

Мультисервісні мережі абонентського доступу

Лекція 11. Архітектура та проекти безпроводних мереж доступу

Доцент кафедри телекомунікаційних систем

к.т.н. Гаттуров Виктор Кавич

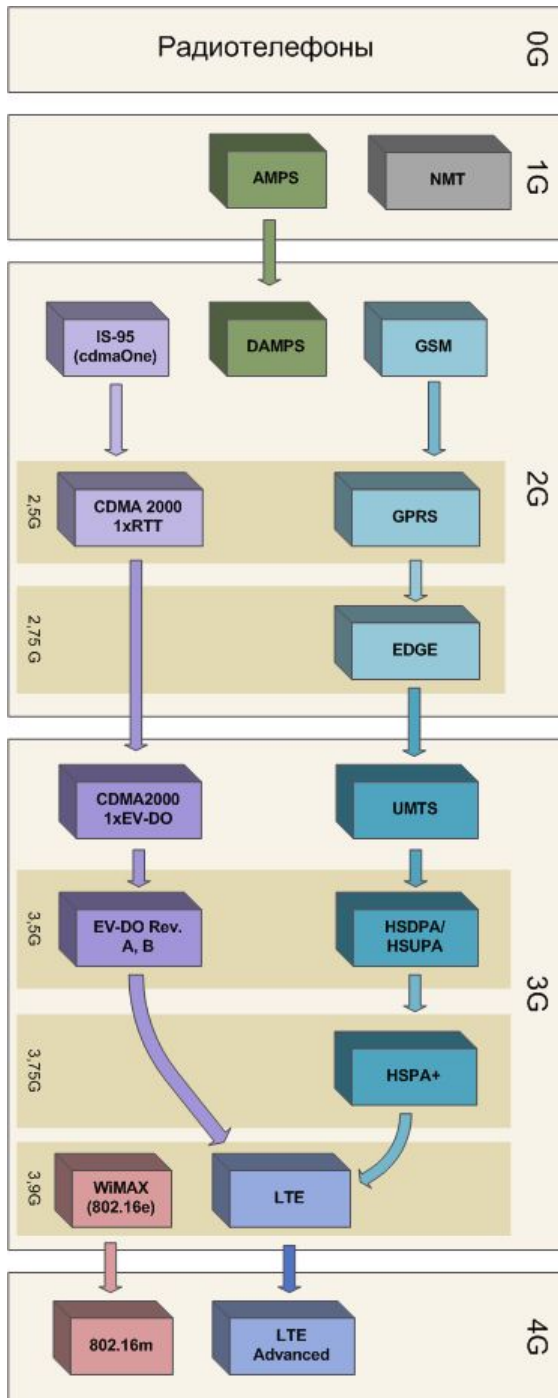
Київ - 2015

Основні питання:

1. Архітектура та проекти WIMAX і LTE.
2. Порівняння WIMAX з HSPA і LTE.
3. Стан і прогнози ринку безпроводного доступу.

Література: Л.2, с.161-171; Л.3, с.315-330,
354-393;

Л.7, с.39-43



Поколения сотовой СВЯЗИ

Ключевым пунктом требования технологии 4G является возможность, пусть хоть и теоретическая, передачи данных на скорости в 1 Гбит/с на фиксированный терминал и до 100 Мбит/с на мобильный (до 120 км/час).

Технологии LTE и WiMAX в их нынешнем виде не удовлетворяют требованиям IMT-Advanced. А значит, сетями 4G формально не являются.

IEEE 802.16 (WiMAX-Worldwide Interoperability for Microwave Access)



WiMAX
_F.Q.B.U.M.®

Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование ([OFDM](#)) Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также [РСМСІА](#) Спецификация утверждена в 2004 году

WiMAX (IEEE 802.16)

Worldwide Interoperability for Microwave Access:

- Fixed WiMAX – фиксированный доступ.
- Nomadic WiMAX – сеансовый доступ.
- Portable WiMAX - доступ в режиме перемещения (до 40 км/час).
- Mobile WiMAX – мобильный доступ (до 120 км/час).

IEEE 802.16e (802.16-2005 или мобильный WiMAX).

Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как [хэндовер](#)

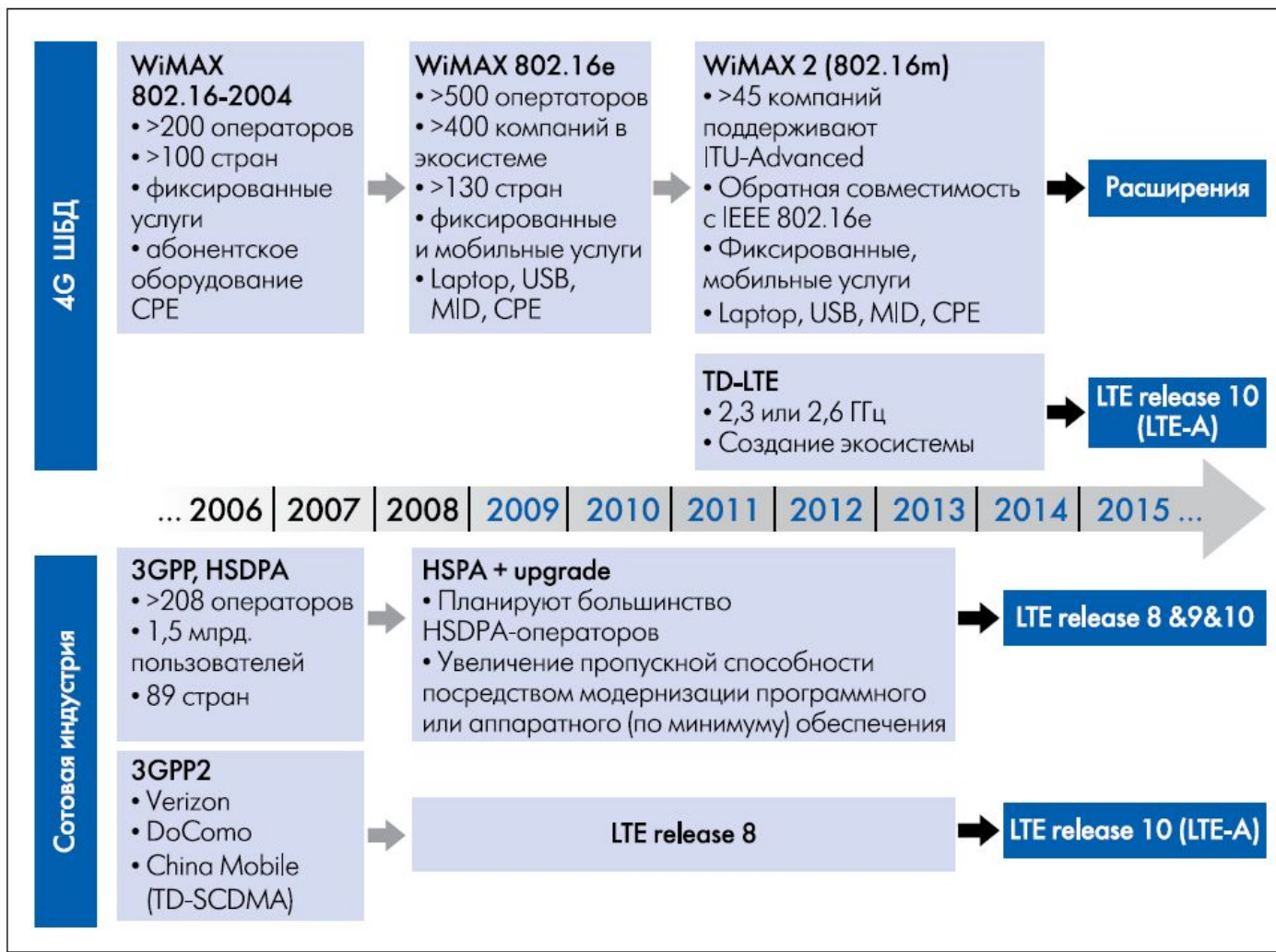
Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер и [роуминг](#)

Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки

Сети мобильного WiMAX (802.16e)

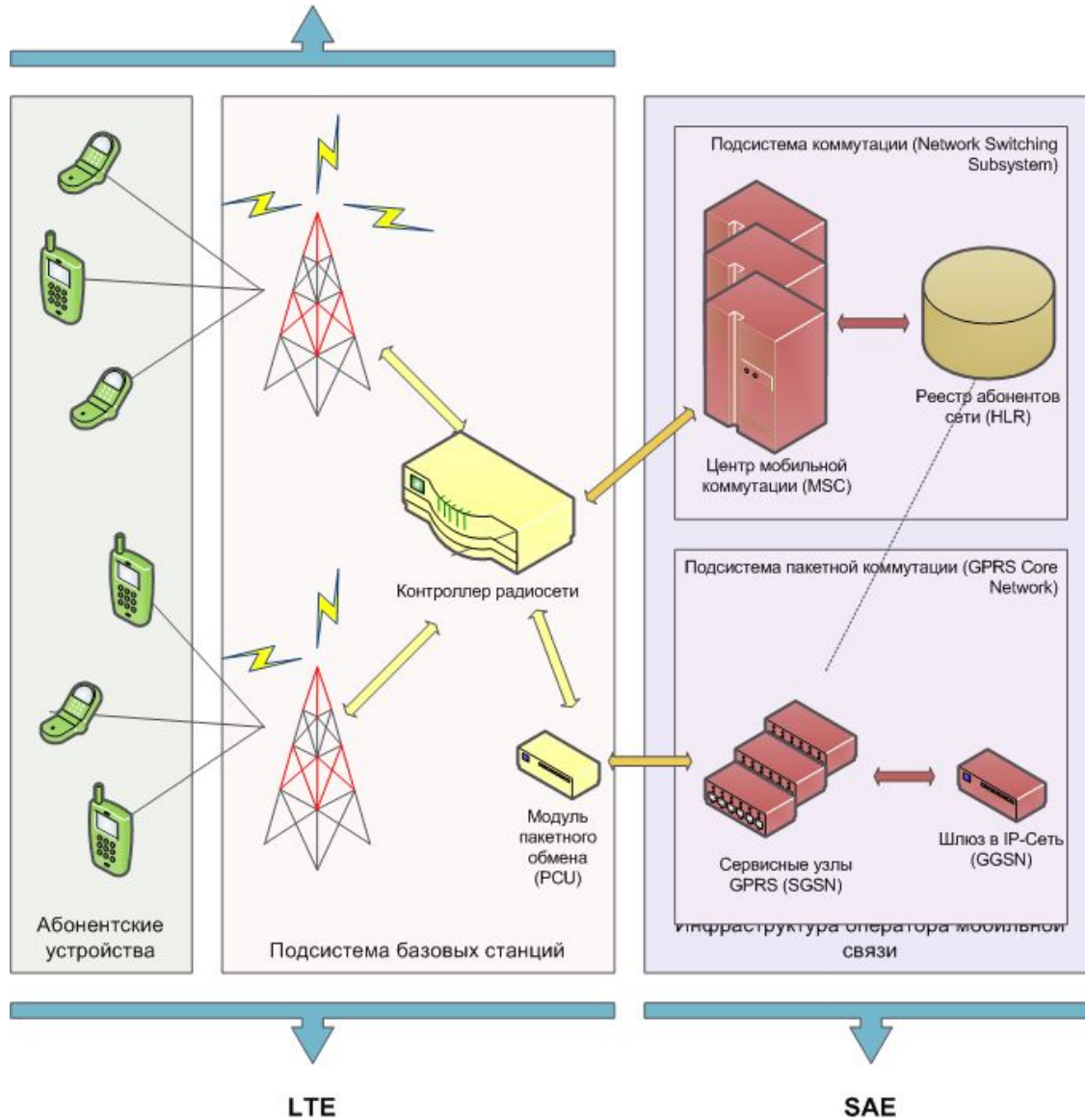
Страна	Оператор	Диапазон, ГГц	Оборудование
Белоруссия	«Белтелеком» (ByFly)	3,5	Huawei
	«Интерпроект» (Freshtel, Московская и Тульская области)	3,5	Huawei
	«Мобильный телесистемы» (Comstar – WiMAX, Москва)	2,5	Nortel
Российская Федерация	«Новые телекоммуникации» (Wite, Кемеровская область)	3,5	Huawei
	Yota Group (Москва и область, Санкт-Петербург и Ленинградская область, Краснодарский край, Башкортостан)	2,5	Samsung
	«Интеллектуальные телекоммуникации» (Intelcom, Giraffe)	2,3	Samsung
Украина	«Украинские новейшие технологии» (Alternet, Freshtel)	3,5	ZTE

Динамика рынка 4G

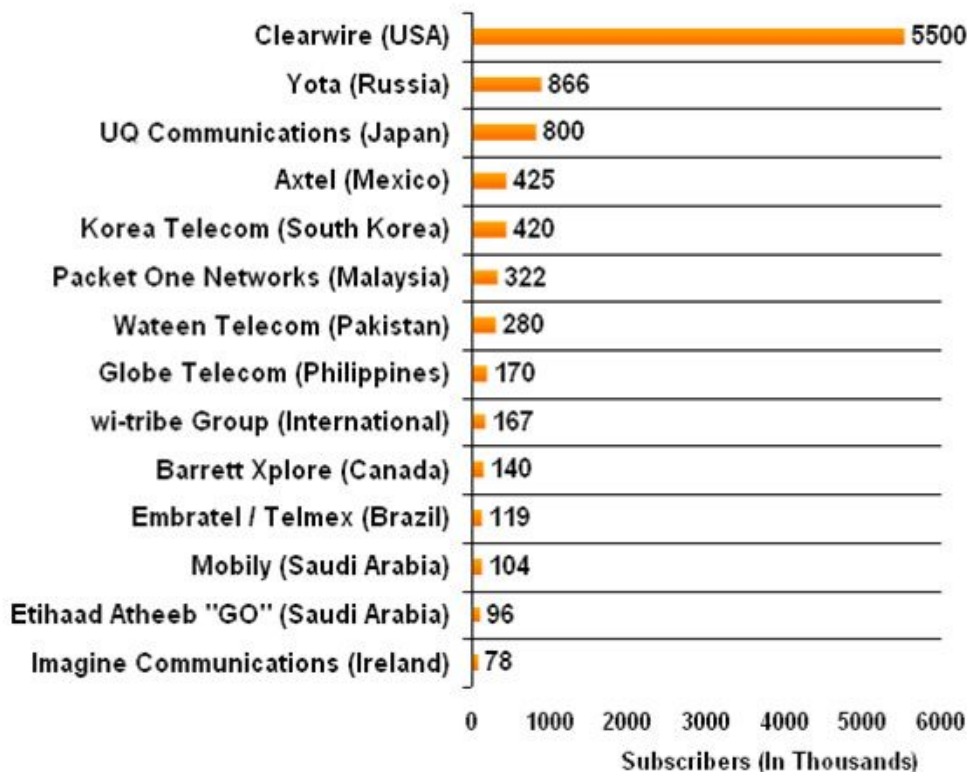


Компоненты сетей 3G

WiMAX (802.16d, 802.16e)



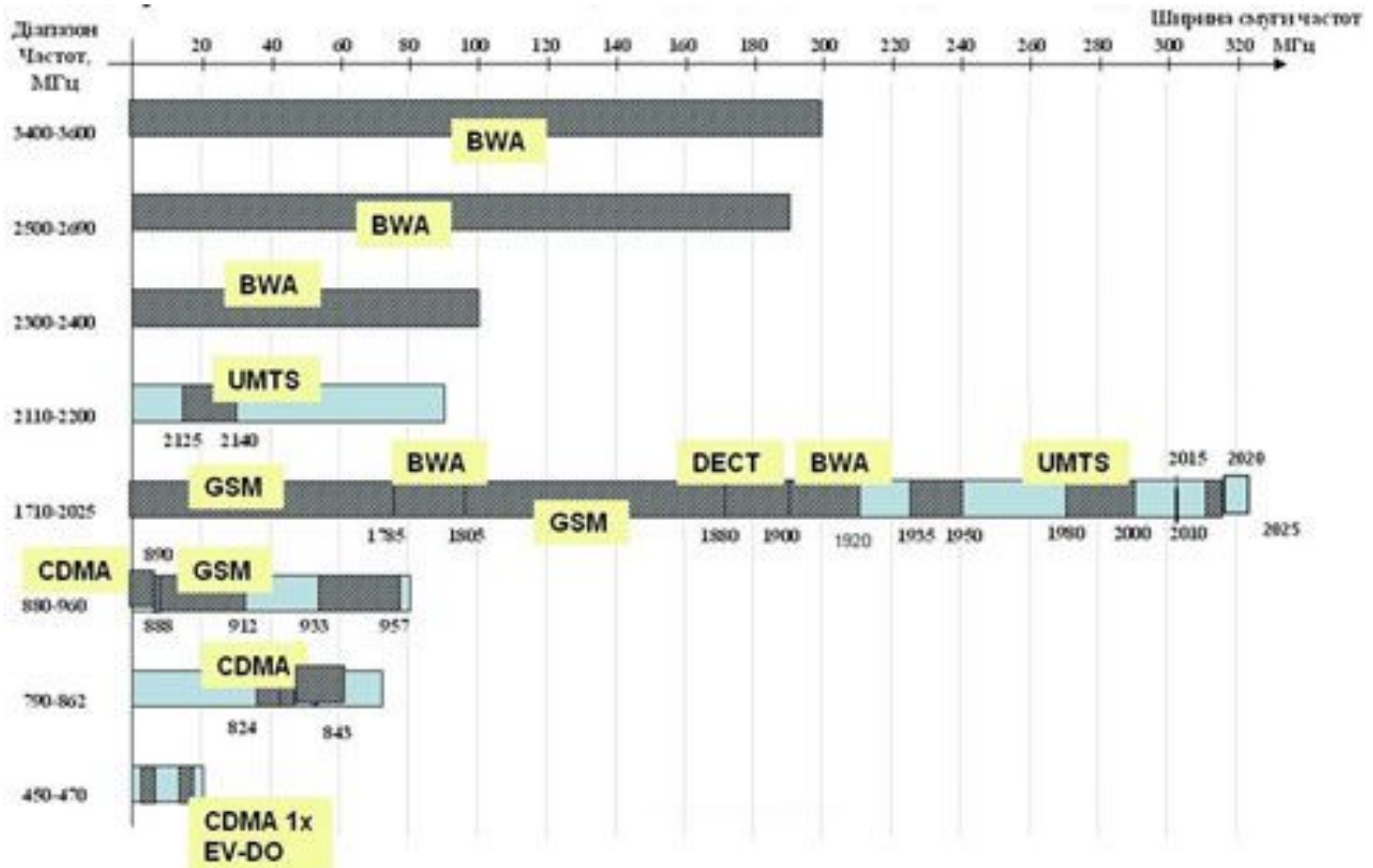
Крупнейшие WiMAX-операторы мира (1кв.2011)



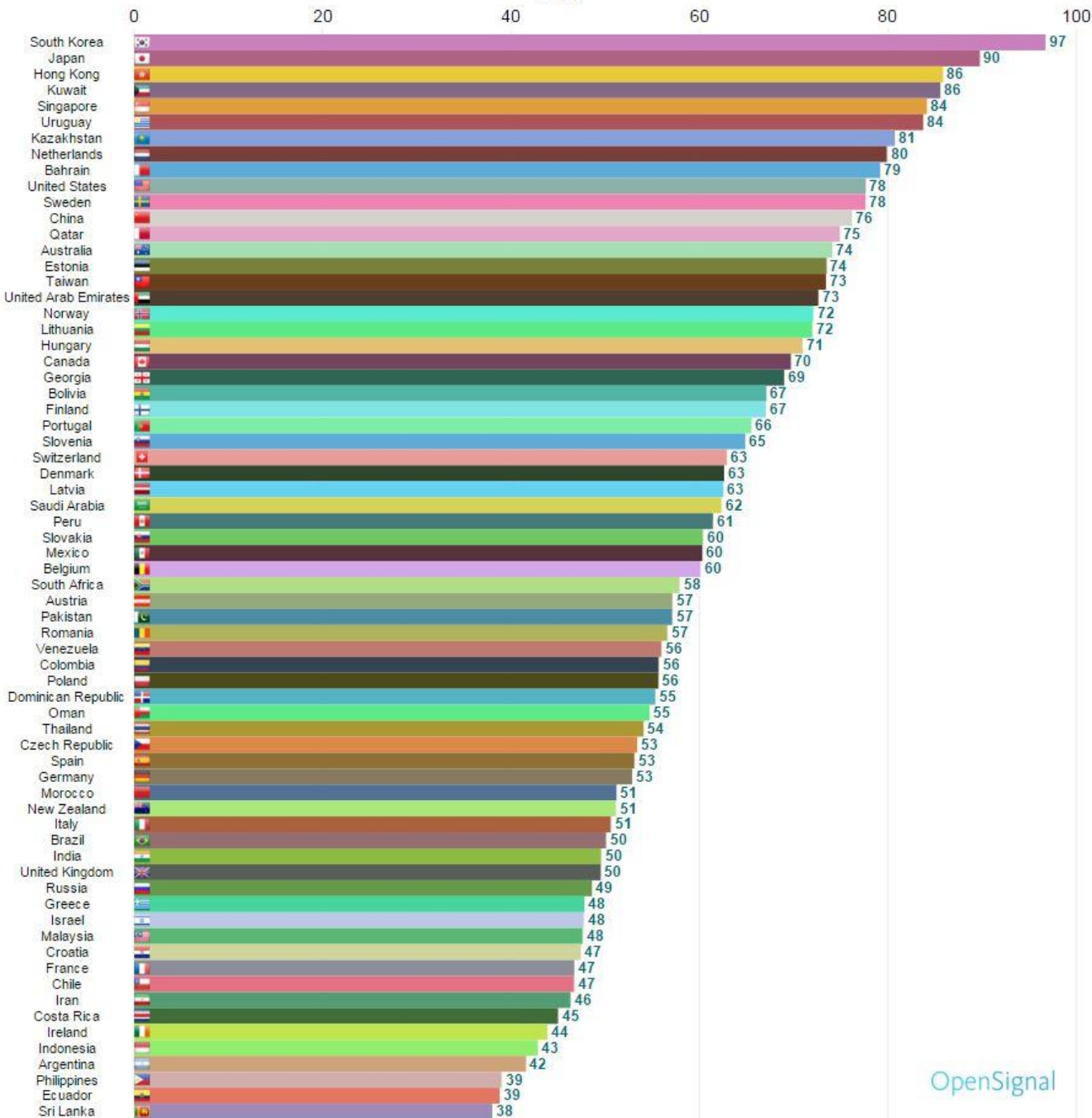
Spectrum by Operator

- 2.5GHz (Up to 100MHz in most markets)
- 2.5GHz (30-40MHz)
- 2.5GHz (30MHz)
- 3.5GHz (50MHz)
- 2.3GHz (27MHz)
- 2.3GHz (30MHz)
- 3.5GHz (21MHz)
- 2.5GHz (15MHz)
- Jordan 3.6GHz (30MHz), Pakistan 3.5GHz (21MHz)
- 3.4 - 3.6 GHz (50MHz in 12 Areas and 25MHz in 25 areas)
- 3.4 - 3.6 GHz (3 Blocks of 10.5MHz paired +2 blocks of 7MHz paired)
- 2.5 GHz (30 MHz), 3.5 GHz (28 MHz)
- 3.5GHz (7MHz)
- 3.5 GHz (88 MHz Minimum and 120 MHz Maximum)

Использование РЧР в Украине (2010г.)

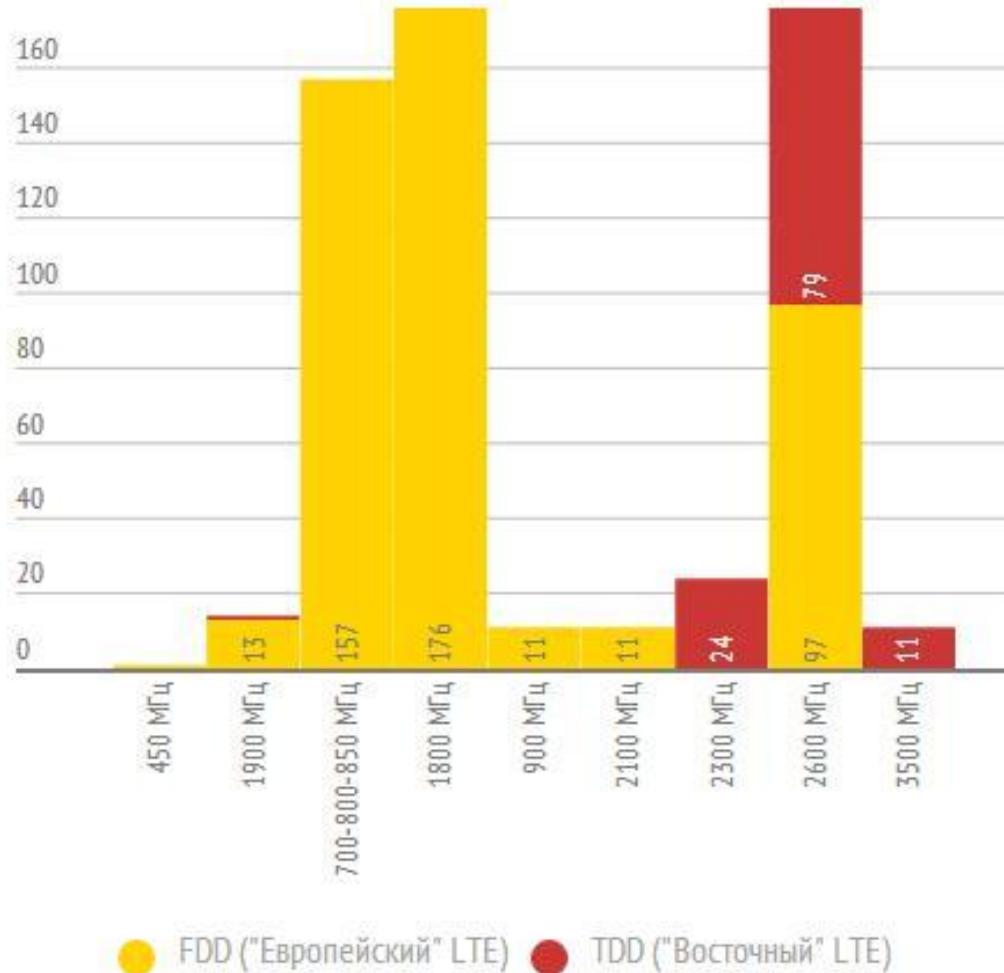


LTE Coverage (%)



**Проникно
-вение 4G-
сетей по
странам
на III
квартал
2015 года,
в %**

Сколько LTE (4G) сетей запущено в мире



**Диапазон
ы частот
под сети
LTE (4G)**

Диапазоны ТВ и спецслужб

Полоса, МГц	Использование в Украине	Перспектива
694-790 «второй цифровой дивиденд»	Аналоговое ТВ, оборудование спецслужб	Проведение конкурсов для мобильных операторов в 2018 году, 4G в сельской местности, на магистралях

"Первый цифровой дивиденд" - первая порция радиочастот, освободившаяся в Европе в результате постепенного перехода на цифровое ТВ - в Украине на конкурс не выставлялся. Хотя в странах ЕС этот процесс начался несколько лет назад. Причина - у нас до сих пор работает аналоговое ТВ. Кроме того, Украина в свое время не пошла "европейским путем" и десять лет назад выдала в некоторых полосах этого спектра лицензии на мобильную связь CDMA-800.

Диапазоны CDMA-операторов и цифрового ТВ

Полоса, МГц	Использование в Украине	Перспектива
790-862, 862-880 «второй цифровой дивиденд»	Интертелеком (CDMA, 3G)	Внедрение 4G в одном из наиболее популярных в Европе частотном диапазоне
	Телесистемы (PEOPLEnet, 3G) – работает только в семи регионах	
	Астелит (life) – «сидит» на CDMA-лицензии до лучших времен	
	Телеканалы, спецпользователи	Переход на «цифру» до конца 2017 года, проведение в -2017-2018 гг конкурсов для мобильщиков в освободившихся спектрах

Диапазоны мобильных операторов под проекты 4G

Полоса, МГц	Использование в Украине	Перспективы
GSM-900 (880-910, 925-955), GSM-1800 (1710-1785, 1805-1880)	Киевстар, МТС, Life:) используют под цифровую мобильную связь, GPRS	Постепенное сокращение полос под голосовую связь, GPRS, совместное перераспределение спектра, запуск 4G на части полос
UMTS (1920-1980, 2110-2170)	Киевстар, МТС, Life, Тримоб (Укртелеком) под 3G	Переход на более современные стандарты связи в более далеком будущем

Альтернативные диапазоны 4G

Полоса, МГц	Использование в Украине	Перспективы
2500-2690	ММДС-Украина использует под телевидение и интернет	Запуск 4G преимущественно в условиях городской застройки
1427-1452, 1492-1518	Датагруп иногда использует под ШПД	В более далеком будущем перспектива 4G по мере популяризации частот в Европе и мире
1900-1920, 1980-2000	ПИС «сидит» на эфире	Один из 4G-диапазонов Интертелекома либо продажа крупным игрокам
2340-2400	Giraffe использует под Wimax-интернет	Переход на более современную технологию, привлечение новых инвестиций в развитие

Перспектива запуска сетей 5G

5G ПЕРВОПРОХОДЦЫ

Оператор	Страна	Статус
KT, SKT, LG	Южная Корея	Пилотные проекты с 2017, пилот на Pyeong Chang 2018, правительство хочет обеспечить полный коммерческий старт в 2020 году
Мегафон	Россия	Пилоты в 11 городах на FIFA 2018
NTT DoCoMo	Япония	Полевые испытания, запуск сетей на Олимпийские игры 2020. Второй этап – 2022-2023
Orange	Франция	Пилот в конце 2016 (Belfort)
Softbank	Япония	Пилоты в Токио
Verizon	США	Пилоты в начале 2016. Возможен коммерческий старт в 2017.

**IEEE 802.22 White Space («пробел»)
новый стандарт беспроводной
связи**

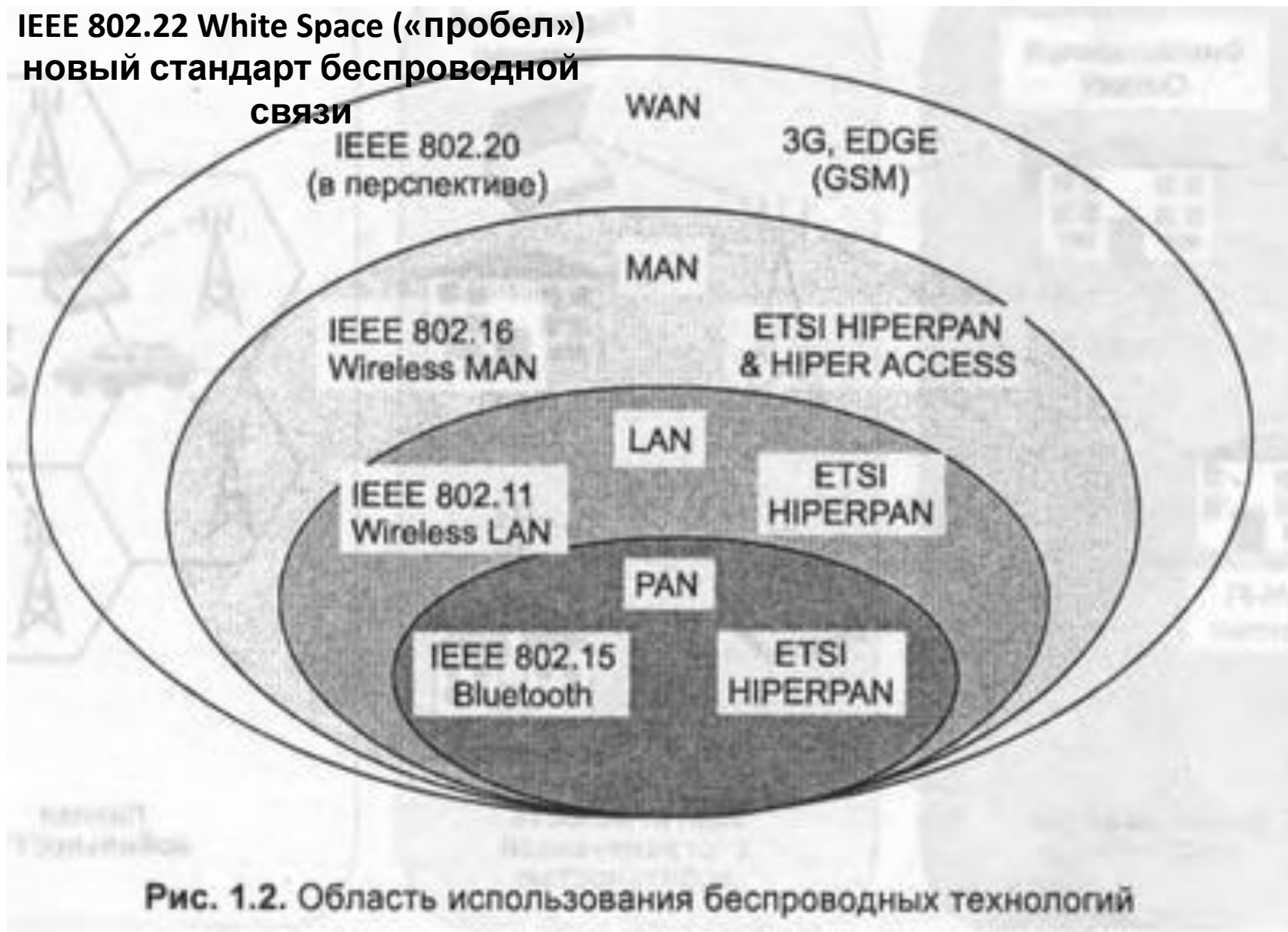


Рис. 1.2. Область использования беспроводных технологий

Рис.1. Динамика количества сетей WCDMA/HSPA в мире, 2005-2013 гг.



Источник: GSA, 7 октября 2013 г.

Эволюция 3G

	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA +	LTE
Максимальная пропускная Downlink [бит / с]	384 k	14 М	28 М	~ 300 м (4x4 MIMO)
Uplink Максимальная пропускная [бит / с]	128 k	5,7 М	11 М	50 М
Задержка	150 мс	100 мс	50ms (макс.)	~ 10 мс
3GPP-релизы	Rel 99 / 4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8
Год вступления	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2010/11
Метод Multi-	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC-FDMA

Стандарты беспроводной СВЯЗИ

Технология	Стандарт	Использование	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
UWB	802.15.3a	WPAN	110–480 Мбит/с	до 10 метров	7,5 ГГц
Wi-Fi	802.11a	WLAN	до 5 Мбит/с	до 100 метров	5,0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	WLAN	до 54 Мбит/с	до 100 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	WLAN	до 480 Мбит/с	до 100 метров	2,4 — 2,5 или 5,0 ГГц
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбит/с	6–10 км	1,5–11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 30 Мбит/с	1–5 км	2–6 ГГц

Стоимость спутникового Интернета

Стоимость сервиса спутникового интернета для частных клиентов

Компания	Тип соединения	Скорость, Кбит/сек.	Абонплата, грн./мес.	Цена за 1Гб, грн. **
SpaceGate	Ассиметричный	1000	24-1580*	-
SkySat +	Ассиметричный	320-1024	270-689	-
Датагруп	Двусторонний	64-128	376-518	-
SkyDSL	Ассиметричный	128-2048	-	24-260*
EthnoSat	Двусторонний	128-256	351-759	-

*Переведено в гривню по курсу НБУ на 22.09.11 (7,9 грн./\$)

**В зависимости от времени суток

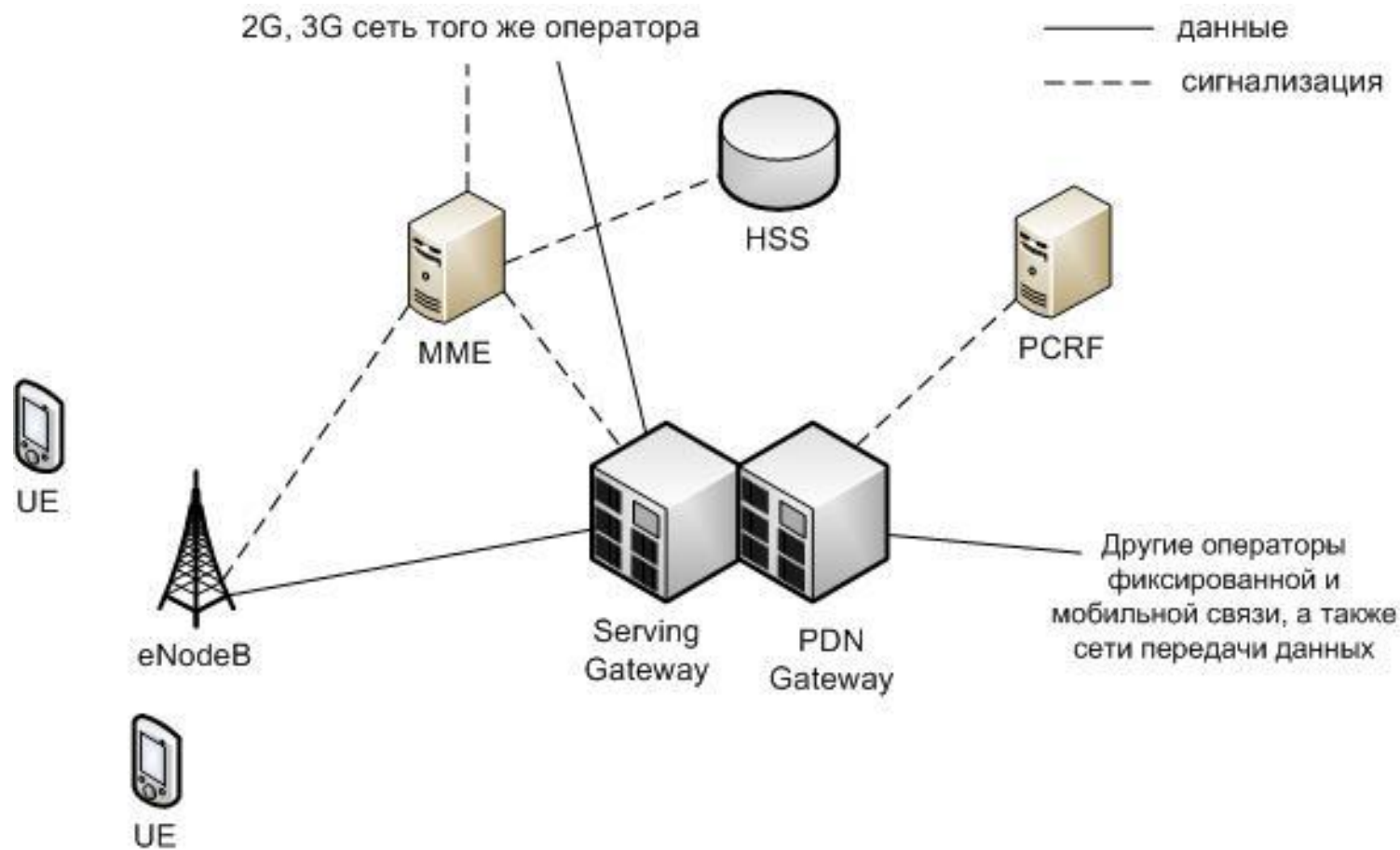
Источник: исследование «ВД»

Примеры украинского рынка 3G

Компании/частоты	Средняя скорость передачи данных, Кбит/с	Потенциальные клиенты/стоимость	Можно ли использовать в качестве мобильной связи
ОАО «Укртелеком» ТМ «РадиоСпот»/2,4 ГГц	2048	Корпоративные и частные/ 1 Мб — от 0,5 до 1 коп.	Нет
Украинские новейшие технологии/3,4-3,7 ГГц	64-2048	Корпоративные/от 199 грн/мес. в зависимости от скорости,	В Украине не используется
ЗАО «Телесистемы Украины» (ТМ PEOPLEnet)/800 МГц	200-400	Частные/1 Мб от 4 до 10 коп.	Да
МТС-Украина (МТС-Коннект)/ 450 МГц	500-800	Частные/1 Мб от 2 до 8 коп.	Да (только для передачи данных)
ОАО «Укртелеком» (ТМ 3Моб)/ 1,9-2,1ГГц	500-800	Частные/1 Мб от 2 до 20 коп.	Да



Структура сети стандарта 3G LTE – Long Term Evolution



Основные технологии 3G в коммерческих сетях

Тип (семейство)	Релиз (модификация)	Пиковая скорость (Downlink/Uplink)
CDMA 2000 1 X EV-DO	Rev. 0	2,4/0,153 Мбит/с
	Rev. A	3,1/1,8 Мбит/с
	Rev. B	От 4,9 / 1,8 Мбит/с
HSPA	HSPA	14,4/5,7 Мбит/с
	HSPA+	28/11 Мбит/с
	DC HSPA+	42,2/11 Мбит/с
TD-CDMA/TD-SCDMA		От 1,2 кбит/с до 2 Мбит/с