

# **Основы построения телекоммуникационных систем и сетей**

**Лекция №4  
«Сети мобильной связи»**

**профессор Соколов Н.А.**

# Распределение спектра частот (1)

Название диапазона	Область частот	Длины волн	Сфера применения
Слышимый	20 Гц – 20 кГц	>100 км	Акустика
Сверхнизкие и очень низкие радиочастоты	3 кГц – 30 кГц	100 км – 10 км	Навигация, метрология, связь под водой
Низкие радиочастоты	30 кГц – 300 кГц	10 км – 1 км	Навигация, морская связь
Средние радиочастоты	300 кГц – 3 МГц	1 км – 100 м	Навигация, Радиовещание с амплитудной модуляцией
Высокие радиочастоты	3 МГц – 30 МГц	100 м – 10 м	Радиосвязь в общественном диапазоне
Очень высокие радиочастоты	30 МГц – 300 МГц	10 м – 1 м	Радиолобительство, радиовещание, телевидение
Сверхвысокие радиочастоты	300 МГц – 3 ГГц	1 м – 10 см	Микроволновая связь, спутниковая связь, телевидение
Super High Frequency (SHF) Radio	3 ГГц – 30 ГГц	10 см – 1 см	Микроволновая и спутниковая связь
Extremely High Frequency (EHF) Radio	30 ГГц – 300 ГГц	1 см – 1 мм	Микроволновая и спутниковая связь
Инфракрасный свет	$10^3 - 10^5$ ГГц	300μ – 3μ	Инфракрасное излучение
Видимый свет	$10^{13} - 10^{15}$ ГГц	1μ – 3μ	Оптическая связь
Рентгеновские лучи	$10^{15} - 10^{18}$ ГГц	$10^3\mu - 10^7\mu$	Не используется
Гамма и космические лучи	$>10^{18}$ ГГц	$<10^7\mu$	Не используется

# Распределение спектра частот (2)

Длина волны ( $\lambda$ ) – это расстояние двумя ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах.

Рассчитать длину радиоволны можно так: 300 (скорость света в мегаметрах в секунду) делим на частоту в мегагерцах, получаем длину волны в метрах, например для 600 МГц длина волны равна 0,5 метра.

# Распределение спектра частот (3)

Наименование частотного диапазона	Границы диапазона (Гц)	Наименование волнового диапазона	Границы диапазона (м)
Крайние низкие, КНЧ	3 – 30 Гц	Декамегаметровые	100 – 10 Мм
Сверхнизкие, СНЧ	30 – 300 Гц	Мегаметровые	10 – 1 Мм
Инфранизкие, ИНЧ	0,3 – 3 кГц	Гектокилометровые	1000 – 100 км
Очень низкие, ОНЧ (ULF)	3 – 30 кГц	Мириаметровые (СДВ)	100 – 10 км
Низкие частоты, НЧ (LF)	30 – 300 кГц	Километровые (ДВ)	10 – 1 км
Средние, СЧ (MF)	0,3 – 3 МГц	Гектометровые (СВ)	1 – 0,1 км
Высокие частоты, ВЧ (HF)	3 – 30 МГц	Декаметровые (КВ)	100 – 10 м
Очень высокие, ОВЧ (VHF)	30 – 300 МГц	Метровые (УКВ)	10 – 1 м
Ультравысокие, УВЧ (UHF)	0,3 – 3 ГГц	Дециметровые (УКВ)	1 – 0,1 м
Сверхвысокие, СВЧ (SHF)	3 – 30 ГГц	Сантиметровые (УКВ)	10 – 1 см
Крайне высокие, КВЧ (EHF)	30 – 300 ГГц	Миллиметровые (УКВ)	10 – 1 мм
Гипервысокие, ГВЧ	300 – 3000 ГГц	Децимиллиметровые (ОВ)	1 – 0,1 мм

# Название диапазонов частот

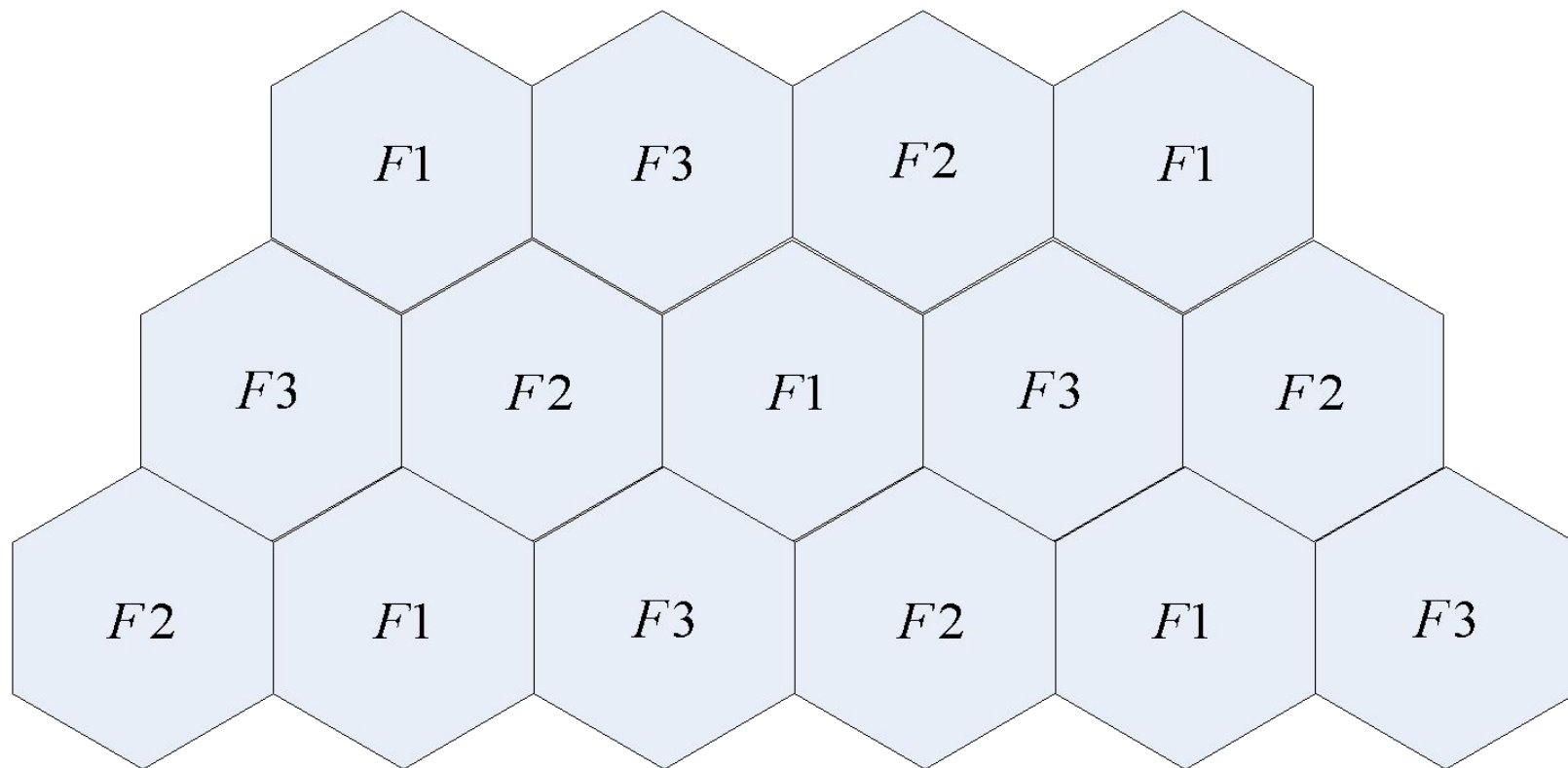
Обозначение диапазона	Частоты
L-band	1,4 – 1,7 ГГц
S-band	1,9 – 2,7 ГГц
C-band low	3,4 – 5,25 ГГц
C-band high	5,725 – 7,075 ГГц
X-band	7,25 – 8,4 ГГц

# Появление систем сотовой связи

Первые системы мобильной телефонной связи использовались органами охраны правопорядка уже в 20-х годах прошлого века. Сразу же стала очевидна высокая эффективность данного средства обмена информацией. Уровень развития радиотехники в первой половине XX века не позволял надеяться на появление недорогих и компактных терминалов. По этим причинам массового развития мобильной связи не ожидалось.

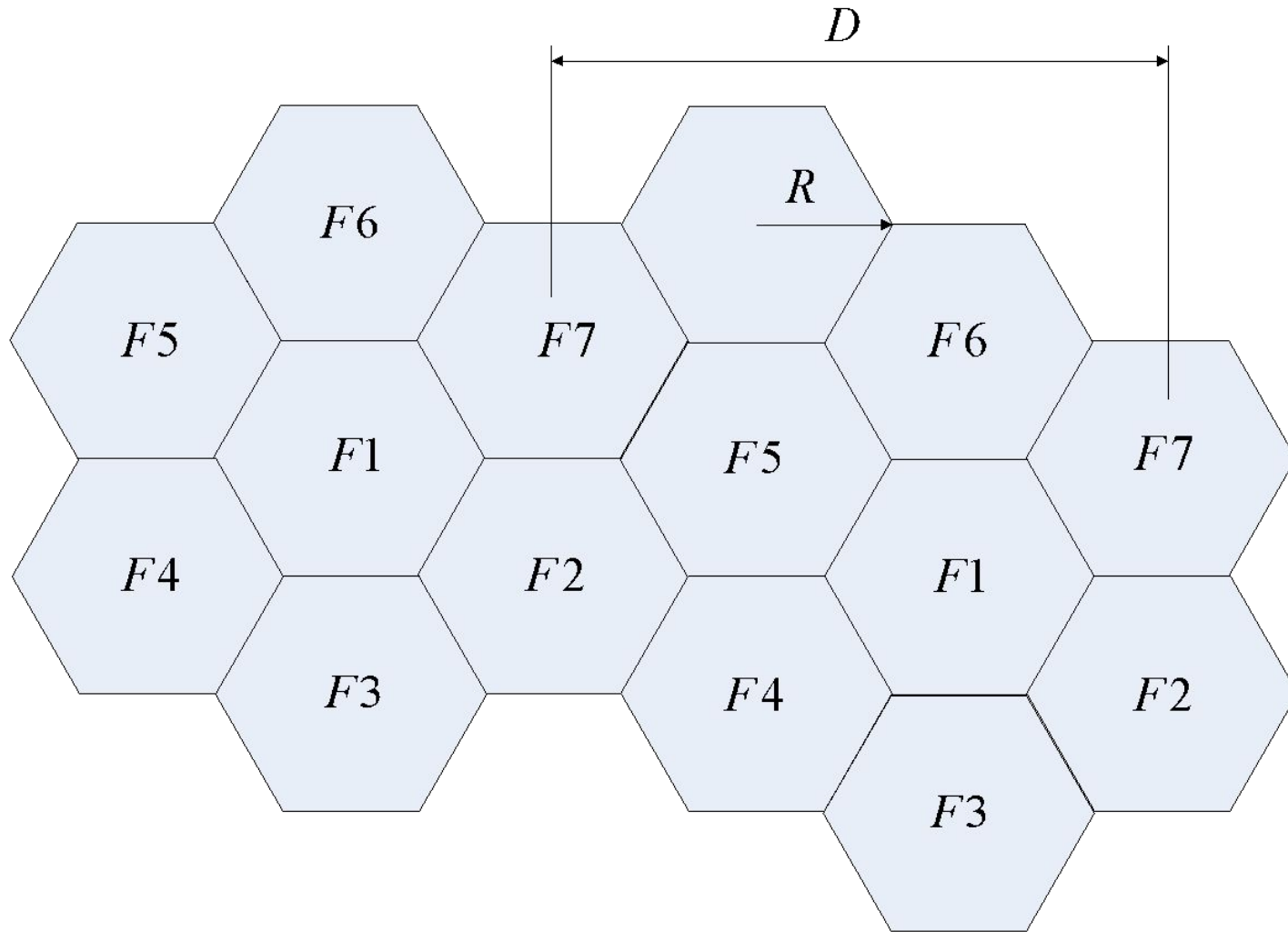
К концу прошлого века ситуация радикально изменилась. Развитие микроэлектроники и научные исследования в области эффективного построения мобильной связи позволило сформулировать принципы построения соответствующей сети общего пользования. Сначала эта сеть строилась на базе аналоговой техники передачи информации. Затем наступила эра цифровых технологий. Но неизменным остался базовый принцип построения системы мобильной связи – использование сотовой топологии сети доступа.

# Примеры сотовой топологии (1)



Используется три диапазона частот.

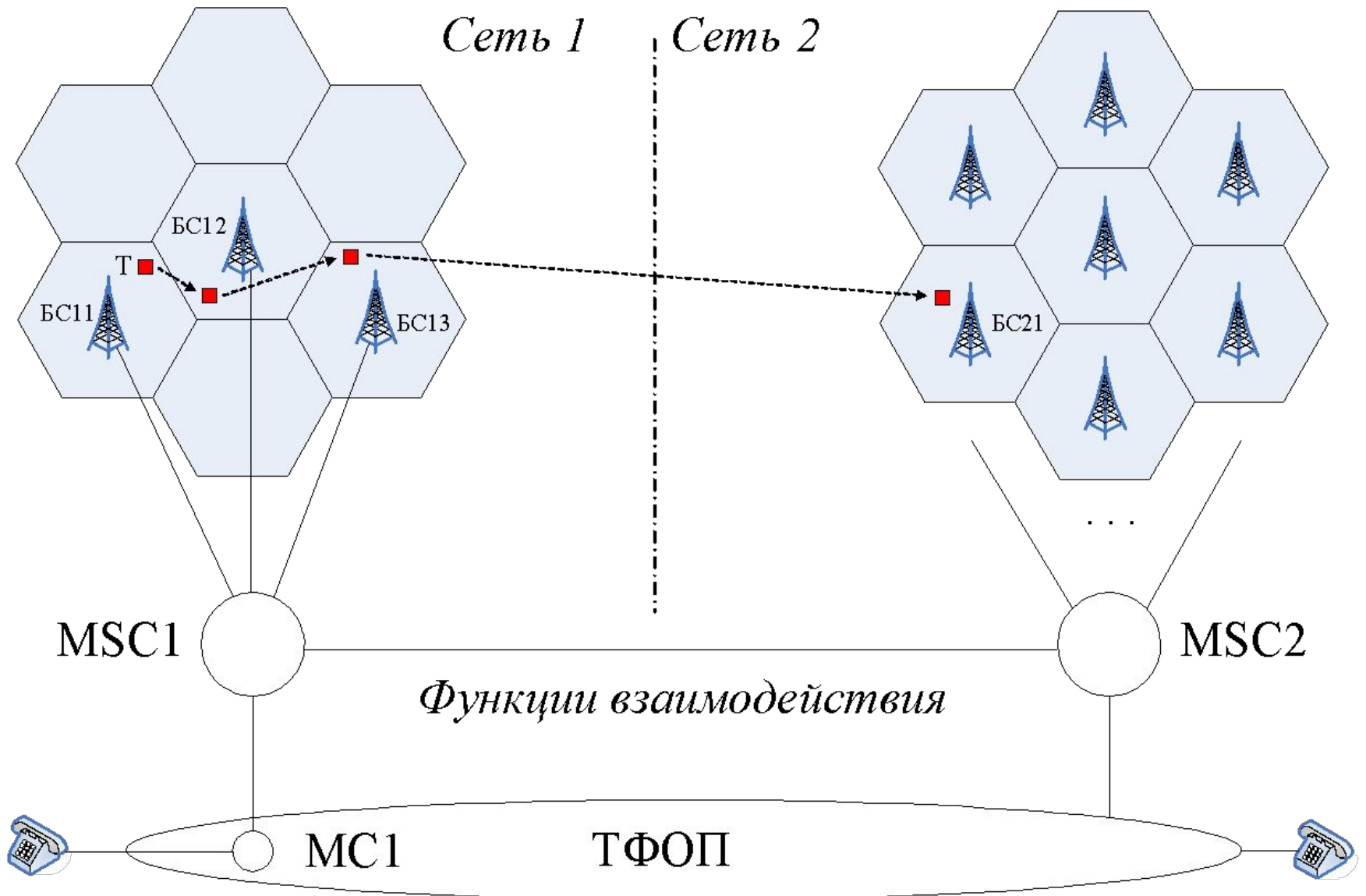
# Примеры сотовой топологии (2)



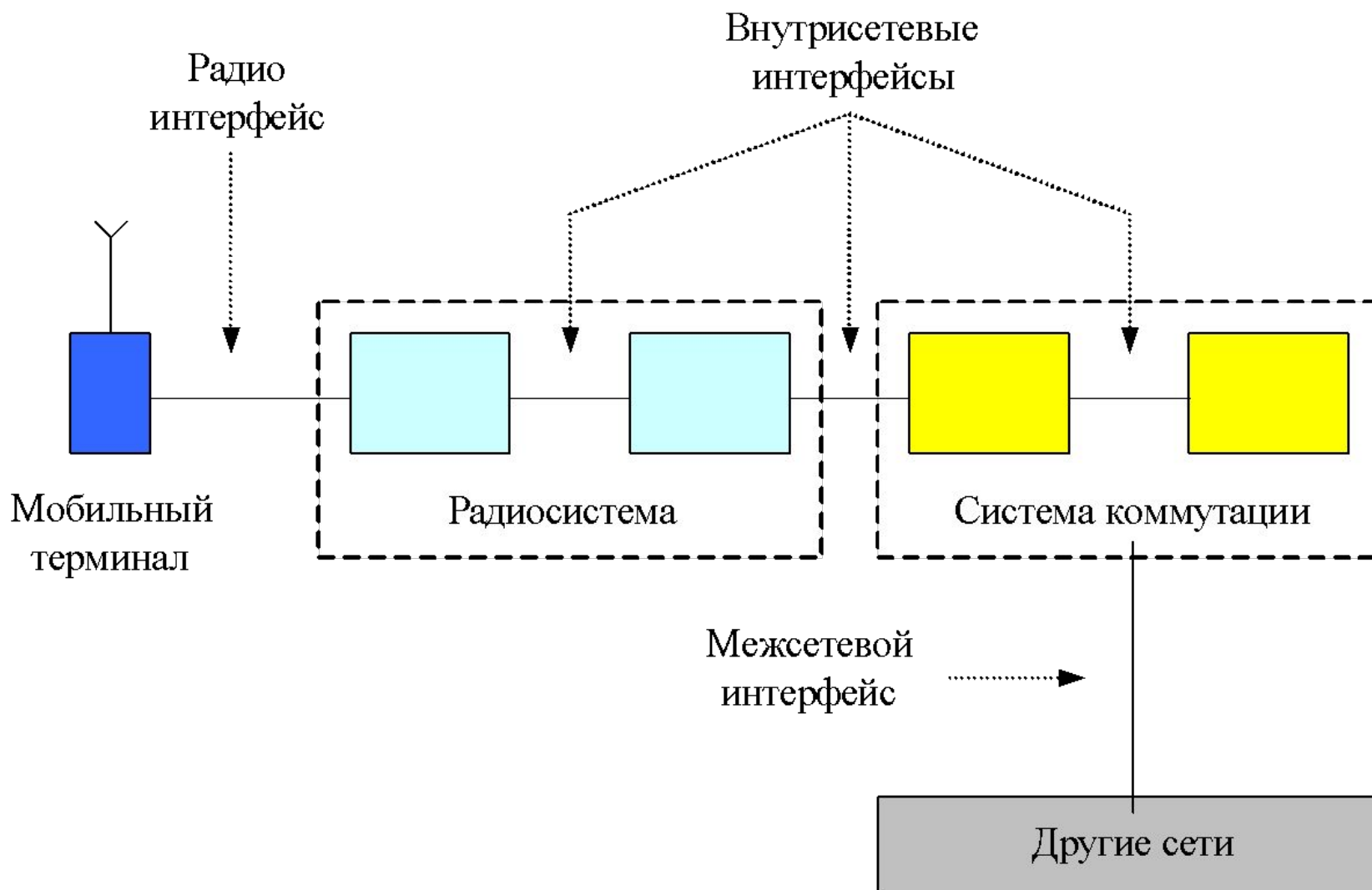
Используется семь диапазонов частот.



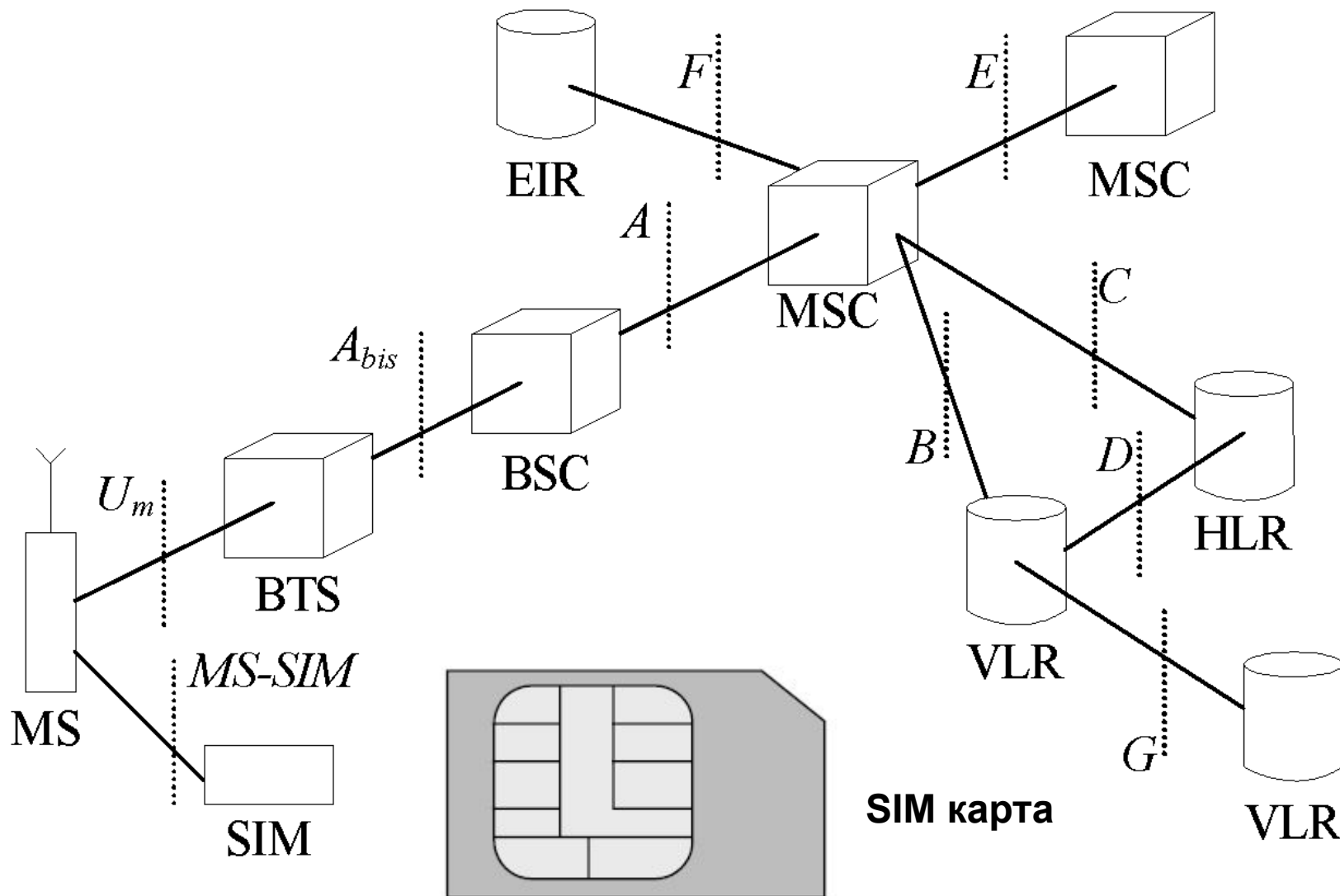
# Модель сети сотовой связи



# Основные подсистемы



# Модель сети стандарта GSM



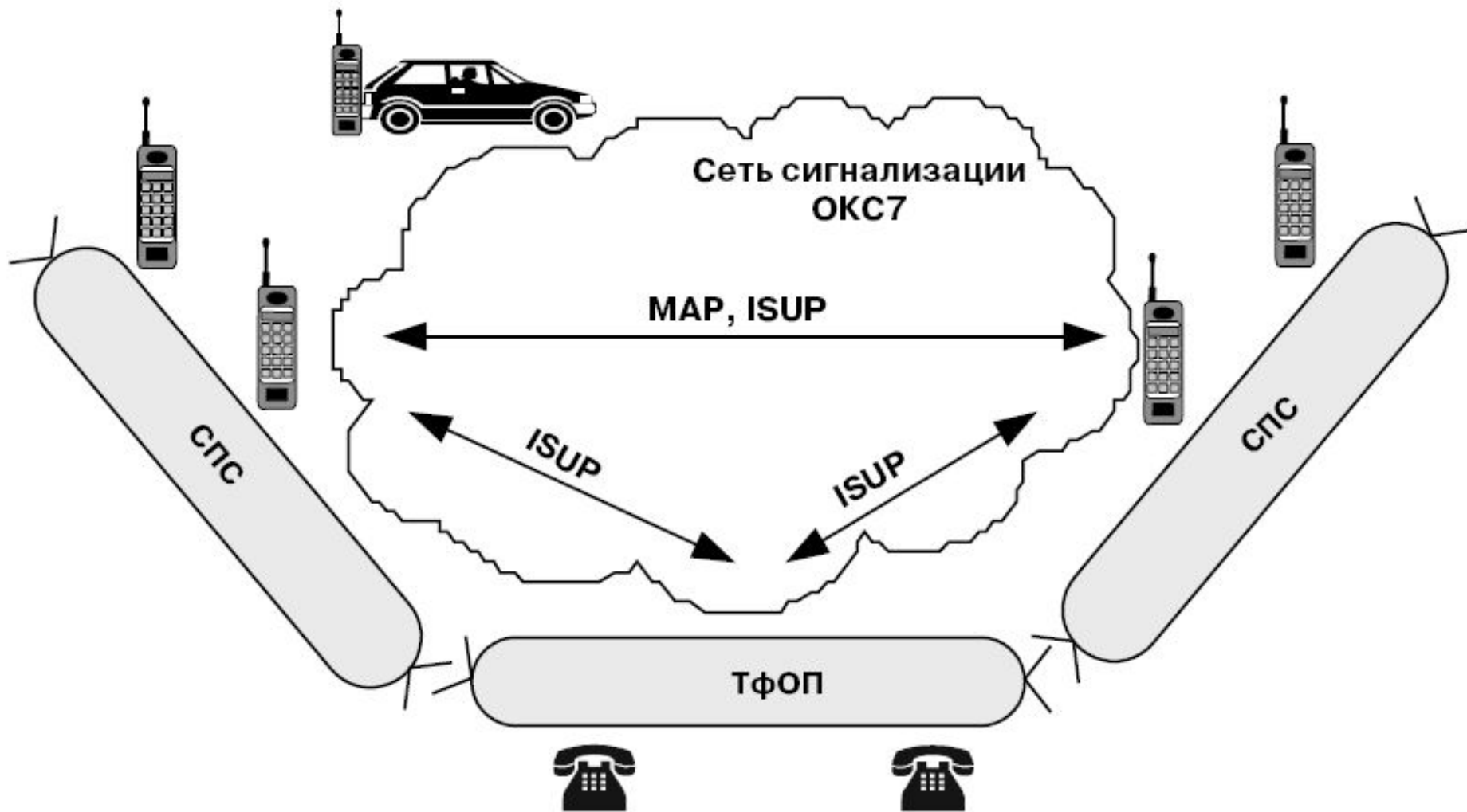
# Особенности стандарта GSM

Существенные отличия мобильного терминала от обычного телефонного аппарата заключаются в следующем:

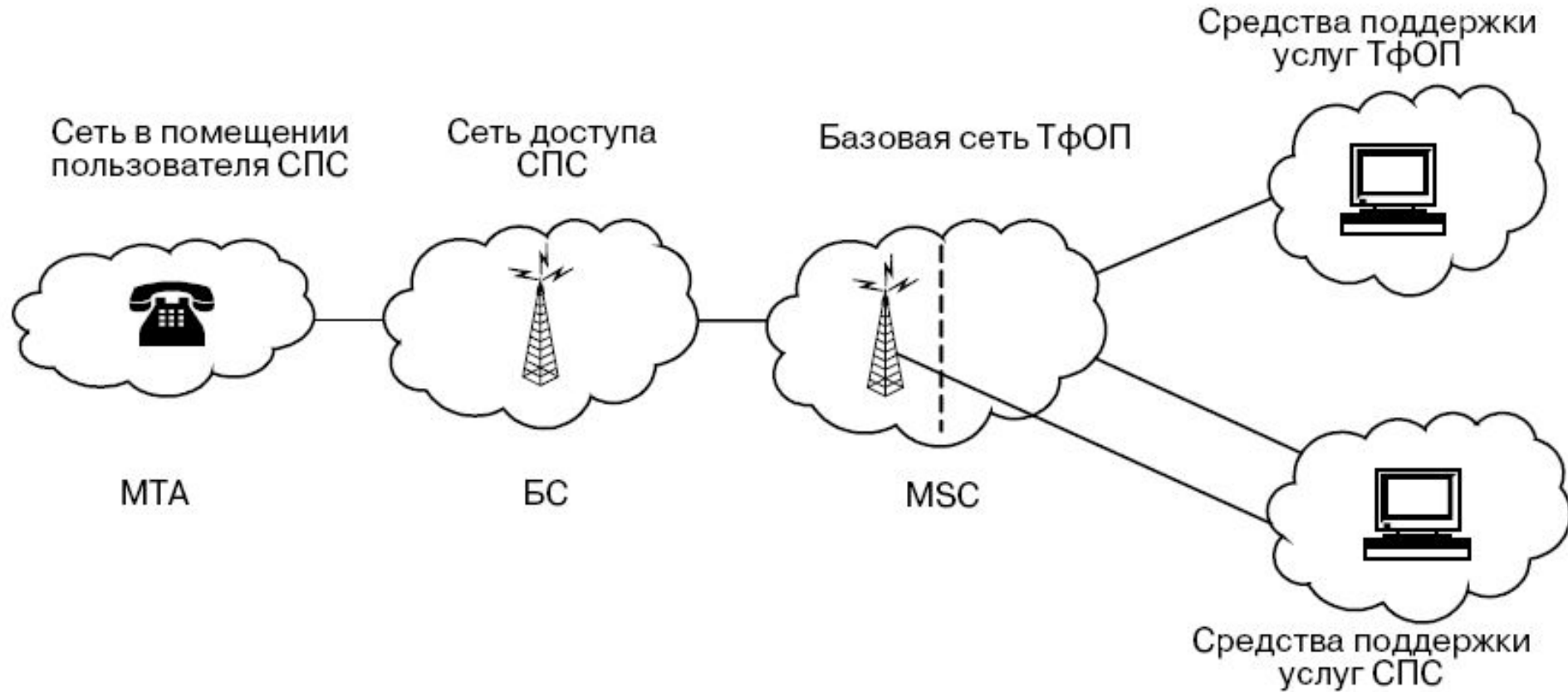
- наличие устройства электропитания (аккумулятора);
- возможность выдачи (по запросу из сети) уникальной информации о терминале – IMEI (International Mobile Equipment Identity);
- размещение специального устройства – SIM (Subscriber Identity Module) карты, которая необходима для реализации ряда важных функций мобильной связи.

Существенные отличия оборудования коммутации в сети GSM от традиционных АТС в фиксированной ТФОП объясняются, в основном, необходимостью поддержки функций handover и roaming.

# Установление соединения



# Модель сети мобильной связи



# Дополнительные возможности

Передача данных:

**SMS → MMS, Модем → GPRS → EDGE**

Производственная связь:

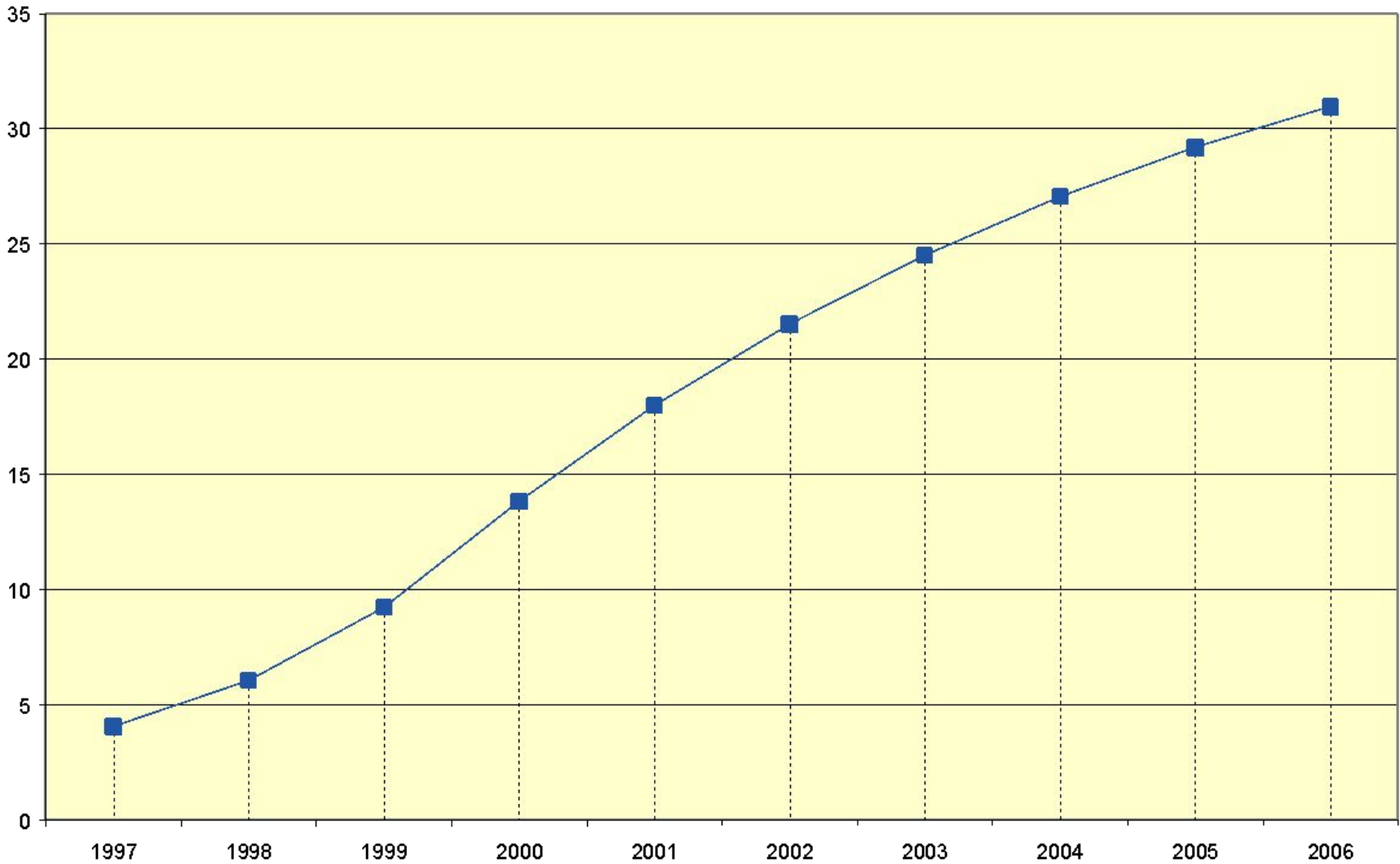
**Транкинг (стандарт TETRA)**

Дополнительные виды услуг:

**Мелодии, информационные услуги, игры ...**

# История развития (1)

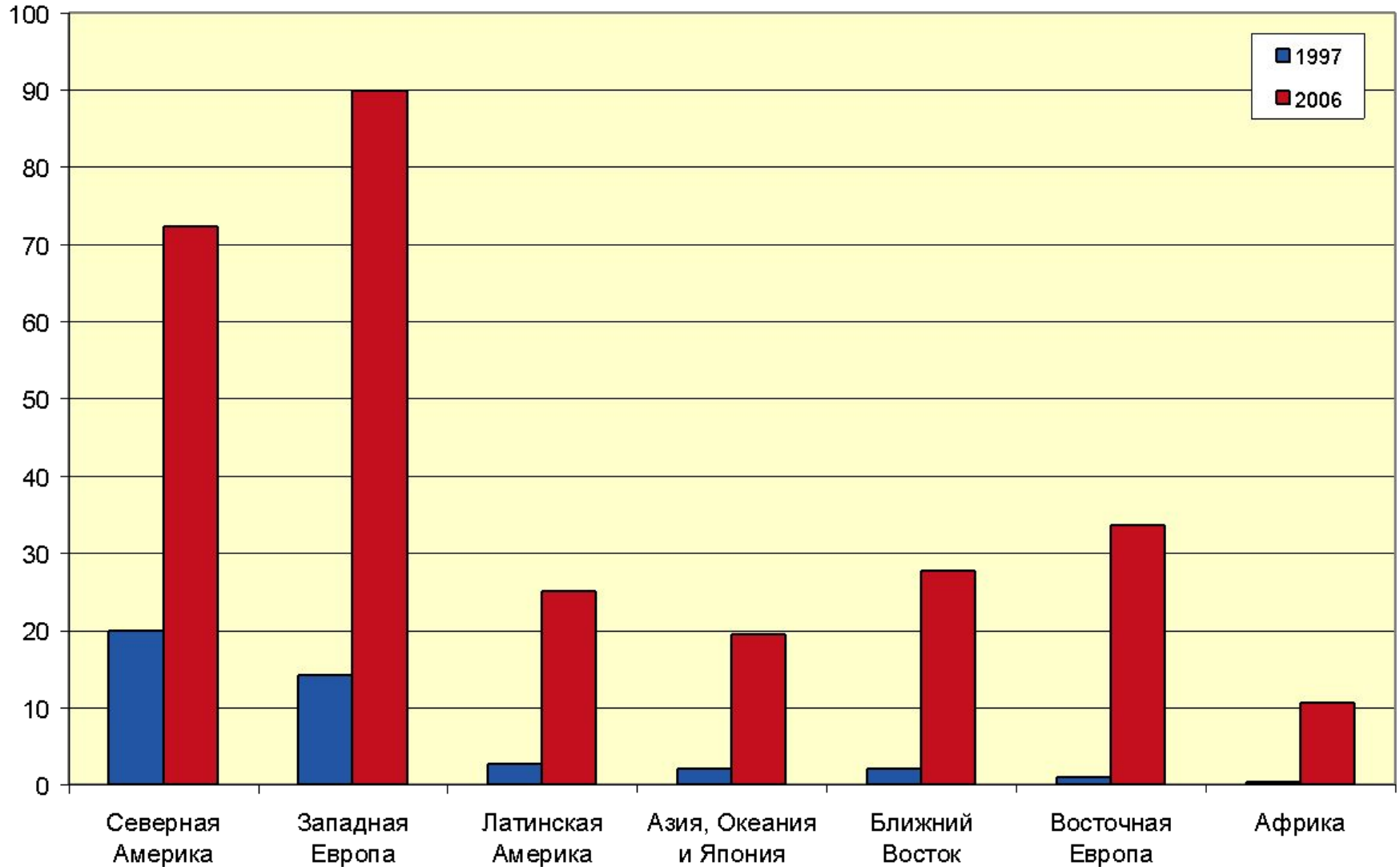
уровень проникновения в %



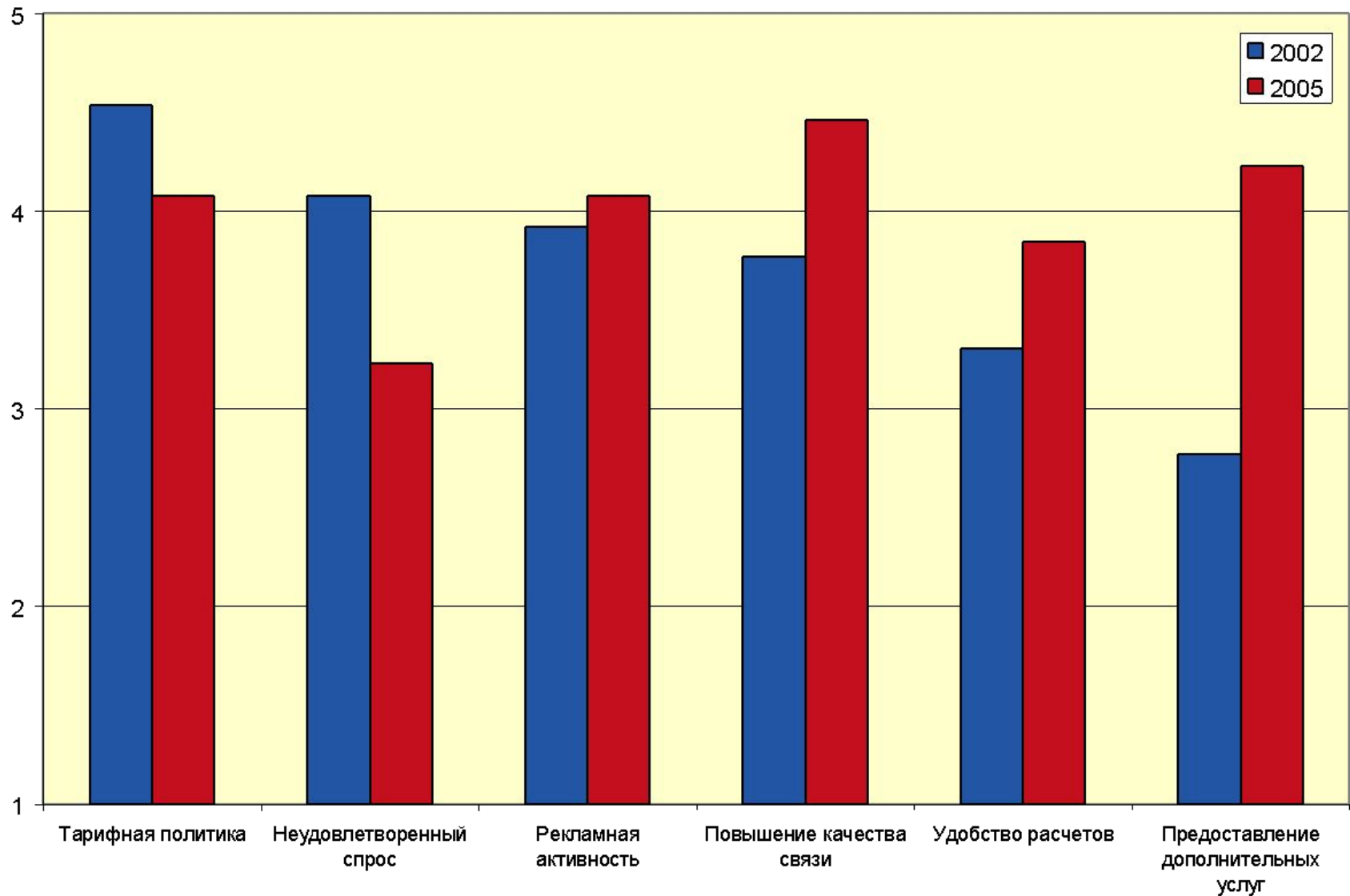


# История развития (2)

уровень проникновения в %



# История развития (3)



# Перспективы сотовой связи (1)

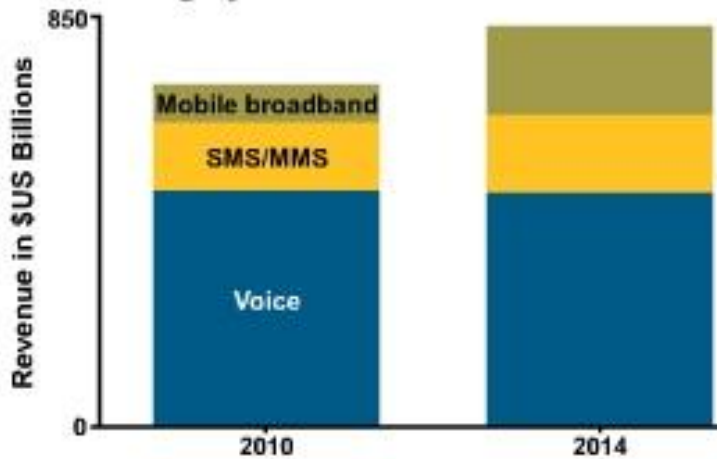
Сети, подобные тем, которые используют стандарт GSM, относятся ко второму поколению систем мобильной связи – 2G. Разработанная ETSI идеология UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) определяет набор стандартов для универсальной системы мобильной связи. Она относится к поколению 3G. Концепция UMTS создавалась для поддержки мультимедийных услуг. Для нее выделен частотный диапазон 2 ГГц. Сети 3G уже введены рядом европейских Операторов в коммерческую эксплуатацию.

Ряд специалистов считает, что более перспективно направление, связанное с поколениями 4G и 5G.

Соответствующие сети позволяют довести скорость обмена информацией до 100 Мбит/с. Предполагается, что сети 4G могут быть введены в коммерческую эксплуатацию уже в 2010 году. Существенно то, что поколения 4G и 5G ориентированы на сеть следующего поколения, что очень важно с точки зрения максимальной интеграции фиксированной и мобильной связи.

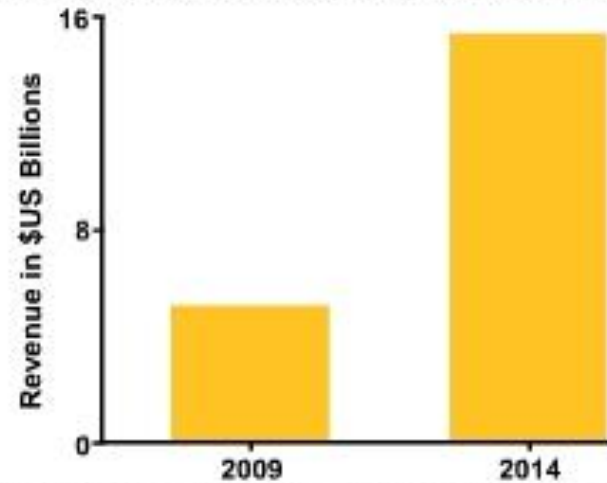
# Перспективы сотовой связи (2)

Mobile broadband service revenue roughly doubles from 2010 to 2014



© Infonetics Research, *Mobile Services and Subscribers: Voice, SMS/MM and Broadband Biannual Market Size and Forecasts*, June 2010

Worldwide Mobile Broadband Cards Revenue Forecast



© Infonetics Research, *2G/3G and LTE Mobile Broadband Devices and Subscribers Quarterly Market Share, Size, and Forecasts*, Mar. 2010

**Вопросы?**