

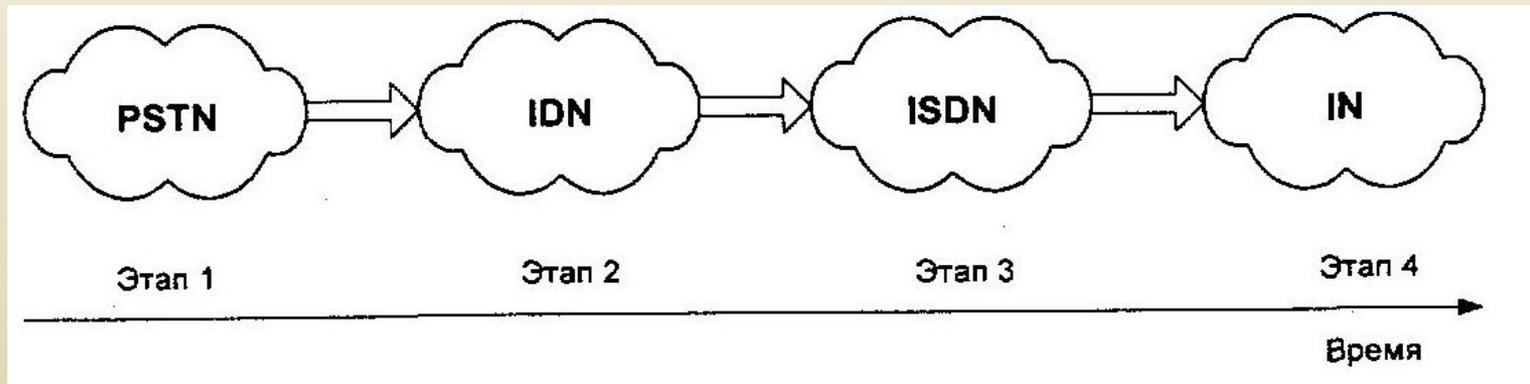
Вятский государственный университет  
Факультет автоматики и вычислительной техники  
Кафедра Радиоэлектронных средств

# Сети связи

Средства поддержки услуг  
Сети документальной электросвязи

Курбатова Екатерина Евгеньевна

# Развитие телекоммуникационных технологий



# Принципы интегрального обслуживания

Для концепции интегрального обслуживания существенны следующие моменты:

- Обмен сигнальной информацией производится по специальному каналу, что позволяет эффективно вводить новые сообщения, необходимые для поддержки услуг разных видов;
- Цифровой поток доводится до терминального оборудования, что улучшает качество передачи информации и повышает пропускную способность сети доступа;
- Каждый пользователь имеет возможность подключать к своей сети линии оконечное оборудование нескольких разных видов, что позволяет выйти за рамки услуг, предоставляемых средствами телефонной сети.

# Типы каналов

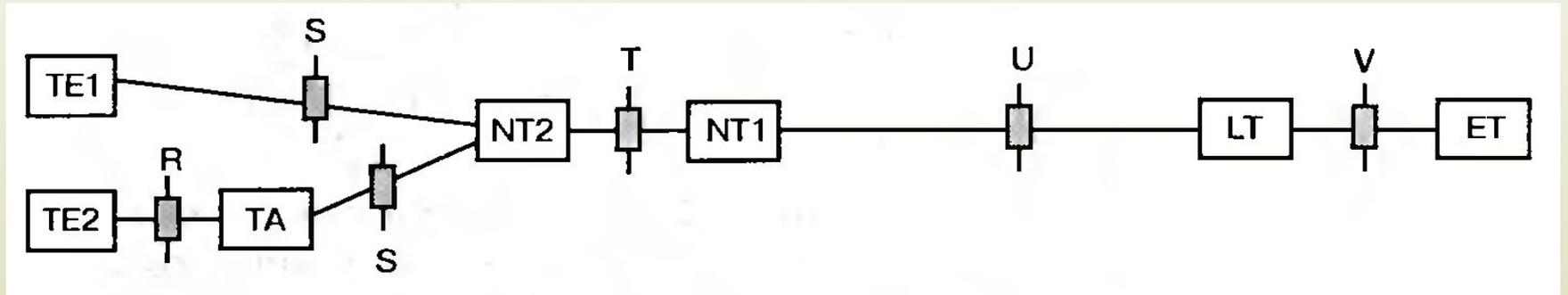
Тип канала	Скорость передачи	Технология коммутации	Назначение
<b>B</b>	<b>64 кбит/с</b>	<b>Коммутация каналов</b>	<b>Оцифрованный голос, факс, электронная почта, графика, массивы данных, интерактивный обмен данными, видео низкого разрешения</b>
<b>D</b>	<b>16 кбит/с (BRI), 64 кбит/с (PRI)</b>	<b>Коммутация пакетов (LAP-D)</b>	<b>Телеметрия, сигнализация, управление энергопитанием, электронная почта, интерактивный обмен данными</b>
<b>N0</b>	<b>384 кбит/с</b>	<b>Совместная коммутация каналов</b>	<b>Высококачественное аудио, высокоскоростная передача цифровых данных</b>
<b>N11</b>	<b>1536 кбит/с</b>	<b>Совместная коммутация каналов</b>	<b>Видео/телеконференции, высокоскоростная передача цифровых данных</b>
<b>N12</b>	<b>1920 кбит/с</b>	<b>Совместная коммутация каналов</b>	<b>Видео/телеконференции, высокоскоростная передача цифровых данных</b>
<b>N4</b>	<b>до 150 Мбит/с</b>	<b>Совокупная коммутация каналов</b>	<b>ТВ высокой четкости, интерактивное видео</b>

# Типы интерфейсов

**Базовый интерфейс обмена (Basic Rate Interface, BRI) (2B + D)** состоит из 3-х каналов: служебный D-канал 16 Кбит/с для телефонной сигнализации и два В-канала по 64 Кбит/с для передачи информации. Следовательно, по BRI-интерфейсу можно передавать данные со максимальной скоростью 128 Кбит/с. BRI-интерфейс является типовым средством подключения абонентов ISDN-сети.

**Первичный интерфейс обмена (Primary Rate Interface, PRI)** определяет канал T1 - 23 канала В и один канал D (23В+D) с суммарной скоростью 1,544 Мбит/с в Северной Америке и Японии или (в остальных государствах) канал E1 - 30 каналов В и один 64-килобитовый канал D с суммарной скоростью 2,048 Мбит/с. В отличие от базового доступа, D-канал здесь используется только для передачи сигнальной информации, пакетно-ориентированные пользовательские данные должны быть отделены от сигнальной информации в учрежденческой станции и передаваться по В-каналам.

# Функциональные элементы и эталонные точки



TE (Terminal Equipment)

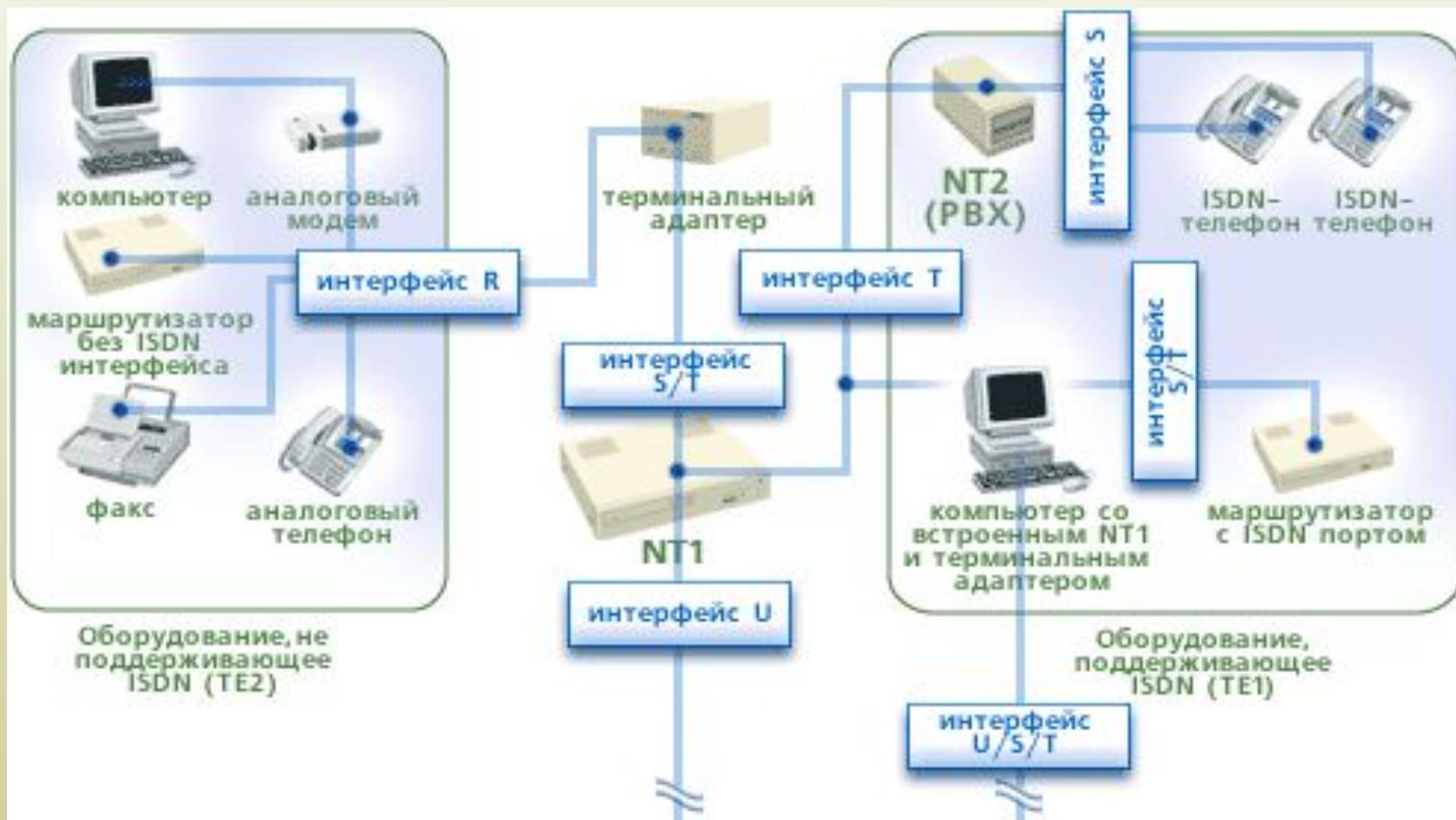
TA (Terminal Adapter)

NT (Network Termination)

LT (Line Termination)

ET (Exchange Termination)

# Функциональные элементы и эталонные точки



# Адресация в сетях ISDN

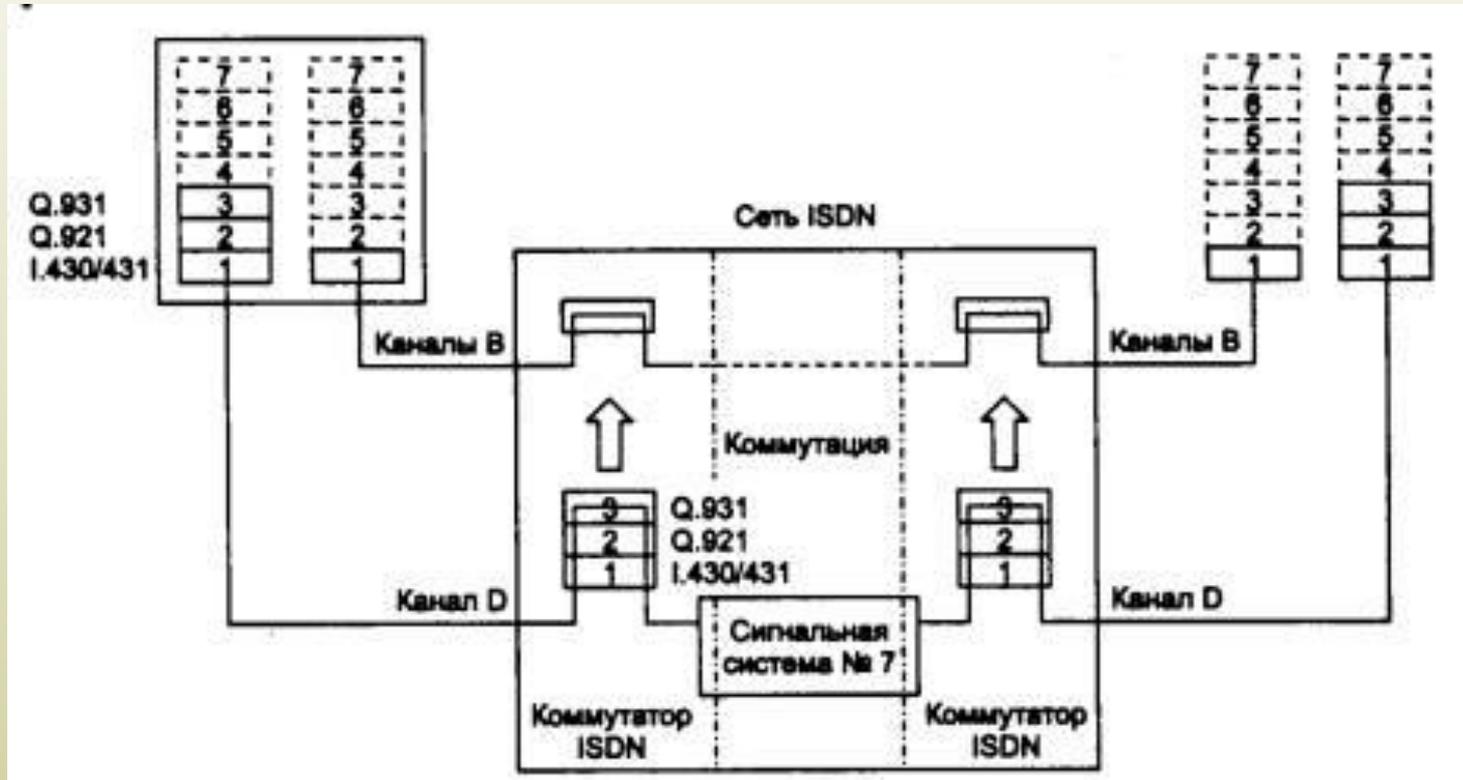
**Номер абонента** соответствует точке Т подключения всего пользовательского оборудования к сети. Состоит из 15 цифр: «Код страны» (от 1 до 3 цифр), «Код города», «Номер абонента».

**Адрес абонента** включает номер и до 40 цифр поадреса. Поадрес используется для нумерации терминальных устройств за пользовательским интерфейсом, т.е. подключенных к точке S.

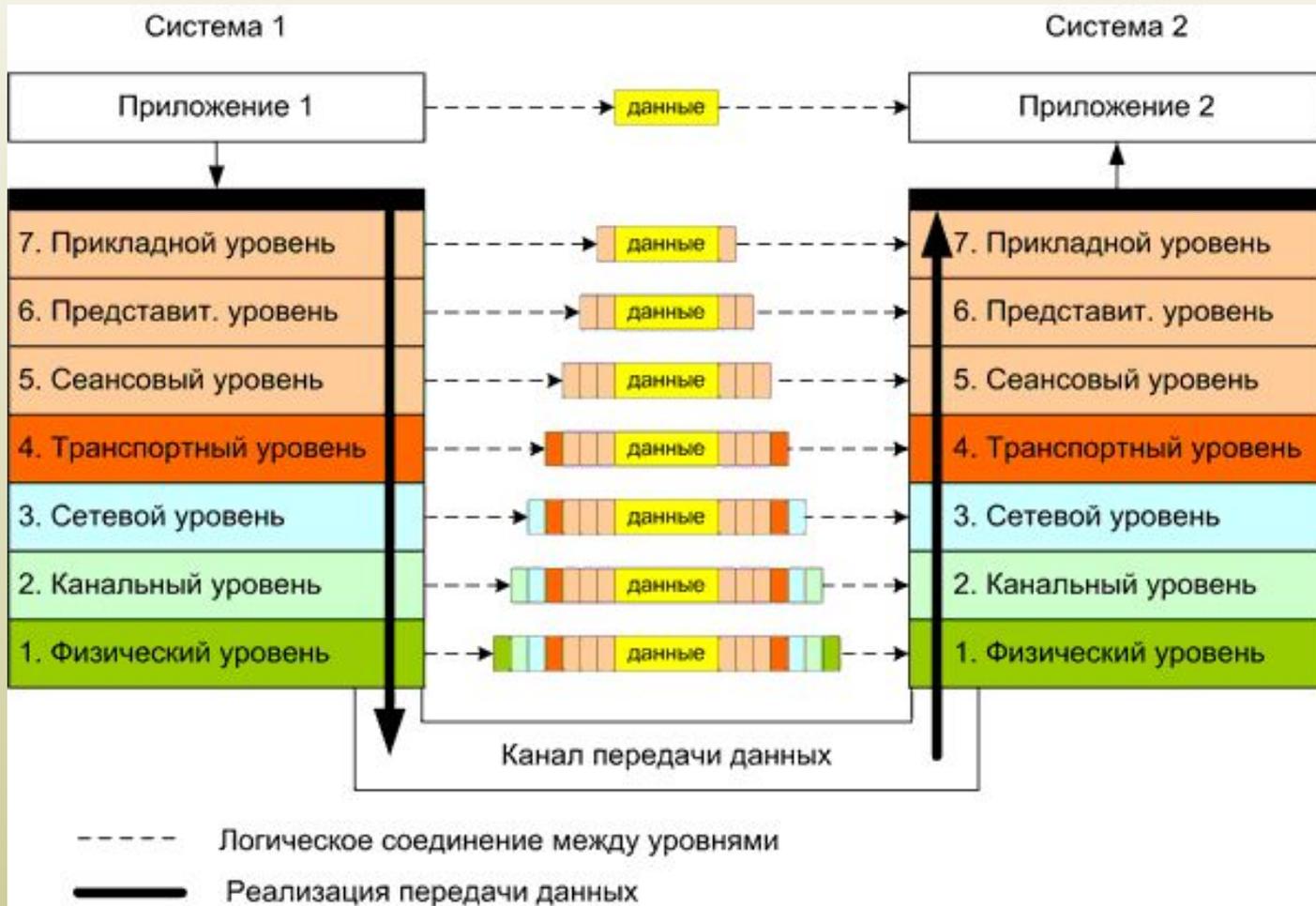
Номер ISDN может быть: международным, национальным, зоновым, местным.

Отличительной особенностью номера ISDN является то, что к устройству сетевого окончания может быть подключено один или несколько терминалов, которым может быть присвоен один или множество номеров ISDN.

# Структура сети ISDN



# Модель взаимодействия открытых систем (OSI)

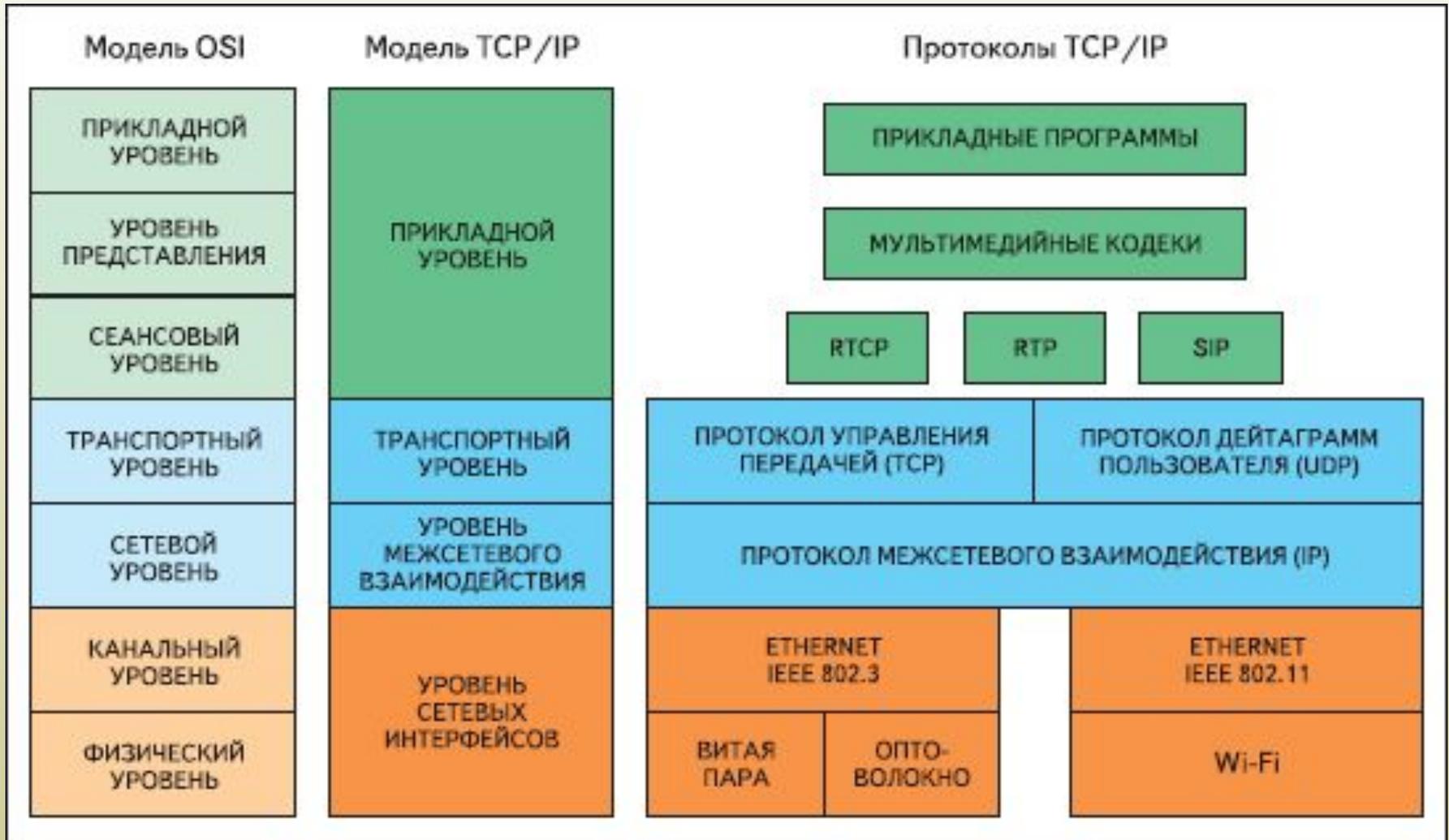


# Сети на базе протоколов TCP/IP

Широкое распространение IP-технологии определяется следующими ключевыми свойствами:

- Универсальность
- Масштабируемость
- Открытость

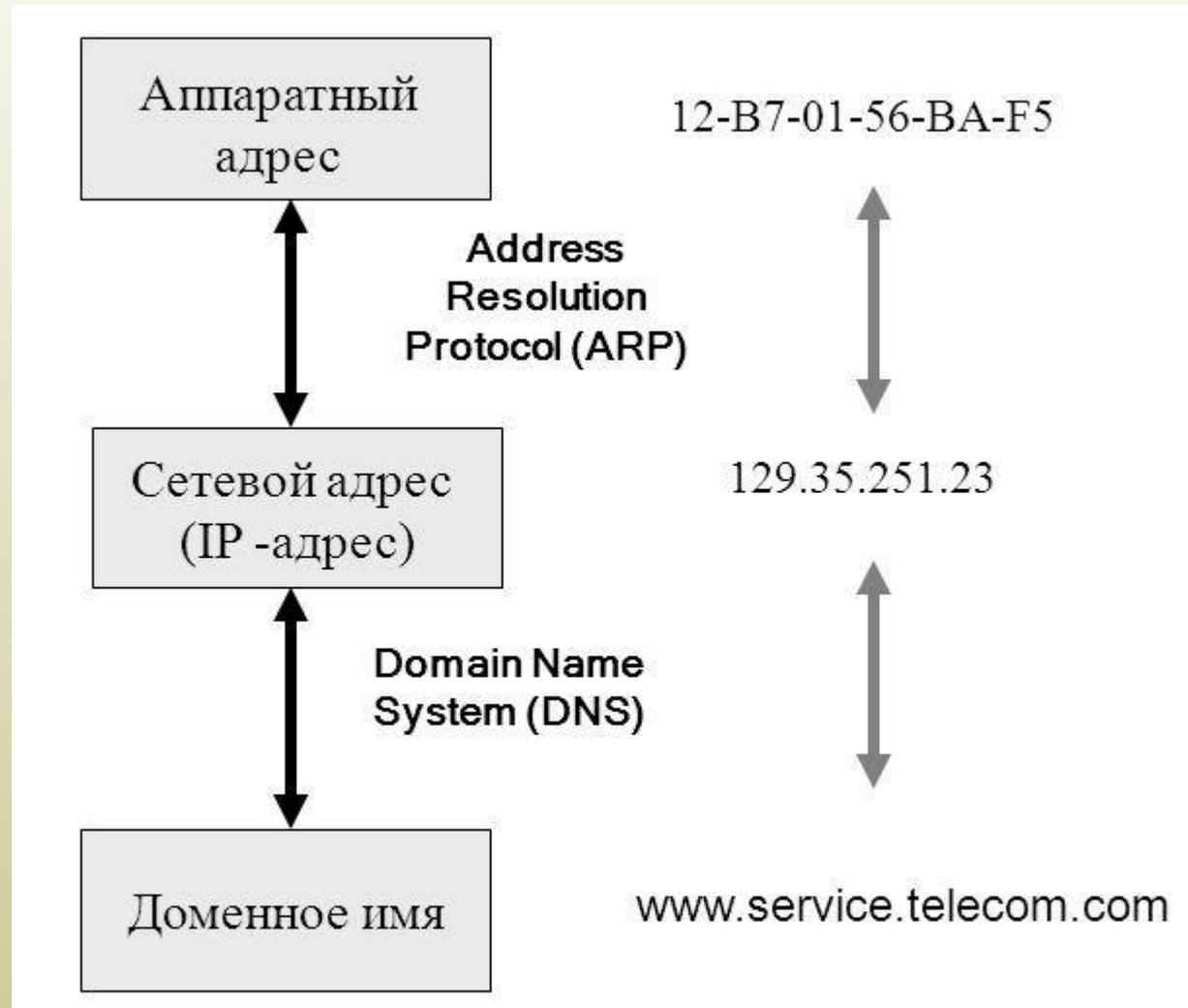
# Стек TCP/IP



# Адресация TCP/IP

Типы адресов:

- Локальные (аппаратные) адреса
- Сетевые адреса (IP-адреса)
- Символьные (доменные) адреса



# Адресация

- **Уникальный адрес** (unicast) используется для идентификации отдельных интерфейсов;
- **Групповой адрес** (multicast) идентифицирует сразу несколько интерфейсов, поэтому данные, помеченные групповым адресом, доставляются каждому из узлов, входящих в группу;
- Данные, направленные по **широковещательному адресу** (broadcast), должны быть доставлены всем узлам сети;
- **Адрес произвольной рассылки** (anycast) так же как и групповой адрес, задает группу адресов, однако данные, посланные по этому адресу, доставляются не всем узлам данной группы, а только одному из них.

# Формат IP-адреса

- На основе классов адресов;
- На основе масок.

**A.** Первый бит равен 0: адрес класса A, (количество адресов в сети 224).

Адреса: 1.0.0.0 – 127.255.255.255 (255.0.0.0)

**B.** Первые биты равны 10: (количество адресов в сети 216).

Адреса: 128.0.0.0 – 191.255.255.255 (255.255.0.0)

**C.** Первые биты равны 110: (количество адресов в сети 28).

Адреса: 192.0.0.0 – 223.255.255.255 (255.255.255.0)

**D.** Первые биты равны

Адреса: 224.0.0.0 – 247.255.255.255

**Маска** – это используемое совместно с IP-адресом четырехбайтовое число, двоичная запись которого содержит единицы в разрядах, соответствующих в адресе номеру сети, и нули в разрядах, соответствующих номеру узла.

# Формат IP-адреса

## *Пример.*

Вычислим номер сети и номер узла для адреса 215.17.125.177 и маски 255.255.255.240.

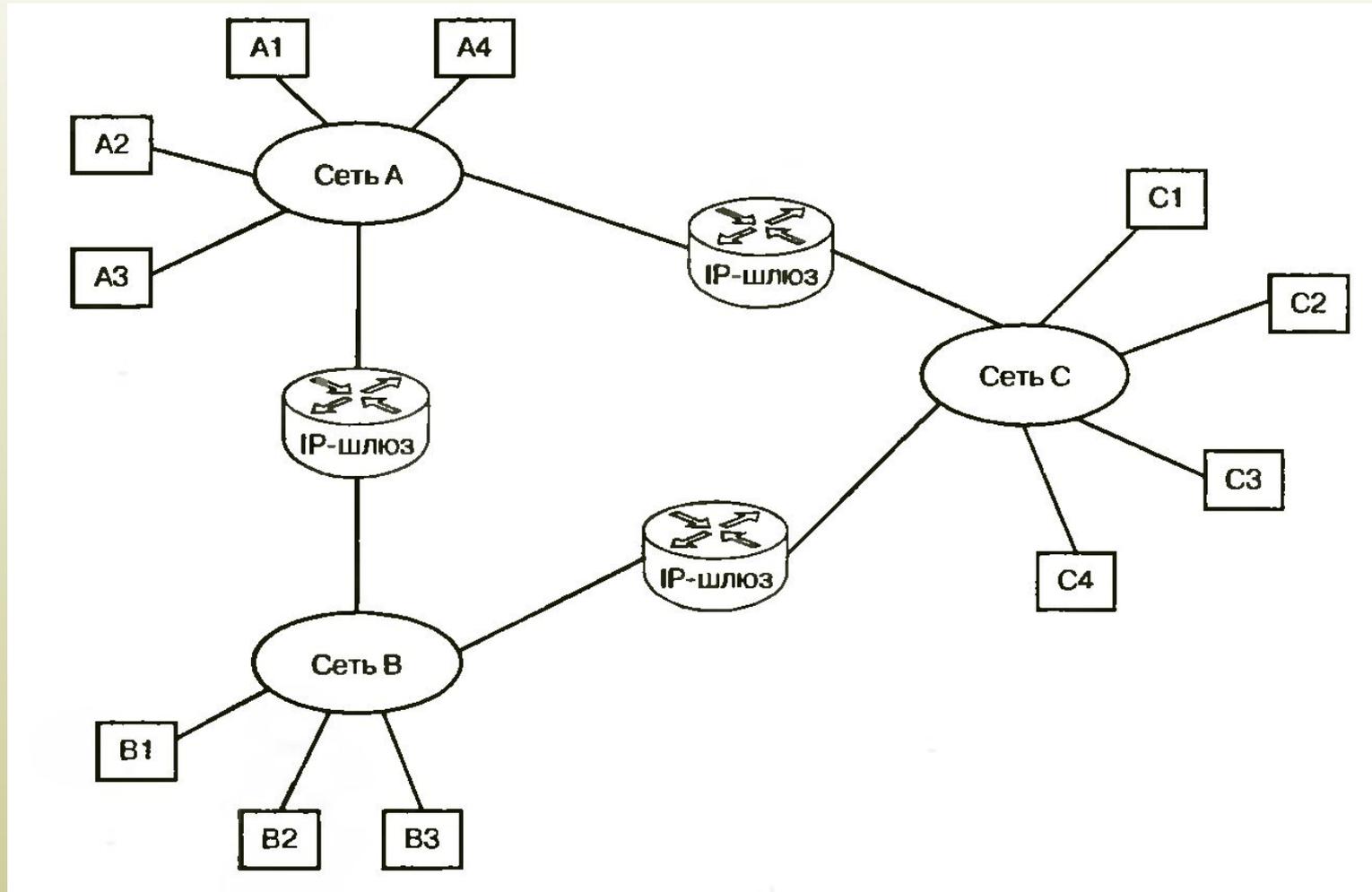
**IP-адрес:** 215.17.125.177 (11010111.00010001.01111101.10110001)

**Маска:** 255.255.255.240 (11111111.11111111.11111111.11110000)

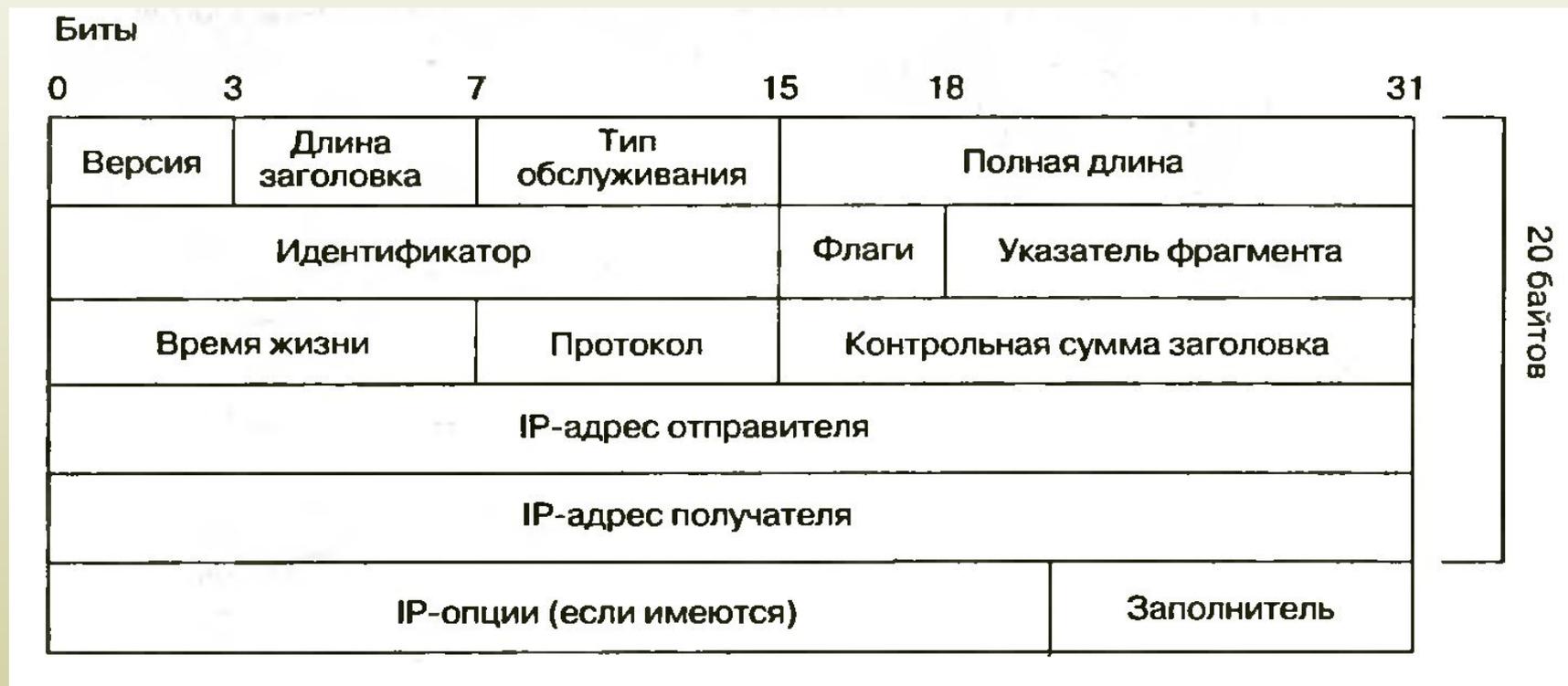
**Н.с.:** 215.17.125.176 (11010111.00010001.01111101.10110000)

**Н.у.:** 0.0.0.1 (00000000.00000000.00000000.00000001)

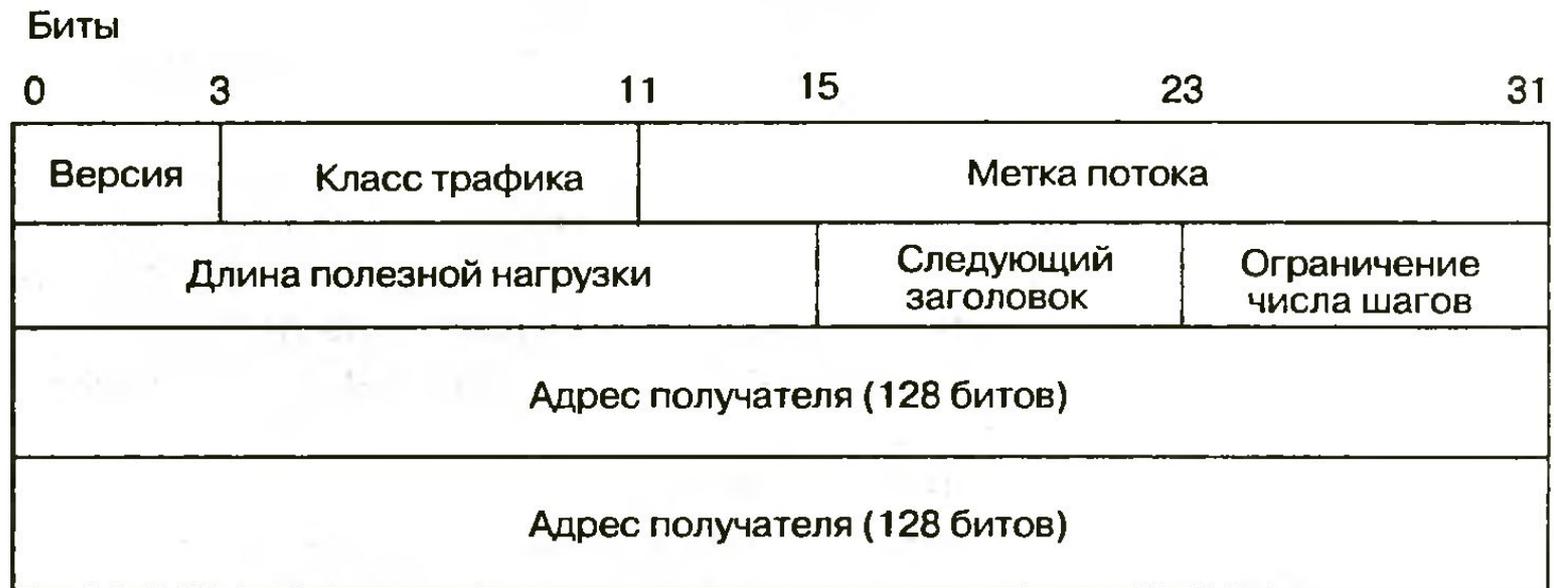
# Сети на базе протоколов TCP/IP



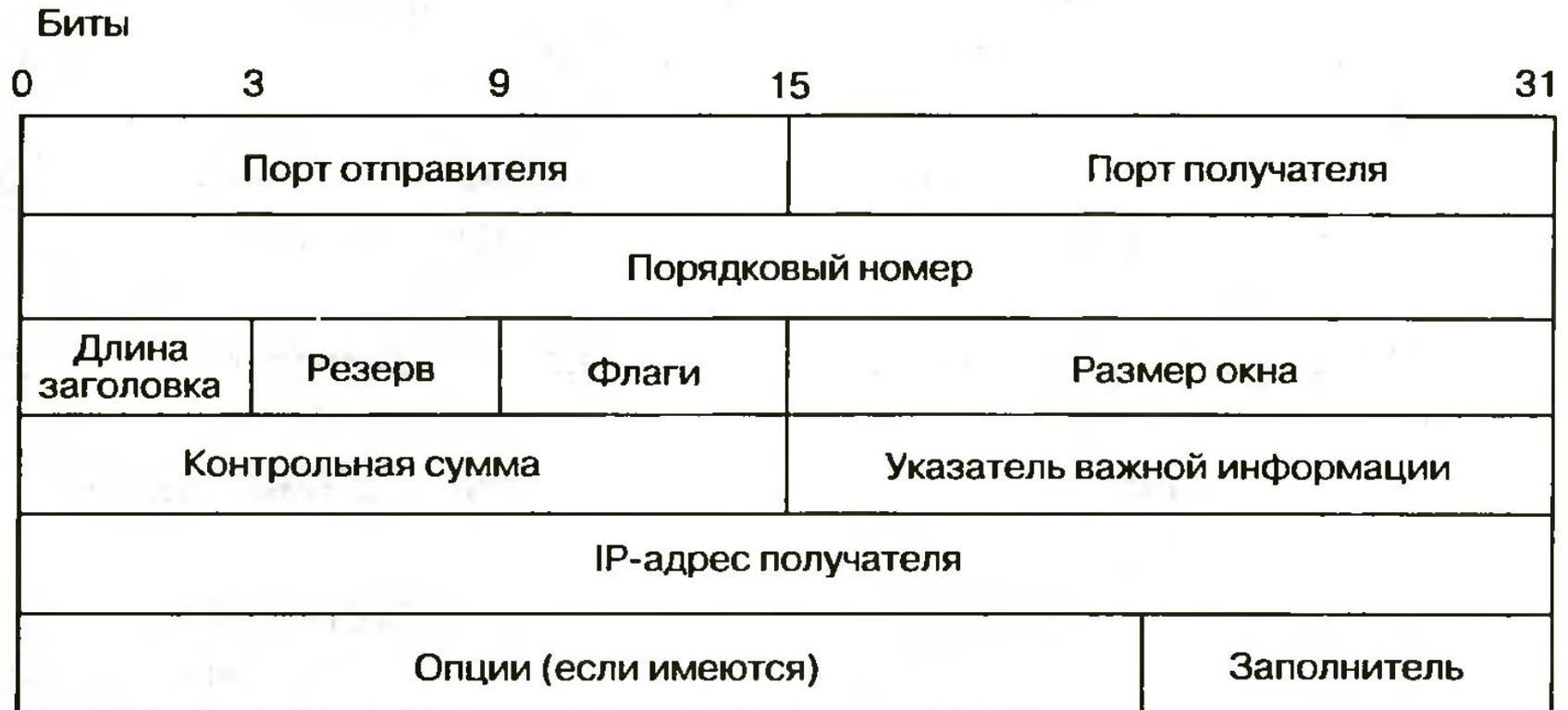
# Сети на базе протоколов TCP/IP



# Сети на базе протоколов TCP/IP



# Сети на базе протоколов TCP/IP



# Сети на базе протоколов TCP/IP



Вятский государственный университет  
Факультет прикладной математики и телекоммуникаций  
Кафедра Радиоэлектронных средств

# Сети связи

## Интеллектуальные сети

Курбатова Екатерина Евгеньевна

# Определение

**Интеллектуальная сеть** - это архитектурная концепция предоставления новых услуг связи, обладающих следующими основными характеристиками:

- широкое использование современных методов обработки информации;
- эффективное использование сетевых ресурсов;
- модульность и многоцелевое назначение сетевых функций;
- интегрированные возможности разработки и внедрения услуг средствами модульных и многоцелевых сетевых функций;
- стандартизованное взаимодействие сетевых функций посредством независимых от услуг сетевых интерфейсов;
- возможность управления некоторыми атрибутами услуг со стороны абонентов и пользователей;
- стандартизованное управление логикой услуг.

# Эволюция IN

1967 – «Услуга 800»

1984 – Концепция Интеллектуальной сети разработана с учетом следующих пожеланий операторов связи:

- быстрое введение новых сервисов;
- возможность видоизменения (настройки) сервисов;
- независимость от производителя;
- наличие стандартных интерфейсов.

**IN/1 (Intelligent Network 1)** – логика выполнения сервиса была впервые вынесена за пределы телефонных коммутаторов и реализована в базах данных.

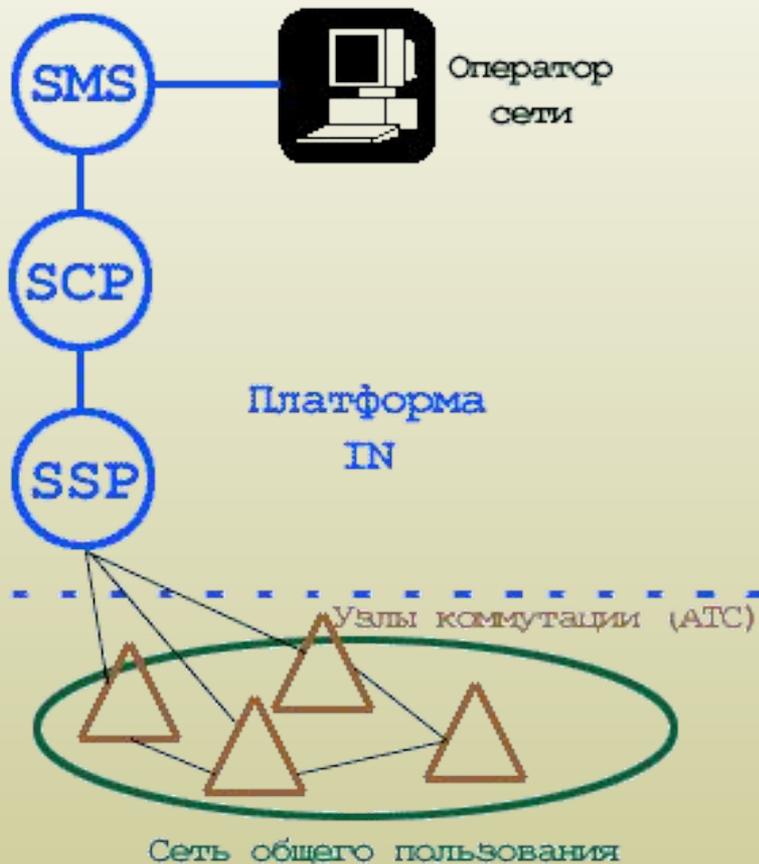
**AIN Release 1 (Advanced Intelligent Network)** – усовершенствованная интеллектуальная сеть. Общая логика выполнения сервиса стала независима от конкретного вида услуг, а различия в услугах выражались в компоновке конструктивных блоков и специфической для данной услуги информации.

# Архитектура IN



Обобщенная функциональная архитектура IN

# Архитектура IN

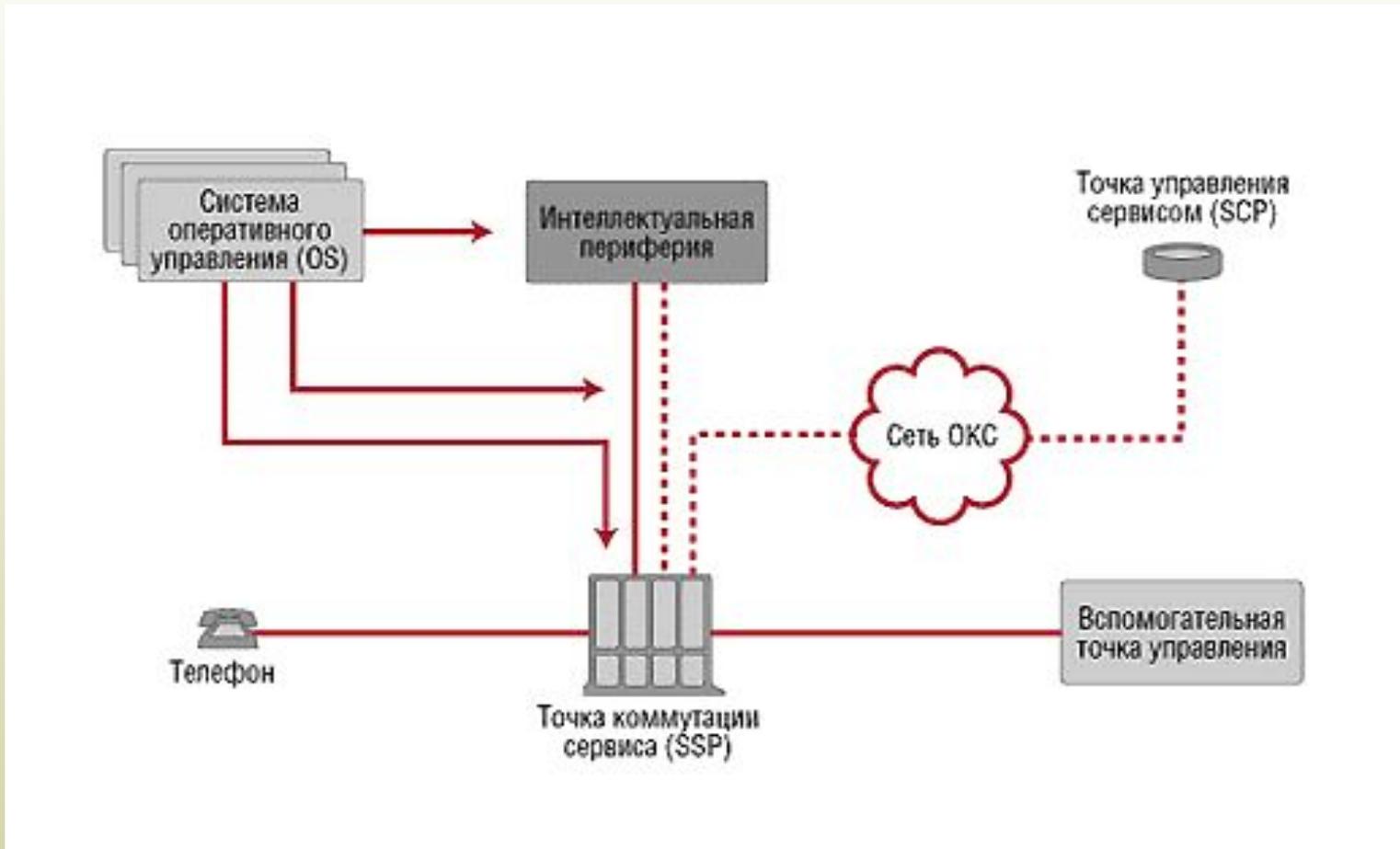


SSP (Service Switching Point) – точка коммутации сервиса

SCP (Service Control Point) – точка управления сервисом

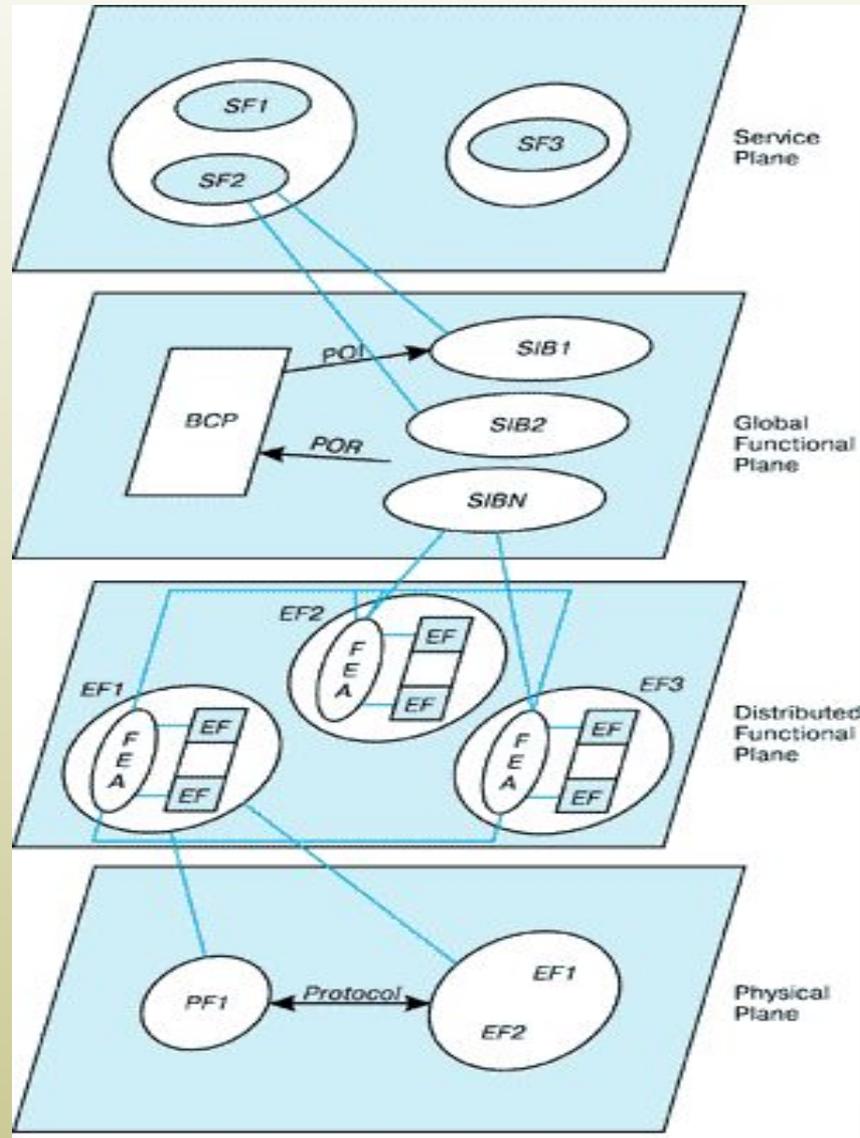
SMS (Service Management System) – система административного управления

# Архитектура IN

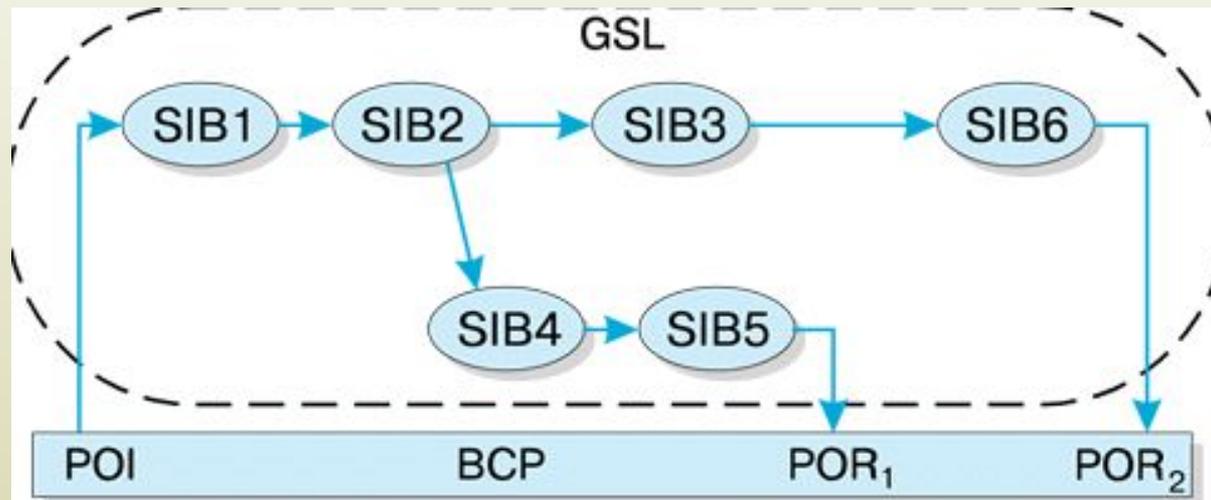


- IP (Intellectual Peripheral) – интеллектуальная периферия
- SCI (Service Logic Interpreter) – интерпретатор вида сервиса
- NID (Network Information Database) – информационная база сети
- SLP (Service Logic Program) – программа реализации логики сервиса

# Концептуальная модель IN

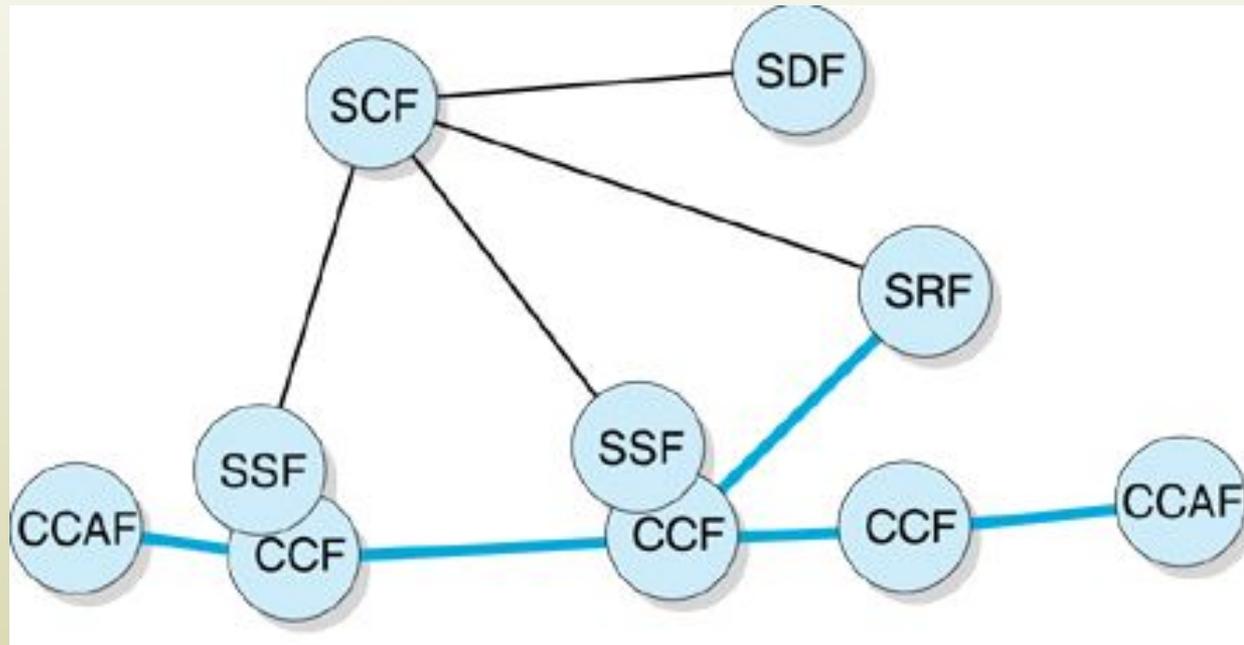


# Глобальная функциональная плоскость



- BCP – базовый процесс обработки вызовов
- SIB – независимые от услуг конструктивные блоки
- POI – точка инициации
- POR – точка завершения
- GSL – глобальная логика услуг

# Распределенная функциональная ПЛОСКОСТЬ



SSF – функция коммутации услуг

CCF – функция управлением вызовом

CCAF – функция управления доступом вызова

SCF – функция управления услугами

SDF – функция поддержки данных

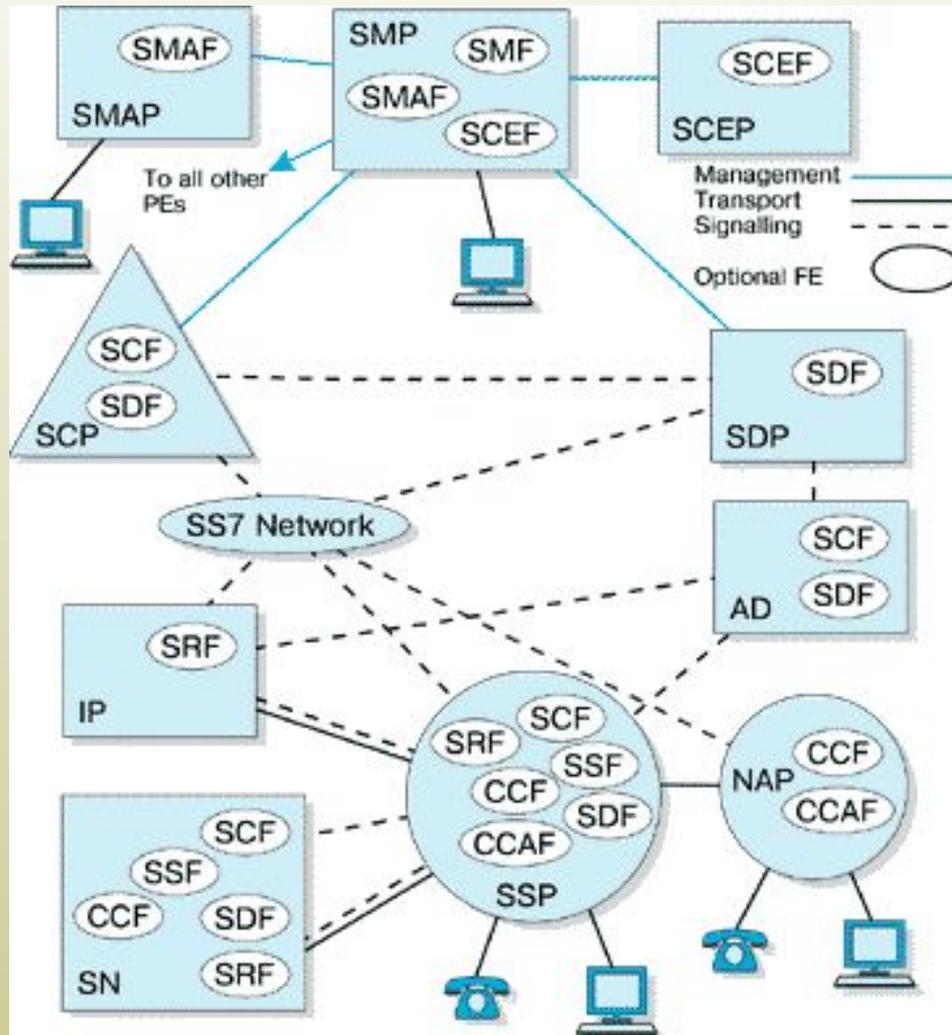
SRF – функция специализированных ресурсов

# Физическая плоскость

Основными требованиями к структуре IN являются:

- сетевые функции выполняются в узлах IN;
- в узле может выполняться одна или более функций;
- выполнение общей сетевой функции не может совместно осуществляться несколькими узлами;
- два различных узла могут выполнять одинаковые сетевые функции;
- узлы должны иметь стандартные интерфейсы;
- распределение сетевых функций по узлам и стандартные интерфейсы не должны зависеть от услуг, предоставляемых сетью.

# Физическая плоскость



Вятский государственный университет  
Факультет прикладной математики и телекоммуникаций  
Кафедра Радиоэлектронных средств

# Сети связи

## Управление на сетях связи

Курбатова Екатерина Евгеньевна

# TMN (Telecommunication Management Network) – система управления сетями операторов электросвязи

Определяет принципы создания единой системы управления для сетей разных уровней и масштабов, предоставляющих разные типы услуг.

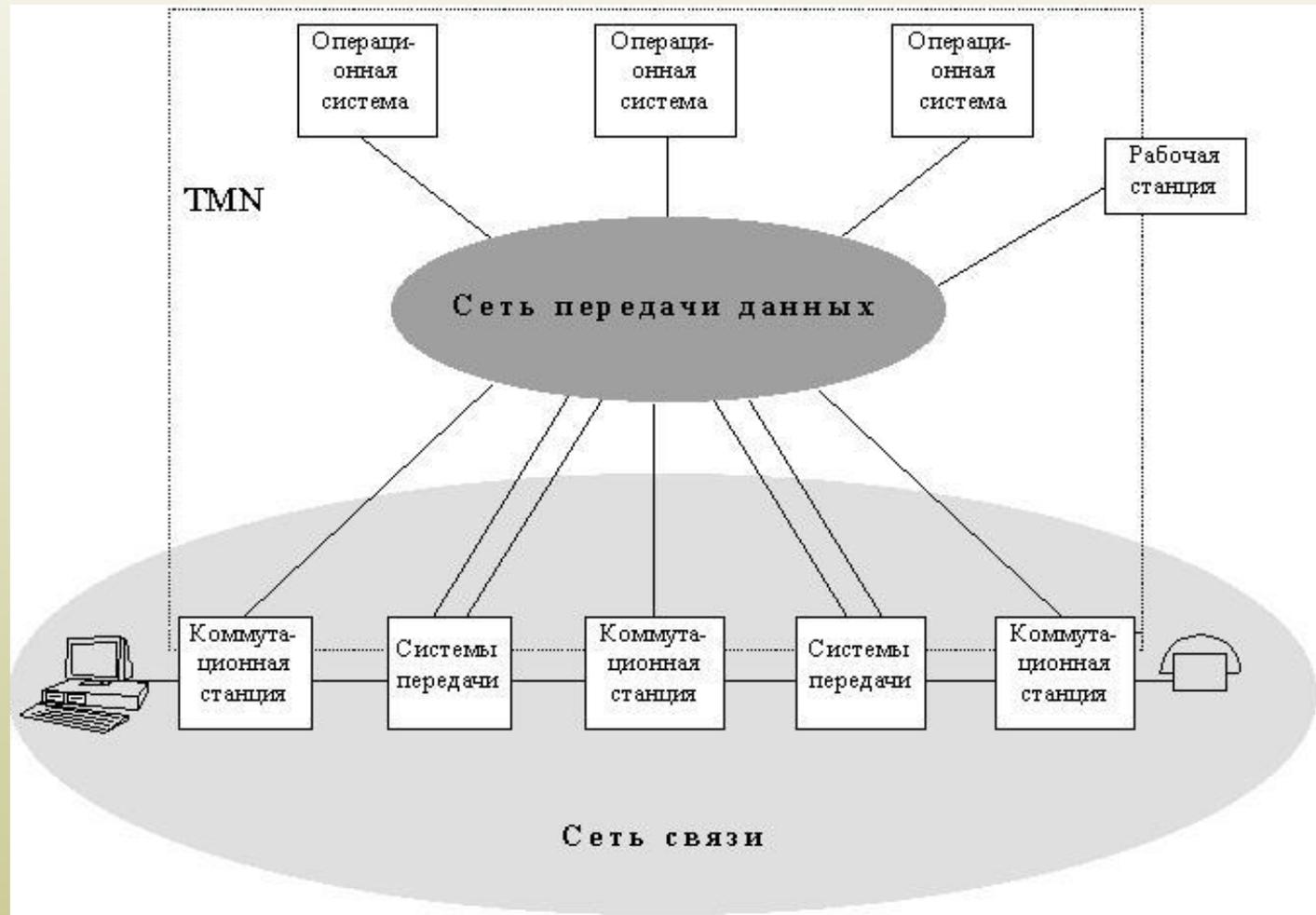
Основная идея концепции TMN – обеспечение сетевой структуры для взаимодействия различных типов управляющих устройств и телекоммуникационного оборудования, использующих стандартные протоколы и стыки.

Концепция TMN, объединив в себе все функции существующих систем управления, добавила к ним высокоуровневый сервис, универсальность и динамичность.

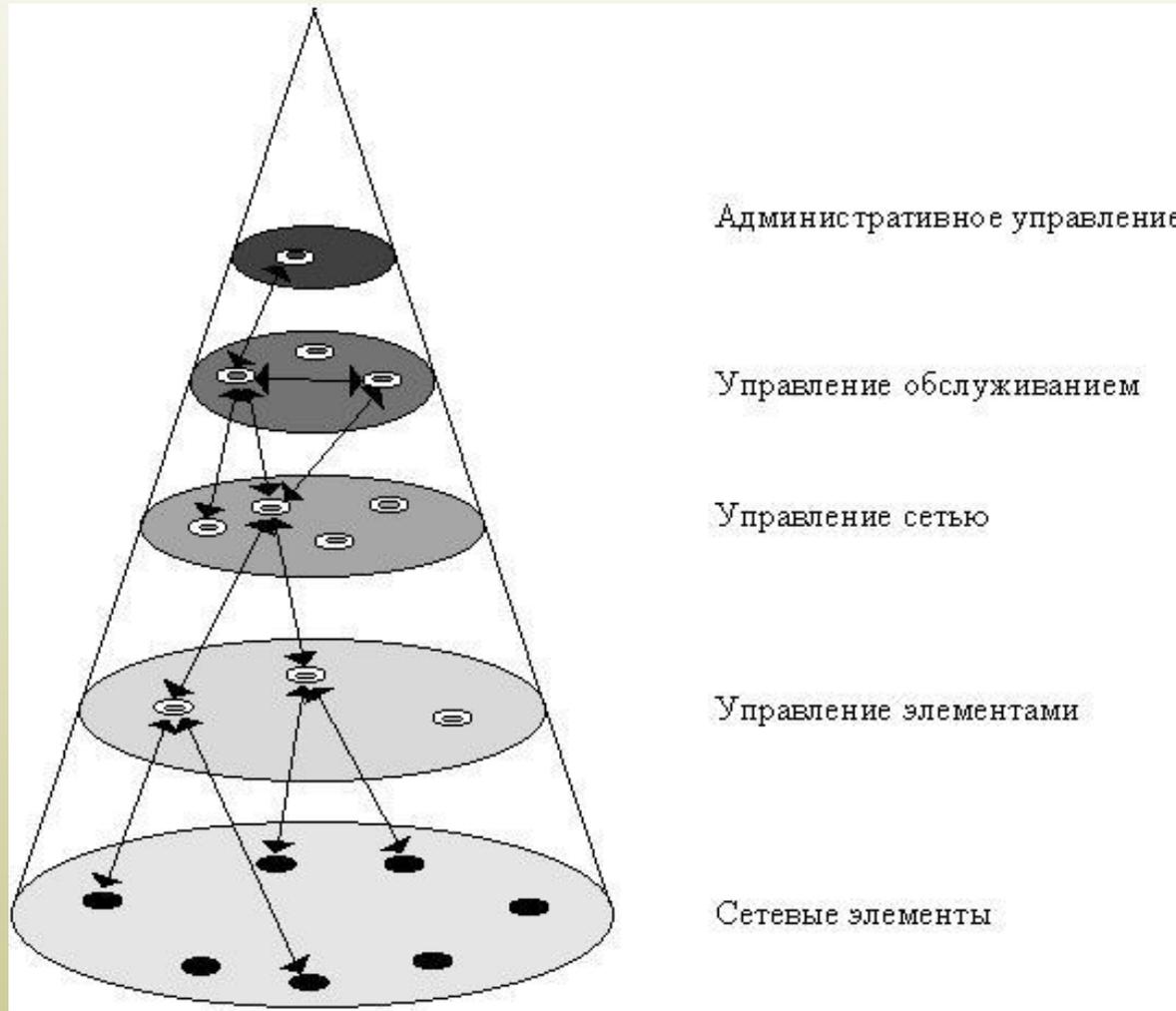
# Общие принципы TMN

- централизация управления с возможностью децентрализации функций управления;
- интегрированный подход к решению задач управления сетями связи в пределах общей территории;
- создание гибкой архитектуры на основе методологии открытых систем, обеспечивающей возможность реконфигурации и наращивания функций управления;
- обеспечение высокого уровня автоматизации процессов управления и применение новейших методов обработки информации;
- использование единой системы стандартов по техническому, информационному и программно-алгоритмическому обеспечению на базе Рекомендаций МСЭ-Т, стандартов ЕТСИ(ETSI), МОС(ISO), ГОСТ, а также отраслевых стандартов.

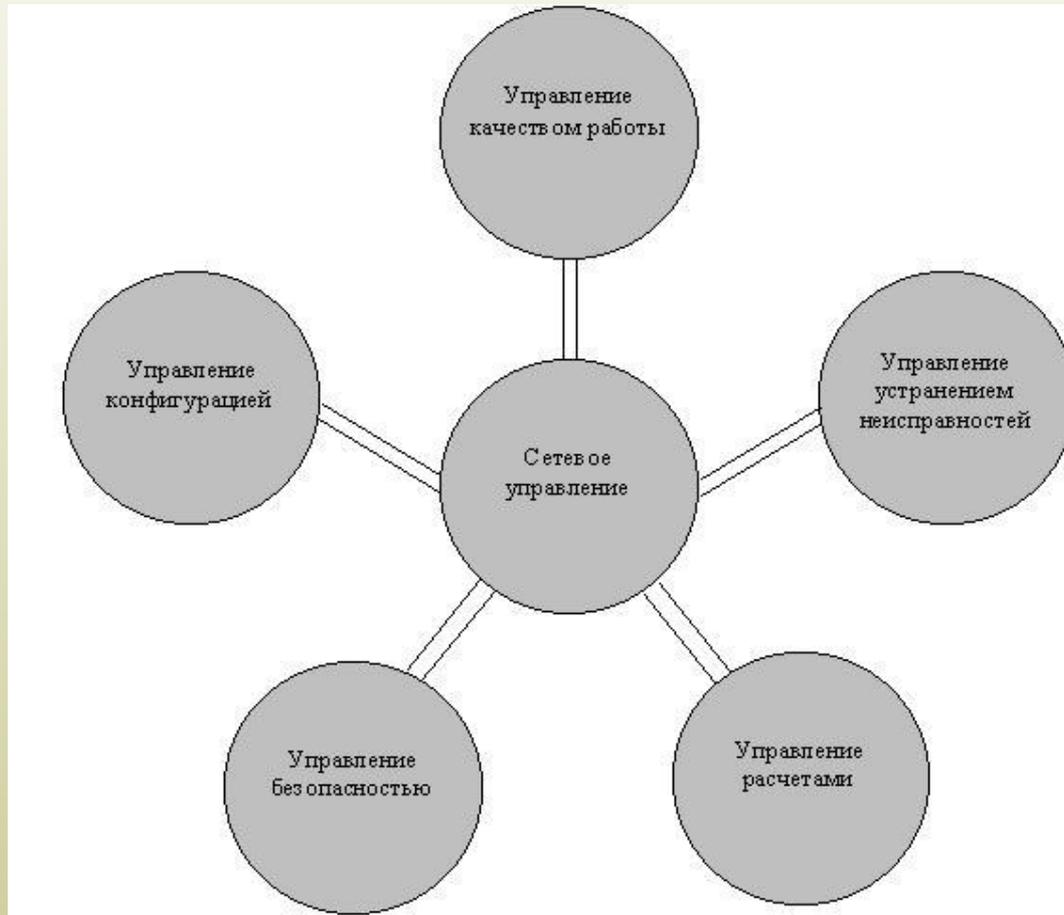
# Взаимосвязь между TMN и сетью электросвязи



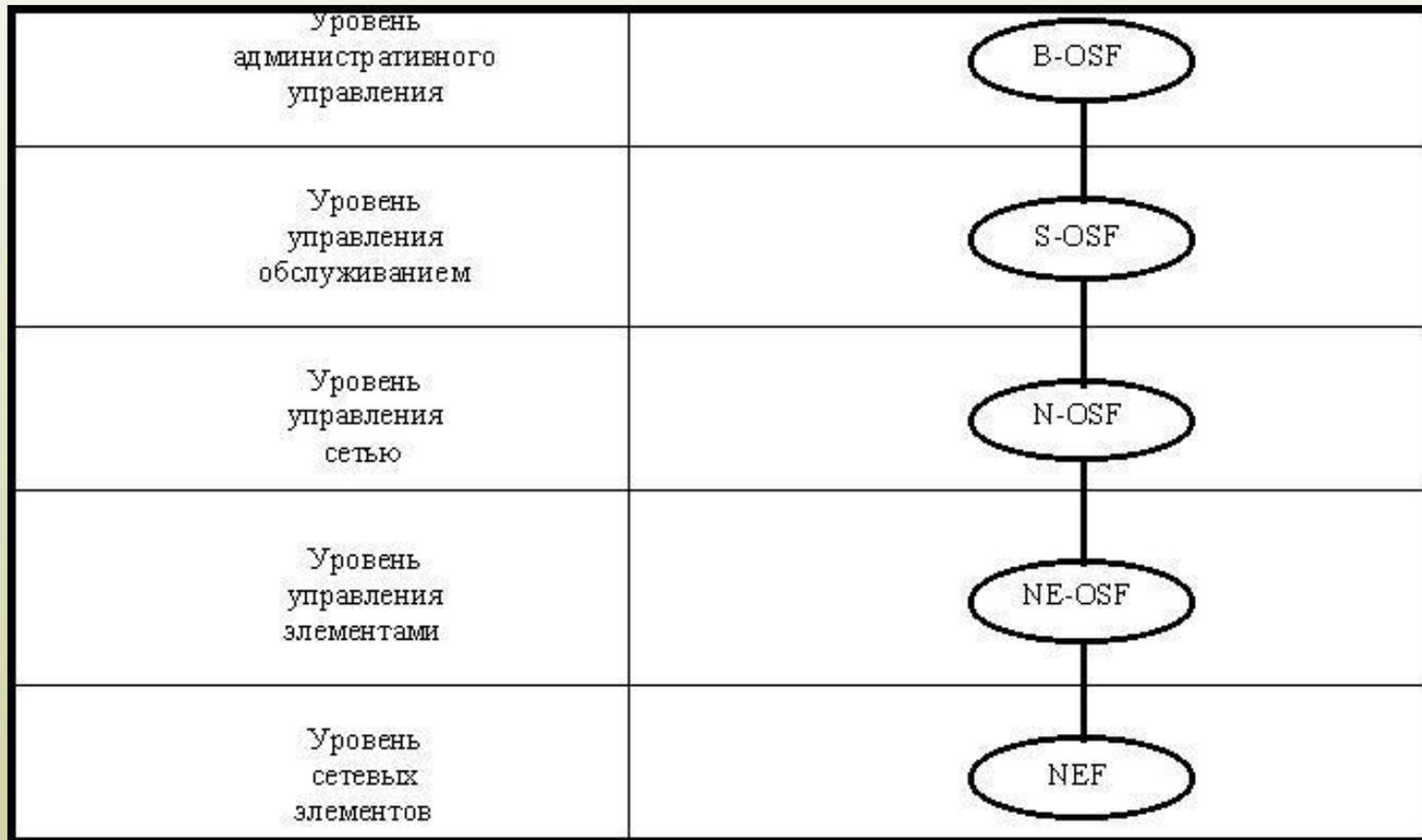
# Уровни управления сетью связи



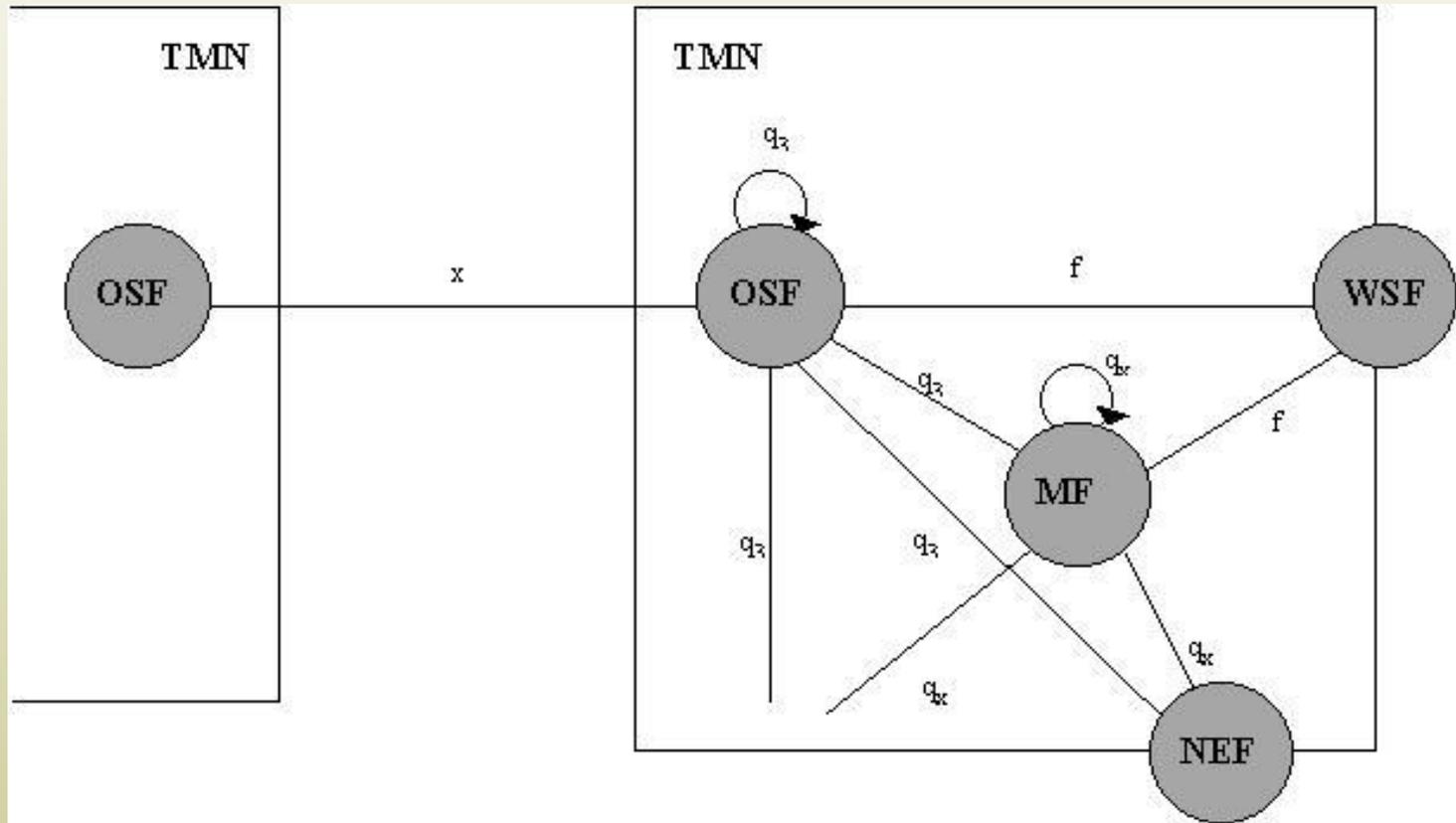
# Функции сетевого управления



# Функциональная архитектура



# Функциональная архитектура

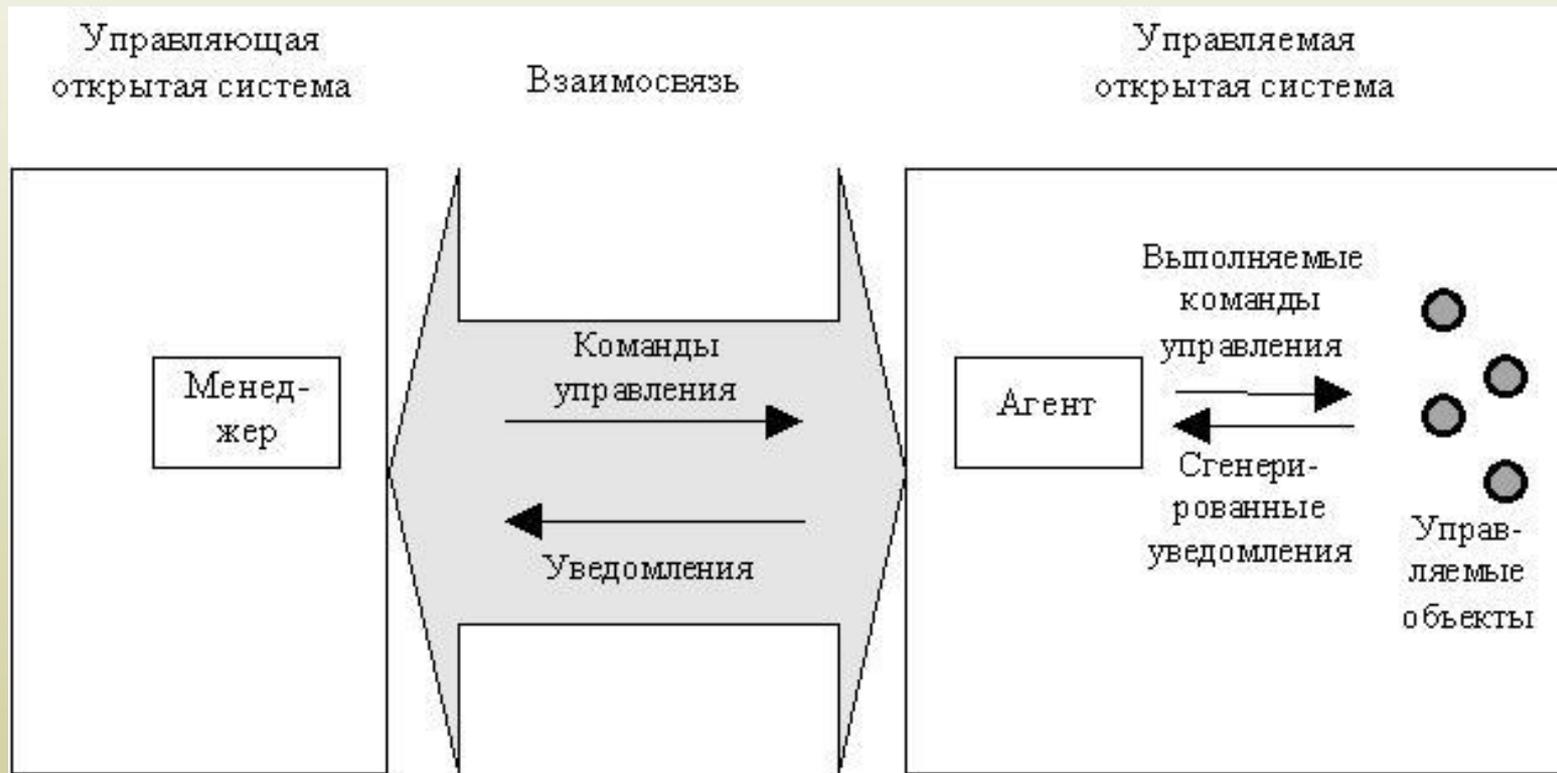


# Информационная архитектура

Управляемый объект характеризуется:

- атрибутами;
- операциями управления, которые могут быть к нему применены;
- уведомлениями, которые им генерируются;
- поведением, являющимся реакцией на команды управления или на другие воздействия.

# Информационная архитектура

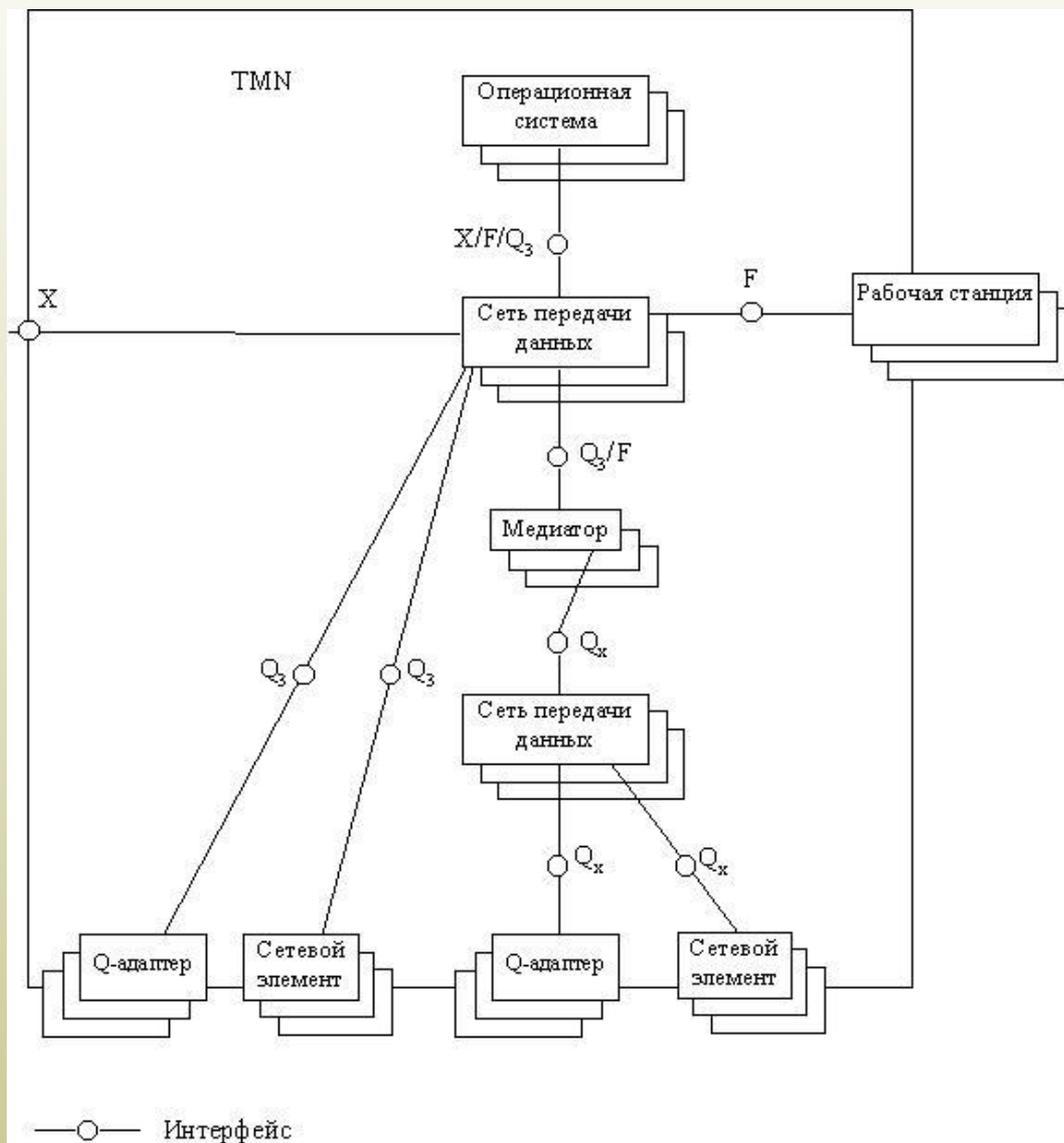


# Физическая архитектура

Физические компоненты	Функциональные блоки				
	NEF	MF	QAF	OSF	WSF
Сетевой элемент	●	○	○	○	○
Медиатор		●	○	○	○
Q-адаптер			●		
Операционная система		○	○	●	○
Рабочая станция					●

● Обязательный  
○ Необязательный

# Физическая архитектура



Вятский государственный университет  
Факультет прикладной математики и телекоммуникаций  
Кафедра Радиоэлектронных средств

# Сети связи

## Сети NGN

Курбатова Екатерина Евгеньевна

# Концепция NGN

«Концептуальных положениях по построению мультисервисных сетей на ВСС России», утвержденных в 2001 году Минсвязи РФ.

**NGN** — это «концепция построения сетей связи, которые должны обеспечивать предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений».

# Концепция NGN

**Мультисервисная сеть** – сеть связи, которая построена в соответствии с концепцией NGN и обеспечивает предоставление неограниченного набора инфокоммуникационных услуг (VoIP, Интернет, VPN, IPTV, VoD и др.).

**Концепция NGN** – концепция построения сетей связи следующего/нового поколения (Next Generation Network), обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими настройками по их:

- управлению,
- персонализации,
- созданию новых услуг

за счет унификации сетевых решений, предполагающая следующие возможности:

- реализация универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией,
- вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы,
- интеграция с традиционными сетями связи.

# Концепция NGN

Базовым принципом концепции NGN является отделение друг от друга функций переноса и коммутации, функций управления вызовом и функций управления услугами.

Идеологические принципы построения сети нового поколения следующие:

- во-первых, подключение к сети должно быть максимально простым и удобным, без использования промежуточных систем, при этом использование традиционно применяемых протоколов и сервисов должно быть доступно в прежнем объеме;
- во-вторых, сначала строится базовая пакетная транспортная сеть на базе компьютерных технологий, обеспечивающих соответствующее качество, надежность, гибкость и масштабируемость, а потом поверх этой сети строится мощный комплекс сервисов.

# Концепция NGN

Требования к перспективным сетям связи:

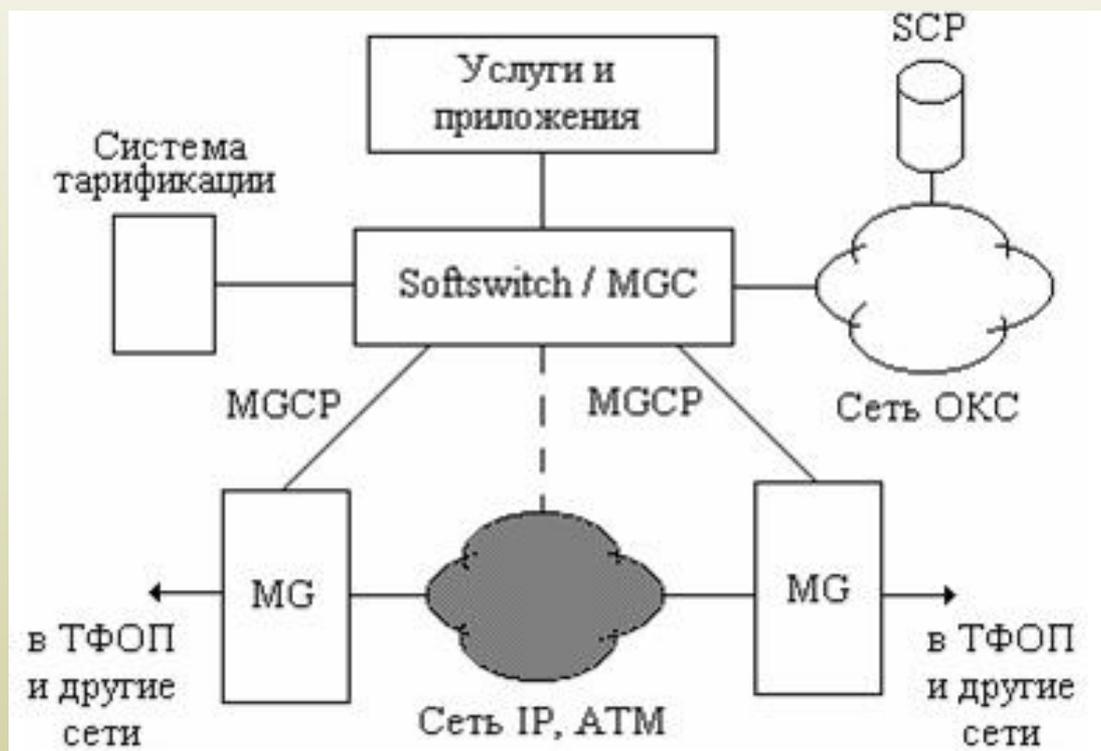
- “мультисервисность”, под которой понимается независимость технологий предоставления услуг от транспортных технологий;
- “широкополосность”, под которой понимается возможность гибкого и динамического изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей пользователя;
- “мультимедийность”, под которой понимается способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, видео, аудио и др.) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени и использованием сложных конфигураций соединений;
- “интеллектуальность”, под которой понимается возможность управления услугой, вызовом и соединением со стороны пользователя или поставщика услуг;
- “инвариантность доступа”, под которой понимается возможность организации доступа к услугам независимо от используемой технологии;
- “многооператорность”, под которой понимается возможность участия нескольких операторов в процессе предоставления услуги и разделение их ответственности в соответствии с их областью деятельности.

# Концепция NGN

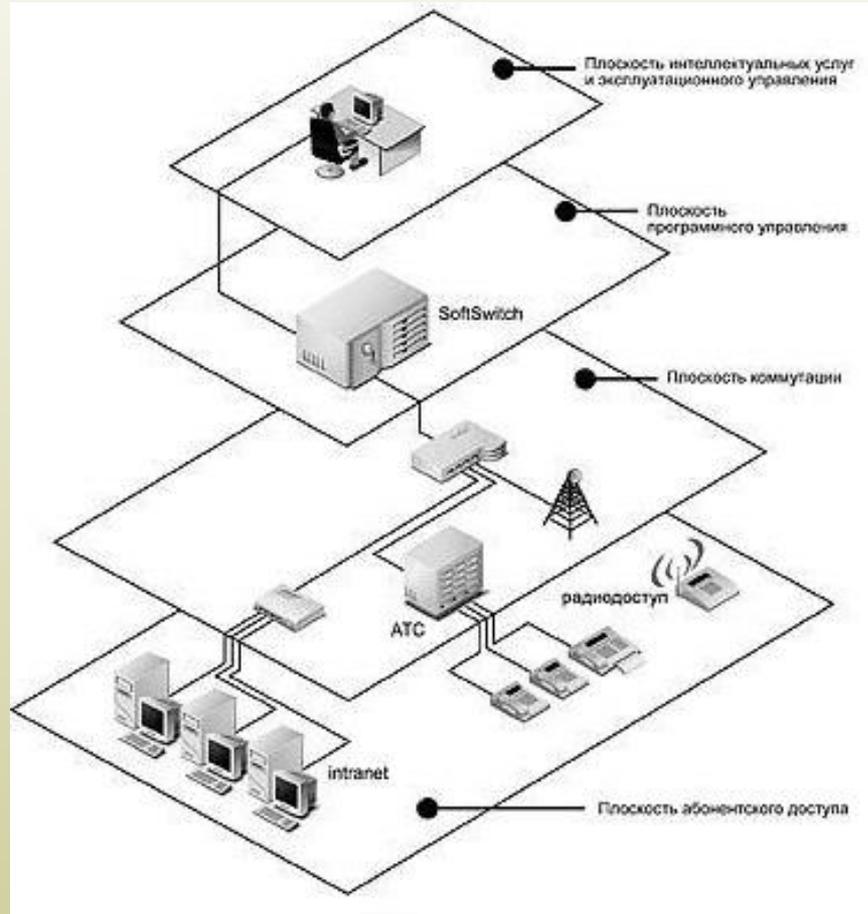
NGN характеризуются следующими фундаментальными свойствами:

- Поддержка большого набора услуг, приложений и механизмов поблочного построения услуг (включая услуги в реальном времени/ потоковую передачу/ услуги, предоставляемые не в режиме реального времени и мультимедиа-услуги).
- Отделение процесса предоставления услуги от самой сети и обеспечение открытых интерфейсов, разделение функций управления от возможностей транспортной среды, вызова/сеанса и приложения/услуги, что позволяет услугам и сетям развиваться независимо друг от друга.
- Взаимодействие с унаследованными сетями по открытым интерфейсам.
- Пакетный перенос.
- Широкополосный доступ с обеспечением качества из конца в конец и «прозрачности».
- Обобщенная мобильность.
- Открытый доступ пользователей к различным сервис-провайдерам.
- Различные схемы идентификации, которые могут быть реализованы с использованием IP-адресации в целях маршрутизации по IP-сетям.
- Унифицированные характеристики услуги в понимании пользователя.
- Конвергенция услуг между сетями фиксированной и подвижной связи.
- Совместимость со всеми требованиями в области регулирования отрасли, например, экстренной связи, безопасности, защищенности и т.п.

# Архитектура NGN



# Архитектура NGN



# Протоколы NGN

H.323 (стандарт ITU-T, определяющий требования к видеоконференциям, проводимым через сети с коммутацией пакетов, то есть по линиям связи с негарантированным качеством доставки информации, например, по сети Ethernet);

SIP (Session Initiation Protocol) – протокол инициализации сеанса связи в пакетных сетях;

MGCP (Media Gateway Control Protocol) – протокол управление шлюзами MG;

MEGACO/H.248 – служит общей платформой для шлюзов, устройств управления многоточечными соединениями, а также устройств интерактивного голосового ответа;

SIGTRAN (Signalling Transport) – набор протоколов для передачи сигнальной информации по IP-сетям.

Вятский государственный университет  
Факультет прикладной математики и телекоммуникаций  
Кафедра Радиоэлектронных средств

# Сети связи

## Сети подвижной связи

Курбатова Екатерина Евгеньевна

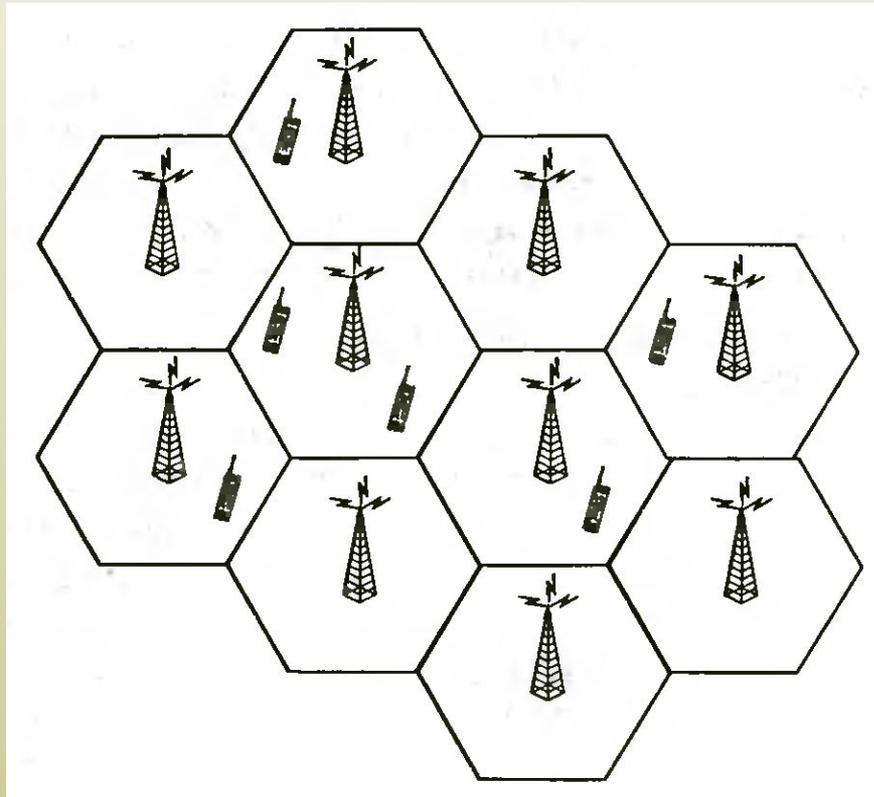
# Сети сотовой связи

## **Основана на сетевых принципах:**

- Разделение области охвата мобильной радиосвязью на отдельные зоны, называемые сотами;
- Наличие значительного количества радиопередатчиков низкой мощности с небольшими зонами передачи сигналов;
- Повторное применение частот в несмежных сотах, позволяющее повысить эффективность использования выделенного частотного диапазона;
- Централизованное управление обслуживанием вызовов для обеспечения мобильной связи при перемещении подвижного абонента из соты в соту.

# Сети сотовой связи

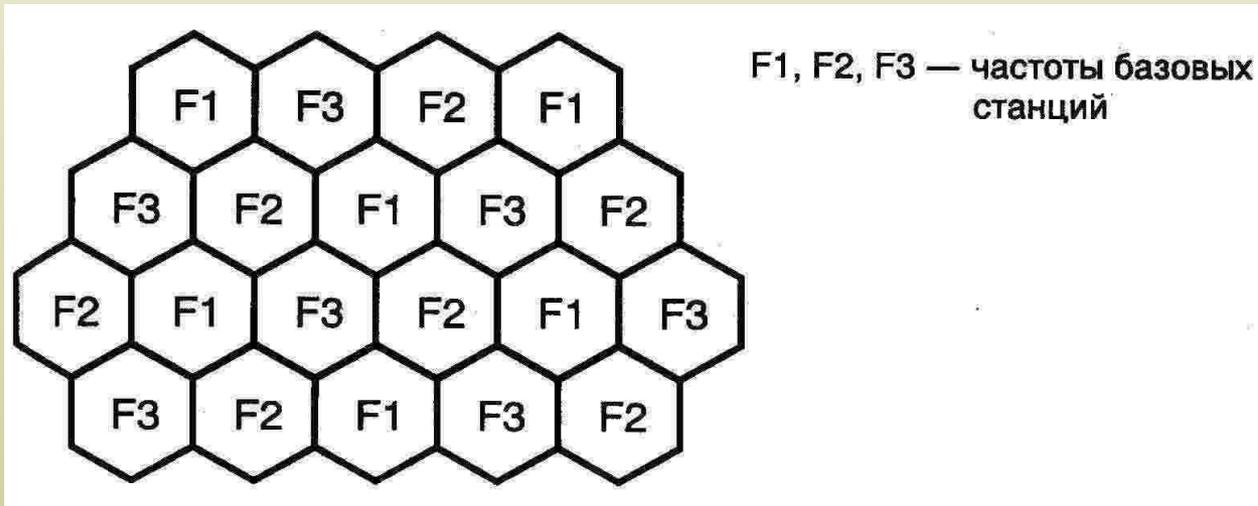
Термин сотовая означает, что сеть разделена на ряд сот – ячеек, географических участков. Каждой соте назначается частотный диапазон, который можно повторно использовать в других сотах.



# Сети сотовой связи

Кластер – группа сот с различными наборами частот.

Частотные группы внутри кластера не повторяются. Число таких сот в кластере называется его размерностью. Все частотные каналы системы делятся между БС, входящими в один кластер.



# Сети сотовой связи

Смежные базовые станции, использующие различные наборы частотных каналов, образуют группу из  $C$  станций. Если каждой базовой станции выделяется набор из  $m$  каналов с шириной полосы каждого  $F_k$ , то общая ширина полосы, занимаемая системой сотовой связи, составит

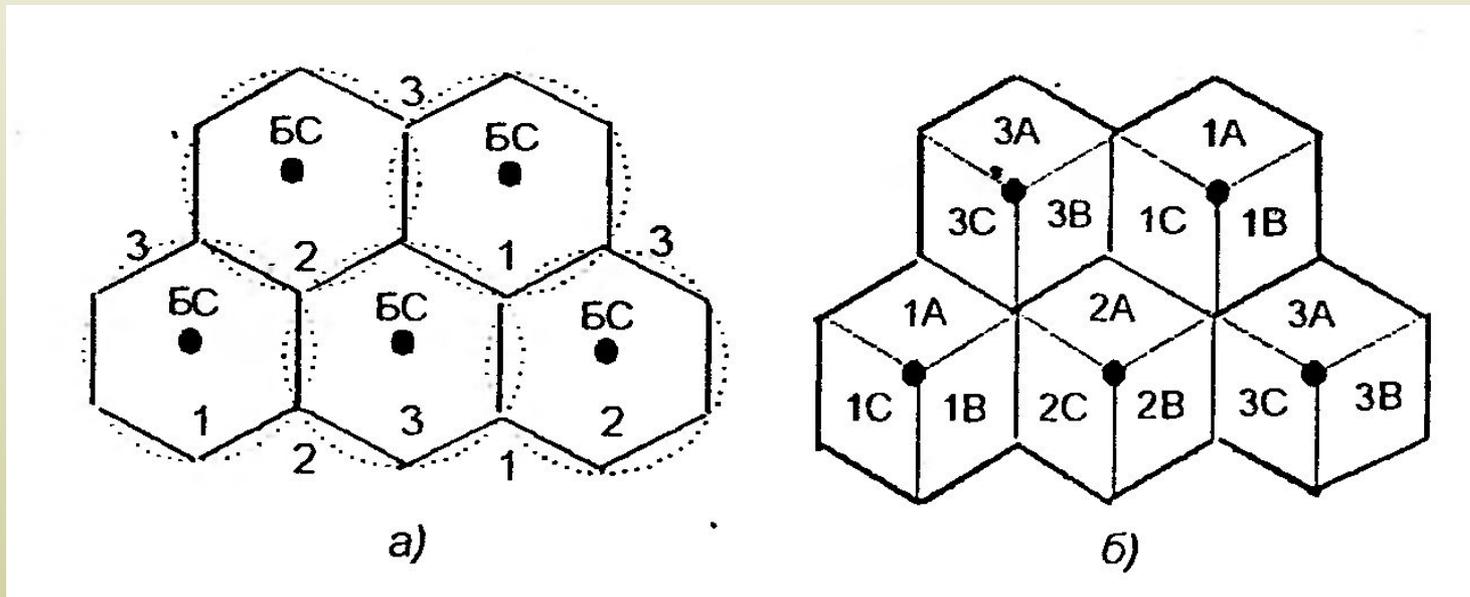
$$F_c = F_k * m * C.$$

$C$  – минимально возможное число каналов в системе (частотный параметр системы или коэффициент повторения частот).

# Сети сотовой связи

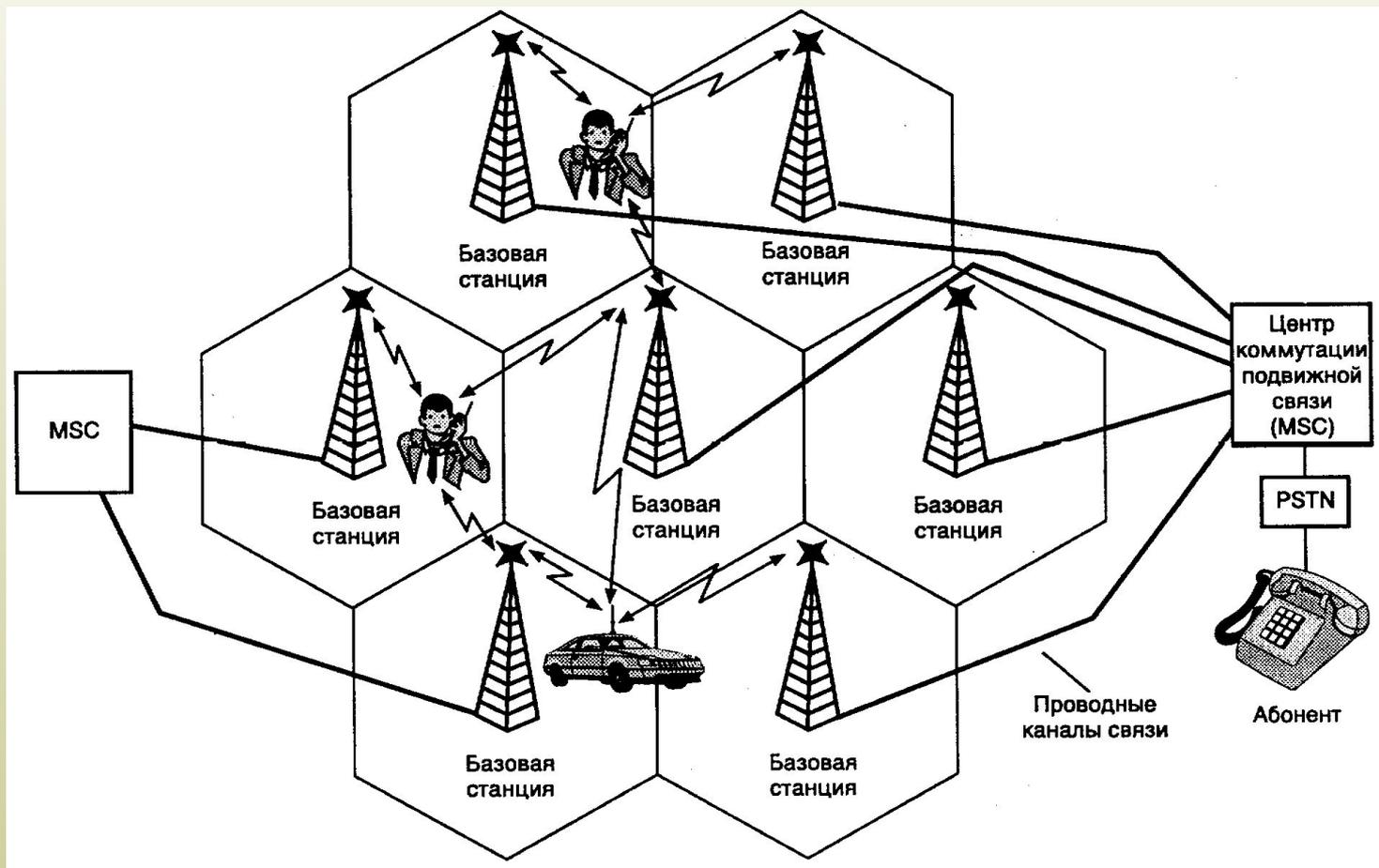
Сотовая структура может быть двух типов:

- 1) регулярная, использующая всенаправленные антенны;
- 2) секторная на основе направленных антенн.



Сотовые структуры: а) регулярная; б) секторная

# Сети сотовой связи



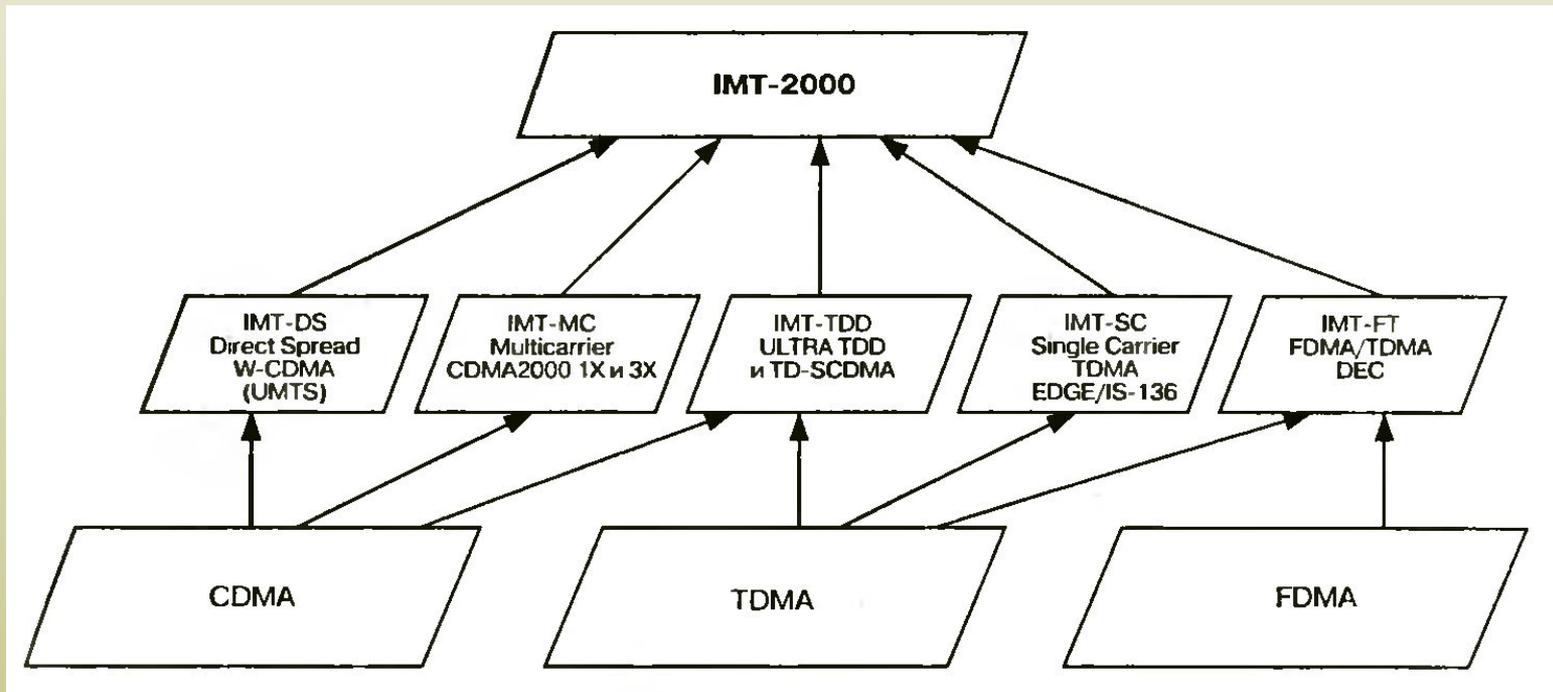
# Поколения сетей сотовой связи

I поколение – аналоговые стандарты NMT-450, AMPS, TACS.

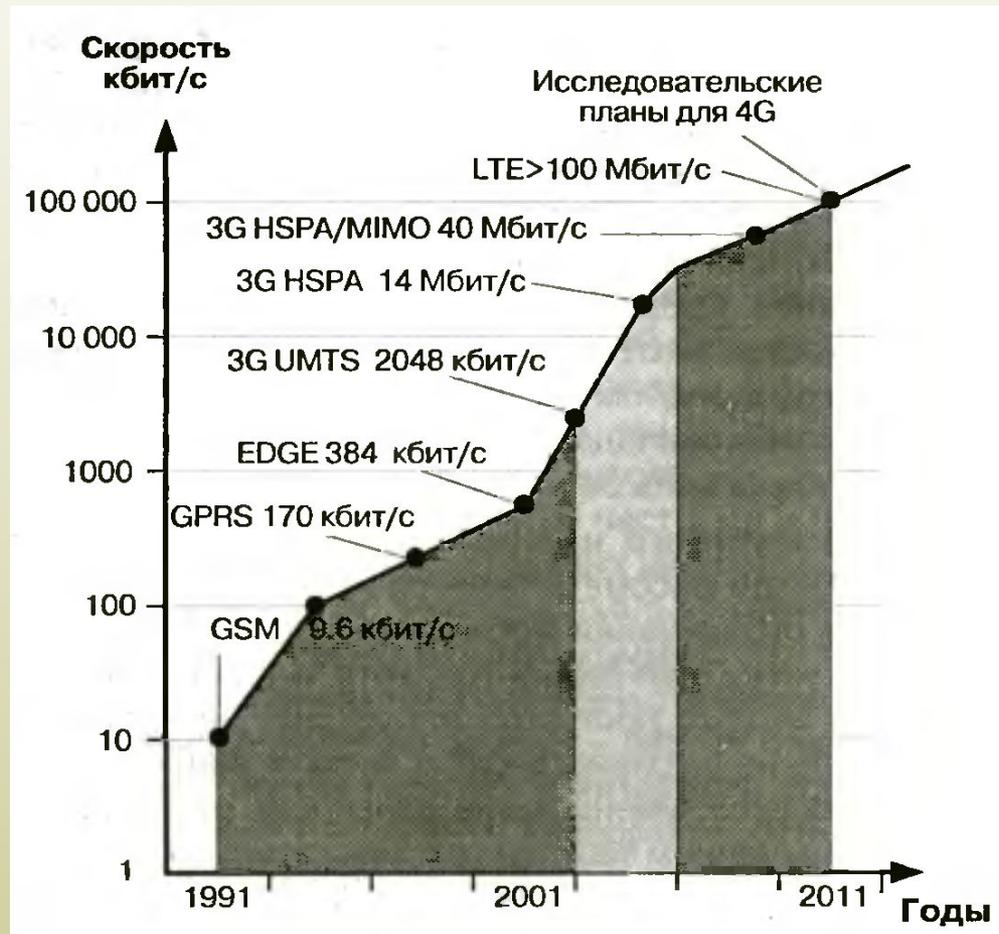
II поколение – цифровые стандарты GSM-900, DAMPS, CDMA.

III поколение – цифровые стандарты UWC-136, WCDMA, UMTS, cdma2000.

IV поколение - LTE

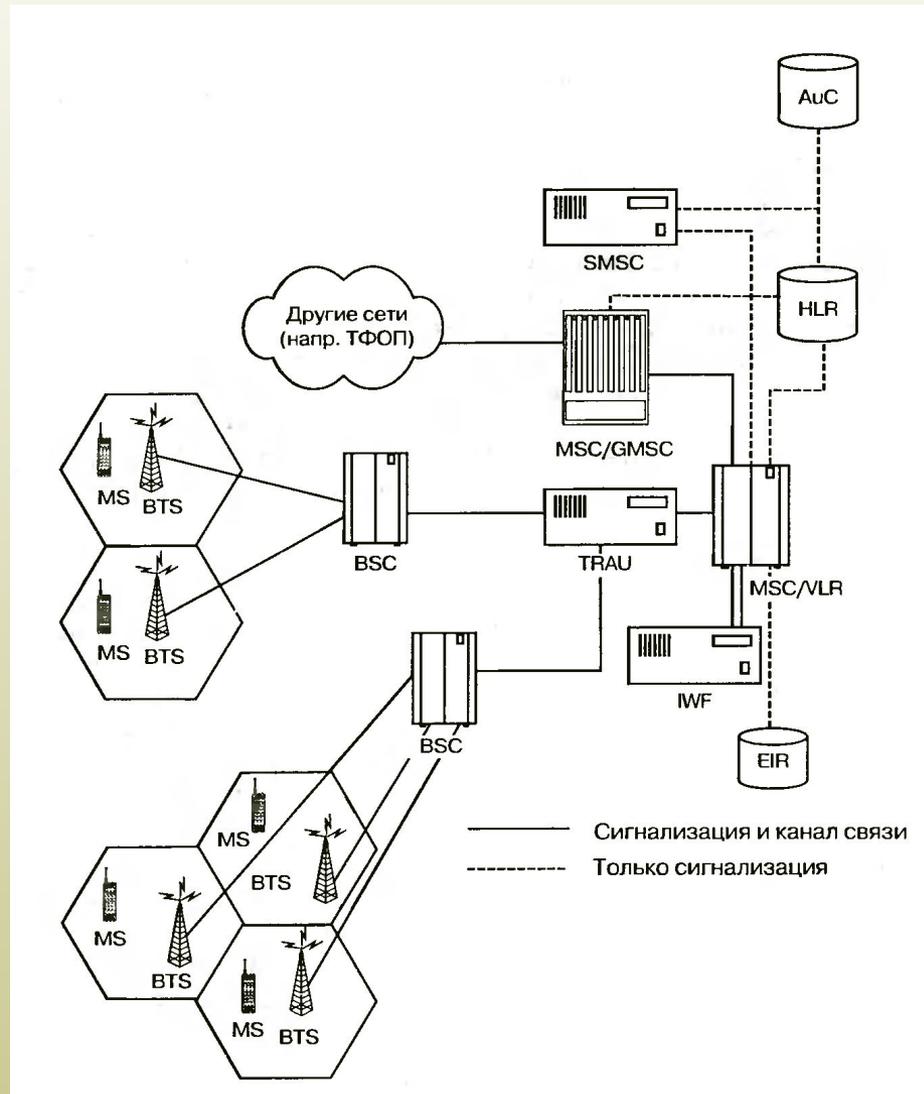


# Эволюция сотовых сетей

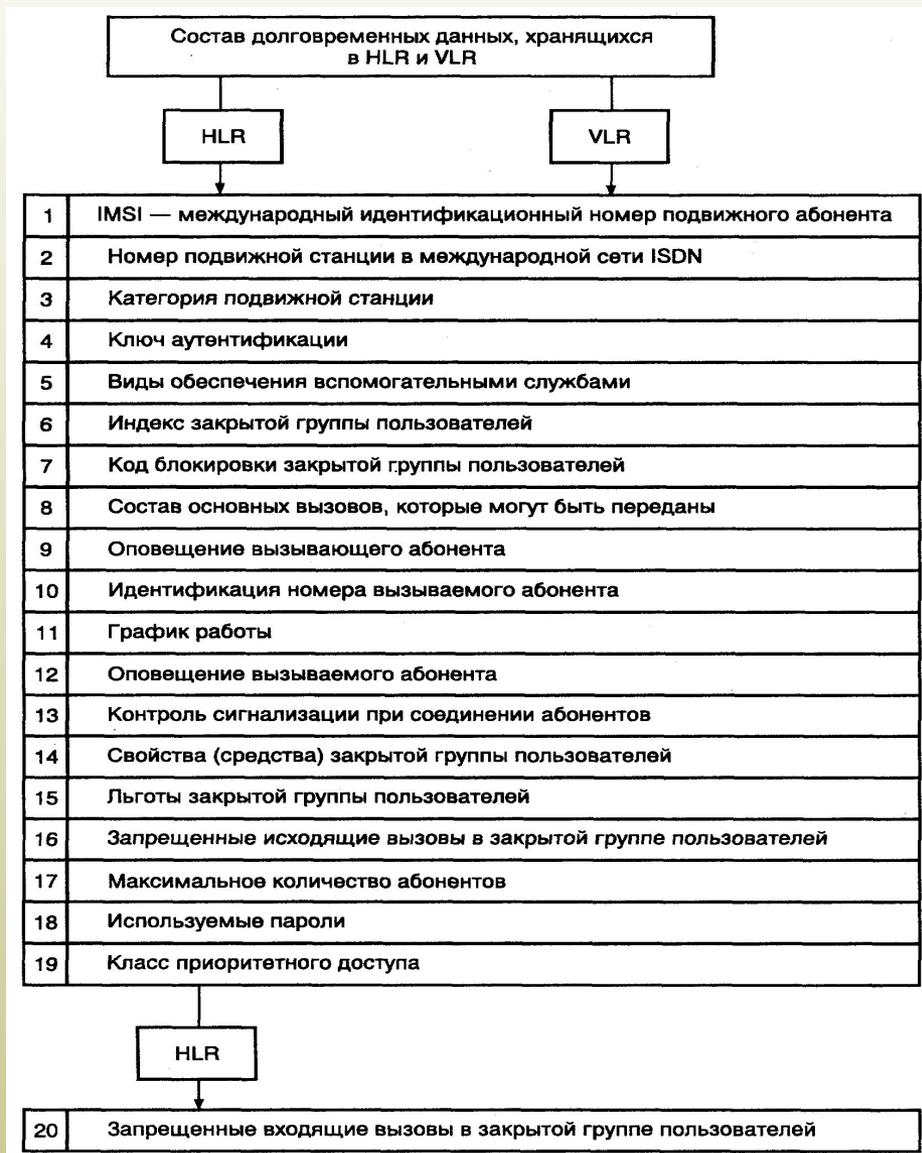


Эволюция технологий сетей мобильной связи

# Архитектура сети GSM



# Регистры HLR и VLR



# Регистры HLR и VLR



# Системы 3G

## **Отличительные черты систем 3G:**

- Доступность услуг связи в любом месте и в любое время, «связь всегда и везде»;
- Существенное увеличение номенклатуры услуг, в первую очередь, услуг мультимедиа и беспроводного доступа в Internet;
- Мобильный доступ ко всем ресурсам информационного пространства, интеграция услуг сетей фиксированной и мобильной связи;
- Гибкий маркетинг.

# UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

Основными принципами, сформулированными в концепции IMT-2000 по проблеме распределения частотного ресурса, стали:

- возможность сочетания различных стратегий внедрения услуг мобильной связи третьего поколения (революционной и эволюционной);
- обеспечение гибкости в распределении частот для свободы выбора варианта использования спектра (парные и непарные полосы частот), его объема и географического района.

# UMTS (Universal Mobile Telecommunications System)

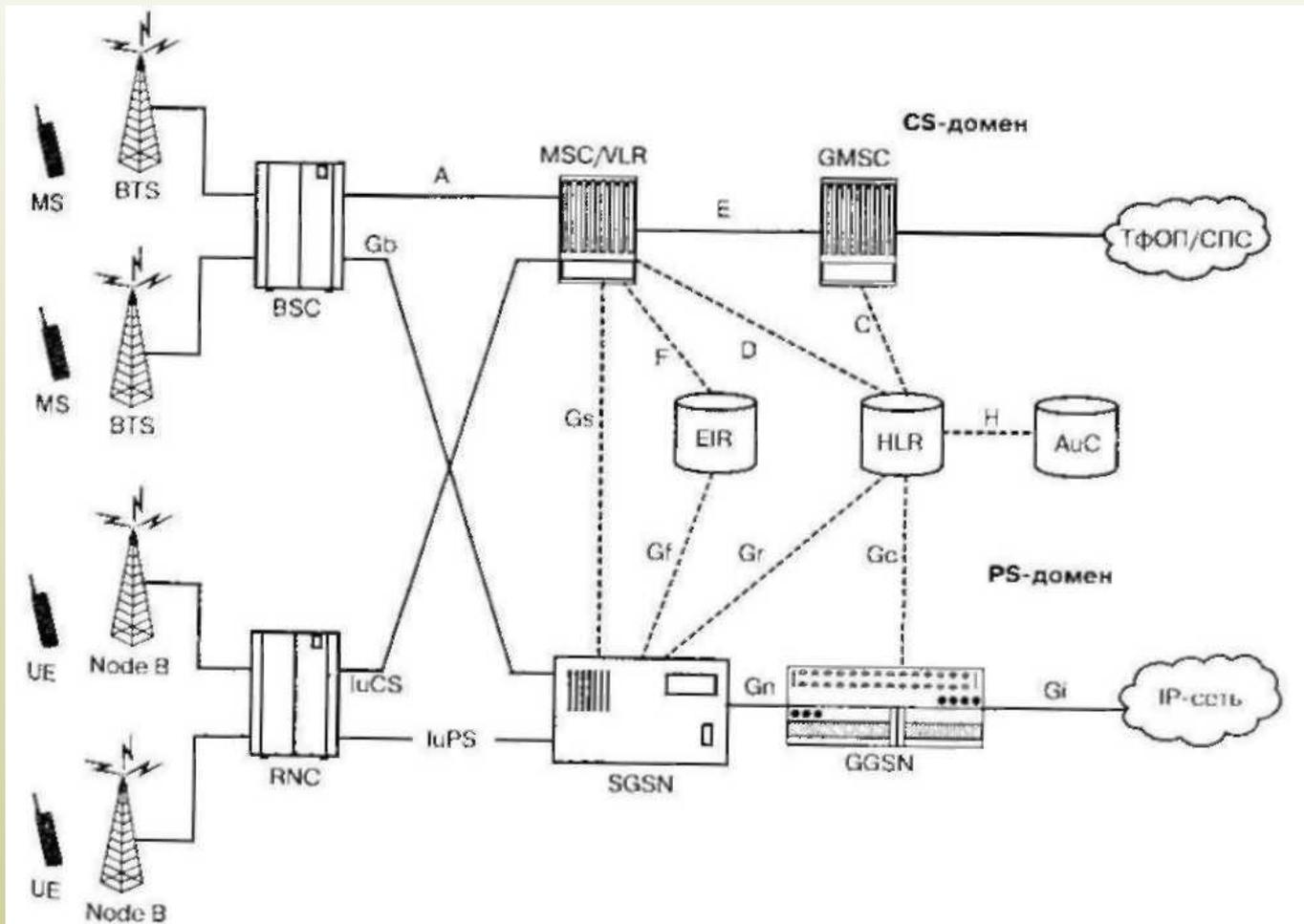


Рис. 16.2. Сетевая архитектура согласно 3GPP Rel'99

# CDMA2000

Отличительными особенностями архитектуры cdma2000 являются:

- Универсальность в предоставлении широкого ассортимента услуг (передача речи, пакетной информации, коммутируемых данных и мультимедиа) с возможностью выполнения требований ИМТ-2000 к качеству обслуживания для различных категорий пользователей;
- Эффективность в построении системы сигнализации за счет снижения затрат пропускной способности на ее реализацию при передаче различных видов информации (речь, данные или одновременно речь и данные);
- Гибкость в обеспечении интерфейса с существующими и перспективными IP-сетями или сетями с коммутацией каналов ISDN;
- Расширяемость в части введения новых видов услуг и протоколов без предъявления дополнительных требований к существующим сетям;
- Нарастиваемость пропускной способности сети за счет введения новых сот, спектральных антенн и базовых станций;
- Плавная деградируемость в случае отказа отдельных элементов сети;
- Согласованность с иерархической структурой систем 3-го поколения;
- Эволюционный подход от существующих систем cdmaOne к перспективным сетям 3-го поколения.

# Архитектура IMS

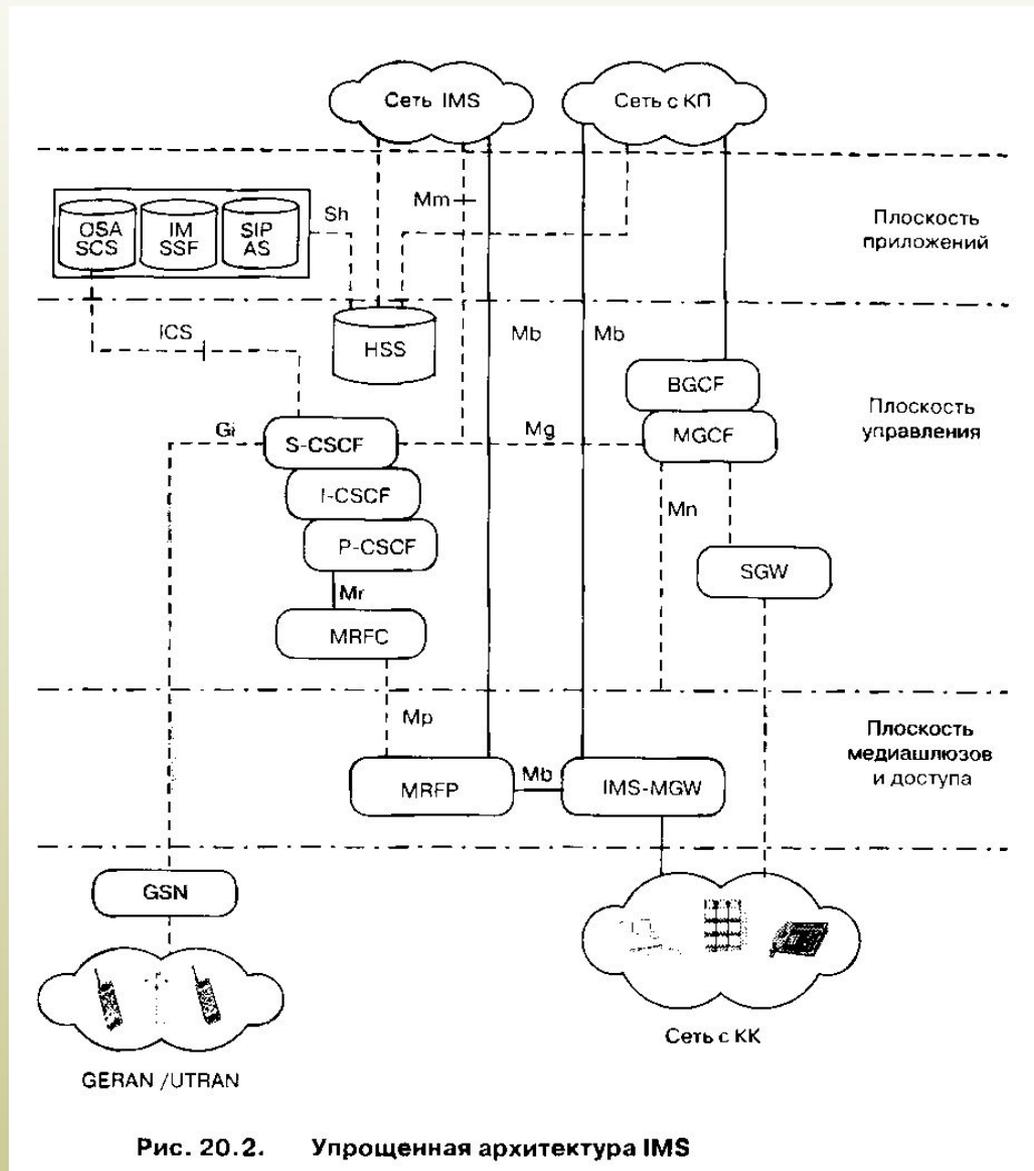


Рис. 20.2. Упрощенная архитектура IMS

# Архитектура IMS

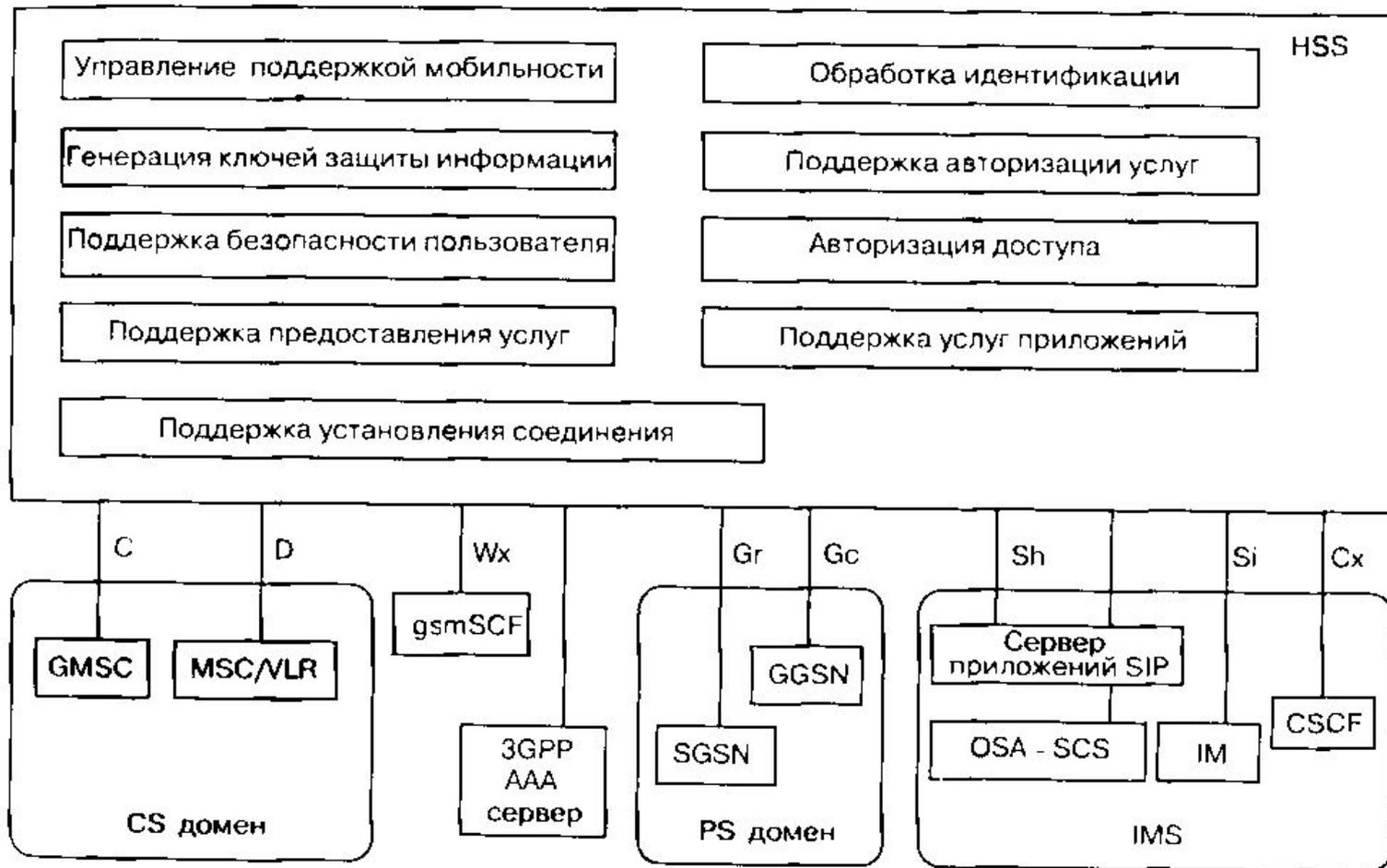


Рис. 20.3. Логические функции HSS и его связь с другими элементами платформы IMS

# Биллинговая система

