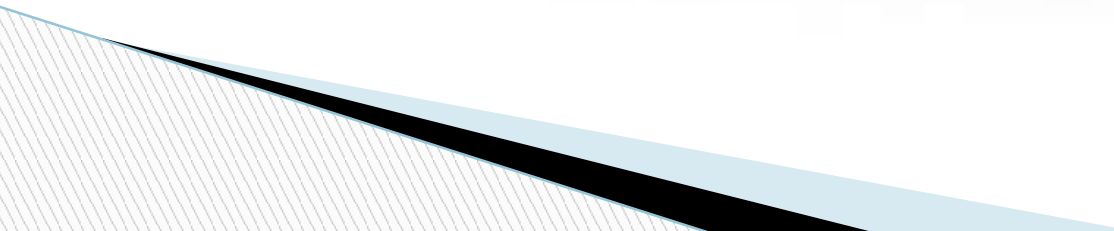


# Технологии беспроводной связи





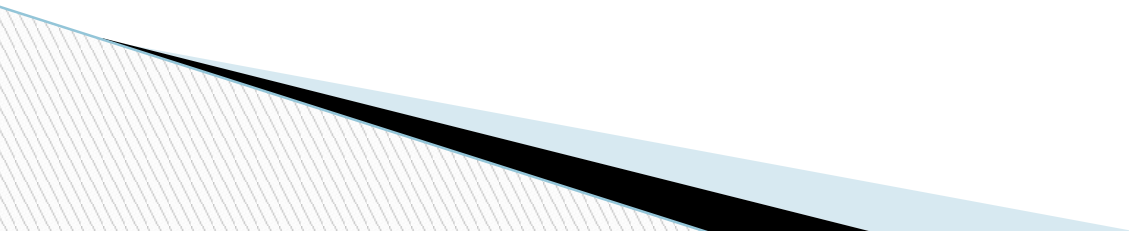
**Технология** — комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами.

Термин **«беспроводность»** — отсутствует соединительный провод (оптоволоконный или медный кабель).

**Связь** — это отношение между элементами системы.



# **Классификация систем беспроводной связи**



# Подразделяют по:

## □ способу обработки первичной информации:

- ◆ цифровые
- ◆ аналоговые

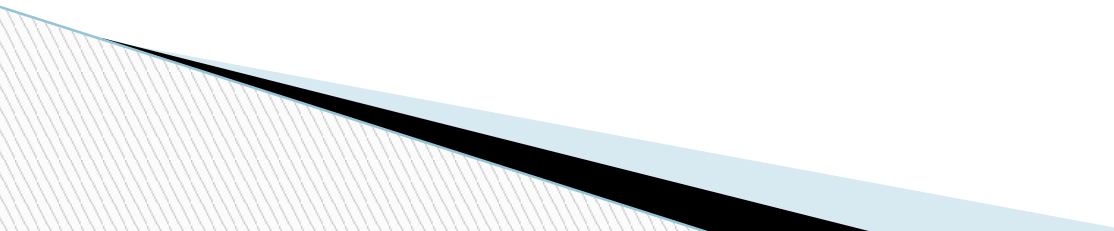
## □ ширине полосы передачи:

- ◆ на узкополосные
- ◆ широкополосные
- ◆ сверхширокополосные

## □ локализации абонентов :

- ◆ подвижные
- ◆ фиксированные

## □ географической протяженности :

- ◆ персональные
  - ◆ локальные
  - ◆ региональные (городские)
  - ◆ глобальные
- 

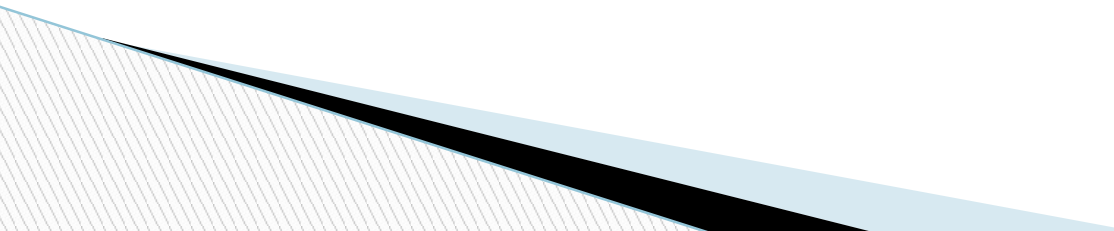
□ **виду передаваемой информации :**

- ◆ **системы передачи речи**
- ◆ **видеоинформации**
- ◆ **данных**

□ **по методам доступа к беспроводной среде**  
**на**

- ◆ **системы с пространственным разделением (SDM)**
- ◆ **системы с частотным разделением (FDM)**
- ◆ **системы временным разделением (TDM)**
- ◆ **системы с кодовым разделением (CDM)**

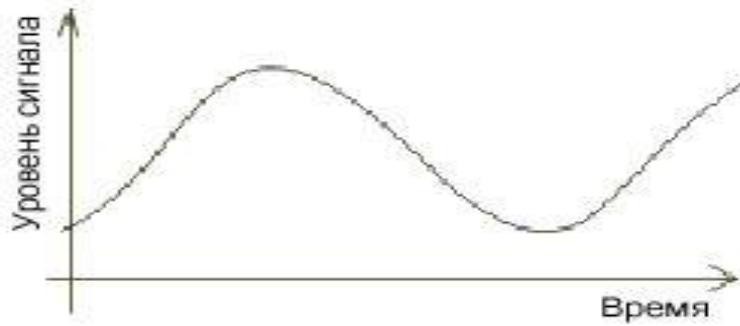
**Способ обработки первичной информации (цифровые и аналоговые)**



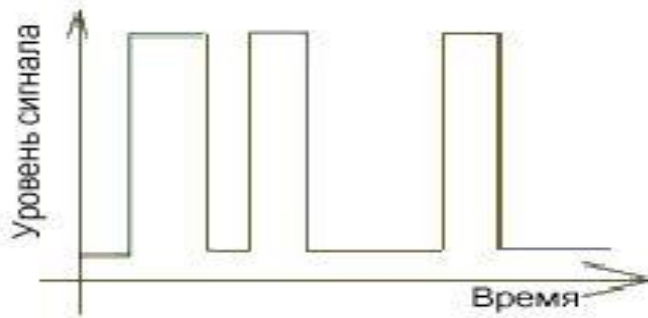


- Под *аналоговыми* понимаются сигналы, которые с течением времени могут принимать *любые* амплитудные значения. Примером таких сигналов являются свободные звуковые волны (например, речь, различные шумы).

- Под *цифровыми* понимаются сигналы, которые с течением времени могут принимать *только фиксированный набор* амплитудных значений. Обычно этот набор ограничивается только двумя значениями – 0 (нижний уровень) и 1 (верхний уровень). Такой принцип используется в цифровых стандартах сотовой связи, сетях беспроводной передачи данных (например, WLAN) и т.д.



**Аналоговый сигнал**



**Цифровой сигнал**

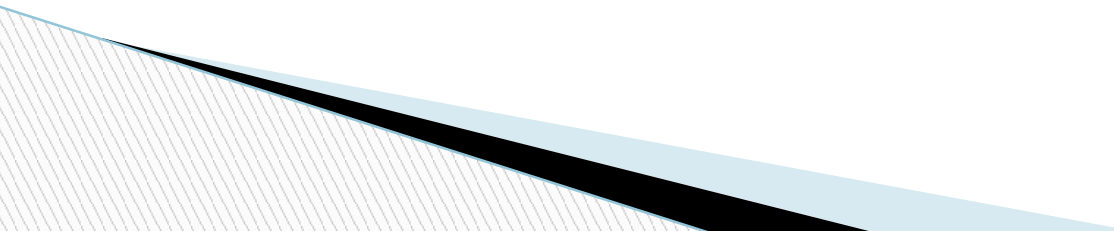
**Ширина полосы передачи  
(узкополосные, широкополосные и  
сверхширокополосные)**

***Узкополосной сетью (ВВ)*** называется такая сеть, в которой сетевой кабель (или другая сетевая среда) может передавать только один сигнал в любой момент времени.

***Широкополосная сеть (WB)*** способна передавать несколько сигналов одновременно, используя для каждого из них свою частоту передачи. Узкополосная сеть использует импульсы, передаваемые непосредственно в сетевую среду, для создания простого сигнала, в котором в закодированной форме представлены двоичные (бинарные) данные.

***Сверхширокополосная сеть(UWB).*** За счет широкого радиочастотного диапазона технология UWB позволяет передавать по беспроводному каналу на небольшие расстояния (например, в пределах дома или небольшого офиса) значительно большие объемы данных и за меньшее время, чем традиционные беспроводные технологии. В сочетании с малым энергопотреблением и импульсным характером передачи данных это позволяет достигать высокой скорости передачи данных без помех со стороны оборудования других применяющихся сегодня беспроводных стандартов, таких как Wi-Fi, WiMAX и стандарты сотовой связи

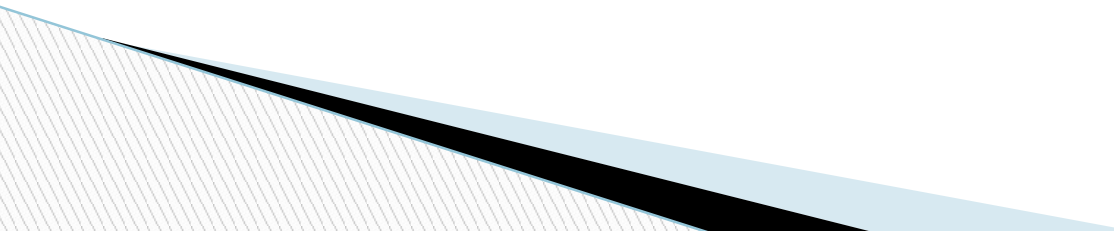
**Локализации  
абонентов (подвижные  
и фиксированные)**



**Используемая технология  
(спутниковые, атмосферные и  
оптические)**



**Географическая протяженность (персональные (WPAN), локальные (WLAN), региональные (городские- WMAN) и глобальные (WWAN))**



***Wireless Personal Area Network (WPAN).***

Персональные сети для организации подключений в пределах рабочего места сотрудников: а) Стандарт IEEE 802.15.1 – Bluetooth, б) IEEE 802.15.3 - Wireless USB

***Wireless Local Area Network (WLAN).*** Локальные сети для организации подключений в пределах предприятия (группы зданий). Стандарт IEEE 802.11 – Wi-Fi. Технология Mesh-сетей.

***Wireless Metropolitan Area Network (WMAN).***

Городские сети для организации подключений в пределах города. Стандарт IEEE 802.16 – WiMax.

***Wireless Wide Area Network (WWAN).***

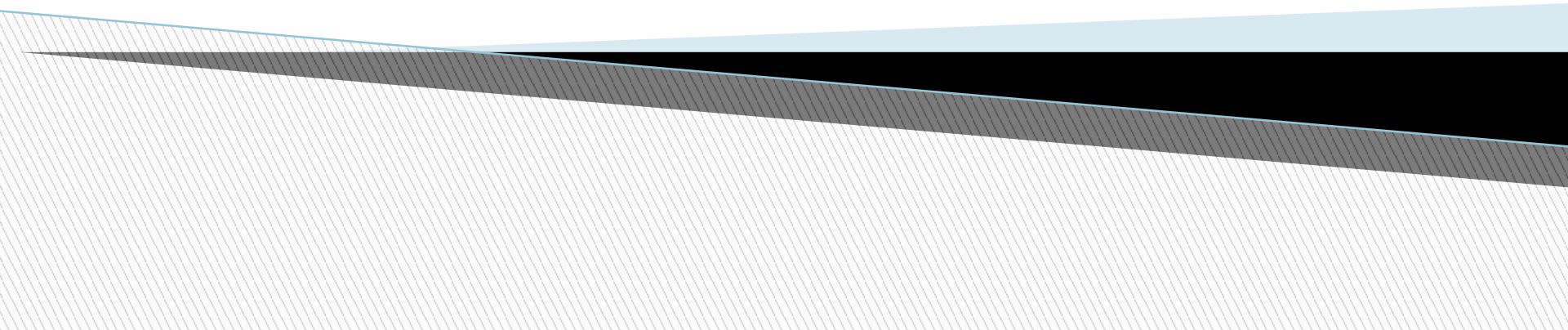
Региональные сети для организации подключений в пределах региона.

**Вид передаваемой информации (система  
передачи речи, видеоинформации и данных)**



**Метод доступа к беспроводной среде (системы с пространственным разделением (SDM), системы с частотным разделением (FDM), системы временным разделением (TDM), системы с кодовым разделением (CDM))**

# Сотовые системы связи



***Сотовая связь*** – это мобильная радиотелефонная связь, предоставляющая услуги телефонной связи без ограничений подвижности абонента

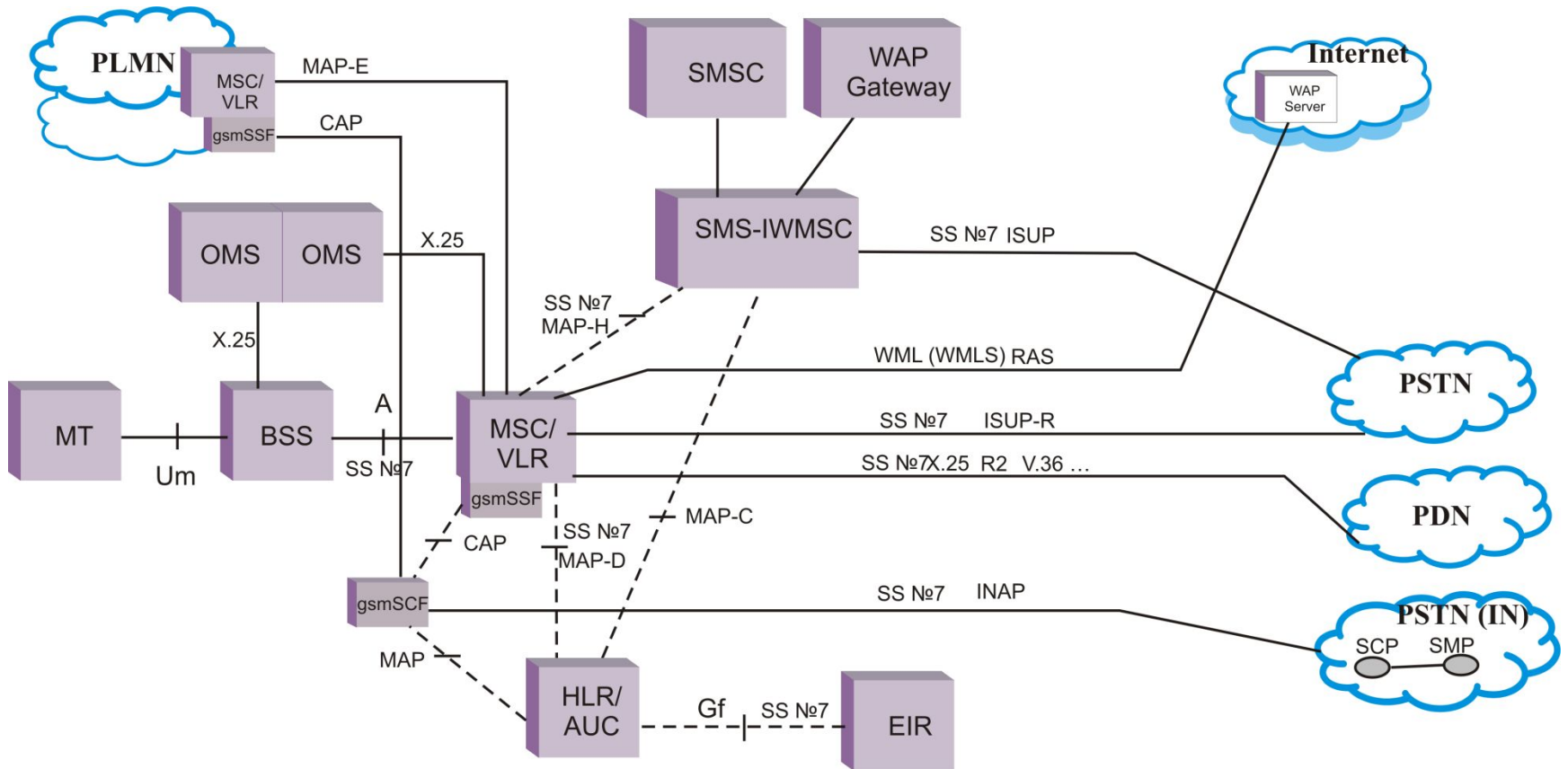
# Поколения сотовой связи:

- ▣ *первое поколение (1G)* – устаревшие *аналоговые* системы (NMT, AMPS), постепенно сдавшие свои позиции следующим поколениям
- ▣ *второе поколение (2G)* – современные *цифровые* системы, захватившие большую часть мирового рынка связи и продолжающие уверенно расширяться (DAMPS, GSM)

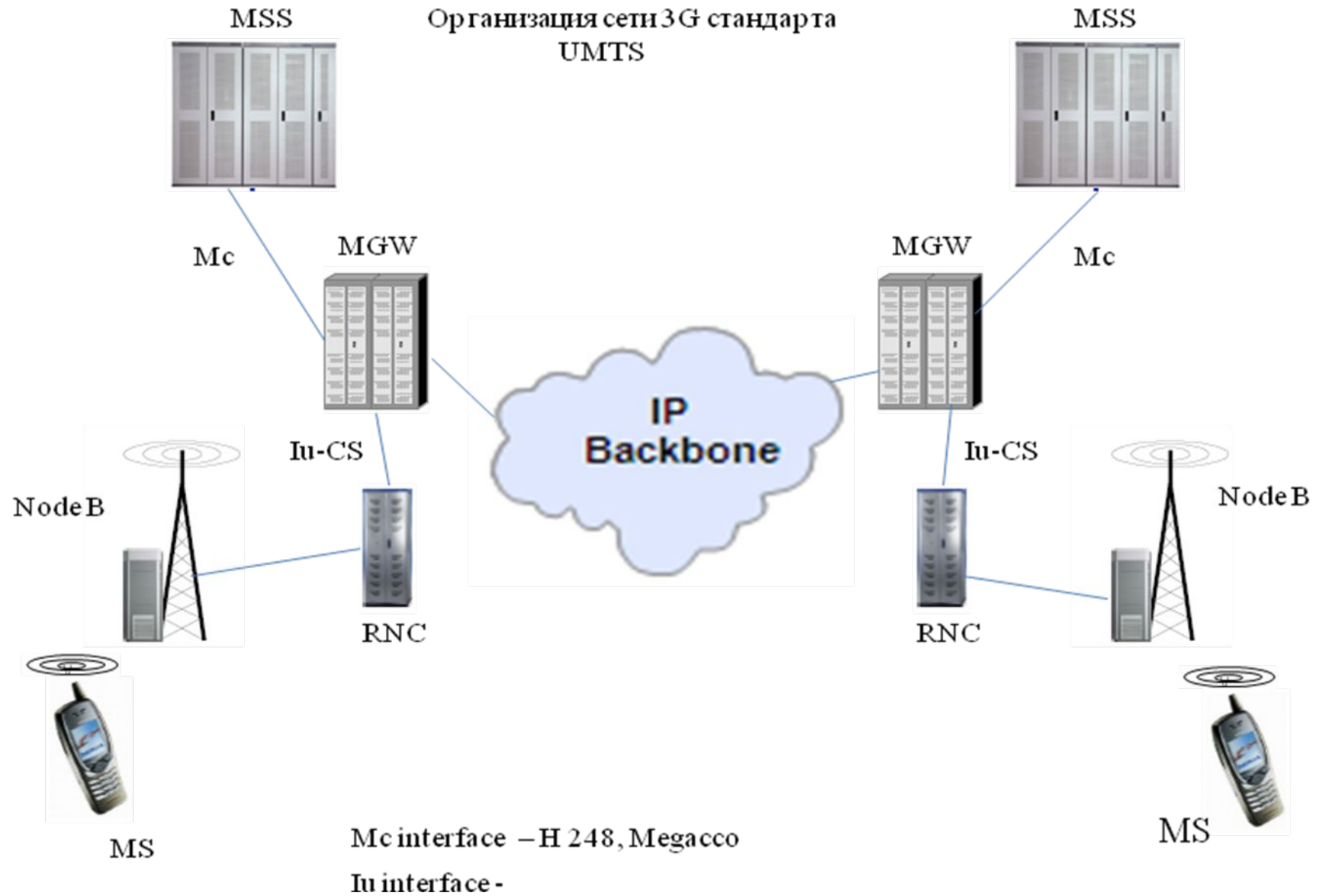


- ▣ ***третье поколение (3G)*** – системы ближайшего будущего, позволяющие быстро передавать большие объёмы информации, тем самым открывающие возможность высокоскоростного выхода в Интернет и передачи видеоизображения собеседника во время разговора в режиме реального времени. Основой системы **3G** является **стандарт WCDMA** (общеевропейский **стандарт UMTS**).
- ▣ ***четвёртое поколение (4G)*** – характеризуется высокой скоростью передачи данных и повышенным качеством голосовой связи. К четвёртому поколению принято относить перспективные технологии, позволяющие осуществлять передачу данных со скоростью, превышающей 100 Мбит/с подвижным и 1 Гбит/с — стационарным абонентам (LTE).

# Сеть GSM (2G)

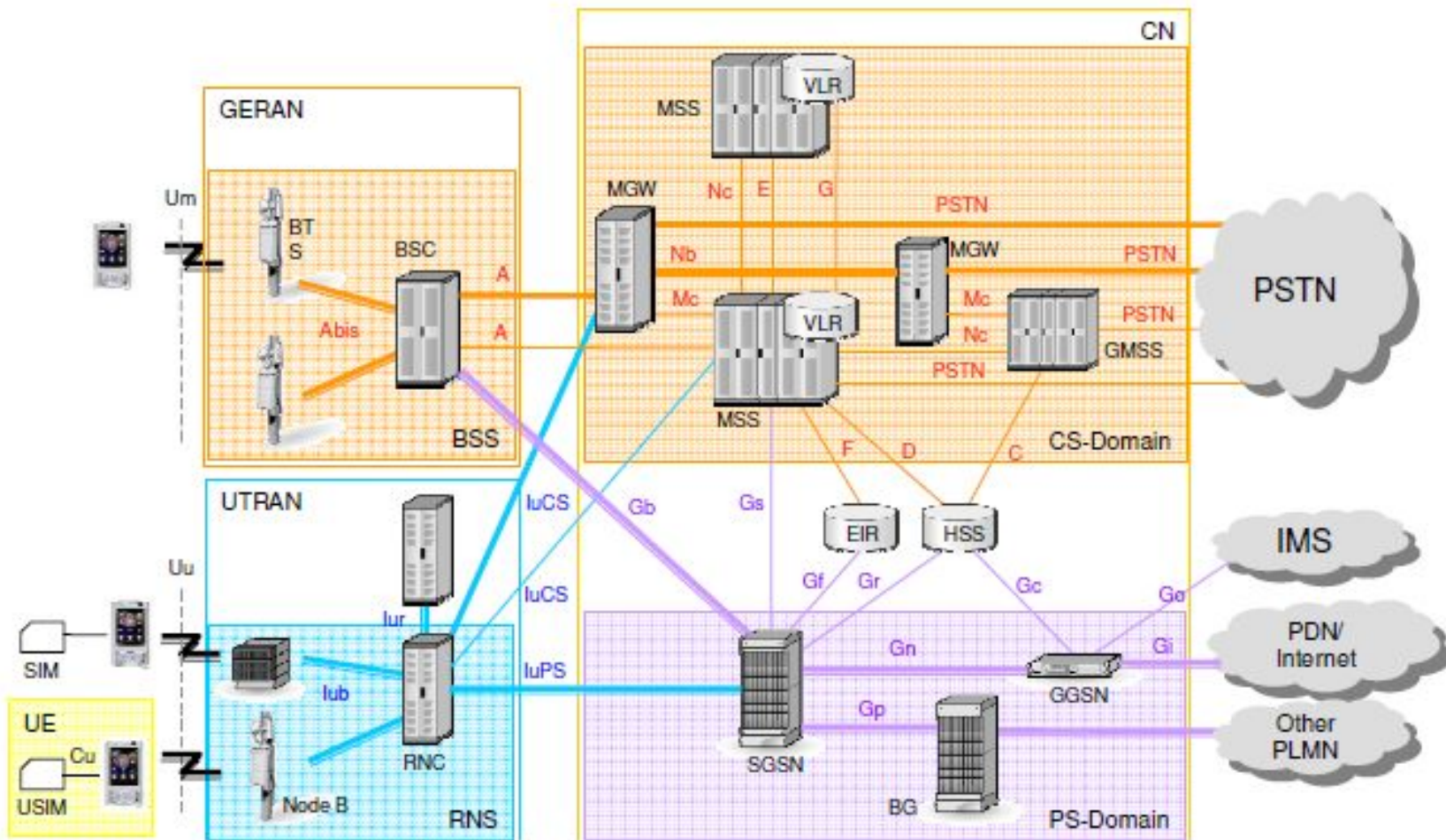


# Организація сети 3G стандарта UMTS



Mc interface – H 248, Megacco  
Iu interface -

# Сеть UMTS (3G)



BSS (Base Station System) - оборудование базовой станции;  
BSC (Base Station Controller) - контроллер базовой станции;  
HLR (Home Location Register) - основной регистр местоположения;  
IWMSC (Interworking MSC) - MSC для обеспечения межсетевого обмена;  
MSC (Mobile Switching Center) - мобильный центр коммутации;  
VLR (Visitor Location Register) - визитный регистр местоположения;  
MT (Mobile Terminal) - мобильный терминал;  
PDN (Public Data Network) - сеть передачи данных общего пользования;  
PLMN (Public Land Mobile Network) - сеть сухопутной подвижной связи общего пользования;  
PSTN (Public Switched Telephone Network) - коммутируемая телефонная сеть общего пользования;  
SMSC (Short Message Switching Center) - центр обработки коротких сообщений  
gsmSCF (GSM Service Control Function) – функция управления услугами  
gsmSSF (GSM Service Switching Function) – функция коммутации услуг

# HLR

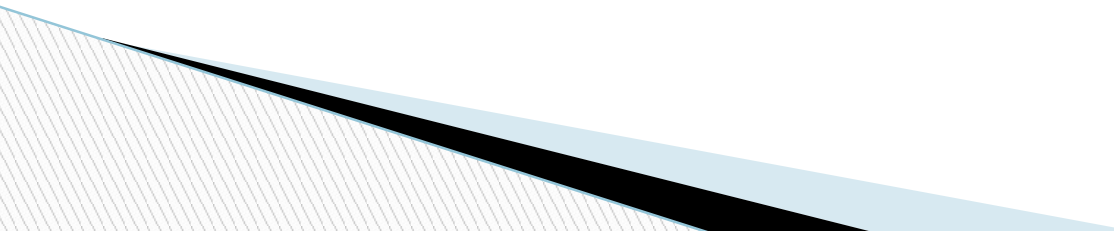
## Функции

- ❖ HLR выполняет следующие основные функции:
  - ❖ организация базы данных об абонентах;
  - ❖ обслуживание входящих вызовов;
  - ❖ предоставление дополнительных услуг;
  - ❖ обработка коротких сообщений;
  - ❖ регистрация местоположения MS;
  - ❖ обеспечение засекречивания;
  - ❖ хранение ключа шифрования
- передача информации в Центр эксплуатации  
и техобслуживания (OMS).

# VLR

## Функции

- ❖ формирование базы данных об абонентах;
- ❖ управление данными от абонентов и представление номеров и идентификаторов (блуждающего номера подвижного абонента - MSRN, временного идентификатора подвижного абонента (TMSI), номеров передачи управления);
- ❖ обслуживание исходящих вызовов;

- ❖ предоставление дополнительных услуг;  
обслуживание передачи коротких сообщений;
  - ❖ аутентификацию, выполнение шифрования;
  - ❖ регистрацию местоположения MS;
  - ❖ передачу управления;
  - ❖ операции исключения/введение IMSI;  
процедуру поиска.
- 



# BTS, BSC

## Функции

- ❖ Базовая станция BTS обеспечивает физический интерфейс между подвижным абонентом (MS) и контроллером (BSC).
- ❖ BSC управляет работой станций (BTS) и осуществляет контроль над соединением между базовыми станциями и центром коммутации (MSC) на основе данных, полученных от BTS.

# SIM-карта

В стандарте GSM для защиты от несанкционированного подключения применяется модуль идентификации абонента — SIM-карта (SIM - Subscriber Identity Module – модуль идентификации абонента).

**SIM-карта** - это пластиковая карточка, состоящая из микропроцессора и небольшого модуля памяти, в котором хранится идентификационная информация, выдается абоненту при подключении телефона и может быть использована с любой моделью мобильного телефона GSM.

## **PIN-код**

по умолчанию состоящий из 4 цифр, который нужно набирать при каждом включении телефона. Однако абонент может изменить PIN-код или вообще отключить его

## **PUK-код** (8-значный)

(Personal Unlocking Key – персональный деблокировочный ключ)

существуют два разных

PIN (а, соответственно и PUK) кода :

**PIN1** (и **PUK1**) – для непосредственно доступа к контракту

**PIN2** (соответственно **PUK2**)– для доступа к некоторым настройкам телефона.

# Кодеки

Термин «**кодек**» произошел от первых двух слов – кодировать и декодировать.

Кодеки применяются в цифровых сетях связи для адаптации передаваемых цифровых сигналов к различным устройствам. Например, используя кодеки, можно передавать разговорный трафик, со значительно меньшей, чем 64 кбит\сек скоростью, как это было показано ранее, по теореме Котельникова. При этом качество передачи речи не ухудшится, а оставшийся ресурс может быть использован для других целей.

## FR (Full Rate)

Спецификации кодека GSM Full Rate (**FR**), известного также как GSM 06.10, утверждены в 1987 г. Это первый и наиболее используемый из узкополосных кодеков, применяемый в миллионах мобильных телефонов по всему миру. Обеспечивает хорошее качество и устойчивую работу в условиях фонового шума. Кодироваться кадры длительностью 20 мс, образуя цифровой поток со скоростью 13 Кбит/с. Кодек не требует высокой производительности процессора.

## HR (Half Rate)

**HR** – система кодирования речи, использующая вдвое меньшую скорость передачи голоса, чем FR (6 Кбит/с). Соответственно, ниже и качество речи. Используется GSM-операторами для повышения производительности своих сетей.

## EFR (Enhanced Full Rate)

**EFR** - усовершенствованная система кодирования речи. Эта система была разработана фирмой Nokia и, впоследствии, стала промышленным стандартом кодирования/декодирования для стандарта GSM. Однако у новых кодеров есть и свои недостатки: при использовании EFR аппарат быстрее расходует ресурсы аккумулятора, но качество речи - очень высокое.



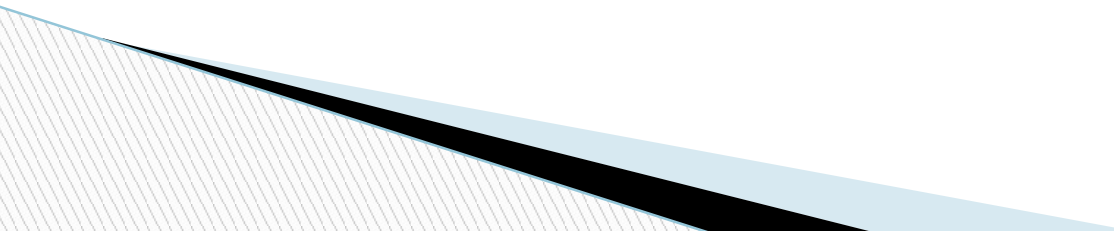
# Роуминг

**Роуминг** – это услуга, предоставляемая оператором сотовой связи, позволяющая пользоваться мобильной связью вне «домашней» сети, то есть на территории действия других операторов GSM в различных регионах и странах, с сохранением своего номера.

**Цена для роумера = услуги "гостевой" сети + налоги страны "гостевой" сети + операторский сбор "домашней" сети + перемаршрутизация + налоги России**

**Автоматический роуминг** - это возможность совершать любые поездки (в том числе, и за границу) со своим телефоном и всегда оставаться со своим номером на связи. То есть, если вы находитесь в автоматическом роуминге, для звонящего вам человека все прозрачно: он услышит вас так же, как если бы вы находились в «домашней» сети.

Автоматический роуминг - одна из ключевых возможностей, которая изначально закладывалась при разработке стандарта GSM.



**Полуавтоматический роуминг** отличается от автоматического тем, что, при попадании в другую зону, для успешной работы вам нужно выставить в меню телефона ее код. Используется преимущественно в NMT-сетях.

При использовании **административного роуминга** вам нужно заявить в абонентскую службу, куда и на какое время вы отправляетесь. Сегодня практически не используется.

# Системы идентификации и нумерации в сетях GSM

Абоненты сети GSM определяются в международных сетях на основании рекомендации E.164 от ITU-T международным номером вида «7DEF  $abx_1x_2 - x_5$ »

**Нумерация абонентов сети GSM** в рамках выделенного кода DEF распределяется следующим образом:

Нумерация абонентов сети GSM в рамках выделенного кода DEF распределяется следующим образом:

- значения  $abx_1x_2 - x_5$  - определяют мобильного абонента в зоне нумерации;
- значения  $abx_1$  в зоне нумерации определяют MSC или группу MSC, обслуживающих территорию данного субъекта

# Система идентификации

(IMSI).

международный опознавательный код  
подвижной станций

IMSI имеет следующую структуру и не  
должен превышать 15 цифр



Где:

**MCC** – код страны подвижной связи (3 цифры);

**MNC** – код сети подвижной связи (2-3 цифры)

**MSIN** – опознавательный номер подвижной станции (9-10 цифр).

# Особенности эксплуатации сетей GSM

## Эрланг и понятие ЧНН

**Эрланг** – это единица измерения интенсивности нагрузки на сеть. Эрланг вычисляется по следующей формуле:

$$A = n * T / 3600$$

где:

A – Эрланг,

n – кол-во вызовов в час,

T – среднее время разговора в секундах.



Количество разговорных каналов на один приемопередатчик БС	Процент отказа	Нагрузка на БС (Эрл)	Количество абонентов, длительность разговора которых в среднем 90 минут, в течение одного часа
7	0%	1,05	70
7	2%	2,94	196
7	5%	3,74	249
7	10%	4,67	311

Количество разговорных каналов на одну БС в максимальной комплектации	Процент отказа	Нагрузка на БС (Эрл)	Количество абонентов, длительность разговора которых в среднем 90 минут, в течение одного часа
84	0%	55,96	3731
84	2%	72,55	4837
84	5%	78,91	5261
84	10%	86,57	5771

# ЧНН

Час наивысшей нагрузки (**ЧНН**) – временной интервал, в течение которого нагрузка в сети является наибольшей (когда одновременно говорит/передает данные максимальное число абонентов). Чтобы уменьшить процент неудачных соединений, следует рассчитывать ёмкость сети так, чтобы она удовлетворяла нагрузке ЧНН.

При планировании сети географическое распределение разговорного трафика вычисляется с использованием демографических данных, таких как:

- ❖ Распределение населения: в среднем, чем больше людей находятся на одной территории, тем больше они будут говорить в единицу времени
- ❖ Распределение автомобильного движения: аналогично

Распределение уровня доходов населения: в среднем, чем больше уровень дохода человека, тем больше времени разговора он может себе позволить

- ❖ Распределение использования территории: в крупных городах по понятным причинам нагрузка на сеть больше, чем на открытой местности
- ❖ Другие факторы, такие как стоимость мобильных телефонов, звонков и подключения: чем дешевле будет звонить, тем больше можно будет разговаривать

Развитие, планирование и эксплуатация сети осуществляются именно с учётом нагрузки на сеть в Эрлангах, в идеале из расчета 15 мЭрл на абонента в час наивысшей нагрузки.

## Частотный ресурс

Весь диапазон частот в свободном пространстве должен четко распределяться, поскольку при передаче информации на какой-либо частоте она будет приниматься всеми работающими на этой частоте приемниками. Поэтому для работы различных радиосистем различных операторов частоты их работы (полосы частот) должны различаться.

## Распределение каналов и частот в стандарте GSM900

Номер канала	Частота ПРД (МГц)	Частота ПРМ (МГц)	Номер канала	Частота ПРД (МГц)	Частота ПРМ (МГц)	
1	935,2	890,2	1	53	945,6	900,6
2	935,4	890,4	2	54	945,8	900,8
3	935,6	890,6	3	55	946,0	901,0
4	935,8	890,8	4	56	946,2	901,2
5	936,0	891,0	5	57	946,4	901,4
6	936,2	891,2	6	58	946,6	901,6
7	936,4	891,4	7	59	946,8	901,8
8	936,6	891,6	8	60	947,0	902,0
9	936,8	891,8	9	61	947,2	902,2
10	937,0	892,0	10	62	947,4	902,4
11	937,2	892,2	11	63	947,6	902,6
12	937,4	892,4	12	64	947,8	902,8
13	937,6	892,6	13	65	948,0	903,0
14	937,8	892,8	14	66	948,2	903,2
15	938,0	893,0	15	67	948,4	903,4
16	938,2	893,2	16	68	948,6	903,6
17	938,4	893,4	17	69	948,8	903,8
18	938,6	893,6	18	70	949,0	904,0
19	938,8	893,8	19	71	949,2	904,2
20	939,0	894,0	20	72	949,4	904,4
21	939,2	894,2	21	73	949,6	904,6
22	939,4	894,4		74	949,8	904,8
23	939,6	894,6		75	950,0	905,0
24	939,8	894,8		76	950,2	905,2
25	940,0	895,0		77	950,4	905,4
26	940,2	895,2		78	950,6	905,6
27	940,4	895,4		79	950,8	905,8
28	940,6	895,6		80	951,0	906,0
29	940,8	895,8		81	951,2	906,2
30	941,0	896,0		82	951,4	906,4
31	941,2	896,2		83	951,6	906,6
32	941,4	896,4		84	951,8	906,8
33	941,6	896,6		85	952,0	907,0
34	941,8	896,8		86	952,2	907,2
35	942,0	897,0		87	952,4	907,4
36	942,2	897,2		88	952,6	907,6
37	942,4	897,4		89	952,8	907,8
38	942,6	897,6		90	953,0	908,0
39	942,8	897,8		91	953,2	908,2
40	943,0	898,0		92	953,4	908,4
41	943,2	898,2		93	953,6	908,6
42	943,4	898,4		94	953,8	908,8
43	943,6	898,6		95	954,0	909,0
44	943,8	898,8		96	954,2	909,2
45	944,0	899,0		97	954,4	909,4
46	944,2	899,2		98	954,6	909,6
47	944,4	899,4		99	954,8	909,8
48	944,6	899,6		100	955,0	910,0
49	944,8	899,8		101	955,2	910,2
50	945,0	900,0		102	955,4	910,4
51	945,2	900,2		103	955,6	910,6
52	945,4	900,4		104	955,8	910,8

## Распределение каналов и частот в стандарте GSM1800

Номер канала	Частота ПРД (МГц)	Частота ПРМ (МГц)		Номер канала	Частота ПРД (МГц)	Частота ПРМ (МГц)		Номер канала	Частота ПРД (МГц)	Частота ПРМ (МГц)
600	1 822,8	1 727,8		700	1 842,8	1 747,8	29	750	1 852,8	1 757,8
601	1 823,0	1 728,0		701	1 843,0	1 748,0	30	751	1 853,0	1 758,0
602	1 823,2	1 728,2		702	1 843,2	1 748,2	31	752	1 853,2	1 758,2
603	1 823,4	1 728,4		703	1 843,4	1 748,4	32	753	1 853,4	1 758,4
604	1 823,6	1 728,6		704	1 843,6	1 748,6	33	754	1 853,6	1 758,6
605	1 823,8	1 728,8		705	1 843,8	1 748,8	34	755	1 853,8	1 758,8
606	1 824,0	1 729,0		706	1 844,0	1 749,0	35	756	1 854,0	1 759,0
607	1 824,2	1 729,2		707	1 844,2	1 749,2	36	757	1 854,2	1 759,2
608	1 824,4	1 729,4		708	1 844,4	1 749,4		758	1 854,4	1 759,4
609	1 824,6	1 729,6		709	1 844,6	1 749,6		759	1 854,6	1 759,6
610	1 824,8	1 729,8		710	1 844,8	1 749,8		760	1 854,8	1 759,8
611	1 825,0	1 730,0		711	1 845,0	1 750,0		761	1 855,0	1 760,0
612	1 825,2	1 730,2		712	1 845,2	1 750,2	1	762	1 855,2	1 760,2
613	1 825,4	1 730,4		713	1 845,4	1 750,4	2	763	1 855,4	1 760,4
614	1 825,6	1 730,6		714	1 845,6	1 750,6	3	764	1 855,6	1 760,6
615	1 825,8	1 730,8		715	1 845,8	1 750,8	4	765	1 855,8	1 760,8
616	1 826,0	1 731,0		716	1 846,0	1 751,0	5	766	1 856,0	1 761,0
617	1 826,2	1 731,2		717	1 846,2	1 751,2	6	767	1 856,2	1 761,2
618	1 826,4	1 731,4		718	1 846,4	1 751,4	7	768	1 856,4	1 761,4
619	1 826,6	1 731,6		719	1 846,6	1 751,6	8	769	1 856,6	1 761,6
620	1 826,8	1 731,8		720	1 846,8	1 751,8	9	770	1 856,8	1 761,8
621	1 827,0	1 732,0		721	1 847,0	1 752,0	10	771	1 857,0	1 762,0
622	1 827,2	1 732,2	1	722	1 847,2	1 752,2	11	772	1 857,2	1 762,2
623	1 827,4	1 732,4	2	723	1 847,4	1 752,4	12	773	1 857,4	1 762,4
624	1 827,6	1 732,6	3	724	1 847,6	1 752,6	13	774	1 857,6	1 762,6
625	1 827,8	1 732,8	4	725	1 847,8	1 752,8	14	775	1 857,8	1 762,8
626	1 828,0	1 733,0	5	726	1 848,0	1 753,0	15	776	1 858,0	1 763,0
627	1 828,2	1 733,2	6	727	1 848,2	1 753,2	16	777	1 858,2	1 763,2
628	1 828,4	1 733,4	7	728	1 848,4	1 753,4	17	778	1 858,4	1 763,4
629	1 828,6	1 733,6	8	729	1 848,6	1 753,6	18	779	1 858,6	1 763,6
630	1 828,8	1 733,8	9	730	1 848,8	1 753,8	19	780	1 858,8	1 763,8
631	1 829,0	1 734,0	10	731	1 849,0	1 754,0	20	781	1 859,0	1 764,0
632	1 829,2	1 734,2	11	732	1 849,2	1 754,2	21	782	1 859,2	1 764,2
633	1 829,4	1 734,4	12	733	1 849,4	1 754,4	22	783	1 859,4	1 764,4
634	1 829,6	1 734,6	13	734	1 849,6	1 754,6	23	784	1 859,6	1 764,6
635	1 829,8	1 734,8	14	735	1 849,8	1 754,8	24	785	1 859,8	1 764,8
636	1 830,0	1 735,0	15	736	1 850,0	1 755,0	25	786	1 860,0	1 765,0
637	1 830,2	1 735,2	16	737	1 850,2	1 755,2	26	787	1 860,2	1 765,2
638	1 830,4	1 735,4	17	738	1 850,4	1 755,4	27	788	1 860,4	1 765,4
639	1 830,6	1 735,6	18	739	1 850,6	1 755,6	28	789	1 860,6	1 765,6
640	1 830,8	1 735,8	19	740	1 850,8	1 755,8	29	790	1 860,8	1 765,8
641	1 831,0	1 736,0	20	741	1 851,0	1 756,0	30	791	1 861,0	1 766,0
642	1 831,2	1 736,2	21	742	1 851,2	1 756,2	31	792	1 861,2	1 766,2
643	1 831,4	1 736,4	22	743	1 851,4	1 756,4	32	793	1 861,4	1 766,4
644	1 831,6	1 736,6	23	744	1 851,6	1 756,6	33	794	1 861,6	1 766,6
645	1 831,8	1 736,8	24	745	1 851,8	1 756,8	34	795	1 861,8	1 766,8
646	1 832,0	1 737,0	25	746	1 852,0	1 757,0	35	796	1 862,0	1 767,0
647	1 832,2	1 737,2	26	747	1 852,2	1 757,2	36	797	1 862,2	1 767,2
648	1 832,4	1 737,4	27	748	1 852,4	1 757,4		798	1 862,4	1 767,4
649	1 832,6	1 737,6	28	749	1 852,6	1 757,6		799	1 862,6	1 767,6



## Подсистема базовых станций

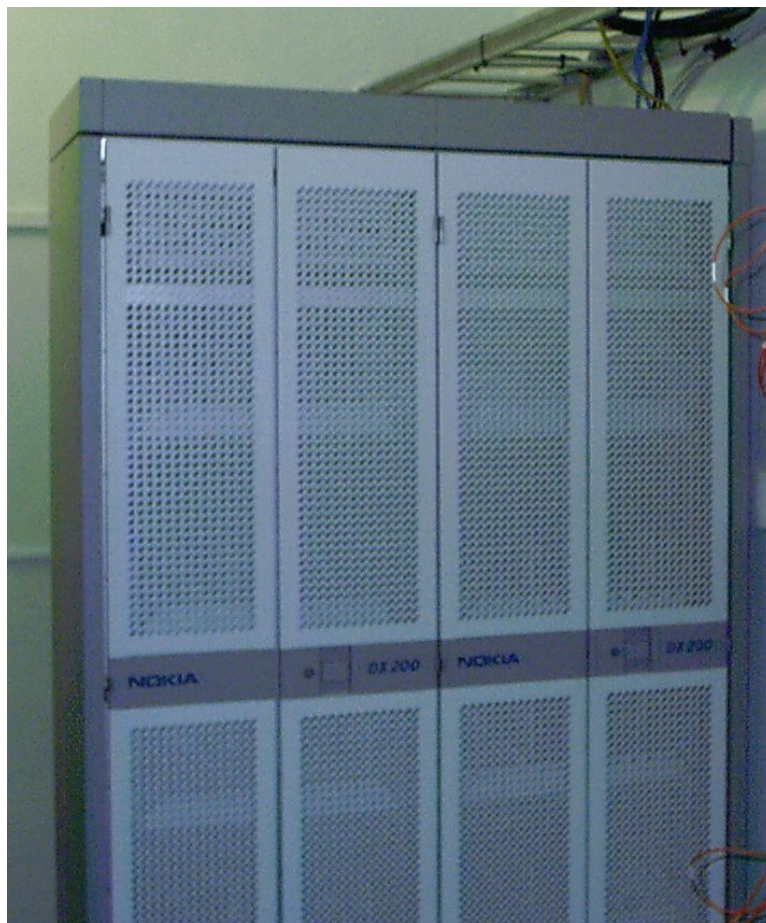
Топология подсистемы базовых станций (BSS – Base Station System) сетей GSM строится на основе сотовых структур. В каждой соте устанавливается базовая станция, обеспечивающая необходимое радиопокрытие соты.

Различаются 3 типа (градации) топологических уровней и, соответственно, 3 градации размеров сот:

**макроуровень:** макросоты  
радиусом 1 – 35 км;

**микроуровень:** микросоты  
радиусом 0,1 – 1 км;

**пикоуровень:** пикосоты  
радиусом до 100 м.

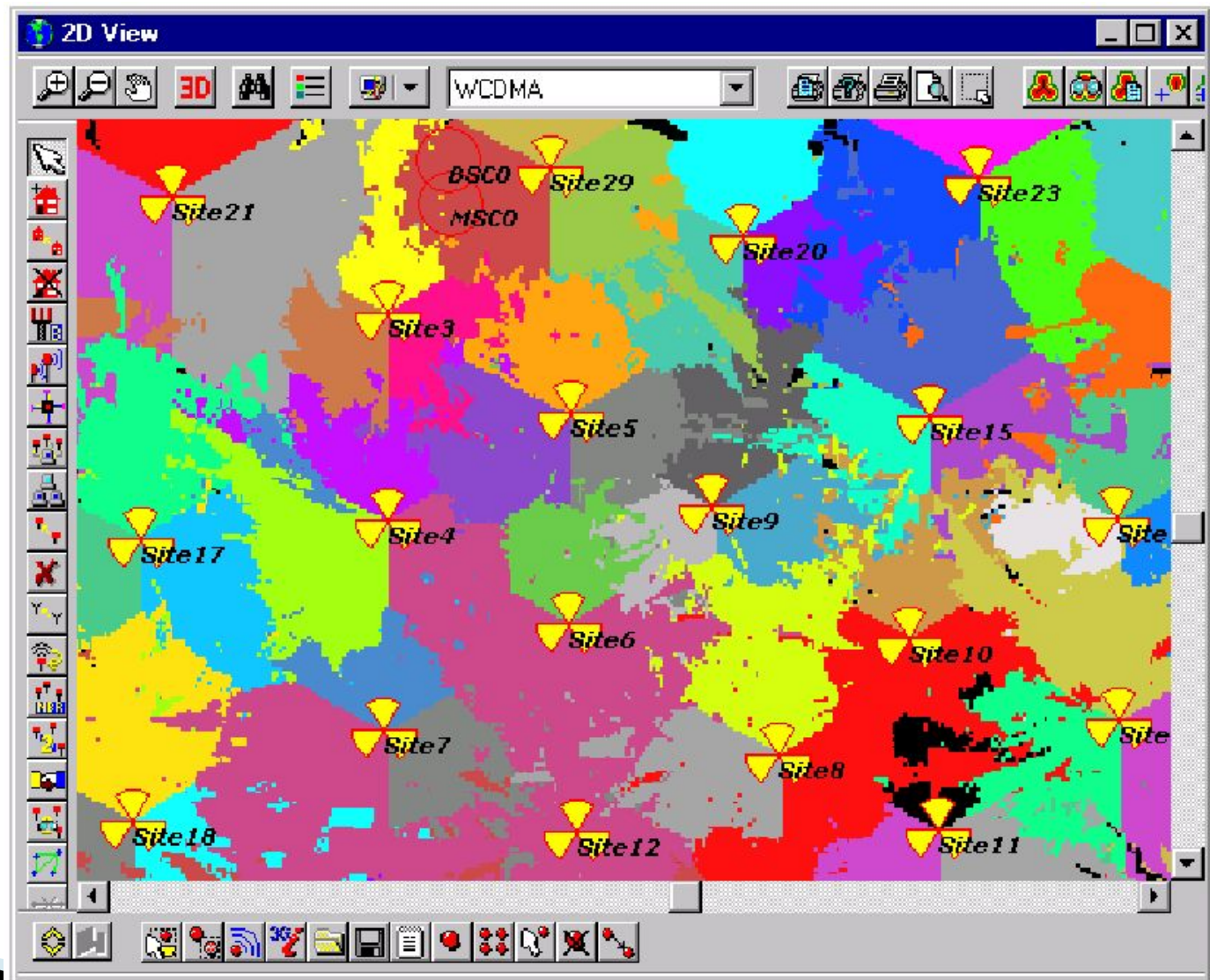


*На фотографии слева изображена базовая станция UltraSite, права – контроллер БС.*

## Соты, зона покрытия

Система сотовой связи строится в виде набора ячеек, или сот, покрывающих обслуживаемую территорию. Источником сот является базовая станция (1-6 сот), обслуживающая все аппараты абонентов (мобильные станции, MS) в пределах каждой соты.

# Образование сот и формирование зоны покрытия



# Хендовер

Каналы, участвующие в вызове абонента в сети GSM, не привязаны к данному вызову. Благодаря этому появляется возможность для перемещения подвижного абонента из соты в соту в процессе вызова. Эта возможность называется **хендовер**.

В системе GSM существует четыре типа хендоверов со следующими характеристиками:

хендоверы между каналами в одной соте

хендоверы между сотами в области действия одного BSC

хендоверы между сотами, находящимися под управлением различных BSC, но принадлежащих одному MSC

хендоверы между сотами, находящимися под управлением различных MSC

# Интерференция

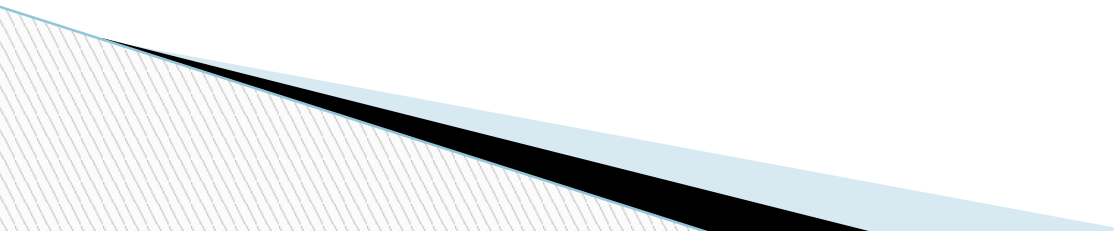
Иногда случается так, что в одном и том же месте по разным причинам (плохо спланированная система базовых станций, направленные не в ту сторону антенны) одновременно работают два и более одинаковых каналов или каналов с близкими частотами. Тогда начинается явление, называемое **интерференцией**: сигналы, идущие на близких частотах от нескольких мобильных станций, начинают мешать друг другу (интерферировать).

# Репитер

Существует возможность обеспечения покрытия таких территорий без использования базовых станций при помощи ретрансляции сигнала от БС в то место, где необходимо обеспечить покрытие.

Такие устройства существуют и называются ретрансляторами, или **репитерами**. Они очень широко применяются в современных сотовых сетях в силу ряда особенностей.

## **У этих устройств есть ряд важных преимуществ, как то:**

- ❖ **Низкая цена.**
  - ❖ **Небольшой размер по сравнению с БС.**
  - ❖ **Для обслуживания репитеров не требуется много электроэнергии.**
  - ❖ **Более легкое и быстрое внедрение в сеть по сравнению с базовыми станциями.**
  - ❖ **Обеспечение большого покрытия с минимальными затратами.**
- 

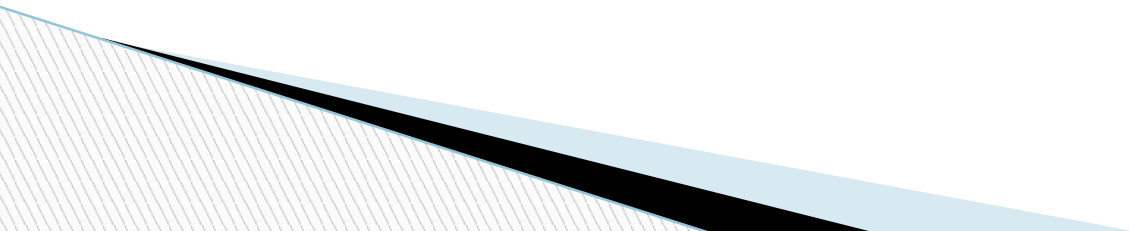
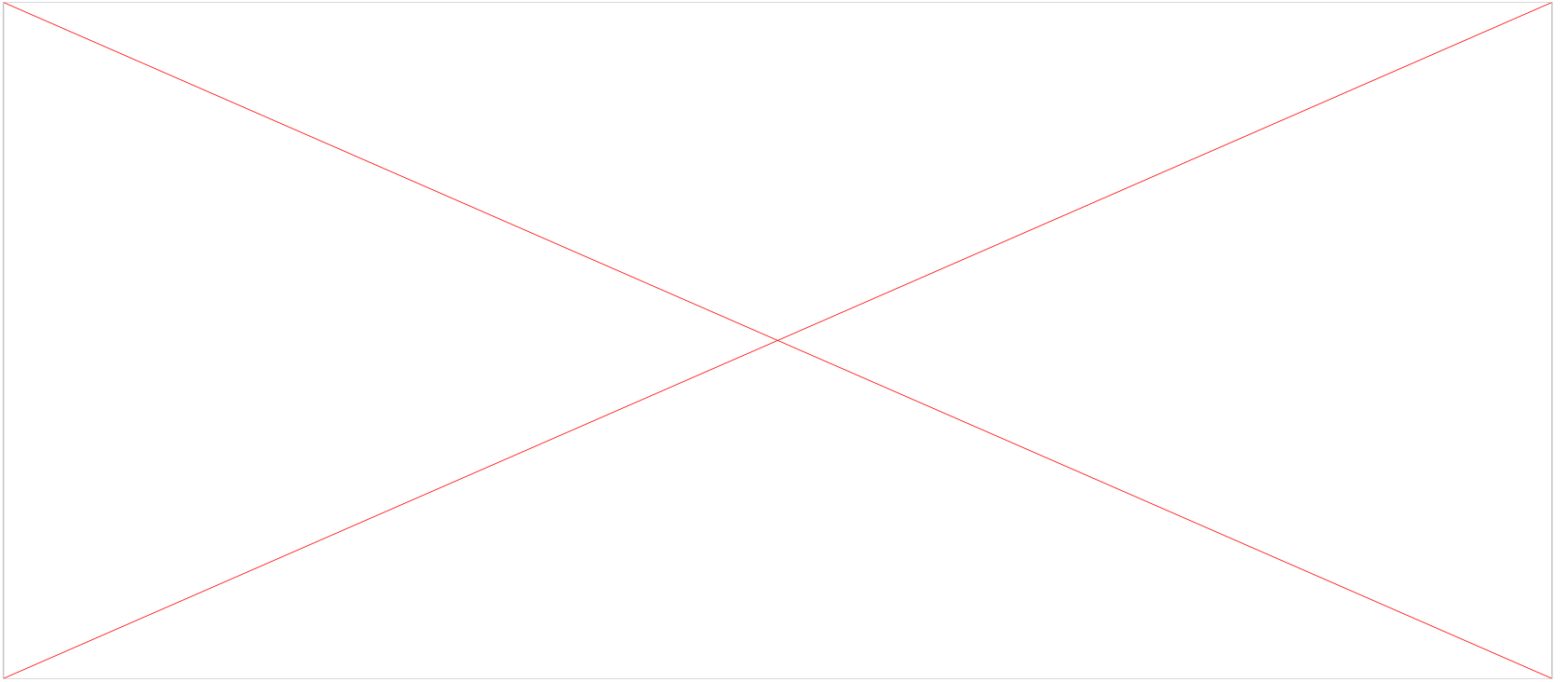


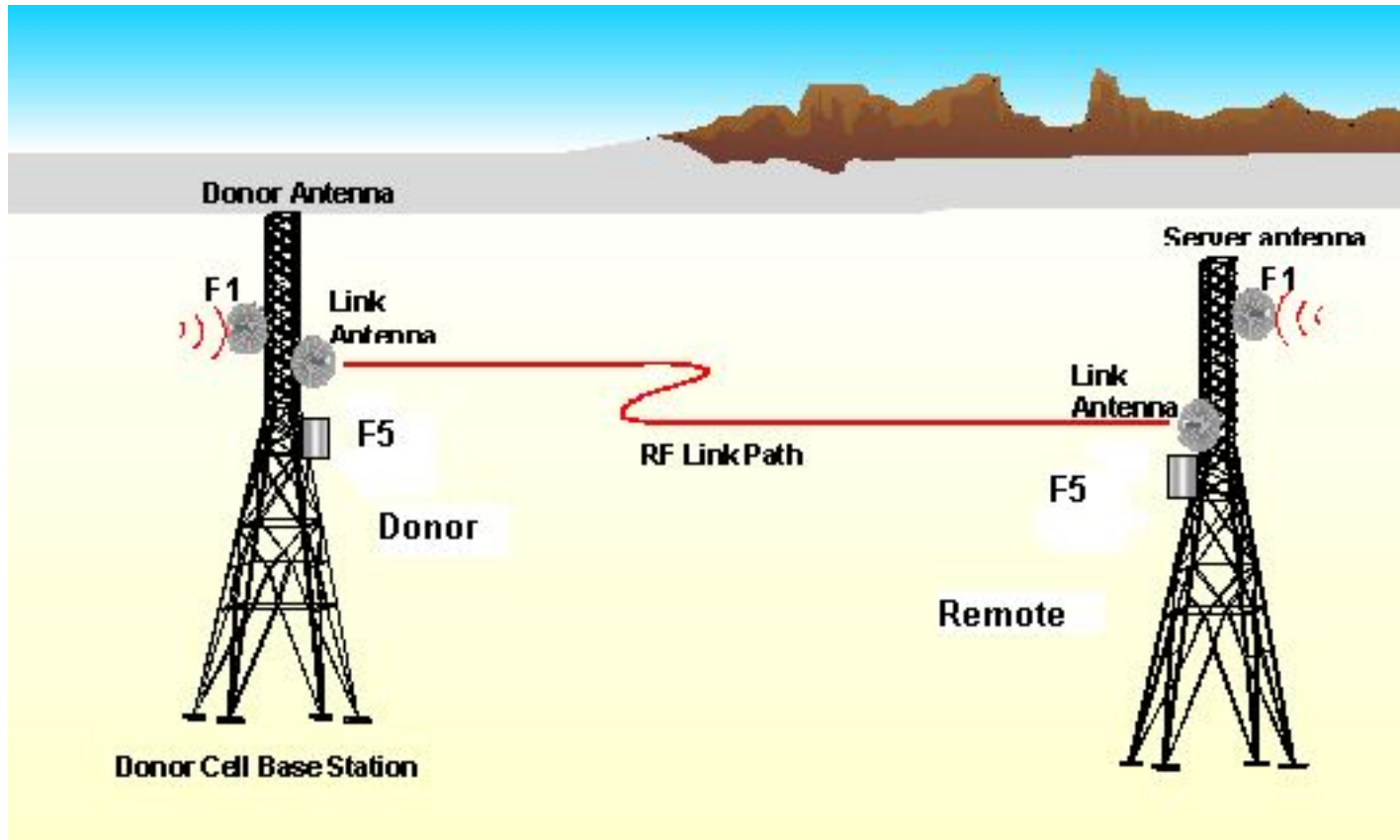
репитеры существуют трех разных типов:

- ❖ **Первый тип – это полосовые репитеры**
- ❖ **Второй тип – канальные репитеры.**
- ❖ **Третий, самый современный, тип – репитеры со сдвигом частот.**

Преимущества репитеров со сдвигом частот:

- ❖ Достаточно высокий коэффициент усиления
- ❖ Дистанция между базовой станцией и репитером может достигать до 64 км





*Принцип действия репитера со сдвигом частот*

# Базовые услуги в сетях GSM

Базовые услуги сетей стандарта GSM можно подразделить на услуги телефонии (Tele Services), услуги по доставке информации (Bearer Services), дополнительные сервисы (Supplementary Services) и функции сети (Network Functions).

# Услуги телефонии (Tele Services)

Услуги телефонии должны обеспечивать:

Телефонию

Экстренные звонки

Короткие сообщения прием/точка-точка

Короткие сообщения отправка/точка-точка

Вещание коротких сообщений

Переключение голос/факс группы

Факс группы

# Услуги по доставке информации (Bearer Services)

Услугами по доставке информации являются следующие транспортные услуги:

Асинхронная передача данных

Синхронная передача данных

Доступ к сети с пакетной передачей данных

Переключение голос/данные

Голос, потом данные

# Дополнительные сервисы

## (Supplementary Services)

Возможность предоставления дополнительных сервисов в сетях GSM определяется возможностями оборудования сетей. Примерный список дополнительных сервисов:



Переадресация вызовов

Удержание вызова

Ожидание вызова

Конференц-связь

Совет об оплате, оплата

Совет об оплате, информация

Определение номера звонящего

Запрет определения номера звонящего

Определение линии соединения

Запрещение определения линии соединения

Запрещение звонков

Закрытая группа пользователей

Отражение звонка

Перевод совершенного звонка

Поддержка частного плана нумерации

Сигнализация пользователь-пользователь

# Дополнительные услуги в сетях

## GSM

### Передача сообщений

#### SMS

Отличительной особенностью SMS (и одним из ее преимуществ перед пейджинговой связью) является гарантированная доставка сообщения адресату. Оно поступит на мобильный телефон вне зависимости от того, ведется ли в данный момент по нему разговор, или же он находится в режиме ожидания. Послание дойдет до адресата, если даже его аппарат временно недоступен.

В сообщении можно (а на некоторых аппаратах вручную) указывать срок доставки, по истечении которого прекратятся попытки доставить информацию. Ограниченный объем информации, и использование для ее транспортировки сигнального канала позволяют осуществлять передачу непосредственно во время телефонного разговора, при этом не оказывая сколько-нибудь существенного влияния на речевой и служебный трафики.

# USSD

USSD (Unstructured Supplementary Services Data – Неструктурированные Данные Дополнительных Услуг) - это услуга моментальной передачи дисплейных сообщений, содержащих данные дополнительных услуг (реализуемых т. н. сервисными приложениями), таких как, например, проверка баланса лицевого счёта. USSD используется только в GSM-сетях. Для передачи применяются сигнальные каналы, и нагрузка на голосовые не идёт. Услуга обеспечивает высокоскоростной обмен информацией между аппаратом абонента и сервисным приложением в режиме реального времени. Длина USSD-сообщения может достигать 182 символов.

При разработке протокола USSD решались две главные задачи:

- позволить оператору обеспечить абонента дополнительными услугами, не давая нагрузку на голосовые каналы
- создать транспортный протокол для сети GSM, способный передавать данные в объемах, достаточных для информационного обмена между абонентом и сервисными приложениями оператора.

## С точки зрения пользователя USSD обеспечивает:

- ❑ Понятность услуги: для использования USSD достаточно набрать «номер», и выглядит это как простой звонок, т.е. понятно любому, даже неопытному пользователю.
- ❑ Задержка перед получением желаемого результата при использовании USSD ниже, чем при запросе по SMS.
- ❑ USSD-сообщения сразу выводятся на экран. В памяти SIM-карты они не сохраняются (но некоторые модели телефонов позволяют это делать).

# MMS

MMS (Multimedia Messaging Service) – сервис передачи мультимедийных сообщений – обеспечивает передачу сообщений, включающих в себя цветные картинки, фотографии, анимацию, полифонический звук, видео или другие типы файлов, хранящихся и обычно отображаемых в аппарате абонента.

# Передача данных WAP

WAP (Wireless Application Protocol - Протокол Беспроводных Приложений) - это протокол (хотя наверное правильнее было бы назвать его *стеком протоколов*, поскольку на уровне WAP работает не один протокол) для работы с Интернетом с помощью мобильных устройств. Он разрабатывается организацией WAP Forum ([www.wapforum.org](http://www.wapforum.org)) и поддерживается большинством современных компаний, работающих в сфере сотовой связи и мобильных коммуникаций.



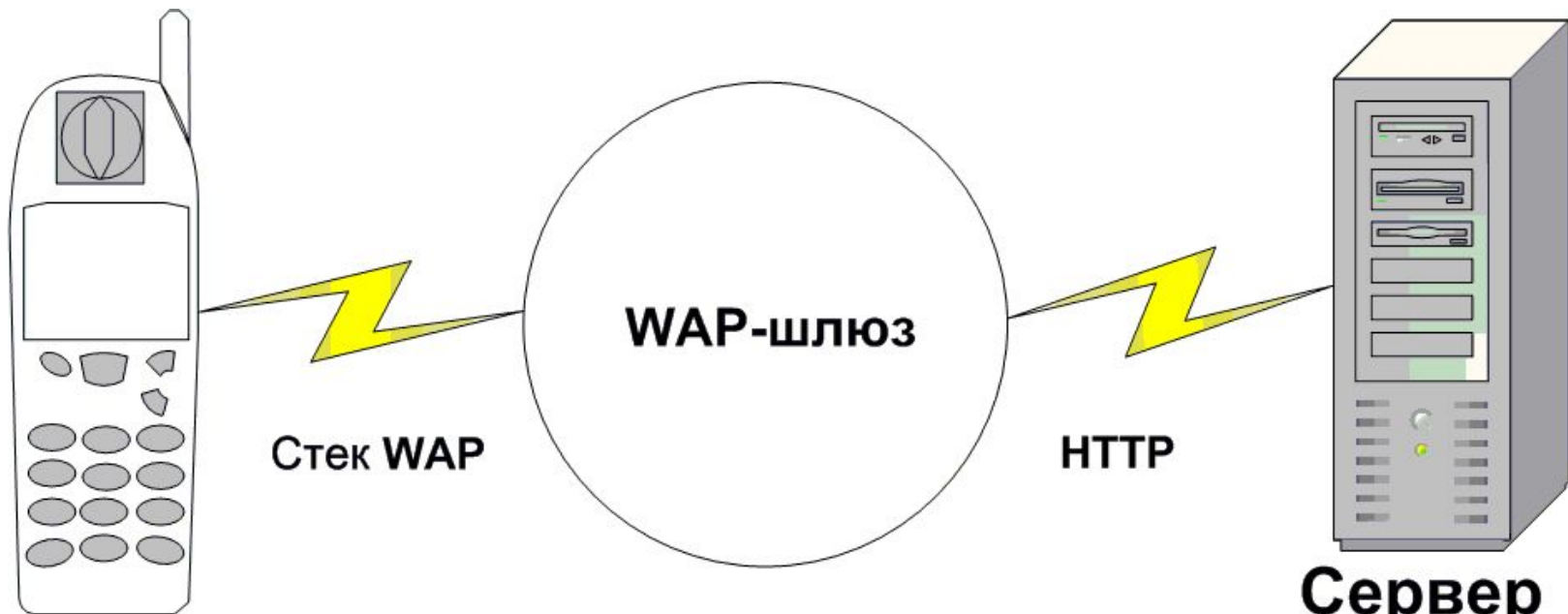
сгруппируем информацию, которую можно передавать, используя стек WAP:

**Гипертекст.** Гипертекст - это текст, размеченный специальным языком разметки. Основная составляющая гипертекста - это т.н. ссылки, нажимая на которые можно увидеть информацию, на которую они указывают. С помощью гипертекстовой разметки можно также, например, устанавливать размер и цвет отображаемого текста, или вставлять картинки.

**Электронная почта.** Без комментариев. Может быть получена непосредственно почтовым клиентом (протоколы POP3 или IMAP) или с помощью HTTP-тунелирования (в частности, через web-интерфейс).

**Служебная информация.** Согласует действия абонента и сервера (компьютера, к которому идёт запрос). Отвечает за выделение каналов данных и IP-адреса, установление соединения с удалённым сервером и достоверность данных, доставляемых от абонента к серверу и обратно. Заметим, что эта информация составляет канальный, сетевой, транспортный и сеансовый уровни модели взаимодействия открытых систем (ISO/OSI).

**Другая информация.** Следует заметить, что протокол WAP позволяет передавать не только гипертекст и электронную почту, но и любую другую информацию, например ICQ-сообщения, файлы по протоколам FTP и SSH, и т.д. В целом, WAP поддерживает передачу информации любого протокола прикладного уровня.



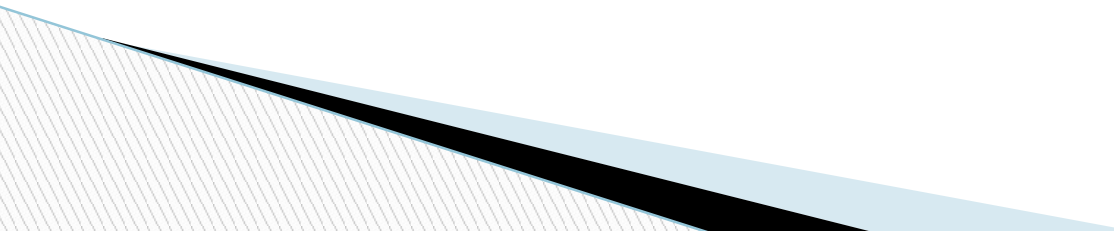
**Мобильный телефон**

**Сервер**

для непосредственного соединения с сервером служат такие протоколы, как HTTP (Hyper Text Transfer Protocol – протокол передачи гипертекста), который далее, на WAP-шлюзе оператора, включается в т.н. стек WAP, несущий информацию непосредственно абоненту. Таким же образом, но в обратном порядке, идёт поток информации от абонента к серверу.

# Мобильный Интернет

Мобильный Интернет – это WAP-соединение, в котором в качестве клиента выступает компьютер, подключённый к абонентскому аппарату, установившему это соединение. Т.е. принцип работы мобильного Интернета такой же, как и у WAP, но конечный абонент **не ограничивается просмотром WML-страниц.**



## Передача факса

Передача факсимильных сообщений в сетях стандарта GSM является подвидом обычной передачи данных, т.е. передаётся по сети в виде форматированного файла. В принципе, это то же самое, что и передача факса с использованием компьютера и сети Интернет, только в качестве сети выступает сеть оператора сотовой связи.

## Способы передачи данных

### **CSD** – коммутируемая передача данных

CSD (Circuit Switch Data – коммутируемая передача данных) – протокол, служащий транспортом для WAP-стека в GSM-сети. Для передачи используется один канал.

Максимально возможная скорость – 14400 Кб/сек, однако реально она редко превышает 9600 кб/сек.



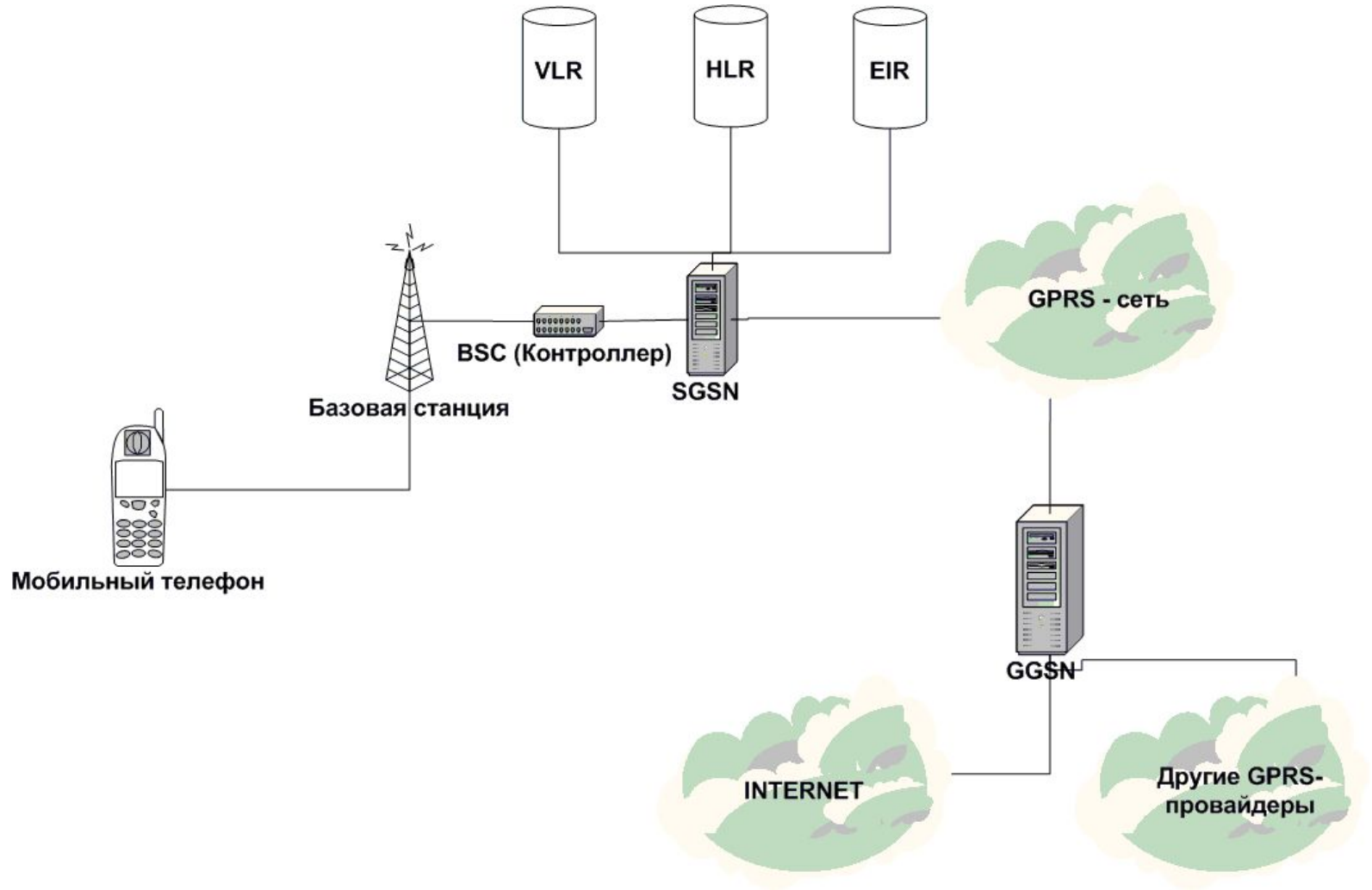
## **HSCSD – высокоскоростная передача данных**

Принципы работы HSCSD (High Speed Circuit Switched Data – высокоскоростная коммутируемая передача данных) схожи с используемыми в CSD, однако скорость обычно составляет порядка 28800-57600 кб/сек. Дело в том, что HSCSD использует для передачи не один канал, а три-четыре, что значительно уменьшает свободный частотный ресурс и влечёт за собой большие затраты. Поэтому HSCSD не пользуется популярностью среди операторов и в данный момент эксплуатируется. Кроме того, этот стандарт не поддерживается большинством мобильных телефонов.

# **GPRS – пакетная передача данных**

GPRS (General Packet Radio Service - основная служба пакетной радиопередачи) – технология, позволяющая передавать данные в сотовых сетях с максимально возможной скоростью в 171.2 кб/сек, однако реально эта скорость намного ниже и составляет порядка 30-40 кб/сек.

# Схема работы GPRS-сети:



**SGSN** (Serving GPRS Support Node – узел поддержки обслуживания GPRS) – устройство, передающее GPRS-трафик на узел обслуживания абонентов.

**GGSN** (Gateway GPRS Support Node - шлюз поддержки GPRS) - устройство, передающее GPRS-трафик в Интернет и сети других операторов.

## Голосовая почта (Voice Mail)

Стандарт GSM позволяет своим абонентам иметь персональный «голосовой ящик», хранящий сообщения, записанные вызывающими абонентами. Обычно запись происходит в тот момент, когда вызываемый абонент недоступен или не отвечает. Уровень доступа к Voice Mail`у определяется оператором связи и может быть разрешён только на определённых тарифах.

# Call Center

**Call Center** – это центр обработки звонков, предназначенный для интеграции процесса приема и обработки входящих и исходящих телефонных звонков, факсов, сообщений электронной почты, запросов через сеть при минимизации времени обработки каждого обращения.

Call Center обеспечивает главным образом следующие функции:

обслуживание большого числа звонков при минимальном количестве отказов (сигналов "занято")

автоматизированную идентификацию абонента и выяснение цели его звонка

автоматический выбор информации о клиенте из базы данных Call Center

автоматическую маршрутизацию звонка в соответствии с целью и персональными данными абонента

передачу данных об абоненте одновременно со звонком на компьютер оператора (агента Call Center)

заполнение базы данных для хранения и накопления сведений об абонентах, информации для них, данных Call Center и сведений для регистрации

создание отчетных документов и формирование статистических данных

взаимодействие с абонентами.



## IVR, интерактивный голосовой ответ

IVR (Interactive Voice Response – интерактивный голосовой ответ) – это разновидность автоматической справочной службы, представляющая собой интерактивный **автоинформатор**, предназначенный для сообщения пользователю определённой информации (такой, как баланс лицевого счёта) голосом.

## Сотовая связь третьего поколения

3G представляет собой общепринятое обозначение нескольких стандартов мобильной связи, имеющих ряд отличительных признаков. В частности, мобильные сети третьего поколения обеспечивают возможность одновременной передачи голосовых (обычный телефонный звонок) и не голосовых данных (загрузка файлов, обмен электронной почтой или сообщениями IM). Немаловажная роль в 3G-услугах отведена скоростному Интернет-доступу, видеотелефонии и мобильному ТВ, правда, два последних сервиса пока так и не достигли ожидаемой популярности.

Стандарт 3G был разработан Международным союзом электросвязи (International Telecommunication Union, ITU) и носит название IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000).

Мобильная сеть третьего поколения – это набор систем и сервисов, построенных на базе любой из шести технологий, описанных в документе International Mobile Telecommunications Programme (IMT-2000), предложенном Международным союзом телекоммуникаций (International Telecommunication Union (ITU)). Технологии следующие: W-CDMA, CDMA2000, CDMA2001, TD-CDMA/TD-SCDMA, UWC-136 (он же EDGE) и DECT.

Но в качестве сетей 3G могут быть использованы только:

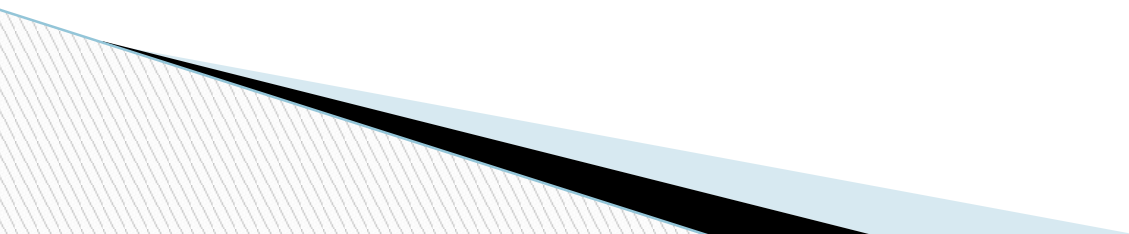
W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access; европейский вариант – UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)), CDMA2000 1X (450, 800, 850, 1700, 1900 МГц) и китайский вариант 3G – TD-CDMA/TD-SCDMA.

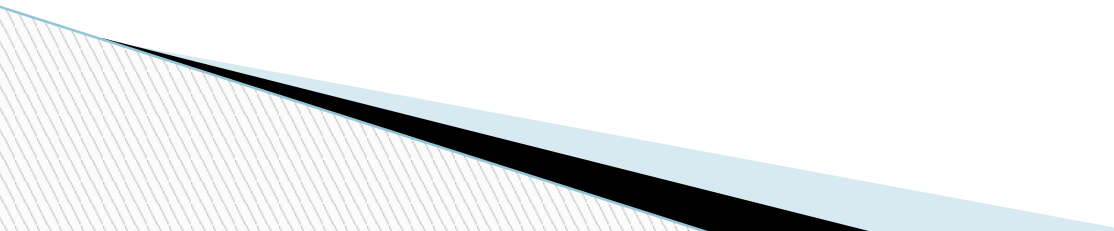
Также классифицируются 3G-операторы – скорость передачи данных: для абонентов с высокой мобильностью (до 120 км/ч) – не менее 144 кбит/с, для абонентов с низкой мобильностью (до 3 км/ч) – 384 кбит/с, для неподвижных объектов на коротких расстояниях – 2,048 Мбит/с. Если классифицировать по соответствию стандартам, то во всем мире насчитывается свыше 160 операторов третьего поколения.

## Важные преимущества 3G

- скорость передачи данных, которая является весьма высокой и составляет от 144 кбит/с до 2 Мбит/с (сравните - 64-144 кбит/с у 2G)
- возможность не только слышать того, с кем говоришь, но и видеть его.

Сервисы, реализованные на основе высокоскоростной передачи данных в сетях 3G, могут применяться в различных сферах деловой, общественной и частной жизни:



- ❖ в области образования (дистанционное обучение, доступ студентов и преподавателей к учебным и вспомогательным материалам, совместная работа над материалом);
  - ❖ мобильная медицина (удаленная диагностика, доступ к историям болезни и справочной информации, консультации и лечение);
- 



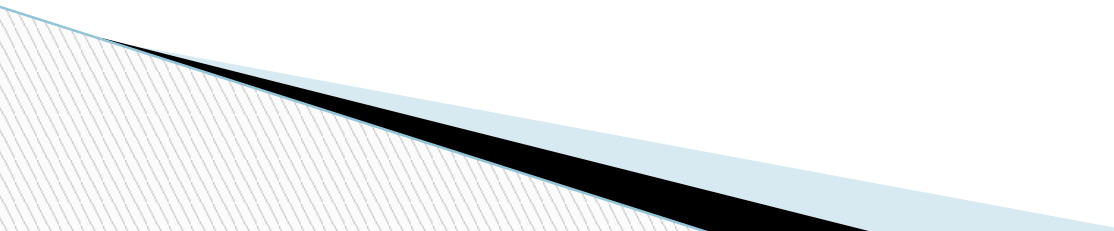
- ❖ мобильная электронная коммерция (поиск, выбор и оплата товаров и услуг);
- ❖ LBS-услуги (Location Based Service), связанные с определением местоположения абонента, например, определение пользование картами, прием различных заказов и справочные услуги с привязкой к текущему местоположению пользователя);

- ❖ сервисы служб обеспечения безопасности (контроль дорожной обстановки, техническая помощь на дороге, службы экстренной помощи и др.);
- ❖ мобильный офис (удаленные рабочие места сотрудников, дистанционный доступ к корпоративным ресурсам, создание VPN-сетей, дистанционное обслуживание клиентов и т.д.).

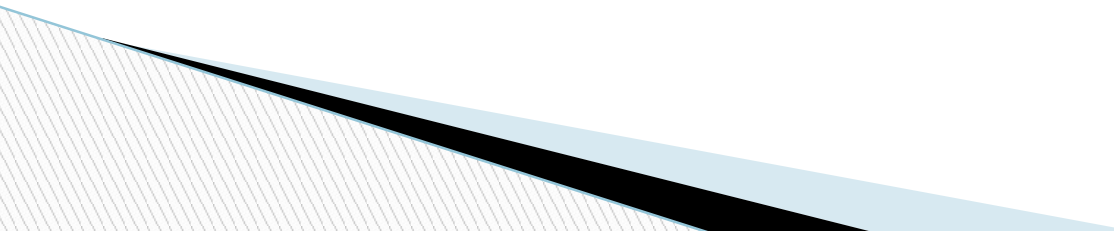
❖ развлекательные видео и аудио-сервисы

❖ сервисы общения

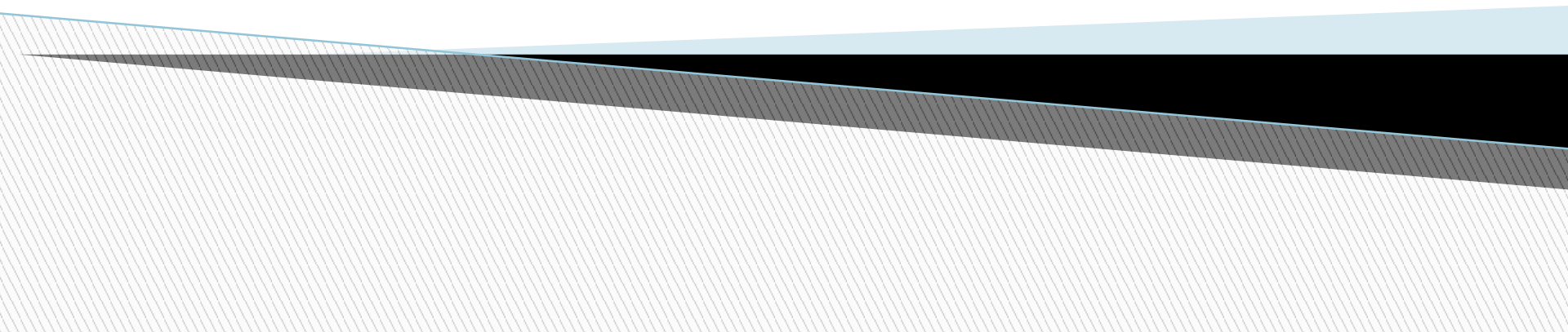
Главным отличием 3G от сетей второго поколения является индивидуализация, то есть, присвоение каждому абоненту IP-адреса, подобно Интернету.



# Стандарты 3G

- ❖ UMTS (Universal Mobile Telecommunications Service)
  - ❖ CDMA2000
  - ❖ WCDMA (Wide CDMA).
- 

# Транкинговые системы СВЯЗИ



- ▣ **Транкинговые системы** (англ. trunking — объединение в пучок) — радиально-зоновые системы наземной подвижной радиосвязи, осуществляющие автоматическое распределение каналов связи ретрансляторов (базовых станций) между абонентами. Под термином «транкинг» понимается метод доступа абонентов к общему выделенному пучку каналов, при котором свободный канал выделяется абоненту на время сеанса связи
- ▣ транкинговые системы, как правило, обеспечивают различные типы вызова (*групповой, индивидуальный, широковещательный*)

# Разновидности транкинговых систем

- Без канала управления
- С каналом управления



## Без канала управления

Свободный канал “помечается” специальным сигналом – маркером. Центральная станция такой системы периодически передает определенную последовательность, автоматически распознаваемую станцией абоненты. В случае вызова радиостанция занимает любой из свободных каналов. Все это происходит незаметно для пользователя – не нужно беспорядочно нажимать клавиши и прислушиваться к шумам эфира.

# Достоинства

- дешевое базовое и периферийное оборудование
- простота установки и эксплуатации

# Недостатки

- при увеличении количества каналов и загрузки системы существенно увеличивается время поиска свободного радиоканала для установления связи;
  - время установления связи больше, чем у других систем
  - невозможность создания многозоновых систем;
  - сокращенный набор функций и сервиса
- 