція	88
9.12.4 Система для приватного мобільного радіозв'язку TETRA.....	89
9.12.5 Застосування стандарту MPT1327 для транкінгового зв'язку.....	89
9.12.6 Порівняльна характеристика розглянутих типів мереж.....	92
9.12.7 Контрольні завдання та запитання	94
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	95
ПЕРЕЛІК ІЛЮСТРАЦІЙ.....	99
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	100

9 МЕРЕЖІ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Мережі мобільного зв'язку призначені для передачі даних і забезпечення рухомих і стаціонарних абонентів телефонним зв'язком. Сучасні міжнародні стандарти вимагають дотримуватися наступної послідовності кроків щодо розгляду систем зв'язку: перший крок – розглянути мережу з точки зору користувача; другий крок – описати функціональну схему і потім відповідні протоколи. Об'єм розділу дозволяє виконати лише перший крок і розглянути мережі мобільного зв'язку з точки зору користувача. Аналіз виконано для двох ключових протилежних характеристик сучасних систем мобільного зв'язку: мобільності абонентів та швидкості передавання даних. Для виконання наступних кроків необхідно опанувати нову методологію розробки цифрових апаратних засобів, яка впроваджена в галузі на межі тисячоліть і без володіння якою не можливо зрозуміти сучасні стандарти, тобто специфікації за якими сьогодні розробляється, виготовляється та експлуатується обладнання мереж. Крім цього необхідно вивчити принцип побудови програмного забезпечення. В цьому розділі запропонована модель, яка дозволяє з єдиної позиції викласти мінімально необхідні відомості щодо апаратного та програмного забезпечення сучасних систем. Модель необхідна фахівцям для дослідження і розробки, виготовлення та експлуатації обладнання мереж мобільного зв'язку. В даному підрозділі всі сучасні системи мобільного зв'язку розташовані між двома лідерами: глобальною системою мобільного зв'язку стандарту GSM, яка надає абоненту найбільшу мобільність та бездротовою локальною обчислювальною мережею стандарту WiFi, яка надає абоненту найбільшу швидкість передавання даних.

9.1 Загальні відомості про мережі мобільного зв'язку

Мобільні телекомунікації призначені для зв'язку користувачів за допомогою передачі сигналів на відстань між мобільними пристроями (1). Мобільні телекомунікаційні технології дозволяють користувачеві бути на зв'язку перебуваючи в дорозі, вдома, офісі, автомобілі або навіть у морі. У 2008 році було 4.1 мільярда мобільних стільникових абонентів у світі (2).

Мобільні телекомунікації здатні зробити значний внесок у соціально-економічний розвиток, особливо в країнах, що розвиваються, із-за здатності створити міст над неіснуючою дротовою телекомунікаційною мережею між транспортною інфраструктурою та системою надання різних послуг безпосередньо кінцевому користувачеві. У регіонах, що розвиваються, таких як Африка, мобільні телекомунікації допомагають боротися з політичною корупцією (3).

9.1.1 Стільникові мережі мобільного зв'язку.

Стільниковий мобільний зв'язок заснований на розташуванні багатьох базових станцій в країні з метою забезпечення належного охоплення зони покриття мобільного зв'язку і пропонує необхідні послуги доступним абонентам. Така мобільна послуга почалася наприкінці 70-х і початку 80-х і з того часу до цих пір відбулася велика еволюція, яка змінила обличчя цієї

послуги від зручності використання і вартості до якості і кількості варіантів послуг, які вона пропонує. Нижче ми побачимо розвиток різних поколінь мобільного зв'язку через історію цієї служби.

Перше покоління (1G).

На початку аналогові системи були запропоновані для підтримки основних голосових послуг для користувачів, такі як AMPS в Північній Америці, NMT в деяких частинах Європи і TACS у Європі, Близькому Сході і Азії. Мережі 1G відносяться до першого покоління бездротових телефонних технологій, мобільного зв'язку. Ці аналогові телекомунікаційні стандарти, які були введені в 1980 році, застосовувались доки не були введені 2G цифрові телекомунікації. Основна різниця між цими двома системами мобільного телефонного зв'язку, 1G і 2G, є те, що сигнали 1G мереж є аналоговими, а мереж 2G є цифровими.

Друге покоління (2G).

На початку 1980-х років мережі нового покоління були засновані в Європі. Нова мережа була заснована на технологіях глобальної системи мобільного зв'язку (GSM), вона мала можливість підвищити якість голосового зв'язку, номінально пропонувала послугу передавання коротких повідомлень (SMS) і мала можливість передавання даних на дуже низькій швидкості. Все було зроблено з помітним скороченням абонентської платні. Згодом ця технологія дозволила досягти більш високої швидкості даних, що досягла позначки 384 кбіт/с з впровадженням технології EDGE в кінці 90-х років минулого століття. Ці параметри були також досягненні в інших частинах світу за допомогою інших технологій (CDMA, DAMPS).

Друге покоління стільникових телекомунікаційних мереж 2G запустили в комерційну експлуатацію в Фінляндії (тепер частина Elisa Oyj) в 1991 році, при цьому був застосований стандарт GSM. Мережі 2G мають три основні переваги над своїми попередниками: телефонні розмови зашифровані цифровими методами; 2G системи значно ефективніші за спектром, а тому дозволяють залишатися на зв'язку віддаленим мобільним телефонам та досягти значно більшого рівня проникнення сигналів; 2G вперше представив послуги передачі даних для мобільних пристроїв, починаючи з SMS повідомлень.

Після початку проекту 2G, попередні системи мобільного телефонного зв'язку були ретроспективно названі 1G. Хоча радіосигнали 1G мереж є аналоговими, а мереж 2G є цифровими, в обох системах використовують цифрову сигналізацію для підключення радіо веж (яка прослуховують телефони) до інших частин системи телефонного зв'язку.

Третє покоління (3G).

У 1990-х роках минулого століття почалися дослідження з метою розробки більш швидкісної і якісної мережі, яка б змогла підтримувати послуги подібні до відео-дзвінків, потокового відео, мобільних ігор і швидкого Інтернету. Це призвело до введення стандарту 3-го покоління мобільного телефонного зв'язку (UMTS) з використанням цього зв'язку Інтернет може досягати швидкості до 14,4 Мбіт/с за поліпшеною технологією HSPA. Ця

технологія може пропонувати широкопasmові послуги для мобільних користувачів і дозволяє їм бути завжди на зв'язку, перебуваючи в дорозі.

Технологія 3G є третім поколінням стандартів на телекомунікаційну апаратуру і це загальна технологія для мобільних мереж, що заміняє 2G. Вона заснована на сімействі стандартів Міжнародного союзу електрозв'язку (ITU) в рамках IMT-2000 (4).

Мережі 3G дозволяють операторам мереж пропонувати користувачам більш широкий діапазон більш просунутих послуг при одночасному підвищенні пропускної здатності мережі шляхом поліпшення спектральної ефективності. Послуги включають в себе широку область бездротової передачі голосу телефоном, відео-дзвінки, а також широкопasmовий бездротовий обмін даними, і все це в мобільному середовищі. Додаткові можливості включають також технологію HSPA передачі даних, яка здатна підвищити швидкість передавання даних до 14,4 Мбіт/с в спадному каналі і 5,8 Мбіт/с в висхідному каналі.

На відміну від мережі стандарту IEEE802.11, яку зазвичай називають Wi-Fi або WLAN мережами, 3G мережі це стільникові телефонні мережі, що охоплюють велику територію, які розвиваються для об'єднання високошвидкісного доступу в Інтернет і відео-телефонії. Мережі IEEE802.11 мають невелику дальність дії, високу пропускну здатність, ці мережі в першу чергу розроблені для передачі даних.

Четверте покоління (4G).

Наступний крок еволюції, який, як очікується, скоро буде зроблений, це 4-е покоління, яке засноване на LTE (Long Term Evolution) і WiMax технологіях. Очікується, що швидкість в Інтернеті досягне 233 Мбіт/с для мобільних користувачів.

4G, аббревіатура для четвертого покоління, цей термін використовується для опису наступної повної еволюції в області бездротового зв'язку. Система 4G передбачає повну заміну для існуючих мереж і вона буде в змозі забезпечити всеосяжні і безпечні IP рішення в галузі телефонії, передачі даних і потокових мультимедійних послуг, які можна буде надати користувачам будь-коли та де завгодно, і на набагато більш високій швидкості передачі даних в порівнянні з попередніми поколіннями (5).

9.1.2 Супутникові мережі.

Мобільні телекомунікації через супутник: дана технологія роботи з послугами, що пропонуються для літаків і суден, які не охоплені нормальними стільниковими мережами. Ці технології ще дуже обмежені як комерційні послуги (система Thuraya є гарним прикладом для мобільних операторів, що пропонують супутникові мобільні послуги для кінцевих користувачів).

9.1.3 Бездротова локальна мережа

Мережа Wi-Fi є класом пристроїв бездротової локальної мережі (WLAN) на базі стандарту IEEE 802.11. Сьогодні, Wi-Fi пристрої встановлені в багатьох персональних комп'ютерах, ігрових консолях, смартфонах, принтерах та інших периферійних пристроях, і практично всіх ноутбуках чи комп'ютерах, розміром

з долоню.

З-за тісного зв'язку зі своїм основним стандартом, термін Wi-Fi часто використовується громадськістю як синонім для технології IEEE 802.11 (1) (2). Однак, Wi-Fi є товарним знаком в організації Wi-Fi Alliance, глобальному некомерційному об'єднанні компаній, що сприяє технологіям WLAN та сертифікує продукти Wi-Fi-CERTIFIED, якщо вони відповідають певним стандартам експлуатаційної сумісності. Не кожен IEEE 802.11-сумісний пристрій сертифікований Wi-Fi Alliance, іноді з-за витрат, пов'язаних з процесом сертифікації. Відсутність Wi-Fi логотипу не означає, що пристрій не є сумісним з Wi-Fi-сертифікованим пристроєм.

9.1.4 Транкінговий зв'язок

Транкінгова система являє собою тип радіосистеми, яка управляється комп'ютером. Транкінгові системи використовують кілька каналів (фактично частот), і можуть мати практично необмежені групи для розмов. Комп'ютерне управління каналом відправляє пакети даних, які дозволяють членам групи говорити разом, незалежно від частоти. Основна мета такої системи є ефективність, багато людей можуть виконувати багато бесід, причому застосовується лише кілька різних частот (6). Транкінговий зв'язок використовується в багатьох державних структурах, щоб забезпечити двосторонній зв'язок для пожежників, поліції та інших комунальних служб, які всі поділяють спектр, який виділяється на місто, графство, або інший об'єкт.

У 1997 році радіо сканери сумісні з транкінговими системами з'явилися на ринку. Однією з перших компаній, яка вивела ці пристрої на ринок, була Uniden, яка надала торгову марку терміну відстеження транкінгу 5 грудня 1997 року (7).

Інший термін пов'язаний з транкінговими зв'язком це професійне мобільне радіо (Professional Mobile Radio), також відоме як приватний мобільний радіозв'язок (PMR) у Великобританії та сухопутне мобільне радіо (LMR) в Північній Америці. Це область радіозв'язку, яка використовує портативні, мобільні, базові станції, а також консольні радіостанції для логістики, а іноді стандарти MPT-1327, TETRA і APCO 25, які розроблені для виключного використання конкретними організаціями. Типовими прикладами є радіосистеми, що використовуються поліцією і бригадами пожежників. Ключові особливості професійних мобільних систем радіозв'язку, можуть включати: зв'язок типу багато точок точка (на відміну від стільникових телефонів, які підтримують в основному зв'язок типу точка-точка); натисніть для розмови, відпустіть щоб слухати - одним натисненням кнопки відкривається зв'язок на частоті каналу радіо; великі площі охоплення однією базовою станцією; закрита група користувачів; використання смуг частот VHF та UHF.

9.1.5 Модель швидкість проти мобільності

Пропонується наступна модель швидкість проти мобільності. Швидкість це максимальна швидкість передавання даних в мережі, яка визначається в мільйонах бітів в секунду. Мобільність це максимальна швидкість руху

транспортного засобу в мережі, при якій гарантуються параметри встановленого обладнання для зв'язку, визначається в метрах в секунду. Для розрахунку пропонується наступний вираз

(Формула 1)

$$y = \frac{aW}{x},$$

де W – ширина смуги радіочастотного каналу, Гц,

y – максимальна швидкість передавання даних в мережі, Мбіт/с,

x – максимальна швидкість руху транспортного засобу в мережі, м/с,

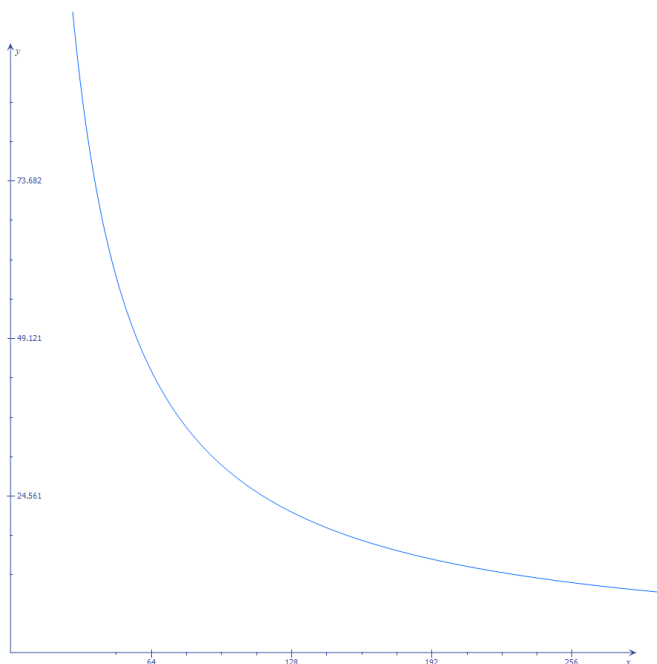
a – константа, мбіт/с.

Константа може бути розрахована у відповідності до теореми 17 роботи Клода Шеннона «Математична теорія зв'язку» (8). Більш детальні інструкції можна отримати в розділі «Теорема Шеннона-Хартли щодо пропускної здатності каналу» книги Бернарда Скляра (9). Ця стала визначається рівнем технологічного розвитку цивілізації, тому з часом вона змінюється дуже повільно, в даний час вона дорівнює 0.0005642 мбіт/с. Для порівняння різних систем в аналогічних умовах далі будемо їх параметри нормувати до смуги 5МГц. З урахуванням зазначеного формулу (1) можна записати у вигляді

(Формула 2)

$$y = \frac{2821}{x}.$$

Графік цієї функції наведений на малюнку 1.



Малюнок 1 – Модель швидкість проти мобільності.

З графіку можна зробити висновок, що для підвищення швидкості

необхідно знижувати вимоги до мобільності. Крім цього можна збільшувати смугу частот радіосигналів, або збільшувати їх потужність на вході приймачів, що можливо шляхом зменшення розмірів клітини, яку обслуговує базова станція.

Тобто кожен мережу мобільного зв'язку необхідно аналізувати з точки зору наступних особливостей(наведені значення умовні, якщо якесь значення співпало з параметром діючої мережі, то це випадковість): мобільність – 120 км/ч; швидкість передавання даних в радіоканалі – 812 кБіт/с; смуга радіоканалу – 200кГц; потужність передавача мобільної станції(базової станції) – 1Вт(2Вт); топологія клітин – макро(35 км), мікро, піко, фемто та типу парасолька(35 км).

9.1.6 Висновки

В підрозділі запропонована нова модель типу швидкість проти мобільності

9.1.7 Контрольні завдання та запитання

9.2 Стандарт GSM

Стандарт глобальної системи мобільного зв'язку (Groupe Special Mobile - GSM) є найпопулярнішим стандартом для мобільних телефонів у світі. Його промоутер (GSM Association) вважає, що 80% глобального ринку мобільних телефонів використовує цей стандарт (10). GSM використовується більш ніж 3 мільярди людей в більш ніж 212 країнах і територіях (11) (12). Велике розповсюдження стандарту робить міжнародний роумінг дуже частим між операторами мобільного зв'язку, що дозволяє абонентам користуватися своїми телефонами в багатьох частинах світу. Стандарт GSM відрізняється від своїх попередників тим, що як канали сигналізації так і канали мови є цифровими, і тому вважається, що система мобільних телефонів стандарту відноситься до другого покоління (2G). Це також означає, що канали зв'язку було легко побудувати в систему. Технологія GSM EDGE є 3G-версію протоколу.

Поширення стандарту GSM визначається перевагами як споживачів (які отримують вигоду від здатності переміщатися і переключати оператора без перемикання телефонів), а також перевагами мережевих операторів (які можуть вибирати обладнання у будь-кого з багатьох постачальників реалізації GSM (13). GSM також вперше впровадив службу коротких повідомлень (SMS, що також називається "текстові повідомлення"), яка є альтернативою низької вартості (в мережі провайдера) голосовим дзвінкам, служба тепер також підтримується в інших стандартах мобільного зв'язку. Іншою перевагою є те, що стандарт включає єдиний для всього світу телефонний номер 112 надзвичайної допомоги (14). Це полегшує для міжнародних туристів підключення до аварійно-рятувальних служб, не знаючи місцевий номер служби екстреної допомоги. Нові версії стандарту, сумісні з телефонами оригінального GSM. Наприклад, випуск стандарту Release 97 додав можливості пакетної передачі даних (General Packet Radio Service - GPRS). В випуску Release 99 введені більш високі швидкості передачі даних (EDGE).

9.2.1 Історія

У 1982 році Європейська конференція поштового та телефонно-телеграфного зв'язку (CEPT) створила Groupe Special Mobile (GSM), щоб розробити стандарт для системи мобільних телефонів, яка могла б використовуватися у всій Європі (15). У 1987 році був підписаний меморандум про взаєморозуміння 13 країнами у розробці загальної системи стільникової телефонії для всієї Європи (16) (17). Нарешті, система, створена SINTEF очолювана Торлевом Мазенгом (Torleiv Maseng) була обрана (18).

У 1989, GSM відповідальність була передана європейському інституту стандартів зв'язку (ETSI) і специфікації GSM першої фази були опубліковані в 1990 році. Перша мережа GSM була запущена в 1991 році корпорацією Radiolinja в Фінляндії при спільному з корпорацією Ericsson технічному обслуговуванні інфраструктури (19). До кінця 1993 року більше мільйона абонентів використовують телефонні мережі GSM, які експлуатують 70 операторів із 48 країн (20).

9.2.2 Технічні подробиці

Стільниковий зв'язок

Мережа GSM є стільниковою мережею, це означає, що мобільний телефон підключається до неї за допомогою функції пошуку клітин в безпосередній близькості від нього.

Є п'ять різних розмірів клітинки в мережах GSM: макро, мікро, піко, фемто і типу парасолька. Зона покриття кожної комірки варіюється залежно від реалізації. Макроклітини можна розглядати як клітини, де антена базової станції встановлена на вежі або будівлі вище середнього рівня даху. Мікроклітинами є клітини висота антен яких менша за висоту даху середнього рівня, вони зазвичай використовуються в міських районах. Пікоклітини це малі клітини, діаметром охоплення кілька десятків метрів, вони використовуються в основному в закритих приміщеннях. Фемтоклітини це клітини, розроблені для використання в житлових будинках або середовищі малого і середнього бізнесу, вони підключаються до мережі провайдера послуг за допомогою ширококутового підключення до Інтернету. Клітини типу парасольки використовуються для покриття тінюваних регіонів більш дрібних клітин і для заповнення прогалів в охопленні між цими клітинами.

Горизонтальний радіус клітини варіюється залежно від висоти антени, коефіцієнта підсилення антени та умов розповсюдження від декількох сотень метрів до кількох десятків кілометрів. Сама довга дистанція специфікації GSM, яка практично використовується, становить 35 км. Є також кілька реалізацій концепції розширеної комірки (21), де радіус клітини може бути подвійним чи навіть більше, залежно від антенної системи, типу місцевості і часу розповсюдження сигналу.

Покриття всередині приміщень також підтримує GSM і може бути досягнуте за допомогою базових станцій пікоклітин, або ретрансляторів з розподіленими внутрішніми антенами, які підключені до розгалужувачів потужності, щоб доставити радіосигнали від антени на вулиці в ізольовану розподілену антенну систему всередині приміщень. Вони, як правило, застосовуються, коли перевищується допустима кількість викликів, яка необхідна у приміщеннях, наприклад, в торгових центрах або аеропортах. Однак, це не є необхідною умовою, так як покриття усередині будівель, також визначається проникненням радіосигналів всередину будівлі з ряду будь-яких ближніх клітин.

Модуляція, що використовується в GSM є маніпуляція Гауса із мінімальним зсувом (GMSK), свого роду частотна маніпуляція з безперервною фазою. В маніпуляції GMSK, сигнал перед модуляцією несучої спочатку згладжується в фільтрі Гауса низьких частот до того, як надходить на модулятор частот. Це значно скорочує втручання в сусідніх каналах (перешкоди від суміжного каналу).

Втручання в аудіо пристрої.

Деякі звукові пристрої можуть сприймати радіочастотні перешкоди (RFI),

які можуть бути пом'якшені або усунені шляхом використання захисних і обхідних конденсаторів в аудіо пристроях. Однак збільшення вартості є важким для розробників, його важко обґрунтувати (22).

Це звичайне явище коли поряд з слухавкою GSM можна почути специфічні звукові сигнали на виході потужного підсилювача, бездротового мікрофона, домашньої стереосистеми, телевізора, комп'ютера, радіотелефону і особистих музичних пристроїв. Коли ці аудіо-пристрої знаходяться в ближньому полі з телефонів GSM, радіосигнал досить сильний, такий що нелінійні підсилювачі в аудіо колах працюють як детектор. Шум клацання представляє собою спалахи потужності, які несуть сигнал TDMA. Відомо, що ці сигнали втручаються в інші електронні пристрої, такі як автомобільні магнітоли і портативні аудіо програвачі. Перешкоди також залежать від конструкції телефону, і повинні відповідати суворим правилам і положенням, що зазначені в статті 47 CFR Part 15 нормативних актів у Сполучених Штатах, що стосуються втручання в електронних пристроях.

GSM частоти.

GSM мережі діють в ряді різних діапазонів частот (окремо в частотних діапазонах GSM для мереж 2G і смугах частот UMTS для 3G). Більшість 2G GSM мереж працюють в діапазонах 0,900 ГГц та 1,8 ГГц. Деякі країни Америки (включаючи Канаду та Сполучені Штати Америки) використовують 0,85 ГГц і 1,9 ГГц смуги, так як 0,9 і 1,8 ГГц смуги частот були вже розподілені. Більшість 3G мереж GSM в Європі працюють в смузі частот 2,1 ГГц.

Рідше призначаються 0,4 і 0,45 ГГц смуги частот в деяких країнах, де ці частоти раніше використовувалися для систем першого покоління.

Стандарт GSM-900 використовує смугу 0,89-0,915 ГГц для передачі інформації від мобільної станції до базової станції (Uplink) та 0,935-0,960 ГГц для іншого напрямку (Downlink), забезпечуючи 124 радіочастотних канали (номери канал від 1 до 124) на відстані 200 кГц. Використовується дуплексний рознос 0,045 ГГц.

У деяких країнах GSM-900 група була розширена для охоплення більшого діапазону частот. Цей розширений GSM (E-GSM) використовує смуги 0,88-0,915 ГГц (Uplink) та 0,925-0,960 ГГц (Downlink), додавши 50 каналів (номер каналу 975 до 1023 і 0) в оригінальну GSM-900 групу. Часове розділення каналів використовується, щоб передавати вісім каналів мови повної швидкості або шістьнадцять каналів вдвічі нижчої швидкості в одному радіочастотному каналі. Вісім часових інтервалів радіо (вісім пакетів) згруповані в так званий кадр TDMA. Канали, які мають вдвічі нижчу швидкість, використовують альтернативні кадри в тому ж часовому інтервалі. Швидкість передавання даних в каналі для усіх 8 каналів 270,833 кбіт/с, приблизна тривалість кадру 4,615 мс.

Потужність передавача в телефоні обмежена максимум 2 Вт в GSM 850/900 і 1 Вт в GSM 1800/1900.

Кодування голосу.

Стандарт GSM використовує різні модулі кодування голосу, які

стискають звуковий сигнал зі смугою 3,1 кГц в цифровий потік 6,5 і 13 кбіт/с. Спочатку використовувалися два модуля кодування, які назвали у відповідності до типу каналу передавання даних, Половинної Швидкості (6,5 кбіт / с) і Повної Швидкості (13 кбіт / с). Вони використовують систему, засновану на кодуванні з лінійним прогнозом (LPC). Крім того, для підвищення ефективності швидкості потоку, ці модулі кодування дозволяють також легше виявити найбільш важливі частини аудіо, що дозволяє на рівні радіочастотного інтерфейсу визначити пріоритети для більш ефективного захисту цих частин сигналу.

Стандарт GSM був вдосконалений в 1997 році (23), коли був введений вдосконалений модуль кодування повної швидкості (Enhanced Full Rate – EFR), цей модуль має швидкість 12,2 кбіт/с і використовує канал повної швидкості. Нарешті, з розвитком стандарту UMTS, модуль EFR був перетворений в модуль змінної швидкості, який назвали AMR-N, він має високу якість і надійність проти втручання при використанні в каналах повної швидкості і менш надійний, але все ще відносно високоякісний при використанні в каналі з половинною швидкістю за умов хорошого радіосигналу.

Структура мережі.

Мережа GSM є великою і складною для того, щоб надавати всі передбачені послуги. З точки зору замовника, її можна розділити на кілька елементів, кожен з яких необхідно розглядати, як окрему систему. Всі елементи в системі в сукупності реалізують багато послуг GSM таких, як голосовий зв'язок, SMS та інші, які наведені в наступному підрозділі. Перелік елементів: 1) підсистема базових станцій (базових станцій і контролерів); 2) підсистема мережі і комутації (частина мережі найбільш близька до фіксованої мережі), іноді її просто називають опорною мережею; 3) опорна мережа GPRS (необов'язкова частина яка дозволяє передавати пакети на основі підключення до Інтернету).

Модуль ідентифікації абонента (SIM)

Однією з ключових особливостей GSM є модуль ідентифікації абонента, широко відомий як SIM картка. Картка SIM це знімна смарт-картка, яка містить підписки користувачів інформації та телефонні книги. Це дозволяє користувачеві зберегти свою інформацію після включення телефону. Крім того, користувач може змінювати оператора, зберігаючи при цьому телефон, просто змінивши SIM. Деякі оператори будуть блокувати це, дозволяючи використання для телефон тільки однієї SIM, або тільки SIM виданих ними; ця практика відома як SIM блокування, і заборонена в деяких країнах.

В Австралії, Північній Америці та Європі багато операторів застосовують блокування мобільних телефонів, які вони продають. Це зроблено тому, що ціна на мобільний телефон, як правило, субсидійована з доходів від передплати, і оператори хочуть спробувати уникнути субсидування мобільних телефонів конкурентів. Абонент, як правило, повинен зв'язатися з провайдером, щоб її розблокувати за плату, користуватися послугами приватного зняття блокування, або використовувати об'ємне програмне забезпечення і сайти

доступні в Інтернеті, щоб розблокувати собі телефон. Хоча більшість сайтів пропонують розблокування за певну плату, деякі роблять це безкоштовно. Блокування відноситься до телефонів, які були визначені своїм Міжнародним ідентифікатором мобільного устаткування (IMEI), а не до особистого рахунку (який визначається карткою SIM).

В таких країнах, як Бангладеш, Бельгія, Коста-Ріка, Індонезія, Малайзія, Гонконг, Пакистан та Сінгапур, всі телефони продаються розблокованими. Тим не менш, у Бельгії, є незаконним для операторів пропонувати в будь-якій формі субсидії на ціну телефону. Це також мало місце у Фінляндії до 1 квітня 2006 року, коли продаж субсидованої комбінації телефону і рахунку став законним (тільки 3G телефонів), хоча оператори повинні виконувати розблокування телефонів безкоштовно після певного періоду часу (не більше 24 місяців) (24).

У Новій Зеландії з 2008 року, блокування телефону є незаконним для операторів, а також будь-які телефони придбані заблокованими в країні до цієї дати, можуть бути розблоковані безкоштовно.

GSM безпека.

Мережа GSM була розроблена з помірним рівнем безпеки. Система була розроблена так, що для перевірки автентичності абонента застосовується таємний ключ і процедура запит-відповідь. Зв'язок між абонентом і базовою станцією може бути зашифрованим. З розробкою UMTS вводиться факультативна картка USIM, яка використовує більш довгий ключ для перевірки автентичності для зміцнення безпеки, а також застосовує взаємну перевірку автентичності мережі та користувача - в той час як GSM здійснює тільки перевірку автентичності користувача в мережі (а не навпаки). Отже модель безпеки пропонує конфіденційність та перевірку автентичності, обмежені можливості авторизації, і ніякого не зречення. GSM використовує різні алгоритми для шифрування для забезпечення безпеки. Алгоритми A5/1 і A5/2 потокового шифрування використовуються для забезпечення конфіденційності передачі голосу через радіоканал. Алгоритм A5/1 був розроблений першим і є сильним алгоритмом, що використовується в Європі та Сполучених Штатах; алгоритм A5/2 слабше і використовується в інших країнах. Серйозні недоліки були виявлені в обох алгоритмів: можна зламати A5/2 в реальному часі за допомогою нападу тільки зашифрованим текстом, а в лютому 2008 року, корпорація Pico Computing, Inc показала свої здібності і плани на комерціалізацію мікросхеми, що дозволяє зламати алгоритм A5/1 нападом за допомогою спеціальної таблиці (Rainbow table) (25). Система підтримує кілька алгоритмів, тому оператори можуть замінити цей шифр більш сильним.

9.2.3 Специфікації

Системи GSM та відповідні послуги описані в наборі стандартів, якими управляє інститут ETSI, який підтримує повний перелік специфікацій, який зараз налічує близько 2,000 найменувань.

Приклади специфікації:

- ✚ 1) GSM 07.07 "AT набір команд для GSM рухомого обладнання (ME)" описує основні AT-команд для зв'язку через послідовний інтерфейс з підсистемою GSM по телефону (26);
- ✚ 2) 3GPP TS 27.007 – набір AT команд для користувачів обладнання (UE) (27);
- ✚ 3) 3GPP TS 46.010 надає програмне забезпечення для обробки голосу (28).

9.2.4 Висновки

Технологія GSM має наступні особливості: мобільність – 500 км на годину; швидкість передавання даних в радіоканалі (x8) – 812 кБіт/с; смуга радіоканалу – 200кГц; потужність передавача мобільної станції(базової станції) – 1Вт(2Вт); топологія клітин – макро(35 км), мікро, піко, фемто та типу парасолька(35 км).

9.2.5 Контрольні завдання та запитання

9.3 GSM послуги

GSM послуги це стандартний набір додатків і функцій, доступних для телефонів мобільних абонентів у всьому світі. Стандарти GSM визначаються в результаті співпраці 3GPP і реалізуються в апаратному і програмному забезпеченні виробниками обладнання та операторами мобільного зв'язку. Загальний стандарт дозволяє використовувати ті ж телефони з різними компаніями послуг, або навіть переміщатися в різних країнах. Стандарт GSM є самим домінуючим стандартом мобільного зв'язку в світі.

Реалізація послуги є помірно складною, оскільки вона повинна діяти в будь-якій точці світу в телефоні, який рухається, оснащений порівняно малою ємністю батареєю, обмежений в можливостях введення та виведення інформації і має слабких радіопередавачів на мобільних пристроях.

9.3.1 Доступ до мережі GSM

Для забезпечення доступу до послуг мережі GSM, користувачеві потрібні три речі:

- ✚ 1) передплата у оператора мобільного зв'язку. Зазвичай це або угода (Pay As You Go), де всі GSM послуги оплачуються заздалегідь (комерційно званий передоплатою), або щомісячна абонентська плата, варіант угоди, де рахунок видається кожен місяць за оренду ліній зв'язку, який виплачується або авансом протягом місяця заздалегідь, або за отримані в попередньому місяці послуги (комерційно званих оплата за фактом);
- ✚ 2) мобільний телефон, який сумісний з стандартом GSM і працює на тій же частоті як і оператор. Більшість телефонних компаній продають телефони від сторонніх виробників;
- ✚ 3) картка SIM (модуль ідентифікації абонента) картка, яка активується оператором, коли підписка надана. Після активації картки потім програмується номер мобільного абонента в цифровій мережі з інтеграцією послуг абонента (Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number – MSISDN) (номер телефону). Особиста інформація, така як контактні номери друзів і сім'ї також можуть бути збережені на SIM абонентом.

Після реєстрації абонентів, ідентифікаційна інформація (номер телефону) і перелік послуг, до яких він має право доступу, зберігаються в обліковому записі «SIM» в базі даних домашнього реєстру (Home Location Register – HLR).

Після того як картка SIM встановлена в телефоні, а телефон увімкнений, він буде шукати найближчу вежу мобільних телефонів, яка також називається базовою станцією (BTS). Якщо з вежею можна успішно встановити контакт, то кажуть, що в цій області існує покриття.

Ключовою особливістю мобільного телефону є можливість приймати і здійснювати дзвінки в будь-якій області, де існує покриття. Зазвичай це називається роумінг з точки зору споживача, а також здійснення візиту при

описі основних технічних процесів. Кожен географічний регіон має базу даних, звану гостьовим реєстром (Visitor Location Register – VLR), який містить детальну інформацію про всі мобільні телефони в даний час в цій області. Всякий раз, коли телефон підключається або здійснює візит у нову область, гостьовому реєстру VLR слід звернутися до домашнього реєстру HLR, щоб отримати детальну інформацію щодо цього телефону. Поточне місцезнаходження стільникового телефону вводиться в реєстраційний запис гостьового реєстру VLR і буде використовуватися в ході процесу пошуку, званого пейджінг, коли мережа GSM хотіла б знайти мобільний телефон.

Кожна картка SIM містить таємний ключ, що зветься K_i, який використовується для забезпечення перевірки автентичності і шифрування. Це корисно для запобігання крадіжки послуг, а також для попередження стеження в радіоканалі за діями користувача. Мережа робить це, використовуючи центр перевірки автентичності (Authentication Center) і здійснюється без передачі ключа в радіоканалі.

Всі телефони GSM містить унікальний ідентифікатор (який відрізняється від номера телефону), званий Міжнародний ідентифікатор мобільного устаткування (IMEI). Його можна знайти, набравши *#06#. Коли телефон контактує з мережею, його ідентифікатор IMEI може бути перевірений в базі даних, яка називається реєстр ідентифікації обладнання (Equipment Identity Register), щоб знайти викрадені телефони і полегшити контроль.

9.3.2 Голосові дзвінки

Вихідні дзвінки.

Після того, як мобільний телефон успішно працює в мережі GSM, як описано вище, дзвінки можуть бути зроблені з телефону на будь-який інший телефон в глобальній телефонній мережі загального користування з комутацією каналів.

Користувач набирає телефонний номер, натискає кнопку відправити або говорити, і мобільний телефон відправляє повідомлення запиту на встановлення виклику в мережу мобільного зв'язку через найближчу вежу мобільного телефону (BTS).

Повідомлення запиту на встановлення виклику обробляються в центрі комутації мобільного зв'язку (MSC), який перевіряє запис абонент в гостьовому реєстрі VLR чи дозволено йому вихідний дзвінок. Якщо це так, то центр MSC виконує маршрутизацію виклику у той же спосіб, що і телефонна станція робить у фіксованій мережі.

Якщо абонент знаходиться на тарифі з передоплатою Pay As You Go (наприклад, в Австралії, Індії та Україні), то проводиться додаткова перевірка, щоб побачити, якщо абонент має достатньо коштів, щоб продовжити. Якщо ні, то виклик відхиляється. Якщо виклик буде продовжуватися, то він постійно контролюється і на відповідну суму зменшується рахунок абонента. Коли кредит доходить до нуля, то мережа припиняє дзвінок. Системи, які контролюють і забезпечують передплачені послуги не є частиною послуг GSM стандарту, але це приклад послуг інтелектуальних мереж, оператор мобільного

зв'язку може прийняти рішення про реалізацію таких послуг на додаток до стандартних GSM послуг.

Вхідні дзвінки.

Доступ до шлюзу центру MSC.

Коли хтось здійснює виклик мобільного телефону, він набирає телефонний номер (також званий MSISDN), пов'язаний з телефоном користувача і виклик перенаправляється на шлюз центру MSC оператора мобільного зв'язку. Шлюз (Gateway) MSC, як випливає з назви, виступає як вхід від зовнішньої частини комутованої телефонної мережі загального користування на мережу провайдера.

Як зазначалося вище, телефон може вільно переміщатися в будь-якому місці мережі оператора або в мережі роумінг-партнерів, в тому числі в інших країнах. Таким чином, перше завдання шлюзу MSC це визначення поточного місця розташування мобільного телефону для створення з'єднання. Він робить це шляхом консультацій з домашнім реєстром HLR, який, як описано вище, знає, з яким гостьовим реєстром VLR телефон пов'язаний, якщо такі є.

Маршрутизація виклику.

Коли реєстр HLR отримує повідомлення запиту, він визначає, чи виклик необхідно направити на інший телефонний номер (так звана переадресація), чи він повинен бути спрямований безпосередньо на мобільний.

Якщо власник телефону раніше просив, щоб всі вхідні дзвінки були переведені на інший телефонний номер, відомий як номер направлення виклику, якщо завжди переадресовувати (Call Forward Unconditional – CFU), потім цей номер зберігається в домашньому реєстрі. Якщо це так, то номер CFU повертається шлюзу MSC для негайної маршрутизації виклику.

Якщо мобільний телефон в даний час не пов'язаний з гостьовим реєстром (тому що телефон був вимкнений), то домашній реєстр повертає номер, відомий як номер направлення виклику, якщо недосяжний (Call Forward Not Reachable – CFNRc), до шлюзу MSC, і виклик направляється туди. Багато операторів можуть встановити автоматичне значення номеру голосової пошти, де абоненти, які зателефонували можуть залишити повідомлення. Мобільний телефон іноді може перевизначити налаштування за замовчуванням.

Нарешті, якщо домашній реєстр знає, що телефон перебуває в роумінгу зокрема відвідав область певного гостьового регістру VLR, то він буде просити тимчасовий номер (MSRN) від гостьового регістру VLR. Цей номер передається назад до шлюзу MSC, а потім використовується для маршрутизації дзвінків в центрі MSC, де телефон знаходиться в роумінгу.

Телефонний дзвінок.

Коли надходить виклик на гостьовий центр MSC, номер MSRN використовується, щоб визначити, який телефон в даний час викликається. Центр комутації MSC потім виконує пошук для всіх веж мобільних телефонів в цій області з метою інформування телефону про надходження вхідного дзвінка для нього. Якщо абонент відповів, канал для розмови прокладається через гостьовий центр комутації і шлюз центру MSC назад в мережу особи, яка

провадить виклик, і таким чином відбувається нормальний телефонний дзвінок.

Можливо також, що на телефонний дзвінок не відповіли. Якщо абонент зайнятий на інший виклик (і послуга мережі очікування виклику не використовуються) гостьовий центр MSC виконує маршрутизацію дзвінку на заздалегідь визначений номер, відомий як номер направлення виклику, якщо зайнятий (Call Forward Busy – CFB). Аналогічним чином, якщо абонент не відповідає на дзвінок після певного періоду часу (зазвичай 30 секунд), то відвідні центри MSC виконують маршрутизацію дзвінку на заздалегідь визначений номер, відомий як номер направлення виклику, якщо немає відповіді (Call Forward No Reply – CFNRy). Ще оператор може прийняти рішення про встановлення цього значення за замовчуванням для голосової пошти, щоб той, хто телефонує міг залишити повідомлення.

Якщо абонент не відповідає на повідомлення пошуку, або знаходиться поза зоною покриття, або його батарея розрядилася або видалена, гостьовий центр комутації MSC виконує маршрутизацію на номер, відомий як номер направлення виклику, якщо недосяжний (Call Forward Not Reachable – CFNRc). Ще оператор може прийняти рішення про встановлення цього значення за замовчуванням для голосової пошти, щоб той, хто телефонує, міг залишити повідомлення.

Оплата голосових дзвінків.

У Сполучених Штатах і Канаді, абоненти оплачують вартість підключення до шлюзу MSC телефонної компанії абонента, незалежно від фактичного місцезнаходження телефону. Так як мобільні номери це стандартні географічні номери визначені відповідно до північноамериканського плану нумерації, абоненти платять однаково як за доступ до стаціонарних телефонів так і до мобільних телефонів в цьому географічному регіоні. Мобільні абоненти платять за час з'єднання (як правило, за планове використання або попередньо оплачені хвилини) для вхідних і вихідних дзвінків. Вихідні дзвінки для будь-якої відстані тарифікуються так, як ніби вони відбуваються на шлюзі центру MSC, хоча це гостьовий центр MSC, який здійснює підключення до телефонної мережі загального користування. Тарифні плани, які включають загальнонаціональний міжміський та національний роумінг без додаткової оплати в порівнянні з локальними вихідними дзвінками, користуються популярністю.

Мобільні мережі у Європі, Азії, Австралії і Аргентині вимагають оплату від своїх абонентів тільки для вихідних дзвінків. Вхідні дзвінки безкоштовні для мобільних абонентів, однак абоненти зазвичай платять більше при вихідних дзвінках мобільних телефонів. Спеціальні префікси використовуються для позначення мобільного номера, щоб абоненти знали, що вони викликають мобільний телефон і, отже, буде стягуватися більш висока ставка.

З точки зору абонента, який робить вихідний дзвінок, це не має значення де мобільний абонент знаходиться, технічний процес підключення виклику такий самий. Якщо ж абонент знаходиться в роумінгу в мережі різні компанії, він може платити надбавку за час з'єднання замість абонента, який його

викликає. Розмови в міжнародному роумінгу часто досить дорогі і в результаті деякі компанії вимагають від абонентів, щоб вони отримували грант на дзвінки у роумінгу для певних країн.

Коли абонент роумінгу на міжнародному рівні і виклик направляється в свою голосову пошту, наприклад, коли його або її телефон вимкнено, зайнятий або не відповідає, він чи вона може фактично заплатити за два одночасні міжнародні телефонні дзвінки: перший, щоб отримати виклик від шлюзу домашньої мережі GMSC до центру комутації VMSC гостьової мережі; і другий, щоб отримати від центру комутації VMSC гостьової мережі номер CFNRc, CFNRy або CFB (як правило, автовідповідач) в країні абонента. Тому, шлюзи GMSC деяких мереж прямо підключають виклики без відповіді, зберігаючи голосовий сигнал повністю у своїй країні і тим самим уникають подвійної оплати.

Кодування мови під час дзвінка мобільного телефону.

Під час GSM розмови, мова перетворюється з аналогової звукової хвилі в цифрові дані самим телефоном, і передаються мережею мобільного зв'язку в цифровий спосіб. (Хоча частина фіксованої телефонної комутованої мережі може використовувати аналогові сигнали.)

Цифровий алгоритм, який використовується для кодування мовних сигналів, називається модулем кодування. Модулі кодування мови, що використовуються в GSM, називаються:

- ✚ половинної швидкості (Half-Rate – HR);
- ✚ повної швидкості (Full-Rate – FR);
- ✚ удосконалений повної швидкості (Enhanced Full-Rate – EFR);
- ✚ адаптивної швидкості (Adaptive Multirate – AMR).

Всі модулі, крім адаптивного AMR працюють з фіксованою швидкістю передачі даних і рівнем корекції помилок.

9.3.3 Передача даних

Стандарт GSM також надає окремі засоби для передачі цифрових даних. Це дозволяє мобільним телефонам діяти як і будь-який інший комп'ютер в Інтернеті для відправлення і отримання даних через Інтернет протокол(IP).

Мобільний телефон також може бути підключений до настільного комп'ютера, ноутбука або кишенькового персонального комп'ютера, для використання в якості мережевого інтерфейсу (модему або Ethernet карти, але з використанням одного з протоколів передавання даних GSM, описаних нижче, замість аудіо-каналу PSTN або каналу Ethernet для передачі даних). Деякими GSM телефонами можна також управляти стандартизованим набором AT команд через послідовний кабель або бездротовий зв'язок (за допомогою IrDA або Bluetooth). За допомогою AT-команд можна управляти будь чим починаючи від мелодій до алгоритмів стиснення даних.

На додаток до загального доступу в Інтернет, інші спеціальні послуги можуть бути надані оператором мобільного зв'язку, такі як SMS.

Протоколи передавання даних з комутацією каналів.

З'єднання на основі комутації каналів для передачі даних резервує певну

смугу пропускання між двома точками для виконання функцій з'єднання, так само як традиційні телефонні дзвінки виділяють аудіо канал певної якості між двома телефонами на час дзвінка.

Два протоколи передавання даних комутованими каналами визначені у стандарті GSM: передавання даних комутованими каналами (Circuit-Switched Data – CSD); високошвидкісне передавання даних комутованими каналами (High-Speed Circuit-Switched Data – HSCSD). Ці типи з'єднань, як правило, такуються на базі щосекундної оплати, незалежно від обсягу даних, які передаються каналом. Це тому, що певна ширина смуги виділяється на з'єднання незалежно від того необхідна вона чи ні.

Комутація каналів має ту перевагу, що забезпечується постійна, гарантована якість послуг, це корисно для застосувань реального часу, таких як відео конференції.

Послуга пакетної передачі даних.

Послуга пакетної передачі даних (General Packet Radio Service – GPRS) є протоколом пакетної комутації для передачі даних, який був включений в стандарт GSM в 1997 році. Протокол сумісний з системами, які використовують версії стандарту, які діяли до 1997 року. Протокол GPRS робить це шляхом відправлення пакетів на місцеву вежу мобільних телефонів BTS каналами, які не використовуються для голосових дзвінків або передачі даних з комутацією каналів. Декілька користувачів можуть спільно використовувати послугу GPRS одного невикористаного каналу, оскільки кожен з них використовує її тільки для випадкових коротких черг.

Перевага пакетної комутації каналів є те, що пропускна здатність використовується тільки, коли насправді є дані для передавання. Цей тип з'єднання тому зазвичай формує рахунок пропорційний кілобайтам, а не секундам, і, як правило, є більш дешевою альтернативою для застосувань, яким потрібно тільки відправляти й одержувати дані час від часу, як миттєві повідомлення. Послуга GPRS зазвичай описується як технологія 2,5G.

Послуга коротких повідомлень.

Короткі повідомлення SMS (більш відомий як текстові повідомлення) стали найбільш часто використовуваною послугою передавання даних на мобільних телефонах, при цьому 74% усіх користувачів мобільних телефонів у всьому світі вже виступають в якості активних користувачів SMS, це 2,4 млрд. людей на кінець 2007 року. У багатьох розвинених країнах, користувачі перейшли від розгляду голосових дзвінків в якості найбільш бажаної особливості мобільного телефону, до розгляду текстових повідомлень SMS в якості найбільш бажаних функцій.

Повідомлення SMS можуть бути відправлені користувачами мобільних телефонів до інших мобільних користувачів або до зовнішніх служб, які приймають повідомлення SMS. Ці повідомлення зазвичай прямують від мобільних пристроїв через центр послуг коротких повідомлень (Short Messages Service Centre – SMSC) із застосуванням протоколу MAP.

Центр SMSC є одним з центральних вузлів маршрутизації для коротких

повідомлень. Багато мобільних операторів використовують свої центри SMSC як шлюзи з зовнішніми системами, у тому числі Інтернетом, SMS-каналами новин та іншими мобільними операторами (часто з використанням за фактом SMPP стандарту для обміну SMS).

Стандарт SMS також використовується поза системою GSM.

9.3.4 Додаткові послуги мережі

Стандарт GSM підтримує повний набір додаткових послуг, які доповнюють і підтримують телефонію та послуги передачі даних, які описані вище. Всі вони визначені в стандарті GSM. Частковий перелік додаткових послуг виглядає наступним чином.

- ✚ Переадресація дзвінків (Call forwarding or call diverting). Ця послуга надає абонентові можливість спрямувати вхідні дзвінки на інший номер: якщо мобільний пристрій недоступний; якщо зайнятий; якщо немає відповіді або завжди переадресувати.
- ✚ Заборона викликів: всі вихідні; міжнародні; міжнародні крім домашніх; всі вхідні; вхідні коли закордоном(роумінг поза межами домашньої PLMN). (Barring of Outgoing Calls, Barring of Incoming Calls)
- ✚ Інформація щодо рахунку (Advice of Charge – AoC). Ця послуга надає абонентові оцінку коштовності дзвінка. Є два типи інформації: перший тип забезпечує абоненту оцінку рахунку; другий тип може бути використаний для оперативного моніторингу. Інформація щодо передачі даних забезпечується на основі вимірювання часу.
- ✚ Утримання дзвінка (Call Hold). Ця послуга дозволяє абоненту перервати поточний виклик, а потім відновити згодом дзвінок. Послуга утримання виклику відноситься тільки до нормального телефонного зв'язку.
- ✚ Очікування виклику (Call Waiting). Дана послуга дозволяє абонентові одержувати повідомлення про вхідний виклик під час розмови. Абонент може відповісти, відхилити або проігнорувати вхідний дзвінок. Очікування виклику поширюється на всі телекомунікаційні послуги GSM, які використовують комутацію каналів зв'язку.
- ✚ Конференція (Multiparty service). Послуга конференції дозволяє абоненту створити групову розмову - тобто, одночасна розмова між трьома і шістьма абонентами. Дана послуга відноситься тільки до нормального телефонного зв'язку.
- ✚ Ідентифікації номера: приховати номер; надіслати номер; за замовчуванням. Ця послуга забезпечує сторону, що викликається, ISDN номером абонента, який здійснює виклик. Послуга обмеження дозволяє стороні, яка викликає обмежити презентацію номера. Послуга обмеження має більший пріоритет ніж послуга презентації. (Calling Line Identification

presentation/restriction)

- ✚ Закриті групи користувачів (Closed User Groups – CUGs). Закриті групи користувачів в цілому можна порівняти з міні АТС. Вони являють собою групу абонентів, які здатні визивати тільки себе і певні номери.
- ✚ Явна передача виклику (Explicit Call Transfer – ECT). Ця послуга дозволяє користувачеві, який має два виклики, поєднати ці два виклики разом і звільнитися від зв'язку з цими двома сторонами.

9.3.5 Висновки

В розділі розглянуто багато важливої інформації щодо мережі мобільного зв'язку. Але ця інформація нічого не додає до запропонованої моделі типу швидкість проти мобільності і ще раз підкреслює, що модель це спрощене представлення дійсної мережі мобільного зв'язку, яка насправді є дуже складною. Складність настільки велика, що сьогодні жоден з чотирьох операторів GSM, які представлені в Харкові, не надає наведений вище перелік послуг в повному обсязі.

9.3.6 Контрольні завдання та запитання

9.4 Мобільний телефон

Мобільний телефон (стільниковий телефон) (29) це великий перелік електронних пристроїв для мобільного зв'язку (мобільний телефонний зв'язок, обмін текстовими повідомленнями і передача даних) через стільникову мережу зі спеціалізованих базових станцій, які також відомі як сайти клітин. Стільникові телефони відрізняються від бездротових телефонів, які тільки пропонують послуги телефонії в обмежених рамках, наприклад, в будинку чи офісі, за допомогою фіксованих ліній і базової станції, що належить абоненту, а також від супутникових телефонів і радіотелефонів. На відміну від радіотелефону, мобільний телефон пропонує повний дуплексний зв'язок, автоматизований виклик і пошук з телефонної мережі мобільного зв'язку національного оператора (Public Land Mobile Network – PLMN), а також естафетну передачі в ході телефонного дзвінка, коли користувач переміщається з однієї клітини або області, яку охоплює базова станція, в іншу (30).

Більшість сучасних стільникових телефонів підключається до стільникової мережі, що складається з центрів комутації і базових станцій (сайти клітин), що належать операторам стільникової мережі. На додаток до стандартної голосової функції, сучасні мобільні телефони можуть підтримувати безліч додаткових послуг та аксесуарів, таких як SMS для обміну текстовими повідомленнями, електронної пошти, комутацію пакетів для доступу в Інтернет, ігри, Bluetooth, інфрачервоний порт, камера з відео-рекордером і MMS для відправлення та одержання фотографій і відео, аудіо програвач (MP3 або інший), радіо і GPS.

В 2000-і роки мобільні телефони набули дуже великого значення у сфері розвитку інформаційно-комунікаційних технологій і фактично досягли дна економічної піраміди (31).

9.4.1 Історія

У 1908 році в штаті Кентуккі, США був запатентований (патент №887357) бездротовий телефон. Цей патент ще не відносився безпосередньо до стільникової телефонії, як цей термін розуміється в даний час (32). Клітки для базових станцій мобільної телефонії були винайдені в 1947 році інженерами Bell Labs корпорації AT & T. Подальший розвиток здійснювався в Bell Labs у 1960-х роках. Радіотелефони мають давню і різноманітну історію. Патент на перший мобільний телефон, який ми знаємо сьогодні, був виданий у США за номером 3449750 10 червня 1969 року.

Концепція багаторазового використання частот і естафетної передачі абонентів, а також ряд інших понять, які лягли в основу сучасної технології мобільного телефону, були описані в 1970-х роках (33) (34), і патенті США 4152647, опублікованому 1 травня 1979.

Перша комерційна загальноміська мережа була запущена в Японії NTT в 1979 році. Повністю автоматична стільникова мережа були вперше представлена в 1980 році (1G покоління) (35).

Цифрові 2G (друге покоління) клітинні технологій були розпочаті в 1991 році в Фінляндії. Стандарт GSM ознаменував введення конкуренції в мобільних

телекомунікаційних і він виграв конкурентну боротьбу у 1G мережі NMT.

Перша послуга передачі дані, яка з'явилася в мобільних телефонах, стартувала в одноранговій мережі передачі коротких повідомлень в Фінляндії в 1993 році. Перший досвід платежів з використанням мобільного телефону, було перевірено для оплати послуг автоматів Coca Cola, які були встановлені у Фінляндії в 1998 році. Перші комерційні виплати за мобільне паркування випробувано у Швеції, але перший запуск в комерційну експлуатацію відбувся в Норвегії в 1999 році. Перша комерційна система платежів, щоб імітувати банки і кредитні картки, було розпочато на Філіппінах в 1999 році одночасно мобільні операторами. Зміст першого продано мобільних телефонів, мелодію, вперше висунута в 1998 році у Фінляндії. Перший повний комплекс послуг Інтернету на мобільні телефони (I-Mode) був представлений корпорацією NTT DoCoMo в Японії в 1999 році. Ця ж корпорація здійснила у 2001 році перший комерційний запуск 3G (третє покоління) стандартом WCDMA (3G).

До початку 1990-х років, після введення перших мобільних телефонів корпорацією Motorola, найбільш мобільні телефони були занадто великими, щоб носити в кишені піджака, так вони зазвичай встановлювалися у транспортних засобах, як автомобільні телефони. З розробкою мініатюрних цифрових компонентів і більш досконалих акумуляторів, мобільні телефони стали менше і легше.

9.4.2 Використання

Мобільні телефони використовуються з цілого ряду причин, включаючи підтримку контакту з членами сім'ї, ведення бізнесу, або використовуються в разі виникнення надзвичайної ситуації. Деякі люди тримають кілька стільникових телефонів в деяких випадках на законних підставах, таких як наявність одного телефону для бізнесу, а другого для особистого користування, хоча другий мобільний телефон також може бути використаний для прихованих справ або ділових операцій.

Поява широкого обмін текстовими повідомленнями призвело до появи новел стільникового телефону, перший літературний жанр, що виник із настанням стільникової ери через текстові повідомлення на сайти, які збирають романи. Пол Левінсон говорить: "... Зараз, письменник може писати так само легко, в будь-якому місці, як читач може читати", і він має не тільки особисту, але й портативну друкарську машинку (37).

9.4.3 Телефони

Є кілька категорій мобільних телефонів, починаючи від звичайних телефонів до телефонів із характерними властивостями, такі як відтворення музики і запис відео. Є також смартфони, перший смартфон Nokia 9000 Communicator з'явився у 1996 році, він додав функціональність кишенькового персонального комп'ютера до основного мобільного телефону. Мініатюризація і збільшення обчислювальної потужності мікросхем дозволило вбудовувати ще більше функцій, які будуть додані в телефони, тому концепція смартфона зазнала змін. Те що було найвищим досягненням смартфона п'ять років тому, представляє собою стандартний телефон сьогодні. Кілька серій телефонів були

введені для заповнення даного сегменту ринку. Серія RIM BlackBerry фокусується на потребах електронної пошти для корпоративних клієнтів; серії SonyEricsson Walkman – на музичні телефони, Cybershot це серія телефонів з камерою; серія Nokia Nseries це мультимедійні телефони (Palm Pre, HTC Dream і iPhone Apple).

Смартфон iPhone Apple.

Перше покоління телефонів (відомі як оригінал) працювала в чотирьох діапазонах GSM з EDGE. Телефон другого покоління (відомий як 3G) додав UMTS із швидкістю 3,6 Мбіт/с HSDPA (38). В третьому поколінні(3GS) додана підтримка швидкості завантаження 7,2 Мбіт/с (HSDPA), але залишається обмежена швидкість передачі даних в мережу 384 Кбіт/с, тому що корпорація Apple не виконала протокол HSPA (39).

Смартфон HTC Dream.

Він також продається, як T-Mobile G1 в Європі і США або EraG1 у Польщі, і представляє собою 3G смартфон з операційною системою, розробленою Google. Він має GPRS / EDGE в чотирьох діапазонах GSM 850, 900, 1800, 1900. 2 червня 2009 він був випущений через оператора Rogers Wireless в Канаді як HTC Dream. Цей варіант, DREA210, підтримує смуги UMTS 850/1900 і HSDPA до 7.2 Мбіт/с для використання в мережі 3G (40).

Мобільний телефон Palm Pre.

Телефон Palm Pre дебютував в 2009 році на виставці Consumer Electronics Show, корпорація першою в США підписала ексклюзивний договір з оператором Sprint, мережа якого діє в стандарті CDMA. CDMA версія включає: дві смуги 0,8 та 1,9 ГГц CDMA2000/EV-DO Rev.A, A-GPS. Ця версія забезпечує швидкість передавання даних в прямому каналу зв'язку 3.1 Мбіт/с, та в зворотному каналу зв'язку 1.8 Мбіт/с.

Особливості

Мобільні телефони часто мають функції, виходять за рамки відправлення текстових повідомлень і прийняття голосових дзвінки. Перелік функцій: GPS навігація; відтворення музики (MP3) і відео (MP4); RDS радіо; сигналізація, пам'ятка та реєстрація документів; функції персонального щоденника і персонального цифрового помічника; можливість дивитися потокове відео або завантажити відео для подальшого перегляду; відео-дзвінки, вбудована камера (+ 1,0 Мрх) та відеокамера, з автоматичним фокусуванням і спалахом; мелодії; ігри; функція натиснув і розмовляй; пристрій зчитування карт пам'яті (SD); канали обміну даними USB (2.0), інфрачервоний, Bluetooth (2.0) і Wi-Fi підключення; миттєві повідомлення; програми для перегляду Інтернет та електронної пошти; виступає в якості бездротового модему для персонального комп'ютера; і незабаром буде також служити як консоль для різного роду ігор в реальному часу і інших ігор високої якості. Деякі телефони також включають сенсорні екрани.

Nokia і Кембриджський університет запропонували нову концепцію стильного телефону, який називається Morph (41).

Програмне забезпечення та прикладні програми.

Програма обміну короткими повідомленнями використовується частіше за інші в мобільних телефонах при цьому 74% усіх користувачів мобільних телефонів активно її застосовують (більше 2,4 млрд. з 3,3 млрд. загальної кількості абонентів на кінець 2007 року). Короткі повідомлення SMS коштувала більше 100 мільярдів доларів річного доходу в 2007 році в усьому світі, в середньому 2,6 SMS у день на людину було відправлено у всій абонентській базі мобільних телефонів. Перший текстове повідомлення SMS було надіслано з комп'ютера на мобільний телефон в 1992 році у Великобританії, а з телефону на телефон у Фінляндії в 1993 році.

Використання інших не SMS послуг передачі даних на мобільних телефонах коштували 31 млрд. доларів в 2007 році, лідерами стали: мобільна музика; логотипи і фотографії, що завантажуються, ігри, азартні ігри, розваги для дорослих і реклама. Перший мобільний контент для завантаження мобільних телефонів було продано у Фінляндії в 1998 році, коли Radiolinja (зараз Elisa) представив послугу завантаження мелодій. У 1999 році японський оператор мобільного зв'язку NTT DoCoMo представив свій послугу мобільного Інтернету (I-Mode), яка сьогодні є найбільшою в світі послугою мобільного Інтернету і приблизно такий же розмір, як Google щорічного доходу.

Перша мобільна служба новин, що поставляється через SMS, була запущена в Фінляндії в 2000 році. Послуги мобільних новин поширюється багатьма організаціями, що надають на вимогу SMS новини. Деякі з них також надавали миттєві новини, зараз витіснені SMS. Мобільна телефонія також сприяє активності, громадську журналістику вивчають як Reuters і Yahoo! (42) так і малі незалежні компанії, таких як Jasmine News в Шрі-Ланці.

Такі компанії, як Monster.com, починають пропонувати мобільні послуги, такі як пошук роботи та профорієнтація. Програми для споживачів знаходяться на підйомі, і включають все, від інформаційних довідників про місцеві заходи і події до мобільних купонів і дисконтні пропозиції, які можна використовувати, щоб заощадити гроші на покупках. Навіть інструменти для створення Інтернет сайтів для мобільних телефонів стають все більш доступними.

Мобільні платежі були вперше випробувані у Фінляндії в 1998 році, коли два Coca-Cola автомати отримали можливість працювати з SMS платежів. Врешті-решт, поширення ідей і в 1999 році на Філіппінах запущений перша комерційна мобільна платіжна система. Сьогодні мобільні платежі починаються від мобільного банкового обслуговування до мобільних кредитних карт для мобільної комерції, які дуже широко використовується в Азії та Африці, і на деяких європейських ринках. Наприклад, на Філіппінах, звичайна річ, коли для перевірки зарплати оплачують мобільний рахунок. У Кенії в межах грошових перекази з одного мобільного рахунку на інший становить один мільйон доларів США. В Індії оплаті рахунків за комунальні послуги з мобільного отримує 5% знижку. В Естонії мобільні телефони є найбільш популярним методом оплати громадського паркування.

Живлення мобільних телефонів.

Мобільні телефони як правило, отримують енергію від батареї, яка може

заряджатися від порту USB, від портативних батарей, від мережі електропостачання або гнізда електричної запальнички в автомобілі за допомогою адаптера або від сонячних панелей або динамо машини.

17 лютого 2009, Асоціація GSM оголосила (43), що вони погодилися на стандартний зарядний пристрій для мобільних телефонів. Стандартний порт, який прийнятий 17 виробниками в межах форуму OMTF, включаючи Nokia, Motorola і Samsung, це micro-USB. Новий зарядний пристрій буде набагато більш ефективним, ніж існуючі зарядні пристрої. Маючи стандартне зарядний пристрій для всіх телефонів, це означає, що виробники не будуть більше поставляти зарядний пристрій з кожним новим телефоном.

Раніше найпоширенішою формою акумуляторів мобільних телефонів були нікель метал гідридні, оскільки вони мають низький розмір і вагу. Літій-іонна батарея іноді використовується, так як вона легша і не має пам'яті напруги, що притаманно нікель метал гідридним акумуляторам. Багато виробників мобільних телефонів вже перейшли до використання літій-полімерні батареї, на відміну від старших літій-іонних акумуляторів, основними їх перевагами ще менша вага та можливість зробити батареї іншої форми, ніж суворий куб. Виробники мобільних телефонів експериментують з альтернативними джерелами енергії, включаючи сонячні батареї.

Більшість втрат енергії в зарядному пристрої мобільного телефону відбувається в стані без навантаження, коли мобільний телефон не підключений, але зарядний пристрій залишається підключеним і використовує енергію. Для боротьби з цим у листопаді 2008 року в п'ятірка виробників мобільних телефонів Nokia, Samsung, LG Electronics, Sony Ericsson і Motorola створили систему зірки, щоб оцінити ефективність їх зарядних пристроїв в стані холостого ходу. Нуль зірок це 0,5 Вт, п'ять це менше ніж 0,03 Вт (30 мВт) без навантаження.

Ряд компаній, що пропонують напівпровідникові Flyback контролери, такі як Power Integrations та SamSemi, тепер стверджують, що стандарт п'яти зірок може бути досягнутий з використанням їхньої продукції.

22 жовтня 2009 року Міжнародний союз електрозв'язку (ITU) заявив, що він обійняв рішення щодо універсального зарядного пристрою «Ґрунтуючись на інтерфейсі micro-USB, універсальний зарядний пристрій повинен мати рейтинг не нижче 4 зірок, тобто споживати потужність менше 15 мВт в стані холостого ходу» (44).

SIM-картки.

На додаток до акумулятора, для функціонування GSM мобільні телефони вимагають невеликий мікро чип, так званий модуль ідентифікації абонента або SIM-картка. Приблизно розміром з невелику поштову марку, SIM-картка зазвичай міститься під акумулятором на задній панелі пристрою і (якщо вона правильно активована) зберігає дані конфігурації телефону та інформацію про сам телефон, наприклад, план телефонного зв'язку абонента. Коли абонент знімає SIM-картку, він може її повторно вставити в інший телефон, який налаштований на прийом карток SIM (45) і нормально її використовувати.

Кожна SIM-карта активується шляхом використання унікального цифрового ідентифікатора. Після активації, ідентифікатор заблоковано і картка постійно закривається в мережі, яка виконує її активізацію. З цієї причини більшість роздрібних торговців відмовляються погодитися на повернення активованих SIM-карт.

Ті, стільникові телефони, які не використовують SIM-картки мають дані, які запрограмовані у їхній пам'яті. Ці дані доступні якщо набрати спеціальну послідовність цифр для доступу. Звідси, можна додати інформацію, наприклад: новий номер для вашого телефону; нові номери постачальника послуг; нові номери служби екстреної допомоги; змінити свій ключ для перевірки автентичності і оновити список роумінг. Однак, щоб запобігти ситуацію, коли хтось випадково відключить свій телефон або видалить його з мережі, постачальник послуг ставить блокування на ці дані, цю програму блокування телефону називають майстер допоміжного блокування (Master Subsidiary Lock – MSL).

Програма MSL також гарантує, що постачальник послуг мобільного зв'язку отримує оплату за телефон, який був придбаний або орендований. Наприклад, для телефону Motorola RAZR V9C витрати складають понад \$500. Ви можете його отримати за ціною приблизно \$200, залежно від оператора. Різниця виплачується клієнтом у вигляді щомісячного рахунку. Якщо оператор не скористався майстром MSL, то він може втратити \$300 - \$400 різниці, яка виплачується в щомісячний рахунок, оскільки деякі клієнти будуть скасувати їх послуги і використовувати телефон в мережі іншого оператора.

Програма MSL інсталується тільки один раз і потім постійно застосовується до SIM, коли договір вже не діє, програма MSL, як і раніше, застосовується до картки SIM. Телефон, проте, теж спочатку заблокований виробником в межах програми MSL постачальника послуг мобільного зв'язку. Це блокування телефону може бути відключене, так що телефон можна використовувати з SIM картками інших постачальників послуг. Більшість телефонів, придбаних за межами США, це розблоковані телефони, оскільки існує безліч постачальників послуг в безпосередній близькості один до одного і які мають спільне покриття. Вартість для розблокування телефону коливається, але зазвичай дуже дешево, і в деяких випадках передбачається незалежними виробниками телефонів.

Мати розблокований телефон є надзвичайно корисним для мандрівників з-за високої вартості використання програми MSL постачальник послуг мобільного зв'язку, коли абонент знаходиться за межами нормальної області досяжності. Це може коштувати іноді до 10 разів більше, якщо використовувати заблоковані телефони за кордоном, ніж в звичайній зоні обслуговування, навіть за зниженими ставками. Корпорація T-Mobile надає код розблокування SIM власникам рахунків з хорошою репутацією після 90 днів. Наприклад, на Ямайці, абонент AT & T може сплатити понад \$1,65 за хвилину міжнародного дзвінка з урахуванням скидки, в той час як абонент B-Mobile (Ямайки) буде платити 0,20 долара США за одну хвилину того ж міжнародного

дзвінка. Деякі постачальники послуг фокусують увагу на міжнародних продажах той час як інші зосереджені на регіональних продажах. Наприклад, той же абонент В-Mobile може більше платити за місцеві дзвінки, але менше за міжнародні дзвінки, ніж абонент національної телефонної компанії Ямайки (Cable & Wireless). Ці тарифні відмінності обумовлені головним чином курсом обміну валют, оскільки валюта покупки послуг SIM це місцева валюта. У США конкуренція цих видів послуг не існує, оскільки деякі великі постачальники послуг не пропонують передплачені послуги(Pay-As-You-Go).

Ринок.

У третьому кварталі 2008 року, корпорація Nokia є найбільшим в світі виробником мобільних телефонів, з глобальною часткою ринку пристроїв 39,4%, далі йдуть Samsung (17,3%), Sony Ericsson (8,6%), Motorola (8,5%) і LG Electronics (7,7 %). На виробників припадає понад 80% усіх мобільних телефонів, що продаються в даний час (46).

Перелік інших виробників включає корпорації: Apple inc; Audiovox (зараз UTStarcom); Benefon; BenQ-Siemens; СЕСТ; HTC Corporation; Fujitsu; Kyocera; Mitsubishi Electric; NEC; Neonode; Panasonic; Palm; Matsushita; Pantech Wireless Inc.; Philips; Qualcomm Inc.; Research In Motion Ltd.(RIM); Sagem; Sanyo; Sharp; Siemens; Sendo; Sierra Wireless; SK Teletch; T & Alcatel, Huawei, Trium і Toshiba. Є також спеціальні комунікаційні системи, пов'язані (але відмінні) з мобільними телефонами.

Засоби масової інформації.

Мобільний телефон став масовим медіа-каналом в 1998 році, коли першу мелодію для мобільних телефонів було продано оператором Radiolinja у Фінляндії. Незабаром інший мультимедійний зміст з'явився, такий як: новини; ігри; жарти; гороскопи; телевізійний контент та реклама. У 2006 році загальна вартість мобільного мультимедійного контенту перевищила вартість мультимедійного контенту Інтернету і склала 31 млрд. доларів. Значення Музика на мобільних телефонах коштує 9,3 млрд. доларів США в 2007 році, а ігри – 5 мільярдів доларів у 2007 році (47).

Мобільний телефон часто називають четвертим екраном (кіноекран, телеекран та екран персональних комп'ютерів це перших три). Він також називається сьомий засіб масової інформації (друк, звукозапис, кіно, радіо, телебачення та Інтернет це перші шість). Більшість раннього контенту для мобільного телефону це, як правило, копії всіх основних форматів, таких, як рекламний банер або заголовки телевізійних новин, відео кліп. Нещодавно почав формуватися унікальний контент для мобільного телефону: рінгтони; спеціальні мелодії в музиці; відео контент, який створений спеціально для мобільних телефонів.

Прихід засобів масової інформації на мобільний телефон також підготував можливості для виявлення і відстеження альфа користувачів або концентраторів, найбільш впливових членів будь-якої соціальної спільності. Компанія AMF Ventures в 2007 році оцінила відносну точність трьох засобів масової інформації, і виявила, що за оцінками аудиторії мобільні засоби в

дев'ять разів більш точні ніж в Інтернет, і в 90 разів точніші за телебачення.

9.4.4 Порівняння з аналогічними системами

Автомобільний телефон.

Тип телефонів, які стаціонарно встановлені на транспортному засобі, вони часто мають більш потужні передавачі, зовнішні антени і використовується динамік для гучного зв'язку. Як правило, вони підключаються до мереж так само як і звичайні мобільні телефони.

Бездротовий телефон (портативний телефон).

Бездротові телефони є телефонами, які використовують одну або більше телефонів радіо слухавок замість дротяних телефонів. Телефони без дротів підключені до базової станції, яка, в свою чергу, підключається до звичайної наземної телефонної лінії. На відміну від мобільних телефонів, радіотелефони використовують приватну базову станцію (що продовжує звичайну телефонну абонентську лінію), і які не є загальнодоступними.

Професійне мобільне радіо PMR.

Просунуті професійні систем мобільного радіозв'язку можуть бути дуже схожими на мобільні телефонні системи. Слід зазначити, що стандарт IDEN використовується і як приватна транкінгова система, і як технологія для декількох великих національних операторів. Аналогічні спроби відбуваються навіть для використання системи TETRA, Європейського стандарту цифрового приватного мобільного радіо, для здійснення громадських мобільних мереж.

Радіотелефон.

Цей термін охоплює радіостанції, які можуть підключатися до телефонної мережі. Ці телефони можуть бути не мобільними, наприклад, вони можуть потребувати живлення від промислової силової мережі, їм може знадобитися допомога з боку людини-оператора зі створення викликів на телефони мережі загального користування PSTN.

Супутниковий телефон.

Цей тип телефону безпосередньо зв'язується із штучним супутником, який, у свою чергу, ретранслює дзвінки на базову станцію або на інший супутниковий телефон. Один супутник може забезпечити охоплення набагато більшої площі, ніж наземна базова станція. Оскільки супутникові телефони коштують дорого, їх використання, як правило, обмежуються людьми у віддалених районах, де охоплення мобільного телефонного не існує, такі, як альпіністи, моряки у відкритому морі, і репортери на місцях стихійних лих.

IP-телефон.

Цей тип телефону забезпечує дзвінки через бездротові мережі Інтернету, при цьому використовується протокол VoIP, як альтернатива до традиційних CDMA і GSM мереж. Кілька виробників розробили телефони Wi-Fi. Крім того, деякі стільникові мобільні телефони містять у собі здатність до виконання дзвінків VoIP через стільникові високошвидкісні мережі передачі даних і бездротовий Інтернет (48).

9.4.5 Конфіденційність

Мобільні телефони мають численні питання конфіденційності, пов'язані з

ними, і регулярно використовуються урядами для виконання спостережень.

Правоохоронні і розвідувальні служби у Великобританії і США володіють технологією віддаленого включення мікрофона в мобільних телефонах для того, щоб прослуховувати розмови, які відбуваються поряд з людиною, яка має підключений телефон (49).

Мобільні телефони, також широко використовуються для збору даних про місцезнаходження. Географічного розташування мобільного телефону може бути визначена, наприклад, використовуючи техніку розрахунку різниці в часі затримки сигналу мобільного телефону для кожної з кількох веж стільникового зв'язку (50).

9.4.6 Ризики для здоров'я

Оскільки мобільні телефони випромінюють електромагнітні хвилі, росте стурбованість у зв'язку з ризиком раку, таке формулювання може розглядатися, коли телефон використовується протягом тривалих періодів часу (51). Це випромінювання не є іонізуючим, але локалізований опік може статися. Зараз існує консенсус наукового і медичного співтовариства в тому, що наслідки для здоров'я дуже мало ймовірно можуть бути викликані мобільними телефонами та їх базовими станціями (52). В той же час мобільні телефони стали широко доступні лише порівняно недавно, а пухлині можуть знадобитися десятиліття для розвитку. З цієї причини деякі органи охорони здоров'я настійно закликають дотримуватися принципу обережності, рекомендації, щоб звести до мінімуму використання і близькість до голови, особливо серед дітей (53).

9.4.7 Обмеження на використання

Мобільні телефони і безпеку руху

Використання мобільного телефону за кермом автомобіля це загальна практика, але викликає дискусії. Відволікання під час керування автомобілем, як показує практика, підвищує ризик аварії. З-за цього багато урядів зробили використання мобільних телефонів під час водіння незаконним. Ізраїль, Португалія, Сінгапур, Японія заборонили як звичайне використання мобільного телефону так і комплекти вільні руки, в той час як багато інших країн, включаючи Великобританію, Францію, Україну і в багатьох штатах США заборонили тільки звичайне використання телефону, але дозволили без використання комплектів вільні руки.

У зв'язку з ускладненням мобільних телефонів, часто вони більше схожі на мобільні комп'ютери при їх застосуванні. Це внесло додаткові труднощі для співробітників правоохоронних органів у можливості відрізнити одне використання від іншого, як водії використовують свої пристрої. Порушення більш очевидні в тих країнах, які заборонили як ручні застосування так і комплекти вільні руки, а в тих країнах, де заборонені тільки ручні використання, чиновники не можуть легко сказати, які функції мобільного телефону використовується просто шляхом візуального погляду на водіїв. Це може означати, що водії можуть бути зупинені за використання цих пристроїв незаконно за телефонний дзвінок, тоді як насправді вони не телефонували, а натомість вони виконували законні дії, такі, як управління стереосистемою за

допомогою телефону або використовували функцію супутникової навігації - або в якості частини власного пристрою автомобілю або безпосередньо сам мобільний телефон. В подібних випадках часто може бути доведено інше перевіркою записів викликів у мобільних телефонних операторів, щоб побачити, чи відбувається виклик під час відповідної подорожі. Хоча в багатьох країнах правоохоронні органи можуть зупинити водія за різні правопорушення, наприклад, через водіння без належної обережності та уваги.

Школи.

Деякі школи забороняють або обмежують використання мобільних телефонів. Школи встановити обмеження на використання мобільних телефонів, тому що стільникові телефони використовуються для обману на іспитах, дратування інших людей, загрози безпеки шкіл, а також сприяння пліткам та іншій соціальній діяльності в школі. Багато мобільних телефонів заборонені у приміщеннях шкільних роздягалень, громадських кімнатах відпочинку та басейнах для плавання.

9.4.8 Висновки.

Більшість телефонів підтримує стандарт GSM.

Технологія телефонів GSM має наступні особливості: мобільність – 500 км на годину; швидкість передавання даних в радіоканалі(x8) – 812 кБіт/с; смуга радіоканалу – 200кГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – 1Вт(2Вт); топологія клітин – макро(35 км), мікро, піко, фемто та типу парасолька(35 км).

Технологія телефонів UMTS HSDPA має наступні особливості: мобільність – немає даних; швидкість передавання даних вниз(вверх) – 7.2 Мбіт/с (7.2 Мбіт/с); смуга радіоканалу – немає даних; потужність передавача мобільної станції(бази) – немає даних; топологія клітин – немає даних.

Технологія CDMA2000/EV-DO Rev.A має наступні особливості: мобільність – немає даних; швидкість передавання даних вниз(вверх) – 3.1 Мбіт/с (1.8 Мбіт/с); смуга радіоканалу – немає даних; потужність передавача мобільної станції(бази) – немає даних; топологія клітин – немає даних.

Деякі, корпорації апаратно обмежують швидкість передавання даних наверх, наприклад, корпорація Apple в смартфоні iPhone залишила обмежену швидкість передачі даних в мережу 384 Кбіт/с.

9.4.9 Контрольні завдання та запитання.

9.5 Модуль ідентифікації абонента

Модуль ідентифікації абонента (SIM) на знімній карті SIM надійно зберігає номер абонента (International Mobile Subscriber Identity – IMSI), який використовується для ідентифікації абонента, що використовують мобільні телефонні пристрої (такі як комп'ютери та мобільні телефони). Карта SIM дозволяє користувачу змінити телефон просто видалив карту SIM із одного мобільного телефону і вставив її в інший мобільний телефон або пристрій широкосмугової телефонії. В карті SIM міститься: унікальний серійний номер картки; унікальний міжнародний номер мобільного абонента IMSI; інформація для перевірки автентичності і шифрування; тимчасова інформація, яка пов'язана з місцевою мережею (тимчасовий місцевий номер, який був виданий користувачу); список послуг, до яких користувач має доступ; два паролі (PIN для звичайного використання та PUK для розблокування).

Карти SIM доступні у двох стандартних розмірах. Розміри кредитної картки (85,60 мм × 53,98 мм × 0,76 мм) – перший тип. Більш популярна мініатюрна версія, яка має ширину 25 мм, довжину 15 мм, товщину 0,76 мм – другий тип. Однак більшість карт SIM, як і раніше, поставляється у вигляді великої карти першого типу. Конструкція цієї картки дозволяє в домашніх умовах отримати картку меншого розміру другого типу.

Першу карту SIM було зроблено в 1991 році, Мюнхенський виробник смарт-карт Giesecke&Devrient продав перші 300 SIM карт фінському оператору бездротових мереж Elisa Oyj (раніше Radiolinja).

9.5.1 Технологія смарт-карт

Кожна картка SIM зберігає унікальний номер IMSI. Формат цього номера виглядає наступним чином:

- ✚ перші 3 цифри являють собою мобільний код країни (255 – Україна);
- ✚ наступні 2 цифри представляють код мобільної мережі (03 – Kyivstar)
- ✚ наступні 10 цифр представляють собою ідентифікаційний номер мобільної станції.

Оскільки SIM-картка це смарт-карта, вона також має номер ICC-ID на основі міжнародного стандарту ISO / IEC 7812. Максимальна довжина видимого номера картки становить 20 символів, рекомендується 19 цифр, але оператори телекомунікаційних мереж, які вже видали SIM-карт для фази 1 з довжиною ідентифікаційного номера 20 цифр, можуть зберегти цю довжину. Номер складається з наступних підрозділів.

Ідентифікаційний номер емітента (максимум 7 цифр):

- ✚ ідентифікатор галузі промисловості, 2 цифри (89 – телекомунікації);
- ✚ код країни, 1-3 цифри, визначених рекомендацією ITU-T E.164(38 – Україна);
- ✚ ідентифікатор емітента, змінна довжина(003 – Kyivstar).

Ідентифікація індивідуального рахунка:

- ✚ індивідуальний ідентифікаційний номер облікового запису;
- ✚ контрольна цифра паритету.

W-SIM це карта SIM, що також інтегрує основні технології стільникових телефонів (Personal Handy-phone System – PHS) в самій картці. Технологія PHS має наступні особливості: мобільність – 100 км/ч; швидкість передавання даних(x8) – 512 кБіт/с; смуга радіоканалу – 300кГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – 10мВт(500мВт); топологія клітин – піко [http://php.com.tw; utstar.com].

Virtual SIM це номер мобільного телефону, що надається оператором мобільного зв'язку, він не потребує SIM карти, щоб припинити телефонні дзвінки на мобільному телефоні користувача.

9.5.2 Стандарти і мобільні телефони

Використання карт SIM є обов'язковим у пристроях GSM. Еквівалент карт SIM у UMTS називається універсальною карткою (Universal Integrated Circuit Card – UICC), яка запускає програму USIM, тоді як змінний модуль ідентифікації користувача (Removable User Identity Module – R-UIM) є більш популярним в CDMA-пристроях, таких як CDMA2000. Карта UICC в розмовах, як і раніше називається картою SIM. Багато CDMA стандартів не включають в себе будь-які такі картки, а послуги пов'язуються з унікальним кодом, що міститься в самому апараті.

Супутникові телефони для мереж Iridium, Thuraya та глобальної мережі Inmarsat також використовують SIM картки. Іноді ці карти SIM працюють в звичайних телефонах GSM, а також дозволяють абонентам GSM підключатися до супутникових мереж з використанням своїх власних карт SIM в супутниковому телефоні.

Карта SIM надає нові і значні ділові можливості для бізнесу в галузі мобільного зв'язку шляхом створення оператора мобільної віртуальної мережі (Mobile Virtual Network Operator – MVNO). Такий оператор не володіє або не управляє мережею стільникового зв'язку, але він орендує абонентську ємність у одного з операторів мереж і тільки надає SIM карт для своїх абонентів. Такі оператори MVNO вперше з'явилися в Данії, Гонконгу, Фінляндії і Великобританії, і сьогодні існують в більш ніж 50 країн, включаючи більшість країн Європи, США, Канаді, Австралії та деяких частинах Азії і на них припадає приблизно 10% всіх абонентів мобільного зв'язку в усьому світі.

У деяких мережах, мобільний телефон блокуються для SIM-карт своїх операторів, наприклад, це GSM мережі в США і Великобританії. Це зазвичай відбувається тільки в тих країнах, де мобільні телефони субсидуються, але навіть тоді це не всі країни, і не всі оператори. У США телефони заблоковані для оператора, це означає, що лише SIM карти конкретних операторів будуть в них працювати, однак нещодавно прийнятий закон FCC вимагає, щоб усі оператори GSM на вимогу замовника виконували розблокування телефонів для використання в інших мережах. У Великобританії, як правило, у більшості телефонів з субсидіями SIM-заблокована.

Телефони, які продаються з контрактом, часто заблоковані (заблокована

SIM) в мережі де телефон обслуговується, тому що телефони часто субсидуються з поверненням субсидії постачальнику послуг зв'язку в мінімальний термін(як правило, 12 або 24 місяців). Наприклад, у Великобританії, телефон, який коштує £ 250 без контракту може бути запропонований безкоштовно в рамках 18-місячного контракту із зобов'язанням виплачувати 30 фунтів стерлінгів на місяць (£ 540 зобов'язань в цілому).

Безліч Інтернет і інших компаній пропонує можливість видалити SIM-блокування з телефону, що фактично дозволяє використовувати телефон в будь-якій мережі, включивши різні картки SIM. Це корисно для мандрівників, які могли б і хочуть поставити місцеву карту SIM в свій телефон, коли вони прибувають до країни, з тим щоб звести до мінімуму роумінг. У багатьох країнах, тепер можна купити заздалегідь оплачені карти SIM просто в магазині, і таке розповсюдження тільки карти SIM це ефективний з точки зору вартості спосіб залишатися на зв'язку під час поїздок.

Більшість GSM і 3G мобільних телефонів можуть бути легко розблоковані і використовуються на будь-яку відповідну мережу з будь-якою картою SIM. Помітним винятком є iPhone Apple, де в більшості ринків Apple пішов на крайні заходи для блокування своїх телефонів, щоб вони могли бути використані тільки з мережею партнерів. Це призвело до популяризації зламу, який називають втеча, яка дозволяє замовленому програмному забезпеченню, яке не санкціоновано корпорацією Apple, працювати на телефоні. Потім програма може бути запущена, щоб розблокувати телефон, що звільняє його від iPhone партнерської мережі, так що будь-яка карта SIM може бути вставлена. Між корпорацією Apple і її опонентами відбувається ескалація війни, корпорація Apple постійно намагаються закрити лазівки в свої операційні системи, а опоненти шукають нові способи для втечі з в'язниці в кожній версії при їх надходженні.

У країнах, де телефони не субсидуються, таких, як Італія та Бельгія, всі телефони розблоковані. Якщо телефон не заблокований для своєї SIM карти, користувачі можуть легко перемикає мережі шляхом простої заміни карти SIM однієї мережі на іншу при використанні тільки одного телефону. Це характерно, наприклад, серед користувачів, яким може знадобитися для оптимізації їх телекомунікаційних послуг за різними тарифами на різних друзів у різних мережах. Процедура називається перемикає карти SIM.

Телефони на дві картки SIM зараз виробляються корпорацією Samsung, яка позбавляє споживача від необхідності носити один телефон на номер. Користувач може мати окремий номер для сім'ї та друзів, а інший для бізнесу та роботи.

9.5.3 Операційні системи

Операційні системи карт SIM бувають двох основних типів: рідна і Java Card. Рідні SIM-карти спираються на власне, специфічне для постачальників програмне забезпечення, в той час як карти SIM на основі Java стандартів, зокрема Java Card, яка є підмножиною мови програмування Java, що спеціально орієнтовані на вбудовані мікросхеми. Система Java Card дозволяє SIM-карт

містити програми, які є апаратно не залежними і можуть працювати на різних апаратних платформах.

9.5.4 Дані

Карти SIM зберігають мережну конкретну інформацію, що використовується для перевірки автентичності і ідентифікації абонентів в мережі, найбільш важливими з них є номер ICC-ID, міжнародний номер IMSI, ключ перевірки автентичності (Authentication Key – Ki), ідентифікатор географічної області (Local Area Identity – LAI) та номер надзвичайної допомоги, який визначається оператором. Також карти SIM зберігають інші дані конкретного оператора, наприклад, номер центру SMS, назву постачальника послуг, служби набору номера, параметри програми таксації та розміри поточного рахунку. (див. GSM 11.11)

Міжнародний номер мікросхеми.

Кожна SIM-карта має свій міжнародний номер мікросхеми ICC-ID. Ідентифікатори ICC-ID зберігаються в карті SIM і також гравіюється або друкується на поверхні картки SIM ході процесу, званого персоналізацією. Номер ICC-ID визначається рекомендацією ITU-T E.118 [1]. Номер має до 19 або 20 цифр і, крім того, часто доповнюється однією контрольною цифрою, яка розраховується з використанням алгоритму Луна (Luhn). Цей номер ще називають серійним номером (SIM serial number – SSN). Типовий приклад серійного номера 89 38 003 9911 01 375517 F складається з декількох подробиць наступним чином:

- ✚ ідентифікатор галузі промисловості, 2 цифри (89 – телекомунікації);
- ✚ код країни, 2 цифри(38 – Україна);
- ✚ ідентифікатор мережі, 3 цифри(003 – Kyivstar);
- ✚ рік та місяць виробництва, 4 цифри(9911 – листопад 1999 року);
- ✚ код конфігурації комутатора, 2 цифри(01);
- ✚ номер картки SIM, 6 цифр(375517);
- ✚ контрольна цифра паритету, 1 цифра(F).

Міжнародний номер абонента IMSI.

SIM-карти ідентифікуються в мережах їх індивідуальних операторів шляхом захоплення унікального IMSI. Мобільні оператори підключають виклики мобільних телефонів і все що з ними пов'язано за допомогою випущених на ринок своїх карт SIM, з використанням своїх IMSI.

Ключ перевірки автентичності.

Ключ Ki являє собою 128-бітне значення, яке використовується для перевірки автентичності карти SIM в мобільній мережі. Кожна карта SIM утримує унікальний ключ Ki, який їй оператором під час процес персоналізації. Ключ Ki також зберігається в базі даних мережі оператора, в так званому центрі перевірки автентичності (Authentication Center – AUC).

Карта SIM розроблена так, щоб не допустити доступ до ключа за допомогою інтерфейсу смарт-карти. Замість цього, карти SIM забезпечує

функцію (*Run GSM Algorithm*), яка дозволяє телефону передавати дані на карту SIM, які підписуються ключем K_i . Це, за визначенням, робить використання карт SIM обов'язковим, тому що ключ K_i не може бути вилучений з карти SIM, або оператор добровільно розкриває ключ. На практиці, GSM криптографічний алгоритм обчислення $SRES_2$ (див. крок 4 нижче) з K_i має ряд слабких місць, які можуть дозволити видобуток ключа K_i з SIM карти і виготовлення дублікату картки SIM.

Процес перевірки автентичності:

- ✚ 1) коли мобільне устаткування починає роботу, воно отримує номер IMSI від карти SIM, і передає його до мобільного оператору з запитом доступу і перевірки дійсності. Рухоме обладнання, можливо, запросить ввести пін-код PIN для карти SIM перед тим, як карта SIM розпочне видавати цю інформацію;
- ✚ 2) мережа оператора переглядає свою базу даних для вхідного номера IMSI та для пов'язаного з ним ключа K_i ;
- ✚ 3) мережа оператора генерує випадкове число (RANDOM Number – RAND) і підписує його за допомогою ключа K_i , який пов'язаний з номером IMSI, що зберігаються на карті SIM. Так обчислюється інше число, відоме як підписана відповідь 1 (Signed Response 1 – $SRES_1$).
- ✚ 4) потім мережа оператора посилає число RAND на рухоме обладнання, що передає його в карту SIM. Карта SIM підписує його своїм ключем K_i і виробляє число $SRES_2$, яке далі передається до рухомого обладнання з ключем шифрування K_c . Мобільне обладнання передає число $SRES_2$ до мережі оператора;
- ✚ 5) потім мережа оператора порівнює вираховане нею число $SRES_1$ з розрахованим числом $SRES_2$, що мобільне устаткування повернуло. Якщо два числа співпадають, то картка SIM пройшла перевірку автентичності і мобільному обладнанню надається доступ до мережі оператора. Ключ K_c використовується для шифрування всіх подальших сеансів зв'язку між обладнанням та мережею.

Ідентифікатор географічної області.

Карта SIM зберігає інформацію про стан мережі, яка надходить від ідентифікатора LAI. Мережа оператора поділяються на географічні райони, кожен з яких має унікальний номер LAI. Коли пристрій змінює місце, він зберігає новий номер LAI в карту SIM та направляє його назад до мережі оператора на нове місце. Якщо в пристрої відключити і включити живлення, він буде приймати дані з карти SIM і виконувати пошук для попереднього ідентифікатора LAI. Це економить час, уникаючи пошуку за всім списком частот, що робить телефон зазвичай.

SMS повідомлення і контакти.

Більшість SIM-карт будуть зберігати в вигляді таблиці список

повідомлень SMS і контакти телефонної книги. Контакти зберігаються в вигляді простих пар «Ім'я і номер», записи, що містять складні телефонні номери і додаткові телефонні номери, як правило, не будуть зберігатися на картці SIM. Коли користувач намагається зробити копії таких записів на картку SIM, програмне забезпечення телефону буде розбивати їх на декілька записів, відкидаючи будь-яку інформацію, яка не є телефонним номером. Кількість контактів і повідомлень, що зберігаються залежить від картки SIM; ранні моделі будуть зберігати лише 5 повідомлень і 20 контактів, в той час як сучасні карти SIM як правило, можуть зберігати понад 250 контактів.

Універсальний модуль ідентифікації абонента.

Універсальний модуль ідентифікації абонента USIM призначений для UMTS мобільної телефонії, він працює на смарт-карті UICC, яка вставляється в 3G мобільні телефони. Існує поширена помилка називати карту UICC саме USIM, але USIM це просто логічний об'єкт на фізичній карті.

Вона зберігає абоненту інформацію для користування, інформацію для перевірки автентичності та забезпечує простір для зберігання текстових повідомлень і контактів телефонної книги. Телефонна книга на карті UICC значно розширилася.

Для перевірки автентичності, модуль USIM зберігає довгостроковий таємний ключ K, який надається центром перевірки автентичності AUC мережі. Модуль USIM перевіряє також порядковий номер, який повинен бути в межах діапазону за допомогою механізму вікна для запобігання атак, і відповідає за генерацію сесійних ключів СК і ІК, які будуть використовуватися в алгоритмах забезпечення конфіденційності і цілісності в блокових шифрах Касами в мережах UMTS.

Еквівалентом модуля USIM на мережах GSM є SIM, а на мережах CDMA це модуль CSIM.

9.5.6 Японські та Фінські варіанти

Японська система PDC також визначає модуль SIM, але він ніколи не був реалізований на комерційній основі. Специфікація інтерфейсу між мобільним обладнанням та модулем SIM наведено в японському (ARIB) стандарті RCR STD-27 в додатку 4. Група експертів з модулів ідентифікації абонентів (SIMEG) це комітет фахівців, які були зібрані Європейським інститутом стандартів зв'язку (ETSI) для розробки специфікацій (GSM 11.11) для взаємодії між смарт-картами і мобільними телефонами. У 1994 році назва групи була змінена на SMG9.

У липні 2005 року фінський уряд оголосив, що сертифікат громадянина, гарантований державою включений в карту SIM електронний атестат, буде доступним для кожної людини, що проживає у Фінляндії, до кінця 2005 року, що дозволить користувачам мобільних телефонів отримати доступ до електронних послуг на ходу. Сертифікат громадянина описаний як електронне посвідчення особи, що буде сумісним з кількома апаратними пристроями, таким як мобільні телефони, кишенькові персональні комп'ютери, персональні комп'ютери, цифрові телевізори та громадські Інтернет кіоски. Він заснований

на відкритих стандартах і захищений інфраструктурою відкритих ключів (public key infrastructure – PKI) (54).

9.5.7 Висновки

W-SIM це карта SIM, що також інтегрує основні технології PHS стільникових телефонів в самій картці. Технологія PHS має наступні особливості: мобільність – 100 км на годину; швидкість передавання даних(x8) – 512 кБіт/с; смуга радіоканалу – 200кГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – 10мВт(500мВт); топологія клітин – піко.

9.5.8 Контрольні завдання та запитання

9.6 Стандарти третього покоління мобільного зв'язку IMT-2000

В 1999 році був розроблений формат International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000), більш відомий як 3G або 3-го покоління, це сім'я стандартів мобільного зв'язку, що визначаються Міжнародним союзом електрозв'язку, (55) яка включає специфікації GSM EDGE, UMTS і CDMA2000, а також DECT і WiMAX. Послуги включають в себе широку область бездротової голосової телефонії, відео-дзвінки, а також бездротову передачі даних і все це в мобільному середовищі. У порівнянні з мережами 2G та 2.5G послуги мережі 3G дозволяють одночасно використовувати мову і послуги передачі даних, мають підвищену швидкість передачі даних (до 14,0 Мбіт / с в спадному каналі і 5,8 Мбіт/с в лінії зв'язку вверх з HSPA +). Таким чином, формат 3G дозволяє операторам мереж пропонувати користувачам більш широкий діапазон більш просунутих послуг при одночасному підвищенні пропускної здатності мережі шляхом поліпшення спектральної ефективності.

Міжнародний союз електрозв'язку (ITU) визначає цілі стандартів третього покоління (3G) мобільного зв'язку IMT-2000 так: сприяти зростанню, збільшувати пропускну здатність, і підтримувати більш різноманітні прикладні програми. Наприклад, планувалось, що стандарт GSM (в даний час найбільш популярні специфікації стільникових телефонів) може забезпечити не тільки голосовий зв'язок, але і завантаження даних комутованими каналами на швидкостях до 14,4 кбіт/с. Але для підтримки мобільних мультимедійних прикладних програм, стандарти 3G повинні забезпечувати доставку даних з комутацією пакетів з кращого спектральної ефективністю та з набагато більшою швидкістю.

9.6.1 Огляд

У 1999 році союз ITU затвердив п'ять радіо-інтерфейсів для IMT-2000 в рамках рекомендації ITU-R M.1457; специфікація WiMAX була додана в 2007 році (56).

Існують еволюційні стандарти це розширення вже існуючих мереж 2G з підтримкою сумісності, а також революційні стандарти, які вимагають повністю нових мереж і розподілу частот (57). Ще виникла така класифікація сім'я UMTS, яка складається з розроблених для IMT-2000 стандартів, а також незалежно розвинені стандарти DECT і WiMAX, які були включені, оскільки вони відповідають визначенням IMT-2000. Огляд стандартів 3G або IMT-2000 наведено в табл. 1.

Хоча специфікація EDGE є частиною стандарту 3G, більшість доповідей щодо телефонів GSM/UMTS доступність до мереж EDGE ("2.75G") та UMTS ("3G") подають у вигляді окремих функцій.

Таблиця 1- Огляд сім'ї стандартів IMT-2000.

Назва за IMT-2000	Назва стандарту	Передача даних	Для 4G	Дуплекс	Канали	Класифікація стандарту	Географія
TDMA Single-Carrier (IMT-SC)	GSM EDGE (UWT-136)	EDGE	Evolution	FDD	TDMA	еволюційний	Світ
CDMA Multi-Carrier (IMT-MC)	CDMA2000	EV-DO	UMB		CDMA		Америка, Азія та ін..
CDMA Direct Spread (IMT-DS)	UMTS, W-CDMA	HSPA	LTE	TDD		революційний	Світ
CDMA TDD (IMT-TC)	UMTS, TD-CDMA						Європа
	UMTS, TD-SCDMA	Китай					
FDMA/TDMA (IMT-FT)	DECT	немає			FDMA / TDMA	незалежний	Європа, США
IP-OFDMA	WiMAX (IEEE 802.16)				OFDMA		Світ

9.6.2 Історія

Перша дослідна комерційна мережа 3G була запущена оператором NTT DoCoMo в Японії під торговою маркою FOMA, в травні 2001 року як представлення технології W-CDMA (58). Перший комерційний запуск мережі 3G NTT DoCoMo відбулося в Японії 1 жовтня 2001 року, хоча мережа була спочатку обмежена за своїми масштабами; (59) підвищення доступності було затримано очевидною стурбованістю з приводу надійності (60). Друга комерційна мережа була створена оператором SK Telecom в Південній Кореї на технології 1xEV-DO в січні 2002 року. До травня 2002 року друга південнокорейського мережу 3G була розгорнута оператором KTF на технології EV-DO, і, таким чином, корейці були першими, хто створив конкуренцію між операторами 3G.

Перша європейська дослідна мережа під торговою маркою Isle of Man була розгорнута корпорацією Manx Telecom, оператор потім був куплений корпорацією British Telecom, а перша комерційна мережа в Європі була відкрита для бізнесу оператором Telenor в грудні 2001 року із застосуванням не комерційних безоплатних телефонів. Ці мережі застосовували технологію W-CDMA.

В США першу комерційну 3G мережу відкрив оператор Monet Mobile Networks на технології CDMA2000 1xEV-DO, але це мережа пізніше була закрита. Друга мережу 3G в США була відкрита оператором Verizon Wireless в жовтні 2003 року також на технології CDMA2000 1xEV-DO. Мережа AT & T Mobility також стала повноцінною мережею 3G, після завершення модернізації мережі 3G технологією HSPA.

Перша дослідна комерційна демонстрація в південній півкулі була побудована в Аделаїді в Південній Австралії корпорацією m.Net в лютому 2002 року на використанні UMTS в діапазоні 2,1 ГГц. Це була демонстрація мережа для світового конгресу IT-2002. Перша комерційна мережа 3G була запущена корпорацією Hutchison Telecommunications з торговою маркою Three в березні

2003 року.

У грудні 2007 року 190 мереж 3G діяли в 40 країнах і 154 мережі HSDPA діяли в 71 країні, за даними Global Mobile Suppliers Association (GSA). В Азії, Європі, Канаді та США, телекомунікаційні компанії використовують W-CDMA технології з підтримкою близько 100 конструкцій терміналів для роботи мобільних мереж 3G.

У Європі, масовий ринок комерційних послуг 3G був введений, починаючи з березня 2003 року оператором 3 (підрозділ корпорації Hutchison Whampoa) у Великобританії та Італії. Рада Європейського Союзу запропонував план, за яким 3G оператори повинні були охопити 80% європейського населення до кінця 2005 року.

Розгортанню мережі 3G було затримана в деяких країнах величезними витратами на додаткові ліцензійними зборами за спектр. У багатьох країнах мережі 3G не використовують ті ж радіо частоти як і мережі 2G, тому мобільні оператори повинні побудувати зовсім нові мережі і отримати ліцензії на зовсім нові частоти; винятком є Сполучені Штати, де оператори 3G послуг працюють в тому ж частотному діапазоні, як інші послуги. Ліцензійні збори у ряді європейських країн були особливо високими, підтриманий урядом аукціон обмеженої кількості ліцензій і фіксована ставка аукціонів викликав хвилювання щодо потенціалу мереж 3G. Інше затримки були викликані витратами на модернізацію обладнання для нових систем.

В червні 2007 року 200-мільйонний абонент 3G був підключений. З 3 млрд. абонентів мобільних телефонів у всьому світі в 2007 році це лише 6,7%. У країнах, де 3G була запущена перша - Японія і Південна Корея - 3G проникнення складає більше 70%. [11] У Європі провідною країною є Італія з третиною своїх абонентів які мігрували до мереж 3G. Серед інших провідних країн з міграції 3G можна назвати Великобританію, Австрію, Австралію та Сінгапур, вони мають 20% рівень міграції. Плутаний статистичний підрахунок вважає абонентів мережі CDMA 2000 1x RTT такими, що були клієнтами 3G. При використанні цього визначення загальна база абонентів 3G складала би 475 мільйонів в червні 2007 р., або 15,8% всіх абонентів у всьому світу.

Оператор Telus представив перші 3G послуги в Канаді в 2005 році. Мережа Rogers Wireless почала реалізацію 3G HSDPA послуг у Східній Канаді на початку 2007 року у формі Rogers Vision. Оператори Fido Solutions і Rogers Wireless зараз пропонують послуги 3G у більшості міських центрів.

Компанія Mobitel Iraq є першим оператором мобільного 3G в Іраку. Він був запущений у комерційну експлуатацію в лютому 2007 року.

Китай оголосив в травні 2008 року, що телекомунікаційний сектор був реорганізований і планується, що три 3G мережі будуть виділені так що найбільший мобільний оператор China Mobile збереже свою GSM клієнтську базу. Було заплановано, що оператор China Unicom буде зберігати свою GSM клієнтську базу, але відмовитися від своєї CDMA2000 клієнтської бази і запустить 3G за провідним світовим стандартом WCDMA (UMTS). Заплановано, що клієнти CDMA2000 оператора China Unicom підуть до

оператора China Telecom, який потім запустить мережу 3G за стандартом CDMA 1x EV-DO. Це означає, що Китай планує мати всі три основні технології стільникового зв'язку стандарту 3G в комерційній експлуатації. Нарешті, в січні 2009 року Міністерство промисловості та інформаційних технологій Китаю видала ліцензії всіх трьох стандартів: TD-SCDMA для China Mobile; WCDMA для China Unicom і CDMA2000 для China Telecom.

У листопаді 2008 року Туреччина провела аукціон на чотири ліцензії IMT-2000/UMTS стандартів 3G для смуг частот 45, 40, 35 і 25МГц відповідно. Оператор Turkcell виграв діапазон 45МГц з ціною €358 млн., оператори Vodafone і Avea взяли в лізинг діапазони частот 40 і 35МГц відповідно на 20 років. Ліцензія на діапазон частот 25МГц залишилися на аукціоні.

Тим не менш, деякі країни, що розвиваються, ще не мають 3G ліцензій та клієнти чекають послуги 3G (61).

Перший Африканське використання 3G технології 3G це відео-дзвінок, який був зроблений в Йоганнесбурзі на мережі Vodacom в листопаді 2004 року. Перший комерційний запуск 3G в Африці зробив оператор EMTEL в Маврикії на основі W-CDMA стандарту. На півночі Африканського Марокко в кінці березня 2006 року, послуга 3G була представлена новою компанією Wana.

Основний постачальник телекомунікаційних послуг T-Mobile недавно представив перелік більш ніж 120 міст США, в яких буде забезпечене покриття 3G мереж у 2009 році (62).

У 2008 році Індія ввела в дію арену з 3G мобільним зв'язком, 3G мобільні послуги буде надавати оператор Mahanagar Telephone Nigam Limited (MTNL). Компанія MTNL є першим оператором мобільного зв'язку в Індії, яка запустила послуги 3G.

В Україні станом на листопад 2009 року в стандарті GSM послуги мобільного зв'язку надають наступні оператори: Ukrainian Mobile Communications, бренд – MTS, частотний діапазон – GSM 900 / GSM 1800; Ukrainian Radio Systems, бренд – Beeline, частотний діапазон – GSM 900 / GSM 1800; Kyivstar GSM JSC, бренд – Kyivstar, частотний діапазон – GSM 900 / GSM 1800; Golden Telecom, бренд – Golden Telecom, частотний діапазон – GSM 1800; Astelit, бренд – life:, частотний діапазон – GSM 900 / GSM 1800. Кількість абонентів, млн. (на дату): MTS – 10(2005); Beeline – 2(2007); Kyivstar – 20(2007); life – 12(2009); Golden Telecom – 0,05(2007).

Національній український оператор зв'язку Ukrtelecom надає послуги 3G в діапазоні UMTS 2100 під брендом Utel.

В стандарті CDMA в Україні працюють наступні оператори: Ukrainian Mobile Communications, бренд – MTS, частотний діапазон – CDMA 450; Intertelecom, бренд – IT, частотний діапазон – CDMA 800; Telesystems of Ukraine, бренд – PEOPLEnet, частотний діапазон – CDMA 800; ІТС, бренд – CDMA Ukraine, частотний діапазон – CDMA 800.

Торговельна марка Altnet належить ТОВ "Українські Новітні Технології". Компанія має ліцензію Національної комісії регулювання зв'язку №5241 від 01.11.06 р. на використання радіочастотного діапазону 3,4-3,6 ГГц

по всій території України для розгортання мережі WiMAX.

Основні історичні дати розвитку мобільного зв'язку в Україні: 1 липня 1993 року – NMT-450; 1997 – GSM900; 1999 – Prepair; 2000 – WAP, GSM-банкінг; 2002 – GPRS, MMS; 2003 – EDGE; 2007 – UMTS 2100, WiMAX, CDMA2000 1xEV-DO.

9.6.3 Особливості

Швидкість передачі даних

В стандартах ІТУ не передбачено чітке визначення швидкості передачі даних, яку користувачі можуть очікувати від обладнання 3G або постачальників послуг. Таким чином користувачі послуг 3G не можуть вказати на стандарт і сказати, що вимоги до швидкості, які в ньому визначені не задовольняються. Не дивлячись на те, що в коментарях можна прочитати: "очікується, що ІМТ-2000(UMTS) буде забезпечувати більш високий рівень передачі: мінімальна швидкість передачі даних 2 Мбіт / с для стаціонарних або піших користувачів та 348 кбіт/с, для тих хто рухається в автомобілі" (63), в специфікаціях ІТУ насправді не вказується явно мінімальна або середня швидкість або види інтерфейсів, що кваліфікуються як 3G, а різні швидкості, що продаються як 3G, призначені для задоволення очікувань клієнтів широкосмугової передачі даних.

Безпека.

Мережі 3G забезпечують більш високу ступінь безпеки, ніж 2G попередники. Дозволяючи абонентському обладнанню (User Equipment – UE) для перевірити автентичність мережі, до якої він підключається, користувач може бути впевнений, що мережа саме та, а не імітується. Мережі 3G використовують блокові коди Касамі замість попереднього поточного шифрування А5/1. Проте, цілий ряд серйозних недоліків в шифру Касамі були встановлено.

На додаток до безпеки інфраструктури 3G мережі, початку до кінця пропонується безпека з кінця в кінець, коли застосовуються прикладні програми обміну миттєвими повідомленнями, хоча це не зовсім 3G власності.

9.6.4 Еволюція від другого покоління 2G

Мережі 2G були побудовані в основному для голосових послуг і повільної передачі даних.

Від 2G до 2.5G.

Перший важливий крок в еволюції до 3G сталося з введенням послуги глобальної радіопередачі пакетів (General Packet Radio Service – GPRS). Таким чином, стільникові послуги у поєднанні з GPRS назвали 2.5G.

Послуга GPRS може забезпечити швидкість передачі даних від 56 кбіт/с до 114 кбіт/с. Вона може бути використана для надання послуг, таких як бездротовий доступ до Інтернет (Wireless Application Protocol – WAP), обміну мультимедійними повідомленнями (MMS), а також послуги Інтернет зв'язку: електронна пошта; гіпертекстові сторінки та ін. Обмін GPRS даними, як правило, оплачується за мегабайт інформації, а при передача даних через традиційну схему перемикавання каналів, виставляється рахунок за хвилину

з'єднання, незалежно від того, користувач фактично використовує канал або знаходиться у неактивному стані.

Від 2.5G до 2.75G(EDGE)

Мережі GPRS удосконалили до мереж EDGE шляхом введенням 8PSK кодування. Наступний перелік: Enhanced Data rates for GSM Evolution – EDGE; Enhanced GPRS – EGPRS; IMT Single Carrier – IMT-SC; це технології, які забезпечують сумісність цифрових мобільних телефонів, дозволяють покращити швидкість передачі даних і розширюють стандарт GSM в напрямку мережі наступного покоління. Специфікації EDGE можна розглядати як радіочастотну технологію 3G(або 4G) і є частиною визначень ITU для мережі 3G, але найбільш часто її називають 2.75G. Технологія EDGE були розгорнуті на мережах GSM в 2003 році, в Україні першим був оператор Kyivstar.

Специфікації EDGE стандартизовані 3GPP як частина сімейства специфікацій GSM і це оновлення забезпечує потенціал трикратного збільшення потужності GSM / GPRS мереж. Специфікація досягає більш високої швидкості передачі даних шляхом переходу на більш складні методи кодування (8PSK) в рамках існуючої структури кадру GSM. І виникає запитання, а що буде якщо застосувати 16PSK, 32PSK і так далі, може це і є перспектива розвитку мереж мобільного зв'язку наступних поколінь, яка чітко показує труднощі підвищення пропускну здатності мереж?

9.6.5 Еволюція в напрямку четвертого покоління 4G.

Обидва проекти 3GPP і 3GPP2 в даний час працюють над подальшим розширенням стандарту 3G, ці розширення названі Long Term Evolution – LTE і Ultra Mobile Broadband – UMB, відповідно. Ці специфікації вже відображають ознаки характерні для стандарту мережі четвертого покоління IMT-Advanced (4G), наступника 3G, тому що засновані на мережевій інфраструктурі, яка побудована виключно із застосуванням Інтернет протоколу і використовують передові бездротові технології, такі як MIMO. Однак, вони відстають від вимог до пропускну здатності для мережі 4G (що складає 1 Гбіт / с для стаціонарної і 100 Мбіт/с для мобільної роботи), ці стандарти класифікуються як 3.9G або Pre-4G.

Проект 3GPP планує зустріти цілі 4G новим розширенням LTE Advanced, а корпорація Qualcomm призупинила розвиток UMB на користь LTE сім'ї (64).

Хоча 3G була успішно впроваджена для користувачів у всьому світі, існують деякі питання, які обговорюються 3G провайдерами і користувачами:

- ✚ висока вхідна плата за ліцензії на послуги 3G у деяких юрисдикціях;
- ✚ відмінності в умовах ліцензування між державами;
- ✚ рівень заборгованості, деяких телекомунікаційних компаній, який робить інвестиції в 3G важкими;
- ✚ відсутність державної підтримки операторів у важкому фінансовому становищі;
- ✚ вартість телефонів 3G;
- ✚ відсутність покриття в деяких районах;

- ✚ попит на широкосмугові послуги в портативних пристроях;
- ✚ термін розряду акумулятора телефону 3G.

9.6.6 Висновки

Очікувалось, що IMT-2000(UMTS) буде забезпечувати більш високий рівень передачі: мінімальна швидкість передачі даних 2 Мбіт / с для стаціонарних або піших користувачів та 348 кбіт/с, для тих хто рухається в автомобілі"

Вимоги до пропускної здатності для мережі 4G складає 1 Гбіт/с для стаціонарної та 100 Мбіт/с для мобільної роботи.

9.6.7 Контрольні завдання та запитання

9.7 Мережа універсального мобільного зв'язку UMTS

Технологія UMTS є однією з технологій для третього покоління (3G) мобільних телекомунікації, яка також розробляється в рамках технологій четвертого покоління 4G. Вона специфікована в рамках проекту 3GPP і є частиною глобальних стандартів IMT-2000. Найбільш поширена форма UMTS використовує технологію W-CDMA в якості основного радіочастотного інтерфейсу, але система охоплює також ще дві технології TD-CDMA і TD-SCDMA. Будучи системою, яка повністю визначає мережу, вона включає наступні елементи: мережу радіочастотного доступу (UMTS Terrestrial Radio Access Network – UTRAN); опорну мережу (Mobile Application Part – MAP); систему перевірки автентичності за допомогою карт USIM.

На відміну від технологій EDGE GSM і CDMA2000, технологія UMTS, вимагає нових стільникових веж і нового розподілу частот. Тим не менше, вона тісно пов'язана з технологією GSM/EDGE, тому що запозичує і розвиває концепції технології GSM. Крім того, більшість телефонів UMTS також підтримують стандарт GSM, що дозволяє їм працювати в двох режимах. Таким чином, послуги UMTS іноді продаються як 3GSM, підкреслюючи тісний зв'язок з GSM і відмінність від конкуруючих технологій.

Назва UMTS, введена ETSI, зазвичай використовується в Європі. За межами Європи, система також відома під іншими назвами, такими як FOMA (65) або W-CDMA [1]. У маркетингу, часто застосовують тільки термін 3G.

9.7.1 Особливості

Специфікації UMTS використовують технологію W-CDMA і підтримують максимальну теоретичну швидкості передачі даних 21 Мбіт / с (з HSDPA) (66), хоча на даний момент користувачі в розгорнутих мережах можуть розраховувати на швидкість передачі даних до 384 кбіт / с для телефонів R99 і 7,2 Мбіт / с для телефону HSDPA в спадному каналі зв'язку. Це набагато більше, ніж в GSM схемі передачі даних з комутацією каналів (9,6 кбіт/с помножити на кількість каналів для технології HSCSD, або 14,4 кбіт/с для CDMAOne), і конкурує з іншими технологіями, такими, як мережі CDMA2000, PHS або WLAN, які надають доступ до Інтернет і інші послуги передачі даних на мобільних пристроях.

Попередниками мереж 3G є мобільні телефонні системи 2G, такі як GSM, IS-95, PDC, CDMA, PHS і інші технології 2G, які використовуються в різних країнах. У випадку з GSM є еволюція шляхом від 2G до GPRS, також відома як 2.5G. Технологія GPRS підтримує набагато кращі швидкості передачі даних (теоретичний максимум 140,8 кбіт/с, хоча звичайна швидкість ближче до 56 кбіт/с) на основі комутації пакетів, кращі ніж на основі з'єднань (комутація каналів). Вони розміщені в багатьох місцях, де використовується GSM. Технологія EDGE, являє собою подальшу еволюцію GPRS і базується на більш сучасній схемі кодування. Фактичні значення швидкості пакетної передачі даних можуть сягати близько 180 кбіт/с. Системи EDGE часто називають системами 2.75G.

Починаючи з 2006 року, мережі UMTS у багатьох країнах перебувають в процесі оновлення або вже оновлені системою високошвидкісної пакетної передачі в спадному каналі HSDPA, ці мережі іноді називають 3.5G. В даний час, технологія HSDPA забезпечує спадну швидкість передачі до 21 Мбіт/с. Ведеться також робота з підвищення швидкості передачі із застосуванням технології HSUPA. У довгостроковій перспективі проект 3GPP LTE планує перейти на мережі 4G зі швидкістю 100 Мбіт/с вниз і 50 Мбіт/с вверх із використанням технології OFDM.

Перша національна мережа UMTS запущена в 2002 році з акцентом на прикладні програми обробки відео, таких як мобільне телебачення, відео-дзвінки. Висока швидкість передачі даних в UMTS в даний час найбільш часто використовуються для доступу в Інтернет. Досвід роботи в Японії та інших країнах показав, що попит абонентів на відео-дзвінки не є високим. Крім того знизилася популярність мобільного аудіо/відео контенту на користь високошвидкісного доступу до Інтернет або безпосередньо на телефон, або підключення комп'ютера через інтерфейси Wi-Fi, Bluetooth, інфрачервоний або USB.

9.7.2 Технологія

Стандарт UMTS поєднує в собі: три різні радіочастотні інтерфейси; опорну GSM мережу (MAP) і сім'ю GSM модулів кодування голосу.

Радіочастотний інтерфейс.

Стандарт UMTS надає декілька різних радіочастотних інтерфейсів наземного повітря (UMTS Terrestrial Radio Access – UTRA) (67). Всі варіанти радіочастотних інтерфейсів є частиною IMT-2000. В даний час найбільш популярні стільникові мобільні телефони використовують варіант інтерфейсу W-CDMA.

Будь ласка, зверніть увагу, що терміни W-CDMA, TD-CDMA і TD-SCDMA вводять в оману. Хоча вони пропонують назви тільки методів доступу до каналу (а саме варіант CDMA), то дійсно вони є загальними назвами для повного набору специфікацій для кожного типу радіочастотного інтерфейсу (68).

Методи неземного радіочастотного доступу до мереж в даний час досліджуються.

Технологія W-CDMA.

Технологія W-CDMA використовує DS-CDMA метод доступу на основі пари каналів шириною 5МГц кожен. На відміну від конкуруючої CDMA2000 системи, яка використовує один або декілька незалежних каналів 1.25МГц для кожного напрямку зв'язку. Системи W-CDMA широко критикують за їх використання великого спектра, що затримало розгортання в країнах, які діяли порівняно повільно при виділенні нових частот спеціально для 3G-послуги (такі, як Сполучені Штати Америки).

Конкретної смуги частот, спочатку визначені стандартом UMTS є 1,885-2,025 ГГц для каналу вверх і 2,110-2,200 ГГц для каналу вниз. У США, смуги 1,710-1,755 ГГц і 2,110-2,155 ГГц будуть використовуватися замість цього,

тому що діапазон 1,900 ГГц вже використано (69). Хоча діапазон UMTS2100 є найбільш широко розгорнутою смугою UMTS, в деяких країнах оператори UMTS використовують діапазони 0,850 ГГц та 1,900 ГГц.

Технологія W-CDMA є частиною IMT-2000 як і має назву IMT Direct Spread.

Технологія UTRA-TDD HCR.

Радіочастотний інтерфейс UMTS-TDD, який використовує технологію доступу до каналу TD-CDMA в стандарті названий UTRA-TDD HCR. Технологія використовує спектр, який нарощується кроком 5MHz, кожен частотний канал розділений на 10 мс кадри, що містять п'ятнадцять часових інтервалів (1500 в секунду) (70). Часовим інтервалам (time slots – TS) виділяється фіксований відсоток для низхідного і висхідного каналів зв'язку. Технологія TD-CDMA використовується для мультиплексування потоків з або до декількох модулів приймання та передавання. На відміну від технології W-CDMA, вона не потребує окремої смуги частот для лінії вгору і вниз, дозволяючи розгортання в вузьких діапазонах частот.

Технологія TD-CDMA є частиною IMT-2000 у вигляді CDMA IMT TDD.

Технологія TD-SCDMA.

Технологія TD-SCDMA використовує метод TDMA доступу до каналів в поєднанні з адаптивним синхронним компонентом CDMA (71) в 1.6МГц частотному каналі спектру, що дозволяє розгортання навіть в більш вузькій смузі частот, ніж TD-CDMA. Тим не менш, основним мотивом впровадження цього стандарту, який був розроблений китайцями, було запобігання або зменшення ліцензійних платежів, які необхідно було виплачувати некитайським патентовласникам. На відміну від інших радіочастотних інтерфейсів, технологія TD-SCDMA не була частиною UMTS з самого початку, але вона була додана у випуску 4 специфікацій.

Як і TD-CDMA, вона відома як IMT CDMA TDD в рамках IMT-2000.

Мережа радіочастотного доступу.

Стандарт UMTS також визначає мережа радіочастотного доступу UTRAN, що складається з декількох базових станцій, які можливо, використовують різні специфікації радіочастотних інтерфейсів і частотних діапазонів.

Технології UMTS і GSM/EDGE можуть розділяти загальну опорну мережу (Core Network – CN), що робить технологію UTRAN альтернативною мережею радіочастотного доступу до технології GERAN (GSM/EDGE RAN), і дозволяє (в основному) прозоре перемикання між мережами відповідно до наявних охоплення та обслуговування. Тому ці дві мережі радіочастотного доступу разом іноді називають UTRAN/GERAN.

Мережі UMTS часто поєднуються з мережами GSM/EDGE, які пізніше також стали частиною IMT-2000.

Інтерфейс між абонентським обладнанням UE та мережею радіочастотного доступу RAN в основному складається з протоколів управління: радіочастотними ресурсами (Radio Resource Control – RRC);

радіочастотними каналами (Radio Link Control – RLC) і доступом до мережі (Media Access Control – MAC). Протокол RRC опікується встановленням з'єднання, вимірюваннями, послугами радіочастотної несучої, безпекою і прийняттям рішення щодо естафетної передачі. Протокол RLC в основному працює в трьох режимах – прозорому (Transparent Mode – TM), без підтвердження (Unacknowledge Mode – UM), з підтвердженням (Acknowledge Mode – AM). Функції режиму AM нагадує операції протоколу TCP, а операції UM нагадують операції UDP. У режимі TM, дані будуть передаватися на нижні шари, не додаючи ніяких заголовків до пакетів вищих шарів. Протокол MAC опікується плануванням даних для радіочастотного інтерфейсу в залежності від налаштувань параметрів більш високого рівня.

Комплекс властивостей, пов'язаних з передачею даних, називається радіочастотним носієм (Radio Bearer – RB). Цей комплекс буде приймати рішення про максимально допустиму кількість даних для інтервалу часу передавання (Transmission Time Interval – TTI). Комплекс включає в себе інформацію протоколу RLC і відображення RB. Відображення RB визначає відображення між об'єктами RB <-> логічний канал <-> транспортний канал. Повідомлення сигналізації буде відсилатися на RB носіях сигналізації і пакети даних (або комутація пакетів, або комутація каналів) будуть відсилатися RB даних. Повідомлення RRC протоколу управління радіочастотними ресурсами будуть йти на RB носіях сигналізації.

Безпека включає дві процедури: забезпечення цілісності і шифрування. Процедура забезпечення цілісності перевіряє походження повідомлення, а також переконується, що ні хто (третя невідома сторона) на радіочастотному інтерфейсі не змінив повідомлення. Шифрування забезпечує, щоб ніхто не слухав ваші дані в радіочастотному просторі. Обидві процедури цілісності та шифрування буде застосовуватися для RB носіїв сигналізації, тоді як тільки шифрування буде застосовуватися до RB носіїв даних.

Опорна мережа.

З прикладною програмою MAP, мережа UMTS використовує той же стандарт опорної мережі як і мережа GSM/EDGE. Це дозволяє просту міграцію для існуючих GSM операторів. Тим не менше, перехід до стандарту UMTS, як і раніше дорогий. У той час як більша частина основної інфраструктури використовується спільно з GSM, витрати на отримання нових ліцензій на спектр і накладення UMTS на існуючі вежі високий.

Опорна мережа може бути підключена до різних магістральних мереж, подібних Інтернет та ISDN. Стандарт UMTS (і GERAN) включають в себе три нижніх шари моделі OSI. Мережний рівень включає в себе протокол керування радіочастотними ресурсами (Radio Resource Management – RRM), що управляє каналами зв'язку між мобільними терміналами і фіксованою мережею, у тому числі естафетною передачею.

9.7.3 Виділення частот.

Більше 130 ліцензій вже була видано операторам у всьому світу (за станом на грудень 2004 року), із зазначенням технології W-CDMA

радіочастотного доступу, яка базується на GSM. У Європі, процес ліцензування відбувався в хвості бума технології, і механізм розподілу на аукціонах, створений в деяких країнах призвів до деяких дуже високих цін оплат ліцензій на первинний діапазон 2100МГц, зокрема, у Великобританії і Німеччині. У Німеччині, учасниками виплачено в цілому €50.8 млрд. за шість ліцензій, два з яких згодом відмовилися і списали їх (Mobilcom і Sonera / Telefonica Consortium). Було висловлено припущення, що ці величезні ліцензійні збори мають характер дуже великого податку на очікувані майбутні доходи багатьох років у майбутньому. У будь-якому випадку, високі закупівельні ціни, що були виплачені деякими європейськими операторами зв'язку наблизили їх до банкрутства (головним чином, KPN). За останні кілька років деякі оператори вже списали деякі або всі ліцензії витрати. Зовсім недавно, оператор у Фінляндії почав використовувати 900МГц UMTS за спільним узгодженням з навколишніми 2G GSM базовими станціями, ця тенденція, як очікується, буде рости над Європою в найближчі 1-3 років.

Спектр UMTS 2100МГц, виділений для Європи вже використовуються в Північній Америці. Діапазон 1900МГц використовується для послуг 2G (PCS), а діапазон 2100МГц використовується для супутникового зв'язку. Регулятори, проте, звільнили, деякі з діапазонів 2100МГц для 3G послуги заодно з діапазоном 1700МГц для каналу вверх. Оператори UMTS в Північній Америці, які хочуть здійснювати європейський стиль систем 2100/1900МГц доведеться ділити спектр з існуючими послугами 2G в діапазоні 1900МГц.

Оператор AT & T Wireless почав надання UMTS послуг у Сполучених Штатах в кінці 2004 року, суворого використовуючи існуючий спектр 1900МГц, який виділений для 2G послуг PCS. Оператор Cingular був придбаний оператором AT & T Wireless в 2004 році і з тих пір почали надавати послуги UMTS в деяких містах США. Оператор Cingular перейменував себе в AT & T і розгортає в деяких містах мережу UMTS 850МГц для покращення своєї існуючої мережі UMTS 1900МГц, і тепер пропонує абонентам ряд UMTS 850/1900 телефонів.

Оператор T-Mobile, який впроваджує UMTS у США, зосереджується на смугах 2100/1700МГц, тоді як UMTS охоплення в Канаді в даний час надаються на 850МГц мережею Rogers Wireless. У 2008 році австралійський телекомунікаційний оператор Telstra змінив свою існуючу мережу CDMA національною мережею 3G, з фірмовою назвою NextG, що працює в діапазоні 850МГц. Оператор Telstra в даний час надає послуги UMTS у цій мережі, а також UMTS мережі 2100МГц, через спільне володіння шляхом володіння і керування компанією 3GIS. Ця компанія є також співвласником компанії Hutchison 3G Australia, і вона є основною мережею, що використовується їх клієнтами. Оператор Optus в даний час розгортає 3G мережі, що працюють на частоті 2100МГц в мегаполісах і в більшості великих міст, а також на частоті 900МГц в регіонах. Оператор Vodafone також веде будівництво мережі 3G з використанням частоти 900МГц. Смуги 850МГц і 900МГц забезпечують більш широке охоплення в порівнянні з еквівалентними 1700/1900/2100МГц

мережами, і найкраще підходять для регіонів, де великі відстані між окремими абонентами і базовою станцією.

Оператори в Південній Америці в цей час також розгортають мережі 850МГц.

Національний український оператор зв'язку Ukrtelecom надає послуги 3G в діапазоні UMTS 2100 під брендом Utel з 2007 року.

9.7.4 Взаємодія і глобальний роумінг.

Телефони UMTS і карти для передавання дані це високо-портативні пристрої, вони були розроблені, щоб легко переміщатися на інші мережі UMTS (передбачається, що постачальники послуг мають роумінгові угоди на місці). Крім того, майже всі UMTS телефони це пристрої подвійного режиму роботи UMTS / GSM, так що якщо телефон UMTS подорожує за межами покриття UMTS під час розмови дзвінок може бути прозоро переданий до наявного покриття GSM. Плата за роумінг, як правило, значно вище, ніж регулярні збори.

Більшість ліцензіатів UMTS розглядають повсюдність і прозорість глобального роумінгу як важливе питання. Для того щоб підтримати високий ступінь взаємодії, телефони UMTS зазвичай підтримують кілька різних частот, на додаток до свого запасного GSM. Різні країни підтримують різні смуги частот UMTS, Європа спочатку використовувала 2100МГц, хоча більшість операторів США використовують 850МГц і 1900МГц. Оператор T-Mobile запустив мережу в США на 1700МГц (вверх) / 2100MHz (вниз), і ці смуги також прийняті в інших країнах Південної Америки. Телефони і мережі UMTS повинні підтримувати загальну частоту для спільної роботи. З-за частоти ранні моделі телефони UMTS, призначені для Сполучених Штатів, імовірно, не будуть працювати в іншому місці, і навпаки. Зараз 11 різних комбінацій частот використовуються у всьому світі, включаючи частоти, які раніше використовувалися виключно для 2G послуг.

В телефонах UMTS можна використовувати модуль USIM, а також вони працюють, включаючи UMTS послуги, з GSM картами SIM. Це глобальний стандарт ідентифікації, він також дозволяє мережі ідентифікацію і перевірку автентичності (U) SIM в телефоні. Угоди роумінгу між мережами дозволять направлення дзвінків клієнтів на них під час міжнародного роумінгу та визначають набір послуг і ціни, що є в розпорядженні користувачів. На додаток до персональної інформації абонента та інформації щодо автентичності, модуль (U)SIM надає місце для зберігання контактів телефонної книги. Телефони можуть зберігати свої дані в їх власній пам'яті або в пам'яті (U) SIM карт (які зазвичай більш обмежені). Модуль (U)SIM може бути переміщений в інший телефон UMTS або GSM, а телефон буде брати на себе деталі користувача (U)SIM, і це означає що (U)SIM картка (не телефон) визначає номер телефону і виставлення рахунків за дзвінки з телефону.

Японія стала першою країною, яка прийняла технології 3G, і, оскільки вони не використовували GSM раніше в них не було необхідності будувати GSM сумісність в своїх телефони і телефони 3G були меншими, ніж ті, які

доступні в інших країнах. У 2002 році оператор NTT DoCoMo під брендом FOMA відкрив мережу 3G, яка була першою комерційною мережею UMTS з використанням першого випуску специфікації (72), але вона була спочатку несумісна з стандартом UMTS на рівні радіо, але використовувались стандартні карти USIM, тому роумінг на базі USIM карт був можливий (передача карти USIM в телефон UMTS або GSM під час поїздки). Обидва оператора NTT DoCoMo і SoftBank Mobile (який почав надавати послуги 3G у грудні 2002 року) тепер використовують стандарт UMTS.

Телефони та модеми.

Всі основні виробники телефонів 2G (які, як і раніше в бізнесі) і в даний час є виробниками телефонів 3G. Ранні моделі 3G телефонів і модемів мали конкретні частоти, які висуваються в певних країнах, що означає, вони можуть переміщатися в інші країни тільки на тій же частоті 3G (хоча вони можуть працювати в стандарті GSM). Канада і США мають загальну частку спектру частот, як і більшість європейських країн.

Використовуючи стільникові маршрутизатори у вигляді пристроїв з інтерфейсами PCMCIA або USB, клієнти мають доступ до широкосмугових 3G послуг, незалежно від їхнього вибору комп'ютера (наприклад, планшетний комп'ютер або кишеньковий персональний комп'ютер). Деяке програмне забезпечення само налаштовується на певний модем, так що в деяких випадках абсолютно ніяких знань технології не потрібно для того, отримати послуги зв'язку через кілька секунд. Використовуючи телефон з підтримкою 3G і Bluetooth 2.0, декілька Bluetooth ноутбуків можуть бути підключені до Інтернету. Деякі смартфони можуть також виступати в якості мобільного точки доступу WLAN.

Існують фактично не 3G телефони і модеми, які підтримують всі доступні частоти 3G (UMTS 850/900/1700/1900/2100MHz). Тим не менш, багато телефонів пропонують більше однієї смуги, які як і раніше дозволяють великий роумінг. Наприклад, мікросхема на три діапазони 850/1900/2100MHz, яку можна знайти в iPhone від Apple, дозволяє використання в більшості країн, де розгорнуті мережі UMTS FDD.

9.7.5 Конкуруючі стандарти

Головним конкурентом для UMTS є технологія EDGE (IMT-SC), що є еволюційним оновленням для GSM системи 2G і використовує існуючий спектр GSM. Вона також дозволяє набагато легше, швидше і значно дешевше для бездротових операторів повернути EDGE функціональність шляхом модернізації існуючих апаратних засобів GSM для підтримки EDGE, і майже єдине що залишається це нанести оновлений бренд з написом UMTS. Проте багато хто вважає, що EDGE не є справжнім конкурентом UMTS, тому що розробляється 3GPP. Дехто вважає, що технологія використовується в якості тимчасового рішення, яке передуює UMTS або буде доповненням для сільських районів. Цьому сприяє той факт, що GSM / EDGE і UMTS специфікації спільно розробляються і ґрунтуються на тій же опорній мережі, дозволяючи подвійний режим роботи, включаючи вертикальну естафету передачу. Але хочеться нагадати, що ці дві

технології GSM і UMTS були розділені в 2000 році, розробляються різними групами людей, формують різні групи специфікацій і досі, станом на 2009 рік не об'єдналися. Тобто існують незалежно групи серій специфікацій 3GPP TS 21.aaa-36.aaa та 41.aaa-55.aaa, причому цікаво, що більші числа відносяться до стандарту GSM.

Іншим конкурентом для конкурентом UMTS є стандарт CDMA2000 (IMT-2000), який розроблений 3GPP2. На відміну від UMTS, стандарт CDMA2000 є еволюційним оновленням існуючого 2G стандарту CDMAOne, і здатний працювати в рамках того ж розподілу частот. Це і вузька смуга пропускання CDMA2000 полегшує розгортання в існуючому спектрі. У деяких, але не у всіх випадках, існуючим GSM операторам вистачить спектра тільки для здійснення або UMTS, разом або GSM, але не обох. Наприклад, у США, D, E, і F блоки спектру PCS це та кількість спектру, яка достатня для 5МГц каналів в кожному напрямку. Стандартна система UMTS обмежує саме такий спектр. Там де розгорнута CDMA2000, вона, як правило, співіснує з UMTS. На багатьох ринках, однак, співіснування питання мало умисне, оскільки існують законодавчі перешкоди для спільного розгортання двох стандартів у тій же ліцензійній смузі спектру.

Китайський стандарт TD-SCDMA теж часто розглядається як конкурент. Технологія TD-SCDMA була додана у випуску 4 стандартів UMTS в якості технології низької швидкості 1,28 мільйонів чипів в секунду (Low Chip Rate – UTRA-TDD LCR). На відміну від технології TD-CDMA, який доповнює W-CDMA (UTRA-FDD), вона підходить як для мікроклітин так і макроклітин.

Хоча технологія DECT технічно здатна конкурувати з UMTS і іншими мережами стільникового зв'язку в густонаселених міських територіях, вона реально охопила тільки внутрішні бездротові телефони і мережі в приватні мережі в будинках.

Всі ці конкуренти були прийняті ITU в рамках IMT-2000 сімейства стандартів 3G.

На боці доступу в Інтернет, конкуруючі систем включають WiFi, WiMAX і Flash-OFDM.

Перехід від GSM/EDGE до UMTS.

Наступні елементи мережі GSM/EDGE можуть бути використані:

- ✚ домашній реєстр (Home Location Register – HLR);
- ✚ гостьовий реєстр (Visitor Location Register – VLR);
- ✚ реєстр обладнання (Equipment Identity Register – EIR);
- ✚ центр комутації мобільного зв'язку (Mobile Switching Center – MSC) певних постачальників;
- ✚ центр перевірки автентичності (Authentication Center – AUC);
- ✚ вузол підтримки GPRS (GPRS Support Node – SGSN) певних постачальників;
- ✚ шлюз GPRS (Gateway GPRS Support Node – GGSN).

Наступні елементи мережі GSM/EDGE не можуть бути використані в мережі радіочастотного доступу UMTS:

- ✚ контролер базової станції (Base station controller – BSC);
- ✚ базові станції (Base transceiver station – BTS).

Вони можуть залишатися в мережі і використовуватися при подвійній експлуатації мережі, де 2G і 3G мереж співіснують.

Мережа UMTS вводить нові мережні елементи, які функціонують як зазначено 3GPP:

- ✚ базова станція (Node B);
- ✚ контролера радіо мережі (Radio Network Controller – RNC);
- ✚ медіа шлюз (Media Gateway – MGW).

Функціональність MSC і SGSN змінюється при переході до UMTS. У системі GSM центр MSC обробляє всі операції комутації, таких як підключення двох абонентів через мережу. Вузол SGSN займається всіма операціями з комутацією пакетів і передає всі дані в мережі. У мережі UMTS шлюз MGW бере на себе всі передачі даних, як з комутацією пакетів так і з комутацією каналів. Центри MSC і SGSN управляють роботою MGW. Вузли перейменовані в сервери MSC і GSN.

Проблеми та питання.

Деякі країни, включаючи Сполучені Штати та Японія, розподілили спектр з відмінностями від рекомендацій ITU, так що стандартні смуги, які найбільш часто використовуються для UMTS (UMTS-2100), оказались не доступними. У тих країнах, використовуються альтернативні групи, перешкоджаючи взаємодії існуючого UMTS-2100 обладнанням, а також викликає необхідність розробки і виробництва різного обладнання для використання на цих ринках. Як і у випадку з GSM900 сьогодні, стандартне UMTS 2100МГц обладнання не буде працювати на цих ринках. Однак, як видається, ніби UMTS не стільки страждає від питання сумісності смуг, як мобільні телефони GSM, тому що багато телефонів UMTS складаються з декількох груп в обох UMTS і GSM режимах. Підтримка чотирьох діапазонів GSM (850, 900, 1800 і 1900МГц смуги) і трьох діапазонів UMTS (850, 1900 і 2100МГц смуги) в телефоні стають все більш поширеним явищем.

В перші дні UMTS побачив, що розгортання затримується у багатьох країнах. Надмірна вага телефону з малим часом життя батареї це те, що принесли перші моделі, які прибули на ринок дуже чутливий до ваги і форм. Дебютний телефон Motorola A830 для 3 мережі Hutchison, важив більше 200 грамів і навіть мав знімну камеру для зниження ваги телефонів. Іншим важливим питанням є надійність виклику, пов'язаним з проблемами естафетного переходу від UMTS до GSM. Відвідувачі знайшли, що їх зв'язок переривався, тому що естафетний перехід був можливим тільки в одному напрямку (UMTS → GSM), далі телефон повертається тільки до UMTS після відбою. У більшості мереж у всьому світі це вже не питання.

У порівнянні з GSM, мережа UMTS спочатку вимагала високої щільності базових станцій. Для повноцінного включення особливостей UMTS, наприклад відео на вимогу, одну базову станцію необхідно встановити кожні 1-1,5 км. Це у випадку, коли використовується тільки смуга 2100МГц, проте в даний час,

коли дедалі більше використовують нижні смуги частот (наприклад, 850 і 900МГц), це не так. Це призвело до збільшення розгортання мереж нижньої смуги операторами з 2006 року.

Навіть при нинішніх технологіях і низьких смугах UMTS, телефонія та передача даних UMTS ще більш енергоємні в порівнянні з мережами GSM. Корпорація Apple Inc заявила (73), що споживання енергії в технології UMTS є тією причиною, чому iPhone першого покоління підтримується тільки EDGE. Їх 3G реалізація iPhone виділяє на розмови UMTS половину часу, що доступний, коли телефон налаштований на використання GSM. Як батареї так і мережеві технології поліпшуються, тому це питання постійно зменшує ступень тяжкості.

Еволюція UMTS

Еволюція UMTS прогресує відповідно до запланованих випусків комплекту специфікацій. Кожен реліз призначений для впровадження нових функцій і вдосконалювати вже існуючі.

Випуск 99: основні послуги; 64 кбіт/с – для комутації каналів; 384 кбіт/с – для пакетної комутації; послуги визначення розташування; сумісність послуг викликів з GSM на основі модуля USIM.

Випуск 4: EDGE; мультимедійні повідомлення; мобільне середовище (Мобільні Execution Environment – MExE); підвищення якості послуги визначення розташування; медіа послуги за Інтернет протоколом (IP Multimedia Services – IMS).

Випуск 5: медіа послуги за Інтернет протоколом (IP Multimedia Subsystem – IMS); транспорт за Інтернет протоколом IPv6 в мережі UTRAN; вдосконалення мережі GERAN, MExE, і т.д.; введення HSDPA.

Випуск 6: об'єднання з мережею WLAN; медіа мовлення і багато адресне мовлення; поліпшення послуг IMS; HSUPA; фракційний канал DPCH.

Випуск 7: поліпшення L2; 64 QAM, MIMO ; CS над HSPA; безперервне пакетне підключення – (continuous packet connectivity – CPC).

9.7.7 Висновки

На жаль стандарт UMTS на відмінність від GSM не визначає вимоги до швидкості руху мобільного обладнання. Технологія UMTS (Випуск 99) має наступні особливості: мобільність – немає даних; швидкість передавання даних – 384 кБіт/с; смуга радіоканалу – 5МГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – немає даних; топологія клітин – немає даних.

9.7.8 Контрольні завдання та запитання

9.8 Американська система стільникового зв'язку CDMA2000

Мережа CDMA2000 є гібридом 2.5G та 3G технологій стандартів мобільного зв'язку, які використовують схему CDMA кодового доступу до цифрового радіочастотного каналу, для передачі голосу, даних і даних сигналізації (наприклад, набраний номер телефону) між мобільними телефонами і стільниковими сайтами. Стандарт CDMA2000 вважається 2.5G технологією у випадку 1xRTT і 3G технологією у випадку застосування EV-DO. CDMA2000 також відомий як IS-2000.

Технологія кодового розподілу множинного доступу (Code Division Multiple Access – CDMA) являє собою цифрову технологію мобільного радіозв'язку, де канали визначаються за допомогою псевдовипадкових послідовностей. Технологія CDMA дозволяє мати багато передавачів на одному частотному каналі, на відміну від часового розподілу каналів (Time Division Multiple Access – TDMA), що використовуються в стандартах GSM і D-AMPS, а також від частотного розподілу FDMA, що використовується аналогових каналах стільникової мережі AMPS.

Стандарт CDMA2000 має відносно давню технічну історію, сумісна зі попередніми методами CDMA телефонії, такими, як CDMAOne та вперше розроблена Qualcomm, комерційною компанією власником декількох ключових міжнародних патентів на технологію.

Стандарт CDMA2000 специфікує технології CDMA2000 1xRTT, CDMA2000 EV-DO, і CDMA2000 EV-DV, вони затверджені ITU в якості радіо-інтерфейсів для IMT-2000 стандарту, стандарт являються прямим спадкоємцем 2G технології CDMA стандарту IS-95 (CDMAOne). Стандарт CDMA2000 підтримується в рамках проекту 3GPP2.

Скорочення CDMA2000 є зареєстрованою торговою маркою асоціації телекомунікаційної промисловості (Telecommunications Industry Association – TIA-USA) в Сполучених Штатах, і не є загальним терміном, як скорочення CDMA. (Це подібно до того, як асоціація TIA-USA має торгову марку CDMAOne для свого 2G CDMA стандарту IS-95.)

Мережа CDMA2000 є несумісним конкурентом іншого великого 3G стандарту UMTS. Для її роботи визначені наступні діапазони частот 450МГц, 700МГц, 800МГц, 900МГц, 1700МГц, 1800МГц, 1900МГц та 2100МГц.

Нижче наведені різні типи мереж CDMA2000, в порядку зростання складності.

9.8.1 Особливості різних типів CDMA2000

Технологія 1xRTT.

Стандарт CDMA2000 1x RTT це основний стандарт бездротового радіочастотного інтерфейсу технології CDMA2000, також відомий як 1x, 1xRTT і IS-2000. Маркування "1X", що означає «1 умножити на технологію радіозв'язку (Radio Transmission Technology – RTT)», вказує на таку ж ширину смуги радіочастотного каналу як визначає IS-95: дуплексна пара радіочастотних 1.25МГц каналів. Це контрастує з маркуванням 3x RTT, при цьому використовується 3 канали (3.75МГц). Технологія 1xRTT майже подвоює

потужність IS-95 шляхом додавання ще 64 каналів на лінії вниз, які є ортогональними до оригінального набору з 64 каналів. Хоча можливі і більш високі швидкості передачі даних, більшість реалізацій обмежені піком 144 кбіт/с. Стандарт IMT-2000 також вніс зміни в каналному рівні для більш широкого використання послуг передачі даних, у тому числі, протоколи управління доступом та каналом і QoS. Технологія IS-95 на каналному рівні пропонує тільки доставку пакетів для передачі даних і комутацію для передачі голосу (наприклад, голосовий кадр кожні 20 мс). Технологія 1xRTT офіційно кваліфікується як технологія 3G, але вона, на думку деяких, є технологією 2.5G (або іноді 2.75G). Це дозволяє розгортати ці мережі в спектрі 2G в деяких країнах, які обмежують для 3G систем певні діапазони.

Технологія 3x.

Стандарт CDMA2000 3x також відомий як EV-DO Rev B є еволюцією специфікацій Rev A на основі збільшення кількості частотних каналів. Він підтримує можливості EV-DO Rev A, а також надає наступні удосконалення:

- ✚ підвищення швидкості передавання даних на несучу частоту до 4,9 Мбіт/с для низхідного каналу. Типове розгортання мережі, як очікується, включає 3 частотні канали з піковим значенням швидкості 14,7 Мбіт/с;
- ✚ підвищення швидкості передачі даних, пов'язуючи декілька каналів разом, що розширює власну впевненість і відкриває нові послуги, такі як потокове відео з високою роздільною здатністю;
- ✚ використання статистичного мультиплексування через канали з метою подальшого скорочення затримок, покращення характеристик для чутливих до затримок послуг, таких як ігри, відео-телефонія, віддалених консольних сесій і перегляд Інтернет;
- ✚ збільшення часу життя акумулятора як під час розмови та в режимі очікування;
- ✚ поєднання частот, повторне використання яких знижує перешкоди з суміжних секторів і підвищує швидкість передавання даних, що може бути запропонована, особливо для користувачів на краю клітини;
- ✚ підвищення ефективності підтримки для послуг, які мають асиметричні вимоги для передавання та приймання даних (тобто з різними швидкостями передачі даних у кожному напрямку), таких як обмін файлами, перегляд Інтернет, а також постачання ширококутового мультимедійного контенту.

Технологія EV-DO.

Технологія еволюційного розвитку передачі тільки даних (Evolution-Data Optimized or Evolution-Data only, abbreviated as EV-DO or EVDO and often EV) це специфікація для бездротової передачі даних через радіосигнали, як правило, для ширококутового доступу в Інтернет. Технологія використовує методи мультиплексування, включаючи CDMA, а також TDMA, щоб максимально

підвищити пропускну спроможність як окремих користувачів так і загальну пропускну спроможність системи. Вона стандартизована 3GPP2 як частина сімейства стандартів CDMA2000 і була прийнята багатьма постачальниками послуг для мобільного телефону у всьому світі, особливо тими, хто раніше з використовував CDMA мережі. Технологія також використовується для телефонної супутникової мережі Globalstar (74).

Технологія EV-DV.

Технологія еволюційного розвитку передачі даних та голосу CDMA2000 (Evolution-Data/Voice – EV-DV), підтримує вниз (пряма лінія) швидкість передачі даних вниз до 3,1 Мбіт / с і вверх швидкість передачі даних до 1,8 Мбіт/с. Технологія EV-DV може також надавати підтримку одночасної роботи попередніх 1x голосових користувачів, 1x користувачів даних, а також користувачів EV-DV високої швидкості передачі даних в межах одного радіоканалу.

У 2004-2005 роках, було багато суперечок щодо порівняльних переваг DV і EV. Традиційні оператори з існуючою телефонною мережею віддавали перевагу розгортанню мережі DV, оскільки вона не вимагала накладення. Інше бачення було інженерів розробників та нових операторів без голосової мережі 1x, вони вважали кращою мережу EV-DO, оскільки від не вимагалась сумісність з попередніми мережами, і тому могли планувати вивчення різних пілот структур, зворотного посилення в періоди мовчання, поліпшення каналів управління і т.д. Вартість мережі була нижчою, тому що технологія EV-DO використовує мережу IP, не вимагає мереж SS7 і складних мережевих комутаторів, таких як центр комутації MSC. І ще, в той час коли стандарт EV-DV був завершений, обладнання для EV-DV ще не було доступно, щоб задовольнити потреби ринку, в той час як обладнання EV-DO та спеціалізовані інтегральні схеми вже були отримані і були перевірені часом. В результаті, менш привабливий для операторів стандарт EV-DV, так і не був впроваджений. Оператор Verizon Wireless, потім Sprint Nextel в 2004 році і дрібні оператори в 2005 році оголосили про свої плани розгорнути EV-DO. В результаті у березні 2005 року, корпорація Qualcomm призупинила розробку наборів мікросхем EV-DV, і переорієнтувалась на вдосконалення EV-DO лінійки продуктів.

9.8.2 Країни, які мають оператора CDMA2000

Азербайджан. Оператор CATEL (Caspian American Telecommunications LLC) є першим CDMA2000 1x в діапазоні 800МГц в Азербайджані, він надає послуги фіксованої бездротової телефонії з 2003 року. Оператор AZTRANK (AZTRANK LLC) також надає послуги фіксованого телефонного зв'язку CDMA2000 1x в діапазоні 450МГц з березня 2003 року. Стандарт CDMA2000 1x EV-DO планується впровадити в найближчому майбутньому.

Бангладеш. Тихоокеанський оператор Citycell є єдиним провайдером CDMA2000 1x RTT серед операторів мобільного зв'язку. Оператори фіксованого бездротового телефонного зв'язку NationalPhone, Rankstel, DhakaPhone, OneTel Communications Ltd., Jalalabad Telecom Ltd.(Bijoy Phone)) також надають послуги CDMA2000 1x RTT.

Бразилія. Оператор Vivo забезпечує CDMA2000 1xRTT й EV-DO мережі, які в даний час виводяться з експлуатації і замінюються мережами EDGE і HSPA для доступу до даних. Оператор Embratel також надає CDMA2000 1xRTT мережі для фіксованої бездротової передачі даних і мереж EV-DO для широкосмугового доступу.

Венесуела: Movilnet і Movistar надають бездротові послуги в країні на CDMA2000 1x і CDMA EV-DO, із загальнонаціональним охопленням в діапазоні 800МГц.

Гамбія. Мережа CDMA2000 1x, 450, 800МГц, з 2005 року Gamtel, названий Jamano, обладнання від Huawei. EV-DO планується.

Гана. CDMA2000 1x мережа працює у спектрі 800МГц доступна, починаючи з жовтня 2005 року, оператор Kasapa підрозділ Hutchison Telecom, що охоплює більшість з 10 регіонів країни.

Гонконг: CDMA2000 1x EVDO оператор PCCW Mobile з 2008 року (75).

Грузія. United Telecom of Georgia, CDMA 1X - CDMA 1X EVDO мережі, що діють в 800МГц.

Данія: Оператор Nordisk Mobiltelefoni обслуговує мережу CDMA2000 в діапазоні 450МГц. Модеми будуть працювати в Норвегії, Швеції, Ісландії, Польщі та Ірландії.

Домініканська Республіка. Оператор Claro-Codetel працює в CDMA2000 в діапазоні 1900МГц, оператор Viva (Trilogy Int) працює в 1x і EVDO Rev. 0 в діапазоні 1900МГц, а Tricom працює CDMA 1x в 1800МГц.

Еквадор. Оператор Telesca SA Alegro PCS підтримує мережі CDMA 1X - CDMA 1X EVDO, що діють в 1900МГц. Оператор Movistar підтримує мережу CDMA 1X, що діють в 850МГц.

Естонія. Мережа CDMA2000 1x працює у діапазоні 450МГц, доступна починаючи з липня 2007 року завдяки Eesti Energia, охоплює всі території країни.

Ефіопія. Мережа CDMA2000 експлуатується Ethiopian Telecommunication Corporation.

Ємен. Yemen Mobile підтримує CDMA2000/1x.

Ісландія. Ice.net незабаром запусить мережу CDMA2000 в діапазоні 450МГц на Ісландію. Модеми будуть працювати в Норвегії, Швеції, Данії, Польщі та Ірландії.

Індія. Reliance Communications і Tata Teleservices є основними постачальниками послуг бездротового зв'язку послуги з CDMA2000 EV-DO.

Індонезія. Mobile-8 Telecom зі своїм брендом FREN є першим основним індонезійським оператором бездротового CDMA2000 1x RTT і в даний час розширює свою EVDO Rev A, яка представила перший мобільний телевізор на ринку. Слідом йшов оператор Samroerna Telecom зі своїм брендом CERIA, який діє в CDMA 2000 на частоті 450МГц. Оператор Smart Telecom приступив до надання послуг CDMA2000 1x RTT під брендом SMART в 2007 році. У листопаді 2008 Smart офіційно запусить перший EVDO Rev A в регіоні. Інші постачальники CDMA2000 працюють із ліцензією фіксованого бездротового

доступу, це Bakrie Telkom зі своїм брендом ESIA і Telkom зі своїм брендом TelkomFlexi.

Ізраїль. Pelephone управляє мережею CDMA2000/EV-DO, однак, на початку 2009 року компанія запустила нову мережу UMTS, а також припинила продаж пристроїв, які використовують систему CDMA, хоча вона, як очікується, продовжить свою підтримку CDMA EV-DO мережі для доступу в найближчому майбутньому.

Казахстан: У 2004 році введена Altel мережа третього покоління Pathword, що функціонує відповідно до CDMA2000 1x технології.

Канада. Більшість провайдерів використовують також 1x включаючи Aliant, Bell Mobility, Manitoba Telecom Services, NMI Mobility, NorthernTel, SaskTel, Solo Mobile, TBayTel, Télébec Mobilité, TELUS Mobility та Virgin Mobile Canada.

Китай. Оператор China Telecom взяв на себе мережу CDMA2000 від оператора China Unicom при реформі телекомунікаційної галузі в 2008 році. Вони експлуатують свої мережі 3G в смугах 800МГц і 2100МГц.

Кенія. CDMA2000 1x EV-DO Rev. А доступно в Кенії через Telkom Kenya.. Крім того, CDMA2000 1x доступний у Найробі через Flashcom LTD та E.M. Communications Ltd., під брендом ropote в Кенії.

Латвія. Triatel надає послуги мобільного та фіксованого телефонного зв'язку і послуг передачі даних з використанням CDMA2000 на частоті 450МГц.

Макао, був запрошений China Unicom з 2006 року і почав роботу з 2007 року. Бізнес узяв на себе China Telecom в 2008 році.

Малаві. CDMA2000 1x та EV-DO доступний 2009 році через Access Communications Ltd другого національного оператора в 800МГц.

Мадагаскар. Telma управляє мережею CDMA2000 в діапазоні 450МГц. Мережі під назвою Telma fixe доступна з 2005 року і пропонує фіксований телефонний зв'язок і послуги передачі даних.

Мексика. Iusacell і Unefon пропонують мобільний телефонний зв'язок і послуги передачі даних і використовують 1x та EV-DO мережі.

Молдова. Unite пропонує послуги як мобільного та фіксованого телефонного зв'язку і послуги передачі даних, використовується CDMA2000 в діапазоні 450МГц з березня 2007 року.

Монголія. G-mobile і Skytel є операторами з використанням CDMA 2000.

Марокко. Wana став першим оператором, що пропонує послуги CDMA2000. Maroc Telecom і Méditel через деякий час по тому.

Непал. Nepal Telecom надає послугу CDMA2000 і United Telecom Limited надає послуги для клієнтів, що використовують IS-95 стандарт.

Німеччина. NetCologne діє мережа CDMA2000 в смузі 450МГц в районі міста Кельн. Мережа використовується тільки для послуг передачі даних, а не для телефонії. [2]

Нова Зеландія. Хоча у Telecom первинна мережа це UMTS (3G GSM), він ще підтримує мережі CDMA2000 спадщини до 2012 року [2].

Норвегія. Ice.net, колись відомий як Nordisk Mobiltelefon, забезпечує

CDMA2000 в діапазоні 450МГц (для модемів). Модеми будуть працювати в Норвегії, Швеції, Данії, Польщі, Ісландії та Ірландії.

Пакистан. World Call, GoCdma надають CDMA2000 зв'язок.

Південна Африка. Neotel отримала ліцензію для роботи в 800МГц, ICASA запустила послуги CDMA2000 в 2008 році.

Польща. З 2002 SFERIA передбачені фіксовані і мобільні телефони в Варшаві, використовуючи мережу CDMA2000 в 870МГц. Nordisk Polska запущений на початку 2008 року мережа CDMA2000 в 410-430МГц у Польщі. Зараз (2009) охоплення близько 42% країни і вони здатні надати повний набір послуг: голос, EVDO, РТТ і SMS. Крім того, національний телефонний та Інтернет провайдер, Telekomunikacja Polska SA збирається запустити CDMA2000 Інтернет на базі послуги доступу в діапазоні 450МГц.

Португалія. Zapp Mobile забезпечує CDMA2000 в діапазоні 450МГц (для модемів).

Республіка Білорусь. Оператор BelCel (diallog) забезпечує передачу даних CDMA2000 1x EV-DO в діапазоні 450МГц (для телефонів і модемів).

Румунія. Zapp Mobile забезпечує CDMA2000 в діапазоні 450МГц (для телефонів і модемів); Romtelecom забезпечує CDMA2000 в 420МГц.

Росія. Skylink є оператором CDMA2000 1x та EV-DO в багатьох регіонах, в тому числі Московська, Ленінградська область та інші. BWC є оператором CDMA2000 1x і EV-DO в Іркутській області. ЕТК управляє CDMA2000 1x та EV-DO в Красноярському краї.

Сполучені Штати: United States: Alltel, Cellcom, Cellular South, Cricket Communications (from Leap Wireless), Exit Mobile (Verizon Wireless is carrier), MetroPCS, nTelos, Sprint PCS, U.S. Cellular, Alaska Communications Systems, Verizon Wireless, Voitel Mobile (Verizon Wireless is carrier), and Claro Wireless (in Puerto Rico formerly VZW) використовують 1x & EVDO.

Сьєрра-Леоне. Sierra Leone [3] буде управляти CDMA2000 1xRTT EV-DO мережею, яка в даний час розгортаються для високошвидкісного мобільного доступу до даних і фіксованого зв'язку.

Суринам. Telesur забезпечує CDMA2000 1xRTT та EV-DO мережі, які в даний час розгорнуті для високошвидкісного мобільного доступу до даних і фіксованого бездротового доступу.

Таїланд. Hutch забезпечує CDMA2000 1xRTT служби і в процесі розгортання EV-DO в 25 провінціях. CAT Telecom в даний час в завершальній стадії впровадження мережі EV-DO в інших провінціях Таїланду. Вони планують об'єднати зусилля і створити спільний ринок загальнонаціональної EV-DO послуги під єдиним брендом, який ще належить визначити.

Тайвань. Asia Pacific Telecom Group забезпечує CDMA2000 в 800МГц.

Танзанія. Zantel забезпечує CDMA2000 1xEV-DO Rev. 0 в 800МГц. Tanzania Telecommunications Company Ltd. використовує CDMA2000 1x в діапазоні 450МГц і Sasatel запустив нову мережу CDMA2000 EV-DO в діапазоні 800МГц в червні 2009 року, зосередивши свої послуги в області Dar-es-Salaam.

Тринідад і Тобаго. TSTT забезпечує CDMA2000 1x EVDO тільки для послуги передачі даних під брендом TSTT бездротовий широкосмуговий доступ. [4] Їх мережі GSM / EDGE голосового зв'язку і передачі даних з низькою швидкістю відокремлені від мережі EVDO.

Чеська Республіка: Оператор Telefónica O2 Czech Republic, раніше називався Eurotel, цей оператор першим запустив CDMA EV-DO в діапазоні 450МГц в серпні 2004 року, замінений на UMTS, та оператор Mobilkom з псевдонімом U:fon в діапазоні 430МГц розпочав працювати в травні 2007 року.

Україні оператор PEOPLeNet є постачальником CDMA2000 1x EV-DO Rev A в діапазоні 800МГц з 2007 року. Оператор MTS є постачальником 450МГц Rev A (тільки дані, без телефонії). Оператор Intertelecom (IT) є постачальником CDMA2000 1x в діапазоні 800МГц і частково EV-DO Rev A (в регіонах, де в нього є ліцензія на 2 смуги).

Шрі-Ланка. Технологія CDMA була введена в 2005 році і в даний час 5 CDMA2000 операторів. Sri Lanka Telecom [www.slt.lk] перейшла на постачання послуг CDMA2000 і має мережі EVDO Rev. 0 і покриває увесь острів технологією 1x. Suntel [www.suntel.lk] and Lanka Bell [www.lankabell.com] використовують діапазон 800МГц. Обидва оператори забезпечують на острові технологію 1x передачі даних і в ці дні намагається вивести на ринок передачі даних технологію EVDO Rev. 0. DBN, Tritel працюють на ринку CDMA2000 Шрі-Ланки на 450МГц. Серед п'яти операторів, Lanka Bell має найбільшу частку CDMA2000 ринку.

Швеція. Ice.net надає CDMA2000 в діапазоні 450МГц для передачі даних модемами. Модеми можуть бути використані в тій же мережі в Норвегії і Данії. А потім в Ірландії, Ісландії і в Польщі.

Ямайка. Claro (раніше Miphone) [www.claro.com.jm] управляє мережею CDMA2000 технології 1x. Проте вона стала допоміжною після недавнього введення в експлуатацію 3G мереж UMTS HSDPA.

Японія. 1 квітня 2002 р. оператор Au почав надавати послуги під брендом CDMA 1X, із застосуванням технології CDMA2000 1X. 28 листопада 2003 оператор Au започаткував послугу EV-DO під брендом CDMA 1X WIN. Оператор Au в даний час надає послуги мережі EV-DO Rev A.

Розмір клітин залежить від частоти(км-МГц) : 48.9-450; 26.9-950; 14.0-1800; 12.0-2100.

9.8.3 Висновки

Аналіз результатів практичної експлуатації технології CDMA дозволяє зробити висновок, що ця технологія в умовах наземного зв'язку у випадку голосового обміну підходить тільки для стаціонарних об'єктів. Технологія CDMA2000/EV-DO Rev. В має наступні особливості: мобільність – 3 км на годину; швидкість передавання даних вниз (вверх) – 14.7 Мбіт/с (14.7 Мбіт/с); смуга радіоканалу – 5МГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – немає даних; топологія клітин – макро(від 12 до 49 км).

9.8.4 Контрольні завдання та запитання

9.9 Перспектива розвитку мереж 3GPP LTE Advanced

Технологія, яка реалізує еволюційну довгострокову перспективу LTE (Long Term Evolution) являє собою останній крок в напрямку 4-го покоління (4G) радіо-технологій, спрямованих на збільшення якості та швидкості мобільних телефонних мереж. Коли нинішнє покоління мобільних мереж електрозв'язку всі разом відомі як 3G (для "третього покоління"), технологія LTE пропонується на ринку як 4G. Більшість великих операторів мобільного зв'язку в США та деякі оператори у всьому світу оголосили про плани почати перетворення своїх мереж за допомогою технології LTE у 2009 році. Технологія LTE являє собою набір аксесуарів для мережі UMTS, які введені в випуску 8 стандартів проекту 3GPP в грудні 2008 року. Багато чого в випуску 8 зосереджено на прийнятті 4G мобільних комунікаційних технологій, включаючи плоску мережеву архітектуру, засновану на застосуванні Інтернет протоколу. 18 серпня 2009 Європейська комісія оголосила, що вона буде інвестувати в цілому €18 млн. на дослідження для розгортання технологій LTE й LTE Advanced (76).

Хоча ця технологія зазвичай розглядається як технологія розвитку операторів мереж мобільного зв'язку або звичайних, державні установи безпеки в США (77) (і розвідувальні служби США) також схвалили технологію LTE, як пріоритетну для нової смуги 700МГц радіо громадської безпеки. Агентства в деяких районах зареєстрували відмови, тому що втратили надію використовувати 700МГц (78) спектр з іншими технологіями, напередодні прийняття загальнонаціональних стандартів.

9.9.1 Огляд

Специфікації передбачають LTE пікову швидкість вниз, принаймні 100 Мбіт/с, вгору, принаймні 50 Мбіт/с і затримку в цілому в мережі радіочастотного RAN доступу менше 10 мс. Технологія LTE підтримує масштабовану пропускну спроможність перевізника, від 20МГц до 0.18МГц і підтримує як частотний так і часовий дуплексний розподіл каналів.

Частина стандарту LTE це еволюція архітектури системи. Плоска архітектура мережі на основі Інтернет протоколу IP, розроблена для заміни опорної мережі GPRS. Вона також забезпечує підтримку нових мереж, які нещодавно прийняті 3GPP зовні, наприклад, системи WiMAX, а також мобільний перехід між ними і існуючими та розробленими 3GPP мережами, наприклад, GPRS (79).

Основні переваги LTE: висока пропускна здатність; низька латентність; підтримка можливості включив і працюю; дуплекс FDD і TDD на загальній платформі, поліпшення реалізацій для кінцевих користувачів; результативність простої архітектури на основі низьких експлуатаційних витрат. Технологія LTE також буде підтримувати безшовний перехід до клітин веж, які підтримують існуючі мережі таких технологій, як GSM, CDMAOne, W-CDMA (UMTS) і CDMA2000.

9.9.2 Поточний стан

Поки що, випуск 8 специфікацій 3GPP LTE не ратифікований в якості стандарту. Більша частина випуску 8 адресована оновленню 3G мереж UMTS до мобільних комунікаційних технологій 4G, він за суттю є системою мобільного широкосмугового зв'язку з розширеними мультимедійними послугами, які побудовані на верхньому рівні.

Стандарт включає:

- ✚ для кожної 20МГц ділянки спектру, пікова швидкість завантаження 326,4 Мбіт/с для антен 4x4, та 172,8 Мбіт/с для 2x2 антен (79);
- ✚ пікова швидкість вверх для однієї антени 86,4 Мбіт/с на кожні 20МГц спектру (79)];
- ✚ 5 різних класів терміналу були визначені, починаючи від голосового класу до найвищого класу, який підтримує пікову швидкості передачі даних. Всі термінали будуть здатні обробляти смугу 20МГц;
- ✚ що найменше 200 активних користувачів в кожній 5МГц клітині. (в спеціальних випадках, 200 активних клієнтів, для передачі даних);
- ✚ затримка близько 5 мс для дрібних пакетів IP;
- ✚ збільшення спектральної гнучкості, підтримується спектральні смуги як малого розміру, 0.18МГц, так і великого 20МГц;
- ✚ оптимальний розмір клітини 5 км, 30 км це розмір для розумної продуктивності, і до 100 км розмір комірки, який підтримує прийнятний рівень продуктивності;
- ✚ співіснування із попередніми стандартами (користувачі можуть прозоро почати розмову або передачу даних в районі з використанням стандарту LTE, і якщо охоплення буде недоступним, продовжити роботу без будь-яких дій з їх боку, із використанням GSM / GPRS або W-CDMA(UMTS) або навіть 3GPP2 мереж, таких як CDMAOne або CDMA2000)
- ✚ підтримка мовлення на одній частоті для багатьох абонентів (Multicast Broadcast Single Frequency Network – MBSFN). Ця функція може забезпечити такі послуги, як мобільне телебачення із використанням LTE інфраструктури, і є конкурентом для DVB-H на основі телевізійного мовлення.
- ✚ технологія PU2RC в якості практичного рішення для технології просторової обробки сигналів MU-MIMO. Детальна процедура загальної MU-MIMO передається наступному випуску, наприклад, LTE-Advanced, де подальші обговорення будуть проведені.

Великий обсяг робіт спрямовано на спрощення архітектури системи, оскільки технологія переходить з існуючих мереж UMTS, які є комбінованими мережами з комутацією каналів та пакетів, до плоскої архітектури системи із

виключним застосуванням Інтернет протоколу All-IP.

9.9.3 План виконання проекту

Специфікації були блоковані у грудні 2008 року. У січні 2009 року був блокований код ASN.1. Стандарт достатньо завершений, на стільки що розробники апаратури почали проектування наборів мікросхем, випробування обладнання і базових станції, і займаються цим на деякий час. Апаратура LTE-для випробувань доставляється від декількох постачальників з початку 2008 року і на конгресі Mobile World Congress 2008 в Барселоні корпорація Ericsson продемонструвала вперше в світі з'єднання LTE точка-точка на маленькому портативному мобільному пристрої (80). На конгресі Корпорація Motorola продемонструвала базову станцію eNodeB сумісну з RAN LTE й набір LTE мікросхем.

9.9.4 Розбудова мережі виключно на Інтернет протоколі AIPN

Мереж наступного покоління базуються на Інтернет протоколі (Internet Protocol – IP), для цього, наприклад, створений альянс наступного покоління мобільних мереж (Next Generation Mobile Networks Alliance – NGMN). [8]

У 2004 році, проект 3GPP запропонував протокол IP як майбутнє для мереж наступного покоління і розпочав техніко-економічні обґрунтування для мереж, повністю побудованих на протоколі IP (All IP Networks – AIPN). Розвинені пропозиції включені до випуску 7 рекомендацій 3GPP (2005), (81), які є основою протоколів більш високого рівня таких як LTE. Ці рекомендації є частиною 3GPP еволюції архітектури систем (System Architecture Evolution – SAE). Деякі аспекти All-IP мереж, проте, вже були визначені ще у випуску 4 (82).

9.9.5 Радіочастотний інтерфейс E-UTRAN

Випуск 8 специфікації бездротового інтерфейсу (Evolved UTRAN – E-UTRA) планувався для використання операторами UMTS при розгортанні своїх бездротових мереж. E-префіксом є загальним для еволюційних змін еквівалентів попередніх компонентів UMTS. Важливо відзначити, що випуск 8 призначений не тільки для використання на інтерфейсі E-UTRA, а також для зуженого використання над будь-якими іншими мережами IP, в тому числі WiMAX і WiFi, і навіть для провідних мереж (83).

Запропонована E-UTRAN система використовує метод доступу OFDMA в каналі від вежі до мобільного телефону і доступ FDMA на одній несучій (SC-FDMA) для каналу вверх і застосовує просторову обробку сигналів MIMO, яка використовує до чотирьох антен на станцію. В схемі кодування транспортних блоків застосовано турбінне кодування і внутрішнє чергування на основі ортогональних поліномів (quadratic permutation polynomial – QPP) (84).

Використання мультиплексування на основі ортогональних частот (Orthogonal frequency-division multiplexing – OFDM) в системі, в якій доступний спектр поділяється на безліч тонких несучих, кожен на іншій частоті, кожний з яких це частина сигналу, дозволяє E-UTRAN бути більш гнучким у своїх використаннях спектру, ніж попередні CDMA системи 3G. Мережа CDMA потребує великих блоків спектру на кожній несучій для підтримки високих

темпів передавання чипів, і так максимізується ефективність. Будівництво радіостанцій, які здатні впоратися з різною швидкістю передавання чипів (і шириною спектру) є більш складним, ніж створення радіостанції, що може тільки відправляти й одержувати пакети одного розміру, зазвичай в CDMA системах стандартизувалися обидва типа. Стандартизація фіксованих фрагментів спектру має наслідки для операторів, які розгортають системи: занадто вузький фрагмент спектру буде означати, що ефективність та максимальна пропускна здатність на трубку страждають; занадто широкий фрагмент спектру, і виникають питання розгортання для операторів, які мають вузький спектр. Це стало одним з найважливіших питань при розгортанні в США мереж UMTS із технологією W-CDMA, де 5МГц вимоги W-CDMA часто не залишають місця на деяких ринках для операторів для співпраці з розгортання існуючих стандартів GSM.

Технологія LTE підтримує як FDD так і TDD режими. В час коли FDD використовує парні спектри для лінії вгору і вниз, які розділені пробілом між дуплексними частотами, технологія TDD це альтернативне застосування тих же спектральних ресурсів, що використовуються для ліній вгору і вниз, розділених захисним інтервалом часу (85). Кожен спосіб має свої власні рамки, в структурі LTE і їх відповідність один з одним, це означає, що аналогічне обладнання може бути використано в базових станцій і терміналі для економії масштабу. У режимі TDD технологія LTE поєднується з TD-SCDMA та дозволяють їх співіснування. Корпорація Ericsson продемонструвала на конференції MWC 2008 в Барселоні, вперше у світі як LTE режими FDD і TDD існують на тій же платформі базової станції.

Радіочастотний канал вниз.

Технологія LTE використовує метод OFDM на лінії вниз – тобто, від базової станції до терміналу. Технологія OFDM задовольняє вимоги LTE до гнучкості спектру і дозволяє економічні рішення для дуже широкого спектру операторів з високим рівнем пікової швидкості. Це добре налагоджені технології, наприклад, в таких стандартах, як IEEE 802.11a/g, 802.16, HiperLAN-2, DVB та DAB.

У часовій області є радіо кадри тривалістю 10 мс, які складаються з 10 часткових кадрів 1 мс кожен. Кожен частковий кадр складається з 2 інтервалів часу, де кожен має тривалість 0,5 мс. Часткові несучі в частотній області знаходяться на відстані 15 кГц. Дванадцять часткових несучих разом на один інтервал часу називаються ресурсним блоком, так один ресурсний блок розміщується в смузі 180 кГц. Шість ресурсних блоків займають смугу 1.4МГц на несучу, а 100 ресурсних блоків займають несучу смугу 20МГц.

У спадному каналі є три різних фізичних канали. Розділений канал (Physical Downlink Shared Channel – PDSCH) використовується для всіх видів передачі даних, загальний (Physical Multicast Channel – PMCH) використовується для трансляції декільком приймачам із використанням мережі з однієї частотою, а також фізичної ширококомовний каналу (Physical Broadcast Channel – PBCH) служить для передачі найбільш важливої системної

інформації в клітині (86). Підтримувані формати модуляції на каналі PDSCH це методи QPSK, 16QAM і 64QAM.

У випадку застосування просторової обробки сигналів MIMO, робиться відмінність між методом MIMO, для підвищення пропускної здатності передачі даних одного користувача, і методом MU-MIMO, для підвищення пропускної здатності клітини, яке розраховане на багато користувачів.

Радіочастотний канал вверх.

У висхідному каналі, технологія LTE використовує версію методу OFDM з лінійним кодуванням, яку називають доступом з частотним розподілом з однією несучою (Single Carrier Frequency Division Multiple Access – SC-FDMA). Технологія компенсує недолік звичайного OFDM, який має дуже високий пік фактор. При високому пік факторі потрібні дорогі та неефективні підсилювачі потужності з високими вимогами щодо лінійності, що підвищує вартість терміналу та швидше розряджає акумулятор. Технологія SC-FDMA вирішує цю проблему, об'єднуючи ресурсні блоки таким чином, що зменшує потребу в лінійності, і тому споживання енергії в підсилювачі потужності. Низький пік фактор також покращує охоплення і продуктивність на краю клітини(а GSM все одно краще).

Лінія на верх має дві фізичні канали. Хоча канал випадкового доступу (Physical Random Access Channel – PRACH) використовується тільки для початкового доступу і коли обладнання користувача не синхронізоване (87), всі дані відправляються в розділеному каналі (Physical Uplink Shared Channel – PUSCH) . Підтримувані формати модуляції в каналі передачі даних вверх це QPSK, 16QAM і 64QAM.

Якщо віртуальна технологія MIMO для просторової обробки сигналів (Spatial Division Multiple Access – SDMA) вводиться, то швидкість передачі даних у висхідному напрямку може бути збільшена в залежності від кількості антен на базовій станції. За допомогою цієї технології більше одного мобільного телефону може використовувати ті самі ресурси (88).

9.9.6 Радіочастотний план.

Розглянемо радіочастотний план с точки зору смуги частот.

Смугу 20МГц мають канали 1-4,7,9-11,33,36,37,39,40.

Смугу 15МГц мають канали 1-4,7,9-11,33-37,39,40.

Смугу 10МГц мають канали 1-17,33-40.

Смугу 5МГц мають канали 1-17,33-40.

Смугу 3МГц мають канали 2-5,8,12-17,35,36.

Смугу 1.4МГц мають канали 2-5,8,12-17,35,36.

Детальна інформація щодо радіочастотного плану наведена в специфікації 3GPP TS 36.101 (Release 8.4.0) (89).

9.9.7 Демонстрація технології

У вересні 2006 року корпорація Siemens Networks (сьогодні Nokia Siemens Networks) у співпраці з Nomog показала першу живу емуляцію мереж LTE в засобах масової інформації та інвесторам. На демонстрації два користувача переглядали потокове відео високої роздільної здатності в спадному каналі і в

висхідному каналі була продемонстрована Інтерактивна гра (90).

Перша презентація LTE демонстратора з потоковим телебаченням високої роздільної здатності (> 30 Мбіт/с), відео спостереження і мобільна засновані на IP естафетна передача між LTE демонстратором і комерційно доступною HSDPA мережею була показана під час ITU торгової ярмарки у Гонконгу в грудні 2006 Департаментом комунікацій Siemens.

У лютому 2007, корпорація Ericsson демонструє вперше у світі технологію LTE із швидкістю до 144 Мбіт/с (91).

У вересні 2007 року, NTT DoCoMo продемонструвала LTE швидкості передачі даних 200 Мбіт/с, споживана потужність до 100 мВт в ході випробування (92).

У листопаді 2007 року, Infineon представила перший радіочастотний модуль на одному кристалі в світі SMARTi LTE з підтримкою LTE функціональності (93).

У лютому 2008 Mobile World Congress:

- ✚ Huawei продемонструвала Long Term Evolution ("LTE") прикладні програми за допомогою мультиплексування HDTV послуги та взаємної гра, що має швидкість передачі 100 Мбіт/с;
- ✚ Motorola продемонструвала, як LTE може прискорити доставку особистої медіа контенту HD демонстраційне потокового відео, HD відео блогів, ігор і VoIP, працює в мережі LTE на основі LTE набору мікросхем;
- ✚ Ericsson продемонстрував перший в світі виклик між двома абонентами, також Ericsson продемонстрував LTE FDD і TDD режими на одній платформі базової станції;
- ✚ Freescale Semiconductor продемонструвала потокове відео високої чіткості пікової швидкості передачі даних 96 Мбіт/с вниз і 86 Мбіт/с вверх;
- ✚ NXP Semiconductors продемонструвала багато режимний модем LTE в якості основи для програмної реалізації радіо системи для використання в мобільних телефонах;
- ✚ picoChip і MIMOON продемонстрували опорну розробку базової станції. Вона працює на загальній апаратній платформі (Multi-Mode / Software Defined Radio) з їх архітектурою WiMAX (94).

У квітні 2008 року, Motorola продемонструвала перший перехід абонента від EV-DO до LTE при передачі потокового відео з LTE для комерційних мереж EV-DO мережі і повернення абонента до LTE (95);

У квітні 2008 року LG Electronics і Nortel продемонстрували LTE швидкості передачі даних 50 Мбіт/с під час поїздки до 110 км/годину (96).

У квітні 2008 року Ericsson представила свою мобільну платформу M700, першу в світі комерційно доступну LTE здатну платформу, з пікової швидкістю до 100 Мбіт / с в спадному каналі і до 50 Мбіт / с у висхідному. Першими продуктами, заснованими на платформі M700 будуть пристрої для передачі даних таких як портативні модеми, плати, карти ExpressCard, USB модеми для

ноутбуків, а також інші малогабаритні модеми, що використовуються у споживчих електронних пристроях. Комерційний реліз набору на 2009 рік, з продуктами на базі платформи, очікується в 2010 році.

Дослідники Nokia Siemens Networks і інституту Генріха Герца продемонстрували LTE з 100 Мбіт / с швидкості передачі вверх (97).

У лютому 2009 Mobile World Congress:

- ✚ Huawei продемонструвала перше в світі уніфіковане LTE рішення для єдиного дуплексу з частотним поділом і з поділом за часом (frequency-division duplex and time-division duplex – FDD/TDD);
- ✚ Aricent дали демонстрацію eNodeB стеків LTE другого рівня;
- ✚ потокове відео від компанії Setcom;
- ✚ Infineon продемонстрував радіочастотну мікросхему, яка виготовлена за технології 65nm CMOS, для надання 2G/3G/LTE функціональності (98).

У травні 2009 Setcom потокове відео у форматі HD представлено на світовому саміті GSMA MWC and LTE World Summit. У серпні 2009 року, Nortel і LG Electronics продемонстрували перший успішний естафетний перехід абонента між CDMA і LTE мережами, виконаний у стандартний спосіб.

У жовтні 2009 року, Ericsson і Samsung продемонстрували сумісність між першим комерційним пристроєм LTE і працюючою мережею у Стокгольмі, Швеція (99).

9.9.8 Сприйняття мереж 3GPP операторами мобільного зв'язку

Для більшості операторів, які підтримують мережі GSM чи HSPA, можна очікувати оновлення своїх мереж LTE на певному етапі

Rogers Wireless заявив, що вони мають намір розпочати запуск своїх мереж LTE у Ванкувері в лютому 2010 року, як раз до зимових Олімпійських ігор (100).

AT&T Mobility заявив, що вони мають намір з оновлення до LTE, як технологія 4G, в 2011 році, але будуть вводити HSPA і HSPA + як міст між стандартами (101).

TeliaSonera почав будівництво мереж в Стокгольмі і Осло (і далі буде Копенгаген) після купівлі ліцензії в Данії. Мережі все ще тільки для тестування. Немає жодних ознак щодо дати введення в дію.

У січні 2009 року TeliaSonera підписала контракт на LTE мережі з Huawei для охоплення Осло, Норвегія. За умовами угоди, Huawei надасть LTE рішення точка-точка, в тому числі базові LTE станції, опорну мережу і система підтримки функцій системи (Operating Support System – OSS)..

У січні 2009 року і TeliaSonera оголосила про підписання контракту для комерційних мереж LTE. Розгорнуті 4G мобільні ширококутні мережі будуть пропонувати високу швидкість передачі даних завжди доступну, з кращою якістю і підтримкою діалогових режимів. Ця мережа буде охоплювати столицю Швеції Стокгольм, контрактом є першим для комерційного Ericsson розгортання LTE.

T-Mobile, Vodafone, France Télécom і Telecom Italia Mobile також оголосили або говорити публічно про свою прихильність до LTE.

У серпні 2009 року Telefónica обрала шість країн з метою практичного випробування LTE в наступні місяці: Іспанія, Сполучене Королівство, Німеччина та Чеська Республіка в Європі, а також Бразилія і Аргентина у Латинській Америці (102).

Попри початковий розвиток конкуруючого стандарту UMB, який був задуманий як спосіб оновлення для мереж CDMA, більшість операторів мереж, заснованих на згаданих системах, також оголосили про свій намір перейти на LTE, в результаті припинення розвитку UMB (103):

- ✚ Verizon Wireless завершили перші випробування LTE передачі даних у серпні 2009 року і планується, що розгортання LTE почнеться в 2010 з буде завершена в 2013 році;
- ✚ Bell Mobility заявила про свій намір використовувати LTE в якості майбутнього оновлення своєї майбутньої мережі HSDPA;
- ✚ Telus Mobility оголосила, що вона візьме LTE в якості бездротового стандарту 4G;
- ✚ [MetroPCS нещодавно оголосила, що буде використовувати LTE для своєї майбутньої мережі 4G;
- ✚ оновлені China Telecom / China Unicom та Japan's KDDI анонсували, що вони обрали LTE в якості 4G технології для їх мереж;
- ✚ Cox Communications побудувала першу вежу для бездротових мереж LTE. Бездротові послуги планувалось запустити в кінці 2009;
- ✚ AlMadar Aljadeed, найбільший лівійський оператор мобільного зв'язку, оголосив про прийняття технологію LTE, яка прямо перетворює технологію 2G в 4G. У зв'язку з цим, Лівія стане першою країною в Африці і однією з перших у світі, що впровадить такі передові технології для національних користувачів;
- ✚ голландська постачальник телекомунікаційного KPN оголосила, що буде використовувати LTE для мереж 4G;
- ✚ ірландський Telco Digiweb в даний час надає 4G послуги в районі Дубліна.

9.9.9 Висновки

Технологія LTE має наступні особливості: мобільність – 110 км на годину; швидкість передавання даних в радіоканалі – 50 Мбіт/с; смуга радіоканалу – 20МГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – 1Вт(2Вт); топологія клітин – макро(35 км), мікро, піко, фемто та типу парасолька (100 км), запропонований одночасний зв'язок з базовими станціями декількох клітин.

9.9.10 Контрольні завдання та запитання

9.10 Бездротова локальна мережа стандарту IEEE802.11

Абревіатура IEEE 802.11 являє собою набір стандартів, який визначає бездротову локальну мережу (Wireless Local Area Network – WLAN) комп'ютерного зв'язку у діапазонах 2,4, 3,6 і 5 ГГц. Вони створюються і підтримуються IEEE комітетом LAN / MAN стандартів (IEEE 802).

9.10.1 Загальний опис

Сім'я 802.11 включає в себе методи модуляції для бездротового зв'язку, які використовують однаковий основний протокол. Найбільш популярними є ті, які визначені в 802.11b і 802.11g протоколах, вони вносять поправки до первинного стандарту. Стандарт 802.11-1997 був першим стандартом бездротової мережі, але 802.11b був першим широко визнаним стандартом, а потім були 802.11g і 802.11n. Безпека була спочатку цілеспрямовано слабкою через експортні вимоги деяких урядів, (104) пізніше вона була покращена за рахунок 802.11i, після внесення змін до закону, урядових та законодавчих змін. Стандарт 802.11n новий метод багато потокової модуляції. Інші стандарти в сім'ї (С-F, Н, J) є службовими зміни і доповнення або виправленнями до попередніх специфікацій.

Стандарти 802.11b і 802.11g використовують смугу 2,4 ГГц ISM, що визначена у Сполучених Штатах частиною 15 правил та положень американської Федеральної комісії із зв'язку США. З-за цього вибору смуги частот, обладнання 802.11b і g іноді страждають від перешкод мікрохвильових печей, бездротових телефонів і Bluetooth пристроїв. Обидва стандарти 802.11 і Bluetooth контролюють своє втручання і сприйнятливість до втручання за допомогою модуляції з розширеним спектром. Технологія Bluetooth використовує метод розширення спектру на основі стрибків частоти сигналу (Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS), а технології 802.11b і 802.11g використовують розширення спектру на основі псевдовипадкової послідовності (Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS) і метод OFDM, відповідно. Стандарт 802.11a використовує діапазон 5 ГГц U-NII, який в більшості країн світу пропонує принаймні 19 частотних каналів, а не 3, які пропонуються в діапазоні 2,4 ГГц частот ISM (105). Краща або гірша продуктивність на високих або нижніх частотних каналах може бути реалізована, в залежності від навколишнього середовища.

Сегмент радіочастотного спектра, який використовуватися в різних країнах, неоднаковий. У США, пристрої 802.11a і 802.11g можуть працювати без ліцензії, як це передбачено в частині 15 правил FCC. Частоти використовуваних каналів з першого до шостого (802.11b) потрапляють до діапазону 2,4 ГГц аматорського радіо. Ліцензовані оператори аматорського радіо можуть працювати з пристроями 802.11b / g у відповідності до частини 97 правил та положень Федеральної комісії із зв'язку, що дозволяє збільшити потужність, але не дозволяє передавати комерційний зміст або застосовувати шифрування (106).

9.10.2 Протоколи

Оригінальна версія стандарту IEEE 802.11 була випущена в 1997 році і уточнена у 1999 році, однак сьогодні вони застаріли. Він виділив дві чисті швидкості передачі бітів 1 або 2 Мбіт / с, плюс код корекції помилок. Він визначив три альтернативних технології фізичного шару: дифузну інфрачервону діючу на 1 Мбіт / с; радіочастотну FHSS діючу на 1 Мбіт / с або 2 Мбіт / с; і радіочастотну DSSS діючу на 1 Мбіт / с або 2 Мбіт / с. Останні дві радіочастотні технології використовують зв'язок в мікрохвильовому діапазоні частот 2,4 ГГц. Деякі ранні WLAN технології використовували більш низькі частоти, такі як 900МГц ISM в США.

Спадщина 802.11 з DSSS була швидко витіснена і популяризований 802.11b.

Стандарт IEEE 802.11a-1999:

- ✚ дата виходу – жовтень 1999;
- ✚ частоти дії – 5 ГГц;
- ✚ пропускна здатність(типово) – 27 Мбіт / с [7];
- ✚ чиста бітова швидкість – 54 Мбіт / с;
- ✚ валова бітова швидкість – 72 Мбіт / с;
- ✚ дальність дії в приміщенні – 15 метрів;
- ✚ дальність дії в полі – 30 метрів.

Стандарт 802.11a використовує той же протокол каналного шару і формат кадру, що і оригінальний стандарт, але інтерфейс OFDM для фізичного шару. Він працює в діапазоні 5 ГГц з максимальною корисною швидкістю передачі даних 54 Мбіт / с, плюс код корекції помилок, що дає реально досяжну пропускну здатність в мережі у середньому 20 Мбіт / с.

Оскільки смуга 2,4 ГГц широко використовується в багатолюдних місцях, використання порівняно не використовуваної смуги 5 ГГц дає стандарту 802.11a значні переваги. Однак ця висока несуча частота також приносить недолік: ефективна дальність дії 802.11a менша, ніж 802.11b / g. У теорії, сигнали 802.11a поглинаються більш охоче стінами та іншими твердими предметами на їхньому шляху у зв'язку з меншою довжиною хвилі і, як наслідок, не можуть проникнути так далеко як сигнали стандарту 802.11b. На практиці, 802.11b як правило, має більшу дальність при низьких швидкостях, 802.11b буде знижувати швидкість до 5 Мбіт / с або навіть 1 Мбіт / с при низькій інтенсивності сигналу. Однак, при більш високих швидкостях, 802.11a часто має таку же або більшу дальність дії, що пояснюється меншою інтерференцією.

Стандарт IEEE 802.11b-1999:

- ✚ дата виходу – жовтень 1999;
- ✚ частоти дії – 2,4 ГГц
- ✚ пропускна здатність(типово) – 5 Мбіт / с [7];
- ✚ чиста бітова швидкість – 11 Мбіт / с;
- ✚ валова бітова швидкість – ? Мбіт / с;
- ✚ дальність дії в приміщенні – 45 метрів;

✚ дальність дії в полі – 90 метрів.

Стандарт 802.11b має максимальну швидкість передачі сирих даних 11 Мбіт / с і використовує ті ж методи доступу, які визначені у первісному стандарті. Продукти 802.11b з'явилися на ринку на початку 2000 року, оскільки 802.11b є безпосереднім продовженням методу модуляції, які визначені у первісному стандарті. Різне збільшення пропускної здатності 802.11b (у порівнянні з первинним стандартом), разом з одночасним істотним скороченням цін привело до швидкого ухвалення стандарту 802.11b в якості остаточної бездротової технології локальних мереж LAN.

Пристрої 802.11b страждають від перешкод інших виробів, що працюють у діапазоні 2,4 ГГц. Пристрої, що працюють у діапазоні 2,4 ГГц, включають: мікрохвильові печі, пристрої Bluetooth, відео няні і бездротові телефони.

Стандарт IEEE 802.11g-2003:

- ✚ дата виходу – червень 2003;
- ✚ частоти дії – 2,4 ГГц
- ✚ пропускна здатність(типово) – 22 Мбіт / с [7];
- ✚ чиста бітова швидкість – 54 Мбіт / с;
- ✚ валова бітова швидкість – 128 Мбіт / с;
- ✚ дальність дії в приміщенні – 45 метрів;
- ✚ дальність дії в полі – 90 метрів.

У червні 2003 року був ратифікований третій стандарт модуляції: 802.11g. Він працює в діапазоні 2.4 ГГц (як і 802.11b), але використовує ті ж схеми передачі OFDM, які засновані 802.11a. Він працює на максимальній швидкості передачі фізичного шару 54 Мбіт / с без урахування кодів корекції помилок, та забезпечує близько 22 Мбіт / с середньої пропускної здатності. [7] Апаратура 802.11g повністю сумісна з стандартною апаратурою 802.11b і, при цьому, успадковує відповідні питаннями, які знижують пропускну спроможність в порівнянні з 802.11a на ~ 21%.

Затверджений пізніше стандарт 802.11g був швидко прийнятий споживачами, починаючи з січня 2003 року, задовго до ратифікації, у зв'язку з бажанням високої швидкості передачі даних, і скорочення виробничих витрат. До літа 2003, більшість дводіапазонної 802.11a/b продукції стала дводіапазонною трьох режимною для підтримки a і b/g в одному мобільному адаптері або точці доступу. Докладна інформація про рішення b і g, які добре працювали разом, зайняли багато кого із зтяжного технічного процесу. В мережі 802.11g, проте, діяльність 802.11b учасників зменшує швидкість передачі даних у загальній мережі 802.11g.

Як 802.11b, пристрої 802.11g страждають від перешкод інших виробів, що працюють у діапазоні 2,4 ГГц.

Стандарт IEEE 802.11-2007

У 2003 році цільова група TGm була уповноважена включити багато з поправок в стандарт 802.11 версії 1999. Стандарт REVm або 802.11m, як його називали, створив єдиний документ, який об'єднав 8 поправок (802.11a, b, d, e, g, h, i, j) з базовим стандартом. Затверджений 8 березня 2007 року стандарт

802.11REVma був перейменований в актуальну версію стандарту IEEE 802.11-2007 (107).

Стандарт IEEE 802.11n-2009.

- ✚ дата виходу – 11 вересня 2009 [1];
- ✚ частоти дії – 5 ГГц, 2.4 ГГц
- ✚ пропускна здатність(типово) – 50-144 Мбіт / с [7];
- ✚ чиста бітова швидкість – 600 Мбіт / с [10];
- ✚ валова бітова швидкість – ? Мбіт / с;
- ✚ дальність дії в приміщенні – 91 метр;
- ✚ дальність дії в полі – 182 метра.

802.11n є останньою поправкою, яка покращує попередні стандарти 802.11, додавши технологію MIMO і багато інших нових функцій. Інститут IEEE схвалив поправки з очікуваною публікацією в середині жовтня 2009 року. [9] Підприємства, проте, вже почали перехід на 802.11n мережі на основі сертифікованої Альянсом Wi-Fi продукції, яка відповідає пропозиції проекту 802.11n-2007 .

9.10.3 Канали і міжнародна сумісність

Стандарт 802.11 ділить кожну з описаних вище смуг на канали, аналогічно тому, як розділені смуги радіо і телевізійного мовлення, але з більшою шириною каналу та перекриттям. Наприклад смуга 2.4000-2.4835 ГГц розділена на 13 каналів, кожен шириною 22МГц, але тільки розташовані один від одного на відстані 5МГц, каналу 1 зосереджений навколо центральної частоти 2.412 ГГц, а канал 13 – на частоті 2.472 ГГц, до яких Японія додає 14 канал на 12МГц вище каналу 13.

Наявність каналів регулюється в кожній країні, при виникають труднощі, оскільки кожна країна виділяє певний радіочастотний спектр для різних послуг. На одному полюсі Японії, яка дозволяє використання всіх 14 каналів (за винятком каналу 14 для 802.11g / n), а на іншому Іспанія, яка спочатку дозволила тільки канали 10 і 11, та Франція, де дозволені тільки канали 10, 11, 12 і 13 (в даний час обидві країни йдуть до європейської моделі, яка дозволяє канали з 1 до 13 [11] [12]). Більшість інших європейських країн ліберальні, майже як Японія, залишив тільки канал 14, в той час як Північна Америка і деякі країни Центральної і Південної Америки забороняють канали 12 і 13. Для більш докладної інформації з цієї теми див Список каналів WLAN.

Крім того, із зазначенням центральної частоти кожного каналу, стандарт 802.11 (у п. 17) також вказує спектральну маску, яка визначає дозволений розподіл потужності на кожному каналі. Маска вимагає, щоб сигнал був ослабленим мінімум на 30 дБ від пікового значення енергії на відстані ± 11 МГц від центральної частоти, це сенс, в якому 22МГц це ефективна ширина каналу. Одним з наслідків цього є те, що станція може використовувати тільки кожен четвертий або п'ятий канал без перекриття, як правило, 1, 6 і 11 в Америці, і в теорії, 1, 5, 9 і 13 в Європі, хоча 1, 6 і 11 є типовим там . Іншим є те, що для 1-13 каналів фактично необхідна смуга 2.401-2.483 ГГц, існуючі асигнування це, наприклад, 2.400-2.4835 ГГц у Великобританії, 2.402-2.4735 ГГц у США і т.д.

Оскільки спектральна маска визначає обмеження вихідної потужності тільки до ± 22 МГц від центральної частоти, де вона послаблюється на 50 дБ, часто вважається, що енергія каналу поширюється не далі, ніж ці межі. Хоча більш правильно було б сказати, що, з огляду на відстань між каналами 1, 6 і 11, сигнал з передавача на будь-якому каналі має бути достатньою мірою ослабленим і мінімально втручатися на будь-який інший канал. Передавач може впливати на приймач далеких каналів, але тільки якщо він близький до потерпілого приймача (в межах метра) або працює з потужністю, яка вище допустимої.

Хоча заява, що спектри каналів 1, 6 і 11 не повинні пересікаються, обмежує відстані або щільність виробів, директива 1-6-11 має свої плюси. Якщо передавач ближче один до одного, ніж канали 1, 6 і 11 (наприклад, 1, 4, 7 і 10), то перекриття між каналами може призвести до неприпустимого погіршення якості сигналу та пропускну здатності. Однак, перекриття каналів може бути використано при певних обставинах для збільшення кількості доступних каналів (108).

9.10.4 Формат пакетів

Діючі стандарти 802.11 визначають тип кадру для використання при передачі даних, а також управління і контроль бездротового зв'язку.

Кадри розділені на дуже конкретні і стандартизовані розділи. Кожен кадр має заголовок MAC, корисне навантаження (данні) і контрольні біти. Деякі кадри можуть не мати корисного навантаження.

Перші 2 байти заголовків MAC це поле кадру управління, яке надає докладну інформацію про кадри. Ці два байти мають наступну структуру.

1) Версія протоколу: два біти версії протоколу. В даний час використовується версія протоколу, яка дорівнює нулю. Інші значення зарезервовано для майбутнього використання.

2) Тип: два біти, які допомагають визначити тип кадру WLAN. Контроль, даних і керування різними типами кадрів визначені в IEEE 802.11.

3) Частковий тип: чотири біти. Типи і частковий тип об'єднуються разом, щоб визначити точний кадр.

4) ToDS і FromDS: один біт кожен. Вони свідчать чи має дані кадр, який спрямований до розподіленої системи (Distributed System – DS). Кадри контролю і управління встановлюють ці значення в нуль. Всі кадри з даними будуть мати одиницю в одному з цих бітів. Однак під час спілкування в мережі IBSS ці біти завжди встановлюються в нуль.

5) Фрагмент: прапорець. Прапорець встановлюється, якщо пакет більш високого рівня був розпакований і буде залишатися встановленим для всіх не остаточних розділів. Деяким кадрам управління може знадобитися роз'єднання.

6) Повтор: прапорець. Іноді потрібні кадри ретрансляції, і для цього існує прапорець, який встановлений, коли кадр повторний. Це сприяє ліквідації дублювання кадрів.

7) Контроль живлення (Power Management): прапорець. Прапорець вказує на стан живлення відправнику після завершення обміну кадрами. Точки

доступу, необхідні для регулювання зв'язку, тому в них ніколи не буде встановлено біт енергозбереження.

8) Додаткові дані: прапорець. Прапорець використовуються для буфера кадрів, отриманих в розподіленій системі. Точка доступу використовує цей біт для полегшення роботи станції в режимі енергозбереження. Він вказує, що, принаймні, один кадр доступний та обслуговує всі підключені станції.

9) WEP: прапорець. Змінюється після обробки кадру. Він переключається в одиницю за кадром, який був розшифрований або у разі відсутності шифрування він завжди встановлений.

10) Порядок: прапорець. Цей прапорець встановлюється тільки, коли суворого упорядкований спосіб доставки використовується. Кадри і фрагменти не завжди направляються в певному порядку, це викликає скасування виконання передачі.

Наступні два байти зарезервовані для поля ідентифікації тривалості. Це поле може приймати одну з трьох форм: тривалість, вільний від контенту період, ідентифікація.

Кадр 802.11 може мати до чотирьох полів адреси. Кожне поле може нести MAC адреси. Адреса 1 є приймачем. Адреса 2 це передавач. Адреса 3 використовується приймачем для цілей фільтрації.

Поле управління реченнями складається з двох байтів, розділ використовується для ідентифікації порядку повідомлень, а також усуває дублювання кадрів. Перші 4 біти це номер фрагмента, останні 12 бітів визначають порядковий номер речення.

Факультативне поле, має два байти і управляє якістю обслуговування, було додана в 802.11e.

Тіло кадру змінного розміру від 0 до 2304 байт плюс заголовок від інкапсуляції безпеки і містить інформацію від вищих шарів.

Останні чотири байти в кадрі стандарту 802.11 це речення для перевірки кадру (Frame Check Sequence – FCS). Часто посилаються на циклічний код, він дозволяє перевірити цілісність отриманих кадрів. Перед відправкою кадру розраховується і додається речення FCS. Коли станція отримує кадр можна обчислити FCS кадру і порівняти його з отриманим. Якщо вони співпадають, то вважається, що кадр не спотворюється при передачі (109).

Кадри контролю дозволяють підтримувати зв'язок. Деякі загальні 802.11 часткові типи включають в себе наступні.

Кадр перевірки автентичності. Перевірка автентичності 802.11 починається з відправки станцією WNIC кадру перевірки автентичності до точки доступу, кадр містить її особистий ідентифікатор. У разі відкритої системи перевірки автентичності станція WNIC тільки посилає один кадр і точка доступу відповідає своїм власним кадром про згоду або відмову. У разі застосування колективних ключів перевірки автентичності, після відправки станцією WNIC свого початкового запиту перевірки автентичності вона буде отримувати кадр перевірки автентичності з точки доступу, що містить контрольний текст. Станція WNIC посилає кадр, що містить зашифровану

версію контрольного тексту до точки доступу. Точка доступу перевіряє, що текст був зашифрований правильним ключем, розшифровуючи його зі своїм власним ключем. В результаті цього процесу перевірки автентичності визначається статус станції WNIC.

Кадр запиту асоціації. Відправлений зі станції він дозволяє точці доступу розподіл ресурсів і синхронізацію. Кадр несе в собі інформацію про станцію WNIC, число підтримуваних швидкостей передачі даних і ідентифікатор SSID мережі, з якою станція хотіла б асоціюватися. Якщо прохання приймається точка доступу надає пам'ять і встановлює ідентифікатор асоційованої станції WNIC.

Кадр відповіді асоціації. Кадр, надісланий від точки доступу до станції містить прийняття або відмову на запит асоціації. Якщо станція визнана, кадр буде містити інформацію про ідентифікатор ID і швидкості передачі даних.

Кадр маяку. Кадр періодично надсилається точкою доступу, для щоб оголосити про свою присутність і забезпечити ідентифікатором SSID і іншими параметри станції WNICs в межах радіуса дії.

Не справжній кадр. Відправляється зі станції, яка бажає припинити зв'язок з іншою станцією

Кадр відмежування. Відправляється зі станції, яка бажає розірвати зв'язок. Цей елегантний спосіб дозволяє точці доступу відмовитися від розподілу пам'яті і видалити станцію WNIC із таблиці асоціації.

Зонд з проханням кадру. Відправляється зі станції, коли їй потрібна інформація від іншої станції.

Зонд відповідь кадру. Направляється з точки доступу, кадр містить інформацію щодо можливостей, які підтримуються швидкості передачі даних і т.д., після отримання зонд з проханням кадру.

Кадр запиту повторної асоціації. Станція WNIC посилає прохання повторної асоціації, коли вона випадає з зони дії точки доступу і знаходить іншу точку доступу з більш сильним сигналом. Нова точка доступу координує пересилання будь-якої інформації, яку можливо як і раніше міститься в буфері попередньої точки доступу.

Кадр відповіді повторної асоціації. Направляється з точки доступу, яка містить прийняття або відхилення кадру прохання станції WNIC. Кадр містить інформацію, необхідну для таких асоціацій, ідентифікатор і швидкості передачі даних.

Кадри управління сприяють в обміні кадрів з даними між станціями. Деякі загальні 802.11 кадри управління включають в себе:

Кадр підтвердження. Відразу після отримання кадру даних, приймальна станція буде відправити кадр підтвердження до станції відправки, у разі коли помилок немає. Якщо під час передачі, станція не отримує кадр підтвердження протягом заздалегідь встановленого періоду часу, станція відправки буде вдруге відправити кадр.

Кадр запиту передачі. Кадр запиту передачі і кадр скасування передачі надає факультативну схему скорочення зіткнень для точки доступу з

прихованими станціями. Станція відправляє кадр запиту передачі в якості першого кроку в рамках двостороннього рукостискання, яке необхідне перед передачею кадрів даних.

Кадр скасування передачі. Станція відповідає на кадр запиту передачі кадром скасування передачі. Це забезпечує дозвіл запитуючій станції направити цей кадр. Кадр скасування передачі забезпечує управління зіткненнями в тому числі контроль за часом, впродовж якого всі інші станції, будуть почекаати передачі, поки запитуюча станція передає.

Кадри даних несуть пакети з Інтернет сторінок, файли і т.д. в межах свого тіла. [16]

9.10.5 Термінологія.

Різні терміни в 802.11 використовуються для специфікації різних аспектів функціонування бездротових локальних мереж і можуть бути незнайомі ряду читачів.

Наприклад, в 802.11 одиниця часу (Time Unit – TU) дорівнює 1024 мікросекунд. Застосування цієї одиниці TU дозволяє звільнити місце для терміну мілісекунди, який трохи відрізняється. Термін дозволяє будувати інтервали, які дуже легко реалізуються в апаратному забезпеченні. Апаратура, як правило, має тактову частоту 1МГц. Одиниця TU створюється діленням частоти тактового сигналу на половину десять разів, а не за допомогою кола фазового управління частотою чи цифрової схеми ділення частоти на тисячу.

Крім того, термін "Портал" використовується для опису об'єкта, схоже на 802.11 міст. Портал забезпечує доступ до мережі WLAN, що не є 802.11 локальною мережею.

9.10.6 Громадські мережі.

З поширенням кабельних модемів і DSL, постійно зростає кількість людей, які хочуть створювати невеликі мережі в своїх будинках, щоб поділитися своїм широкосмуговим підключенням до Інтернет.

Багато точок доступу точок або безкоштовних мереж часто дозволяють будь-кому в межах радіусу дії, в тому числі перехожим на вулиці, підключитися до Інтернет. Існують також зусилля волонтерських груп зі створення бездротових мереж співтовариства щодо забезпечення безкоштовного бездротового підключення для громадськості.

9.10.7 Безпека мереж.

У 2001 році група з Каліфорнійського університету в Берклії представила документ з описом недоліків у 802.11 механізмі безпеки (Wired Equivalent Privacy – WEP), визначених у первісному стандарті; він супроводжувався статтею, де розглянуті слабкі сторони алгоритму RC4.[] Незабаром після того, корпорація AT & T публічно оголосила про першу верифікацію нападу. У нападі вони були здатні перехоплювати передачі та отримувати несанкціонований доступ до бездротових мереж.

Інститутом IEEE створена спеціальна цільова група для створення рішення 802.11i для посилення безпеки, раніше ця робота виконувалась як частина 802.11e, більш широких зусиль щодо покращення шару MAC). Альянс

Wi-Fi представив тимчасову специфікацію (Wi-Fi Protected Access – WPA), засновану на підмножині поточного IEEE 802.11i проекту. Вона почала з'являтися в продуктах у середині 2003 року. Сам стандарт IEEE 802.11i (також відомий як WPA2) був ратифікований у червні 2004 року, і використовує шифрування урядового рівня (Advanced Encryption Standard – AES), замість RC4, який був використаний в WEP. Сучасне рекомендоване шифрування для дому це WPA2 з колективним ключем, а для підприємства це WPA2 із застосуванням сервера.

У січні 2005 року інститут IEEE створив ще одну цільову групу, TGW, для розробки IEEE 802.11w щоб захистити кадри контролю і трансляції, які раніше відправлялися в незабезпечений спосіб.

Багато компаній застосовують бездротове мережеве обладнання з нестандартними IEEE 802.11 розширенням або шляхом реалізації власних проектів або функцій. Ці зміни можуть призвести до несумісності між цими розширеннями.

9.10.8 Висновки

Технологія IEEE 802.11 має наступні особливості: мобільність – 3 км на годину; швидкість передавання даних в радіоканалі – 600 Мбіт/с; смуга радіоканалу – 22МГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – 0.01Вт(0.01Вт); топологія клітин – піко (91м). Застосування дуже малого розміру клітин, 15 м в стандарті IEEE 802.11a-1999, дозволяє подолати основний недолік кодового розділення каналів, яким є недослідженість електромагнітної сумісності цього методу. Плив цього недоліку на якість голосового зв'язку дуже добре відчули користувачі стільникових мереж CDMA.

9.10.9 Контрольні завдання та запитання

9.11 Супутникові мережі зв'язку і навігації

Супутниковий телефон (satellite telephone, satellite phone, satphone) це тип мобільного телефону, який підключається до супутника, який обертається навколо земної кулі, замість наземної вежі. У залежності від архітектури конкретної мережі супутникового зв'язку і навігації, їх покриття може включати в себе всю землю, або тільки окремі регіони.

Мобільне обладнання, також відоме як термінал, змінюється в широких межах. Ранні супутникові телефони мали розмір і вагу, які можна порівняти з мобільними телефонами кінця 1980-х або початку 1990-х, але зазвичай з великою антеною, яка складається. Більш пізні супутникові телефони є аналогічними за розміром звичайному мобільному телефону, хоча деякі прототипи супутникового телефону не мають помітних відмінностей від звичайного смартфона (110). Супутниковий телефон популярний в експедиціях у віддалених районах, де наземні мобільні послуги недоступні. Стаціонарні установки, які використовуються на судах, може включати в себе велику, надійну, стійку електронну апаратуру і керовану мікрохвильову антену на вежі, яка автоматично відстежує супутники над горизонтом. Супутникові телефони мають завідомо поганий прийом в приміщенні, хоча інколи можливо отримати стійкий сигнал поблизу вікна або на верхньому поверсі будівлі, яка має достатньо тонкий дах. Телефони мають порти для підключення зовнішніх антен, які часто встановлюються на транспортних засобах і будівлях. Деякі системи дозволяють також використовувати ретранслятори, так само, як наземні мобільні телефонні системи.

У деяких державах, керованих деспотичними режимами, таких, як Бірма, володіння супутниковими телефонами, є незаконним. Їх сигнали, як правило, обходять місцеві системи телекомунікації, що перешкоджає цензурі і спробам прослуховування. В Австралії, жителі віддалених районів можуть застосовуватися урядову субсидію для супутникових телефонів (111).

9.11.1 Геоестаціонарний супутниковий зв'язок

Деякі супутникові телефони використовують супутники на геоестаціонарній орбіті, у цьому випадку супутники постійно залишаються у фіксованому положенні в небі у всі часи. Ці системи можуть підтримувати майже глобальне безперервне охоплення за допомогою тільки трьох або чотирьох супутників, що знижує витрати на запуск. Однак супутники, що використовуються для цих систем дуже важкі (близько 5000 кг) і тому дуже дорогі у виробництві та для запуску. Супутники висять на висоті близько 36000 км, при цьому помітна затримка, присутня під час здійснення телефонного дзвінка або послуги передачі даних, з-за великих відстаней від їх користувачів. Доступна пропускна здатність цих систем значно вище, ніж на низькій навколоремній орбіті (Low Earth Orbit – LEO), всі три активні системи забезпечують портативний супутниковий Інтернет при використанні розміром з ноутбук терміналів зі швидкістю від 60 кбіт до 512 кбіт за секунду.

Ще один недолік геостационарних супутникових систем є те, що в багатьох областях, навіть де є велика область відкритого неба, пряма видимість між телефоном і супутником порушується пагорбами і лісом. Користувачеві необхідно буде знайти області прямої видимості де можливе використання телефону. Цього недоліку немає у випадку з послуг LEO: навіть якщо сигнал блокується перешкодою, то можна почекати кілька хвилин, доки інший супутник буде проходити над головою.

Оператор ACeS це невеликий регіональний оператор забезпечує послуги передачі голосу і даних у Східній Азії з використанням одного супутника.

Оператор Inmarsat це найстарший оператор супутникового телефону, заснований в 1979 році. Спочатку він обслуговував великі стаціонарні установки, призначених для використання на судах, та лише недавно почав виходити на ринок портативних телефонів в рамках спільного підприємства ACeS. Компанія працює з одинадцятьма супутниками, черговий запланований запуск в 2010 році. Покриття є на більшій частині земної поверхні, за винятком полярних регіонів.

Оператор Thuraya це система, заснована в ОАЕ. Три супутника в даний час активні, що забезпечує охоплення більшої частини Євразії, Африки та Австралії. Існує певний ступінь перекриття охоплення між сусідніми супутниками в рамках мережі.

Оператор MSAT / SkyTerra це американська компанія телефонного супутникового зв'язку, яка використовує обладнання схоже на Inmarsat, проте є плани щодо запуску в Америці послуги за допомогою портативних пристроїв аналогічних Thuraya.

Оператор TerreStar це супутникова телефонна система для Північної Америки.

Оператор ICO Global Communications це компанія супутникового телефонного зв'язку, яка запустила один геостационарній супутник, який ще не надає послуг.

9.11.2 Низькоорбітальні супутникові мережі

Телефони використовують LEO супутникові технології. Перевагою є надання в усьому світі бездротового покриття без зазорів. Низькоорбітальні супутники обертаються навколо Землі з високою швидкістю, низькі орбіти висотою 640 до 1120 кілометрів мають період обертання 70-100 хвилини, і забезпечують покриття клітини радіусом приблизно 2800 км, для орбітального періоду 100 хвилин. Принаймні один супутник повинен мати пряму видимість для кожної зони покриття у всіх випадках для забезпечення повного охоплення. Залежно від позиції супутника і наземного користувача сеанс зв'язку з одним супутником буде тривати 4-15 хвилин в середньому; [6] Таким чином, сузір'я супутників необхідні для збереження покриття (як це зробили Iridium, Global Star, GPS, та ін.)

Дві такі системи, які базувалися в Сполучених Штатах, були створені в кінці 1990-х, але незабаром збанкрутували після того, як вони не змогли отримати число абонентів, необхідних для фінансування великих витрат

запуску супутників. Вони тепер управляються новими власниками, які купили активи за малу частку їх первісної вартості, і тепер обоє планують запуски для заміни сузір'я для підтримки високої пропускної здатності. Швидкість передачі даних в існуючих мережах становить від 2200 біт / с до 9600 біт / с за допомогою супутникового телефону.

Оператор Globalstar управляє мережею, що охоплює більшу частину суші земної кулі, використовуючи 44 діючих супутника, однак багато районів залишилися без покриття супутників, так як вони знаходяться в радіусі дії земних станцій. Супутники літають на орбіті з нахилом 52 градуса, тому полярні регіони не можуть бути охоплені. Мережа введена в обмежену комерційну експлуатацію наприкінці 1999 року.

Оператор Iridium управляє мережею із 66 супутників на полярній орбіті, що претендує на охоплення всюди на поверхні Землі. Надання комерційних послуг розпочав в листопаді 1998 року і незабаром впав в банкрутство. Примітно, що в мережі використовуються радіочастотні лінії між супутниками для того, щоб передавати дані до найближчого супутника, який має зв'язок з наземною станцією.

Відстеження.

Системи LEO мають можливість відстежувати місце розташування мобільного пристрою за допомогою розрахунків доплерівського зсуву для супутника. [7] Однак, цей метод може бути неточним до десятків кілометрів. В деяких телефонах Iridium, координати можуть бути вилучені за допомогою AT-команд, в той час як останні телефони Globalstar будуть відображати їх на екрані. [8]

Пропоновані системи.

Компанія Teledesic це компанія, яка за підтримки Білла Гейтса планувала надавати широкопasmовий доступ в Інтернет, використовуючи мережу з 840 супутників LEO, все це закінчилося запуском тільки одного тестового супутника.

Компанія Ellipso створена, щоб зареєструвати партнерство з ІСО.

9.11.3 Односторонні послуги

Деякі мережі надають односторонній канал виклику для попередження користувачів в районах бідних на охоплення вхідними дзвінками. Коли попередження надійшло на супутниковий телефон, він має зайняти район з більш ефективним покриттям, де виклик може бути прийнятий.

Globalstar забезпечує послуги односторонньої передачі даних від телефону на супутник, зазвичай використовується для відстеження майна.

9.11.4 Вартість супутникового телефону

Хоча можна отримати старі телефони для мережі Thuraya, Iridium, Globalstar приблизно за \$ 200, новітні телефони все ще коштують досить дорого. Телефон Iridium 9505A, хоча і випущений в 2001 році, як і раніше, новим продаються за ціною понад \$1000. Оскільки супутникові телефони спеціально побудованому для однієї конкретної мережі і не можуть бути включені в інші мережі, ціна телефону залежить від продуктивності мережі.

Якщо провайдер супутникового телефонної мережі зустрічається з проблемами ціни на телефон впадуть, і збільшаться, коли запускаються нові супутники. Аналогічним чином ціни на телефон будуть рости, коли тарифи на дзвінки скорочуються.

Серед найдорожчих супутникових телефонів BGAN термінали, часто вартістю кілька тисяч доларів. Однак ці телефони забезпечують широкосмуговий доступ в Інтернет, а також голосовий зв'язок. Супутникові телефони іноді субсидуються, якщо постачальник укладає контракт з подальшою оплатою, але субсидії, як правило, лише кілька сотень доларів або менше.

Оскільки більшість супутникових телефонів побудовані під ліцензією або трубок виготовлені за контрактами для OEM-виробників, оператори мають великий вплив на ціну продажу. Супутникові мережі працюють під власними закритими стандартами, що робить важким для підприємств самостійно виробляти свої власні телефони.

9.11.5 Віртуальний код країни

Супутникові телефони, як правило, випускаються з номером, який має спеціальний код виклику країни.

Супутникові телефони Inmarsat видаються з кодами від +870 до +874. У минулому ці коди були виділені на різні супутники, але дія кодів +871... +874 поступово призупиняється, залишаючи Inmarsat користувачів із звичайним кодом країни, незалежно від міста реєстрації їх супутникового терміналу.

Низькоорбітальним супутниковим мережам, включаючи деякі з нині неіснуючих, Міжнародним союзом електрозв'язку були виділені квоти у глобальній мобільній супутниковій системі з кодом +881 віртуальної країни. Супутникові телефони Iridium випускаються з кодами +881 6 та +881 7. Мережа Global Star, хоча їй виділені +881 8 та +881, використовує 881 телефонні номери США, за винятком послуг, які продані в Бразилію, яка використовує +881 діапазон.

Невеликим регіональним мережам супутникового телефонного зв'язку виділяються номери з кодом +882, який призначений для міжнародних мереж, які не використовуються виключно для мереж супутникової телефонії.

9.11.6 Вартість виклику

Вартість здійснення дзвінку зі супутникового телефону коливається від близько \$ 0,15 до \$ 2 за хвилину, при дзвінку на них зі стаціонарних і звичайних мобільних телефонів дорожче. Ціна від стаціонарних і мобільних телефонів знаходиться діапазоні від \$ 3 до \$ 14 за хвилину з Iridium та Inmarsat, який є одним з найдорожчих мереж для виклику. Одержувач виклику нічого не платить, якщо він в даний час не визивається через спеціальну послугу зворотної плати.

Дзвінки між різними мережами супутникового телефонного зв'язку часто аналогічним дорогою, з ціною за виклик до 15 доларів за хвилину.

Дзвінки з супутникових телефонів на стаціонарні зазвичай становить близько \$ 0,80 до \$ 1,50 за хвилину, якщо не будуть використовуватися

спеціальні пропозиції. Такі акції, як правило, пов'язані з конкретною географічною областю, де рух є низьким. Оператор Globalstar в даний час пропонує необмежений тарифний план до 2010 року.

Всі мережі супутникових телефонів мають передплачені плани, з ваучерами в діапазоні від \$ 10 до \$ 5000.

9.11.7 Робота систем у разі стихійних лих.

Більшість мереж мобільних телефонів працюють майже на повну потужність в нормальний час і великі сплески обсягів викликів, зумовлених широким поширенням надзвичайні ситуації, найчастіше перевантажують систему саме тоді, коли вона потрібна найбільше. Приклади, про які повідомлялося в засобах масової інформації, де це відбулося включають теракти 11 вересня, Гавайський землетрус, ураган Катрі і крах мосту в Мінісоті в 2007 році (112).

Крім того, наземні антени клітин та мережі можуть бути пошкоджені в результаті стихійних лих. Супутникова телефонія може уникнути цієї проблеми і мати вирішальне значення в повідомленні про природні лиха. Самі мережі супутникових телефонів схильні до перевантаженості, тому що супутники і сфокусовані промені покривають великі площі відносно невеликим числом голосових каналів.

9.11.8 Висновки

Мережі супутникового зв'язку і навігації мають наступні особливості: мобільність – 3600 км на годину; швидкість передавання даних в радіоканалі – 9.6 кбіт/с; смуга радіоканалу – 5МГц; потужність передавача мобільної станції(бази) – немає даних; топологія клітин – типу парасолька (2800 км). Застосування дуже великої відстані до базової станції, тобто супутника, 36000 км в системі Inmarsat, дозволяє подолати основний недолік кодового розділення каналів, яким є недослідженість електромагнітної сумісності цього методу.

9.11.9 Контрольні завдання та запитання

9.12 Транкінговий зв'язок

Професійні системи зв'язку з рухомими об'єктами (Professional Mobile Radio – PMR) в різних країнах мають різні назви: приватне мобільне радіо (Private Mobile Radio – PMR) – у Великобританії; сухопутне мобільне радіо (Land Mobile Radio – LMR) – в Північній Америці і т.д. Такі системи використовують радіостанції: портативні; мобільні; базові станції; пульти диспетчерські з консолями. Іноді вони базуються на специфікаціях транкінгового зв'язку, таких як, MPT-1327, TETRA, APCO 25 та інших, які призначені для використання в конкретній організації. Типовими прикладами є радіосистеми, що використовуються силами поліції і пожежників. Ключові особливості професійних систем мобільного радіозв'язку, можуть включати:

- ✚ зв'язок від точки до багатьох точок – на відміну від стільникових телефонів, які встановлюють зв'язок точка до точки);
- ✚ зв'язок типу РТТ, натиснути для розмови – одним натисненням кнопки відкривається зв'язок на радіочастоті каналу, причому зв'язок можливий без базової станції;
- ✚ великі площі охоплення;
- ✚ закрита група користувачів;
- ✚ використання смуги частот VHF або UHF.

9.12.1 Введення

Перші розгорнуті системи просто склалися з однієї базової станції з низкою мобільних телефонів, які можуть спілкуватися з цією однією базовою станцією. Ці системи все ще широко використовуються сьогодні в фірми таксі і багато інших, які використовують їх для спілкування. Сучасні засоби, такі як DTMF і CTCSS надають додатковий відбір викликів. Оскільки антена може бути встановлена на високій вежі, покриття може бути збільшене до відстані 50 кілометрів, хоча зазвичай дальність дії декілька менша, головним чином, через те що антена не така висока.

Ліцензії виділяються для експлуатації на конкретний канал чи канали. Користувач може потім використовувати ці канали для контактів мобільних станцій у своєму парку. Базова станція може бути запущена користувачем самостійно або вона може управлятися компанією, яка буде надавати канали в оренду окремим користувачам. Таким чином, одна базова станція з різними каналами може запускатися одним оператором великої кількості різних користувачів, і це робить ефективним використання обладнання базових станцій. Сайт базової станції також може бути розташований у такому місті, що дасть оптимальне радіочастотне покриття, а приватні лінії можуть бути надані для підключення офісу контролю користувачів до передавача. Оскільки немає додаткових витрат на ретрансляцію, окремі дзвінки не тарифікуються, а замість цього є загальна орендна плата за використання системи. Для користувачів зі своїми власними ліцензіями, їм, природно, доведеться платити за ліцензії, і вартість придбання та обслуговування цього обладнання.

9.12.2 Селективний виклик

Багато систем працюють з віддаленими або мобільним станціями, які здатні чути всі зроблені дзвінки. Це не завжди може бути задовільним і система селективного виклику може знадобитися. Є кілька способів досягнення цієї мети, в тому числі тональна сигналізація (Dual Tone Multiple Frequency – DTMF), а також систему безшумної сигналізації (Continuous Tone Coded Squelch System – CTCSS).

Тональна сигналізація DTMF.

Тональна сигналізація DTMF це система, яка широко використовується для телефонної сигналізації, а також практично повсюдно використовується для тонального набору для стаціонарних телефонів сьогодні. Вона використовує набір пар тонів, які використовуються для перенесення інформації. Вісім частот використовуються: 697, 770, 852, 941 Гц, які називаються низькі тони; 1209, 1336, 1477 і 1633 Гц, які є високими тонами. Один високий і один низький тон використовується спільно і різні комбінації використовуються для представлення різних цифр і символів.

Відповідний код, що складається з однієї або більшої кількості цифр, посилається і станція, запрограмована реагувати на число, як правило, одну або дві цифри, відкриває шумоглушника на приймачі, щоб відкрити проходження звуку. Недоліком цієї системи є те, що, якщо приймач не підбере код, коли DTMF сигналізації відбувається, тоді він не буде реагувати на будь-які повідомлення. Це може бути істотним недоліком, оскільки мобільні станції часто втрачають сигнал на короткі періоди, оскільки вони знаходяться в русі.

Система безшумної сигналізації CTCSS.

Інша систем, яка широко використовуються, це система безшумної сигналізації CTCSS, що також називається субтональною або PL тонів (торгова марка Motorola). Як впливає з назви вона використовує нижні частоти (нижче приблизно 250 Гц) для перенесення інформації щодо селективного виклику. Вони передаються на додаток до звичайного голосового каналу, але так як вони знаходяться нижче звукового діапазону більшості мобільних радіостанцій (приблизно 300-3000Hz), вони фільтрують і тому їх не чути.

Тільки тоді, коли правильний тон для необхідної станції буде переданий, шумоглушник для цього приймача буде відкритий і переданий звук буде почутий. Перевага цієї системи полягає в тому, що тони сигналізації передаються на всьому інтервалі передачі. Таким чином, якщо сигнал загасає на початку передачі і втрачається, але пізніше набирає сили, тони, які безперервно передаються, дозволять відкрити режим мовчання, щоб звук був почутим. Системи зазвичай можуть забезпечити до 37 різних тонів, низька частота якого становить 67 Гц, а найвища – 254,1 Гц. Це дозволяє різні мобільні станції викликати вибірково.

9.12.3 Модуляція

У цілому, частотна модуляція із вузькою смугою обрана як форма модуляції, хоча служби аеропорту використовують амплітудну модуляцію. Звичайно відхилення 2,5 кГц застосовується для частотної модуляції, і це

дозволяє виконати рознос каналів 12,5 кГц. Зростання попиту на системи PMR є високим, необхідно забезпечити ефективне використання доступних каналів. Це досягається за рахунок повторного використання частот у різних областях. Базові станції повинні бути розташовані досить далеко одна від одної, щоб перешкоди не заважали, а також використовуються селективний виклик CTCSS і DTMF для забезпечення того, щоб багато мобільних телефонів могли використовувати можливості даного каналу.

9.12.4 Система для приватного мобільного радіозв'язку TETRA

Специфікація TETRA є сучасним стандартом для цифрового мобільного радіозв'язку PMR.

Робота розпочалася з розробки стандарту TETRA в 1990 р. і оперлася на підтримку з боку Європейської комісії та членів ETSI. Досвід, накопичений у розвитку GSM стандарту стільникового радіо, а також досвід розробки та використання систем транкінгового радіозв'язку була також використана в стилі стандарту TETRA. На додаток до цього, процес був підсилений досвідом, накопиченим в ході співпраці виробників, користувачів, операторів і галузевих експертів. З цим спільним досвідом, перші специфікації були готові в 1995 році, щоб дозволити виробникам успішно розробити відповідне обладнання для взаємодії.

Система TETRA виділяє канали на запит користувачів як в режимі передачі голосу так і в режимі передачі даних. Додатково до національних і багатонаціональних мереж, національний та міжнародний роумінг може підтримуватися. Для цивільних систем у Європі смуги частот 410-430МГц, 870-876МГц / 915-921МГц, 450-470МГц, 385-390МГц / 395-399.9МГц, були виділені для TETRA. Тоді як для аварійно-рятувальних служб в Європі смуги частот 380-383МГц та 390-393МГц були виділені. На додаток до цього, повністю або частинами відповідних смуг частот між 383-385МГц та 393-395МГц можуть бути використані.

Низька швидкість пакетної передачі даних, а також передача даних з комутацією каналів є доступними режимами, поряд з деякою формою шифрування. Система дозволяє використовувати наявні частоти з використанням доступу за технологією TDMA для чотирьох фізичних каналів на одній радіочастотній несучій з відстанню між частотами 25 кГц.

Система TETRA є майже в кожній країні в світі, за винятком північної Америки, де Motorola відмовляються видати ліцензію на ключові патенти (на розумних умовах) на цьому ринку, а також не пропонує технологію самостійно.

9.12.5 Застосування стандарту MPT1327 для транкінгового зв'язку

Транкінгова версія PMR концепції, яка визначається відповідно до стандарту MPT1327 широко використовується і надає значні переваги в порівнянні з простими системами однієї станції, яка знаходиться у використанні. Станції MPT1327 дозволяють спілкуватися в більш широких областях, а також надають додаткові функції. У зв'язку з дуже високою вартістю створення мережі транків, вона зазвичай створюється великою лізинговою компанією або консорціумом, які надають послуги для великого

числа користувачів. З урахуванням збільшення розмірів областей, охоплених цими мережами і підвищену складність, обладнання повинно бути стандартизоване так, щоб постачальники могли його виробляти у великих обсягах, і тим самим скоротити витрати до прийняттого рівня. Сама велика кількість транкінгових систем радіозв'язку відповідають формату MPT1327.

Для реалізації транкінгового PMR мережа станцій будується. Ці станції пов'язані зазвичай з використанням існуючих наземних ліній зв'язку, хоча оптичні волокна і радіочастотні канали також використовуються. Таким чином, різні базові станції мають можливість спілкуватися одна з одною.

Для того, щоб мати можливість здійснювати обмін речовою інформацією, а також виконувати різні організаційні завдання, потрібно щоб різні типи каналів були доступними. Канал управління, один у кожному напрямку для кожної базової станції або контролера транкінгової системи (Trunking System Controller – TSC).

Велика кількість різних каналів управління використовуються, щоб прилеглі базові станції, не заважали одна одній, а мобільна станція сканує різні канали, щоб знайти самий сильний сигнал каналу управління. На додаток до цього існують канали трафіку. Специфікація підтримує до 1024 різних каналів трафіку, які будуть використовуватися. Таким чином, базова станція може підтримувати велику кількість різних мобільних станцій, які спілкуються в той же час. Однак для невеликих систем з невеликою кількістю каналів, канали управління можуть також виступати як не виділені канали трафіку.

Канали управління використовують сигналізацію на швидкості 1200 біт в секунду із застосуванням модуляції сигналу з частковою несучою частотою методом швидкої маніпуляції (fast frequency shift keying – FFSK). Це призначено для використання для двох частотного навпіл дуплексу мобільної радіостанції і повного дуплексу TSC.

Для успішної роботи важливо, щоб система знала, де мобільні телефони розташовані так, щоб дзвінки можна було спрямовувати до них. Контролер TSC (магістральної системи контролерів) отримує цю інформацію реєстрації мобільних телефонів каналами управління. Стандарт MPT1327 описує кілька механізмів реєстрації, спрямовані на обмеження навантаження на канал управління, яке викликане роумінгом мобільних телефонів. Реєстрація може бути явною або неявною. Явна реєстрації може бути ініційована, через канал управління на вимогу, коли мобільна станція подає заявку на реєстрацію, або ініціюється мобільною станцією, який був у роумінгу, в новому місці реєстрації. Також можлива для мобільних станцій неявна реєстрація, коли TSC буде оновлювати свої реєстраційні анкети, якщо мобільна станція робить виклик. Цілком можливо, що запис контролера TSC не збігається з місцем фактичного розташування мобільної станції. Це може відбуватися, наприклад, коли мобільна станція вимкнена, а потім переїхала в зону видимості іншого сайту.

Щоб зробити вихідний дзвінок, мобільна станція передає прохання до базової станції, як це пропонується в каналі управління потоком даних від

базової станції. Мобільна станція передає свій код разом з номером призначення виклику, це або інший мобільна станція або офісу управління. Програмне забезпечення управління і схема в рамках базової станції та центральної ділянки управління мережею встановлює мережу так, що виділяється канал для аудіо(каналу трафіку). Він також встановлює перемикання в мережі маршрутів з запитом до необхідного пункту призначення.

Для того, щоб рухома станція прийняла виклик, вона знаходиться через вхідний канал управління, потік даних показує, що надійшов вхідний дзвінок. Канали розподілу та комутації створені, щоб забезпечити правильну маршрутизацію дзвінка.

Немає методу, описаного в стандарті, естафетної передачі мобільної станції від однієї базової станції до наступної, якщо вона виходить з зони дії базової станції, через яку виклик робиться. Таким чином, система не є формою стільникового телефону. Тому необхідно для мобільної станції залишатися в межах зони обслуговування базових станцій, через які виклики проводяться.

Дисципліна контроль каналу управління це алгоритм Slotted Aloha, де каналом вниз (тобто отримує мобільний телефон) повідомляються часові інтервали, протягом яких мобільний телефон може направити прохання у висхідному каналі. Загалом, телефон може передавати каналом управління лише тоді, коли це пропонується контролером TSC. Це запрошення може бути безпосередньо адресоване мобільній станції або групі, або воно може бути випадковим. Випадкові часові інтервали доступу будуть використовуватися, коли користувач мобільного ініціює виклик, або коли мобільний реєструється на контролері TSC. При сильно завантаженому каналу управління, цілком імовірно, що дві або більше мобільних станцій постараюся передати в той же час і на той же випадковий часовий інтервал доступу. Це виявляється мобільною станцією, якщо передбачену відповідь від контролера TSC не отримано протягом певного часу очікування. Мобільні станції можуть потім повторити своє прохання в іншому випадковому інтервалі доступу. Час очікування і кількість спроб записуються на мобільну станцію, коли вона налаштовується для даної мережі.

Сигналізація в канал управління вниз номінально безперервна і передається часовими інтервалами у складі 64-бітових кодових словах. Перший тип це системне кодове слово (Control Channel System Codeword – CSCC). Воно визначає система для мобільної станції, а також забезпечує синхронізацію на наступну кодового слова адреси. Як уже згадувалося другий тип слова це кодового слова адреси. Це перше кодове слово будь-якого повідомлення, і воно визначає характер повідомлення. Можна передавати дані через канал управління. Коли це відбувається, як кодове слово CSCC та кодове слово адреси заміщуються даними, які додаються до кодового слова адреси. Структура даних мобільного радіо блоку дещо простіша. Вона складається із бітів базової синхронізації, які слідує за кодовим словом адреси.

Існують різні види повідомлень каналу управління, які можуть бути

відправлені базовою станцією для мобільних телефонів.

Повідомлення Aloha. Відправляється базовою станцією для запрошення мобільних станцій для доступу до системи.

Запити. Відправляється мобільною станцією з проханням створити виклик.

Повідомлення "А у". Відправляється базовою станцією, щоб вимагати відповіді від конкретної мобільної радіостанції. Це може бути направлено на прохання мобільної радіостанції відправити його унікальний ідентифікатор, щоб бути впевненим, що він буде отримувати трафік через базову станцію.

Підтвердження. Вони направляються як базовими станціями, так і мобільними станціями, щоб підтвердити відправку даних.

Повідомлення «перейти на канал». Ці повідомлення доручають конкретному мобільному пристрою перейти на виділений канал трафіку.

Повідомлення окремих адрес. Вони відправляються тільки мобільними станціями.

Повідомлення коротких даних. Вони можуть бути спрямовані або базовою станцією або мобільною.

Різні повідомлення. - Надсилаються базовою станцією для управління прикладними програмами.

Хоча дані передаються у вигляді цифрової інформації, звукові та голосові каналів для системи є аналоговими і використовують частотну модуляцію. Однак певна робота була проведена для розробки повністю цифрових систем. Основні системи це системи розроблені корпораціями Motorola, Ericsson (EDACS) та Johnson (LTR). Ці системи не отримали таке широке визнання.

9.12.6 Порівняльна характеристика розглянутих типів мереж.

Транкінгові системи зв'язку базуються на досягненнях стільникових мереж, тому нижче наведений аналіз розглянутих в попередніх підрозділах мереж з точки зору моделі швидкості проти мобільності. В табл. 2 наведені дані з висновків до підрозділів даної роботи.

Таблиця 2 – Показники швидкості та мобільності мереж.

Технологія	Мобільність, км на годину	Мобільність, м/с	Швидкість, Мбіт/с	Смуга частот, кГц	Нормована швидкість, Мбіт/с	Підрозділ
GSM/EDGE	500	139	0.812	200	20.30	9.2
PHS	100	28	0.512	200	12.80	9.5
UMTS	120	33	0.384	5000	0.38	9.6
CDMA2000	3	1	14.700	5000	14.70	9.8
LTE	110	31	50.000	20000	12.50	9.9
IEEE802.11	3	1	600.000	22000	136.36	9.10
Globalstar	3600	1000	0.009	5000	0.01	9.11

Для виконання коректного аналізу швидкості передавання даних

нормована у відповідності до смуги радіочастотного каналу. Наприклад, якщо базова станція стандарту GSM/EDGE має швидкість передавання даних 0.812 Мбіт/с в смузі частот 200кГц, то для нормування до смуги 5МГц це значення збільшене в 25 разів та отримано значення 20.3 Мбіт/с. Стандарт IEEE 802.11 застосовує частотний канал шириною 22МГц, тому для нормування до смуги 5МГц значення швидкості передавання даних зменшене в 4.4 рази до 136.363636...Мбіт/с. Це значення відповідає, так званій чистій бітовій швидкості, хоча для стандарту GSM/EDGE була вказана валова бітова швидкість. Це типова ситуація, коли джерела не надають повну інформацію:

- ✚ пропускна здатність(типово);
- ✚ чиста бітова швидкість;
- ✚ валова бітова швидкість.

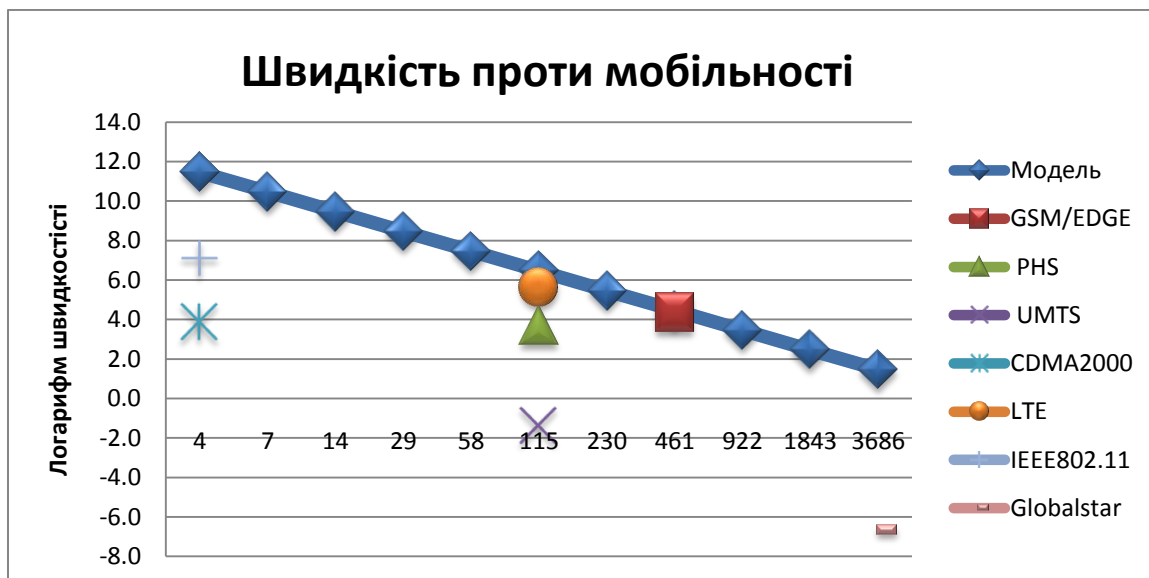
Тобто в джерелах, які розглянуті в даній роботі, відсутня інформація щодо чистої бітової швидкості в стандарті GSM/EDGE та валової бітової швидкості в стандарті IEEE 802.11, тому отримані в роботі результати необхідно розглядати як перше наближення до істини. Це природно, тому що вся робота це лише перший крок, тобто розгляд мереж з точки зору користувача. Для того, щоб визначити різницю між цими трьома швидкостями необхідно виконати, як мінімум другий крок і розглянути функціональні схеми систем.

Для наглядного представлення результатів дослідження в табл. 3 зведені теоретичні та фактичні данні.

Таблиця 3 – Швидкість проти мобільності.

V	Модель	GSM/EDGE	PHS	UMTS	CDMA2000	LTE	IEEE802.11	Globalstar	Швидкість, км на годину
0	11.5				3.88		7.09		4
1	10.5								7
2	9.5								14
3	8.5								29
4	7.5								58
5	6.5		3.68	-1.40		5.64			115
6	5.5								230
7	4.5	4.34							461
8	3.5								922
9	2.5								1843
10	1.5							-6.64	3686

Причому до даних щодо швидкості та мобільності застосована логарифмічна функція за основою два. Наприклад, якщо мобільний абонент рухається пішки зі швидкістю 1м/с, то в графі V наведене значення 0, тобто логарифм одиниці, а в графі швидкість, км на годину, вказане значення 4. При чому в графі IEEE802.11 наведене значення 7.09 логарифму за основою 2 чистої бітової нормованої до смуги 5МГц швидкості 136.36 Мбіт/с. Це значення відповідає не нормованому значенню 600 Мбіт/с. Значення 4 наведене на осі абсцис, а значення 7.09 на осі ординат на малюнку 2.



Малюнок 2 – Швидкість проти мобільності.

Аналіз графіку дозволяє зробити висновок, що стандарт GSM/EDGE має найбільший потенціал і успішно конкурує із IEEE802.11.

9.12.7 Контрольні завдання та запитання

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

16QAM.....	70	CDMA2000 3x.....	59
1G.....	5	CDMA2000 EV-DV	58
2G.....	5, 12	CDMA2000/EV-DO	26, 33
3G.....	5, 14, 36	CDMAOne.....	58
3GPP.....	16	CFB	19
3GPP LTE Advanced	66	CFNRy	19
3GPP TS.....	70	CFU	18
4G.....	6, 47, 48	Circuit-Switched Data – CSD.....	21
64QAM.....	70	CK.....	39
802.11n.....	78	Closed User Groups – CUGs.....	23
8PSK.....	46	Coca-Cola	27
A5/1.....	14, 45	Code Division Multiple Access – CDMA ...	58
A5/2.....	14	continuous packet connectivity – CPC	57
Acknowledge Mode – AM.....	51	Continuous Tone Coded Squelch System – CTCSS	90
Adaptive Multirate – AMR	20	Control Channel System Codeword – CSCC	93
Advanced Encryption Standard – AES	83	DAMPS.....	5
Advice of Charge – AoC.....	22	DECT	41
All IP Networks – AIPN	68	Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS ..	75
All-IP.....	67	DSL.....	82
Alternet.....	45	Dual Tone Multiple Frequency – DTMF.....	90
AMPS	5, 58	EDACS	94
AMR-N.....	13	EDGE.....	10, 41
APCO 25	7, 89	Enhanced Data rates for GSM Evolution – EDGE.....	46
Apple	33, 36	Enhanced Full Rate – EFR.....	13
ARIB	39	Enhanced Full-Rate – EFR	20
Astelit	45	Equipment Identity Register – EIR.....	55
AT-команд.....	21	Ericsson.....	71, 94
Authentication Center – AUC.....	37, 55	ETSI.....	39, 91
Authentication Key – Ki	37	E-UTRA.....	68
Barring of Incoming Calls.....	22	E-UTRAN.....	68
Barring of Outgoing Calls.....	22	EV-DO	42
Base transceiver station – BTS.....	55	Explicit Call Transfer – ECT.....	23
Beeline.....	44	fast frequency shift keying – FFSK	92
BGAN.....	87	FCC.....	35, 75
Bluetooth	20, 26	FDD.....	42
Call Forward Busy – CFB.....	19	FDMA	42, 58
Call Forward No Reply – CFNRy.....	19	FDMA/TDMA	42
Call Forward Not Reachable – CFNRc. 18, 19		Flash-OFDM	55
Call forwarding or call diverting.....	22	FOMA	42, 48
Call Hold	22	Frame Check Sequence – FCS.....	80
Call Waiting	22	Frequency Hopping Spread Spectrum – FHSS	75
CDMA.....	5, 31	frequency-division duplex and time-division duplex –FDD/TDD	72
CDMA 1X EVDO.....	61	Full-Rate – FR.....	20
CDMA Direct Spread (IMT-DS)	42	Gateway GPRS Support Node – GGSN	55
CDMA IMT TDD	50	General Packet Radio Service – GPRS..	21, 46
CDMA Multi-Carrier (IMT-MC).....	42		
CDMA TDD.....	42		
CDMA Ukraine	45		
CDMA2000.....	35, 62		
CDMA2000 1x RTT	58		

GERAN	57	IrDA	20
GERAN (GSM/EDGE RAN).....	50	Iridium.....	35
Global Mobile Suppliers Association (GSA)		IS-2000.....	58
.....	43	IS-95.....	48
Globalstar	86, 87	ISDN	23
GMSC.....	20	ISM	76
GMSK	11	ISO	34
Golden Telecom	44	ITC	45
GPRS	13	ITU	6
GPRS Support Node – SGSN	55	ITU-R.....	41
GPS.....	24	ITU-T	34
GSM	4, 5, 10, 31, 33, 36, 41	Java Card.....	36
GSM 1800/1900	12	Johnson	94
GSM 850/900	12	Kyivstar.....	34
GSM Association	10	Kyivstar GSM JSC.....	44
GSM/EDGE	51, 96	LG Electronics	28
GSM/UMTS	41	life:).....	45
GSM-900.....	12	LMR.....	7
Half-Rate – HR.....	20	Local Area Identity – LAI.....	37
HD	71	Long Term Evolution – LTE	46
High-Speed Circuit-Switched Data – HSCSD		Low Chip Rate – UTRA-TDD LCR	55
.....	21	Low Earth Orbit – LEO	84
Home Location Register – HLR.....	16, 55	LTE	6, 42
HSCSD	48	LTE Advanced.....	47
HSDPA.....	26, 33, 48	MAC	79
HSPA.....	6, 42	Master Subsidiary Lock – MSL.....	29
HSPA +	41, 72	Media Access Control – MAC.....	50
HSUPA.....	43, 49, 72	Media Gateway – MGW	56
HTC Dream.....	26	MIMO	47, 57
Huawei	72	MMS	24
ICC-ID.....	34	Mobile Application Part – MAP	48
IEC	34	Mobile Radio – LMR.....	89
IEEE 802.11	76	Mobile Switching Center – MSC.....	55
IEEE 802.16	42	Mobile Virtual Network Operator – MVNO).	
IEEE802.11	6, 96	35
IMEI	14	Morph.....	27
I-Mode.....	27	Motorola.....	28, 94
IMT CDMA TDD	50	Motorola RAZR V9C	29
IMT Single Carrier – IMT-SC	46	MP3.....	24, 26
IMT-2000	6	MP4.....	26
IMT-Advanced	47	MPT-1327	7, 89
Inmarsat.....	35, 85	MSC	17
International Mobile Subscriber Identity –		MSISDN	16
IMSI	34	MSRN	18
International Mobile Telecommunications-		MTS	44
2000 (IMT-2000).....	41	Multiparty service	23
Internet Protocol – IP	68	MU-MIMO	67
Intertelecom.....	45	Next Generation Mobile Networks Alliance –	
IP Multimedia Services – IMS	57	NGMN	68
iPhone.....	33	NMT.....	5
IP-OFDMA.....	42	NMT-450	45
IPv6	57	Node B	56

Nokia.....	27	Sony Ericsson.....	28
OFDMA	42, 68	Spatial Division Multiple Access – SDMA.....	70
OMTP.....	28	SRES	38
PCMCIA.....	54	SSID	81
PDC	48	System Architecture Evolution – SAE	68
PDSCH.....	70	TACS	5
PEOPLEnet	45	TCP	51
Personal Handy-phone System – PHS	35	TD-CDMA.....	48, 55
PHS.....	48	TDD	42
Physical Broadcast Channel – PBCH.....	69	TDMA.....	12, 42
Physical Downlink Shared Channel – PDSCH	69	TDMA Single-Carrier (IMT-SC).....	42
Physical Multicast Channel – PMCH.....	69	TD-SCDMA.....	48, 55, 69
Physical Random Access Channel – PRACH	70	Teledesic	86
Physical Uplink Shared Channel – PUSCH.....	70	Telesystems of Ukraine.....	45
PLMN.....	22	TETRA.....	7, 31, 89
PMR	7, 31	Thuraya	35, 85
Private Mobile Radio – PMR	89	Time Division Multiple Access – TDMA ...	58
Professional Mobile Radio – PMR.....	89	Time Unit – TU.....	82
PSTN	20, 31	Transmission Time Interval – TTI.....	51
public key infrastructure – PKI	39	Transparent Mode – TM	51
Public Land Mobile Network – PLMN	24	UDP.....	51
QAM.....	57	UHF.....	89
QoS.....	59	UICC	39
QPSK.....	70	Ukrainian Radio Systems.....	44
quadratic permutation polynomial – QPP ...	68	Ukrtelecom.....	45
Qualcomm Inc	30	Ultra Mobile Broadband – UMB	46
Radio Bearer – RB	51	UMB	42, 47
Radio Link Control – RLC.....	50	UMTS	5, 12, 13, 33, 41, 42
Radio Network Controller – RNC.....	56	UMTS Terrestrial Radio Access – UTRA ...	49
Radio Resource Control – RRC	50	UMTS Terrestrial Radio Access Network – UTRAN.....	48
Radio Transmission Technology – RTT	58	Unacknowledge Mode – UM.....	51
RAN	50	Universal Integrated Circuit Card – UICC ...	35
RANdOm Number – RAND	38	USB.....	26
RC4.....	83	User Equipment – UE	45
RDS	26	USIM.....	14, 35, 39
Removable User Identity Module – R-UIM.....	35	Utel.....	45, 53
Reuters.....	27	UTRA-FDD	55
<i>Run GSM Algorithm</i>	37	UTRAN.....	57
Samsung	28	UTRAN/GERAN.....	50
SD.....	26	UTRA-TDD HCR.....	50
Short Messages Service Centre – SMSC ...	22	UWT-136	42
Signed Response 1 – SRES_1	38	VHF.....	89
SIM.....	13, 28, 34, 36	Visitor Location Register – VLR.....	17, 55
SIM serial number – SSN.....	37	VMSC	20
SIMEG	39	VoIP	31
Slotted Aloha.....	93	WCDMA.....	25
SMG9	39	W-CDMA	42
SMPP.....	22	W-CDMA	48
SMS.....	5, 21	W-CDMA	48
Software Defined Radio	71	WiFi	4, 55
		Wi-Fi.....	6

Wi-Fi	7	Wireless Local Area Network – WLAN.....	75
Wi-Fi	26	WLAN.....	6, 48, 79
Wi-Fi	32	WNIC	80
Wi-Fi	78	WPA2.....	83
Wi-Fi Protected Access – WPA	82	W-SIM	35
WiMAX.....	41, 42, 55, 66	Yahoo	27
Wired Equivalent Privacy – WEP	82	ІК.....	39
Wireless Application Protocol – WAP.....	46	Мобільні Execution Environment – МЕхЕ	57

ПЕРЕЛІК ІЛЮСТРАЦІЙ

(Формула 1).....	8
(Формула 2).....	8
Малюнок 1 – Модель швидкість проти мобільності.	8
Таблиця 1- Огляд сім'ї стандартів ІМТ-2000.	42
Таблиця 2 – Показники швидкості та мобільності мереж.....	92
Таблиця 3 – Швидкість проти мобільності.....	93
Малюнок 2 – Швидкість проти мобільності.....	94

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
8. *A Mathematical Theory of Communication*. **Shannon, Clod**. October 1948, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379-423, 623-656.
9. **Скляр, Бернад**. *Цифровая связь*. М : Издательский дом "Вильям", 2007.
- 10.
- 11.
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.
- 21.
- 22.
- 23.
- 24.
- 25.
- 26.
- 27.
- 28.
- 29.
- 30.
- 31.
- 32.
- 33.
- 34.
- 35.
- 36.
- 37.
- 38.
- 39.
- 40.
- 41.
- 42.
- 43.
- 44.
- 45.
- 46.
- 47.

- 48.
- 49.
- 50.
- 51.
- 52.
- 53.
- 54.
- 55.
- 56.
- 57.
- 58.
- 59.
- 60.
- 61.
- 62.
- 63.
- 64.
- 65.
- 66.
- 67.
- 68.
- 69.
- 70.
- 71.
- 72.
- 73.
- 74.
- 75.
- 76.
- 77.
- 78.
- 79.
- 80.
- 81.
- 82.
- 83.
- 84.
- 85.
- 86.
- 87.
- 88.
- 89.
- 90.
- 91.
- 92.
- 93.
- 94.
- 95.
- 96.
- 97.
- 98.
- 99.

- 100.
- 101.
- 102.
- 103.
- 104.
- 105.
- 106.
- 107.
- 108.
- 109.
- 110.
- 111.
- 112.
- 113.
- 114.