

# «Информационные Сети» для слушателей ФПК ВГУ

- факультет компьютерных наук, кафедра информационных систем, Коваль Андрей Сергеевич
- 5 ч.
- <http://www.cs.vsu.ru/~kas/is.htm> (УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ --> Информационные Сети (курсы ФПК))

# Литература

- Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. - СПб: Питер, 2000. - 672с.
- Таненбаум Э. С. Компьютерные сети. - СПб: Питер, 2002. - 848с.
- Семенов Ю.А. (ГНЦ ИТЭФ), <http://www.citforum.ru/nets/semenov/>
- Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы: Учебное пособие для студ. вузов. -2-е изд.- СПб. и др.: Питер, 2003.-863 с. (новое издание!)

# Определения

- Термин **сеть** обозначает множество взаимосвязанных узлов: часто автономных компьютеров и сетевого оборудования, частный случай «распределенных систем».
- Термин сеть настолько широк, что имеет **смысл с уточняющими определениями**: сеть ЭВМ, вычислительная, передачи данных, информационная, компьютерная, телекоммуникационная, первичная/вторичная и т.д.
- Определения уточняют назначение/цель созданной сети либо ее состав/реализацию

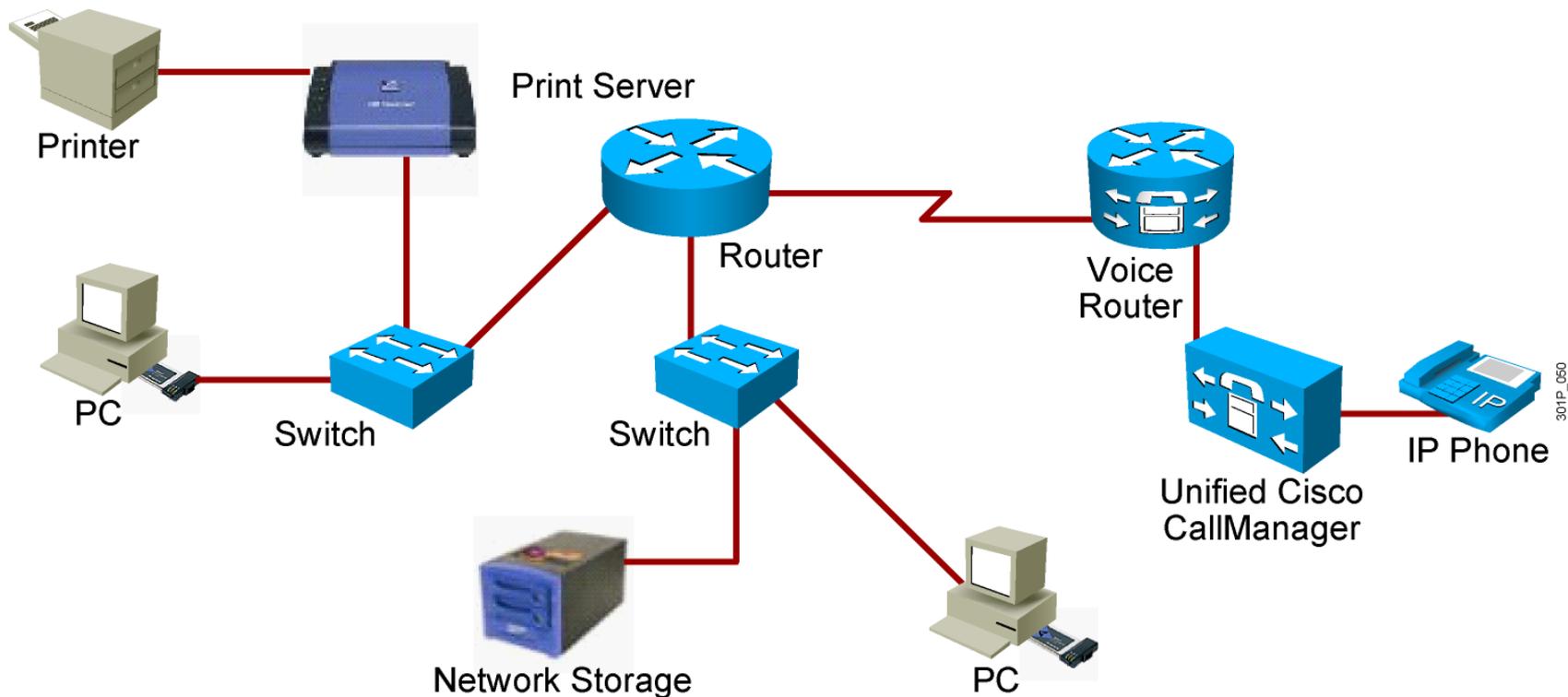
# Эволюция сетей 1

- Эволюция, развитие всего, что связано с сетями происходит на разных планах:
  - изменяется **назначение** сетей от удаленного доступа к супер-ЭВМ, до универсальной среды информационного взаимодействия (поиск, систематизация, хранение информации, телефония, вещание, ВКС, IoT)
  - изменяются способы организации **бизнеса предоставления доступа** к сетям
  - изменяются способы **передачи данных**
  - эволюционирует поддержка сетей в **ОС компьютеров** и сами **компьютеры**

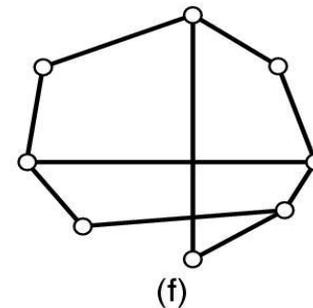
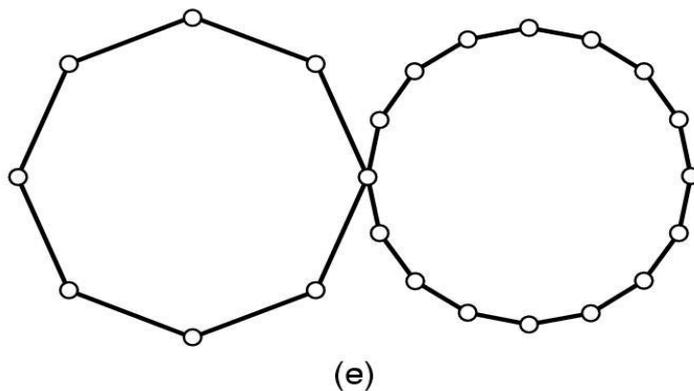
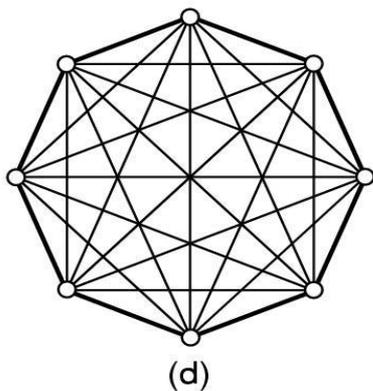
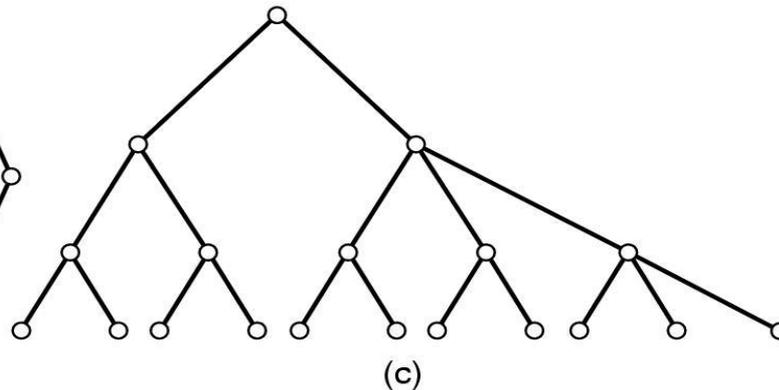
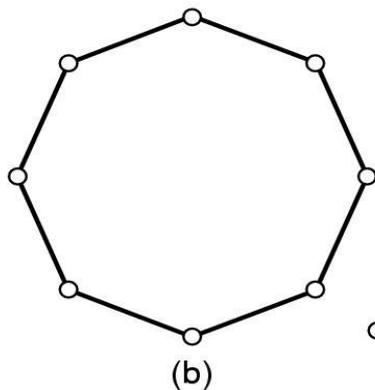
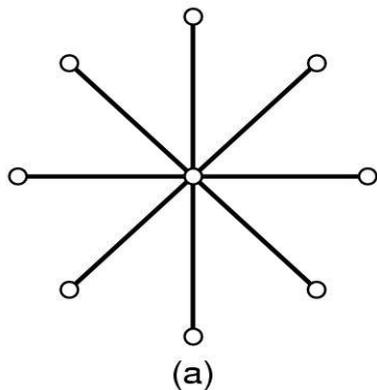
# Проблемы и преимущества ИС

- Взаимодействие информационных систем в рамках информационной сети дает определенные преимущества перед изолированными системами, но и сопряжено с некоторыми проблемами.
- Преимущества:
  - возможность обеспечения высокой надежности за счет резервирования;
  - совместное использование дорогостоящих ресурсов;
  - возможность масштабирования ресурсов;
  - объединение людей в т.н. сетевые сообщества;
  - создание рабочих мест на месте проживания.
- Проблемы:
  - сложности в обеспечении защиты информации;
  - дополнительные расходы на сетевое оборудование, ПО и персонал сетевого администрирования.

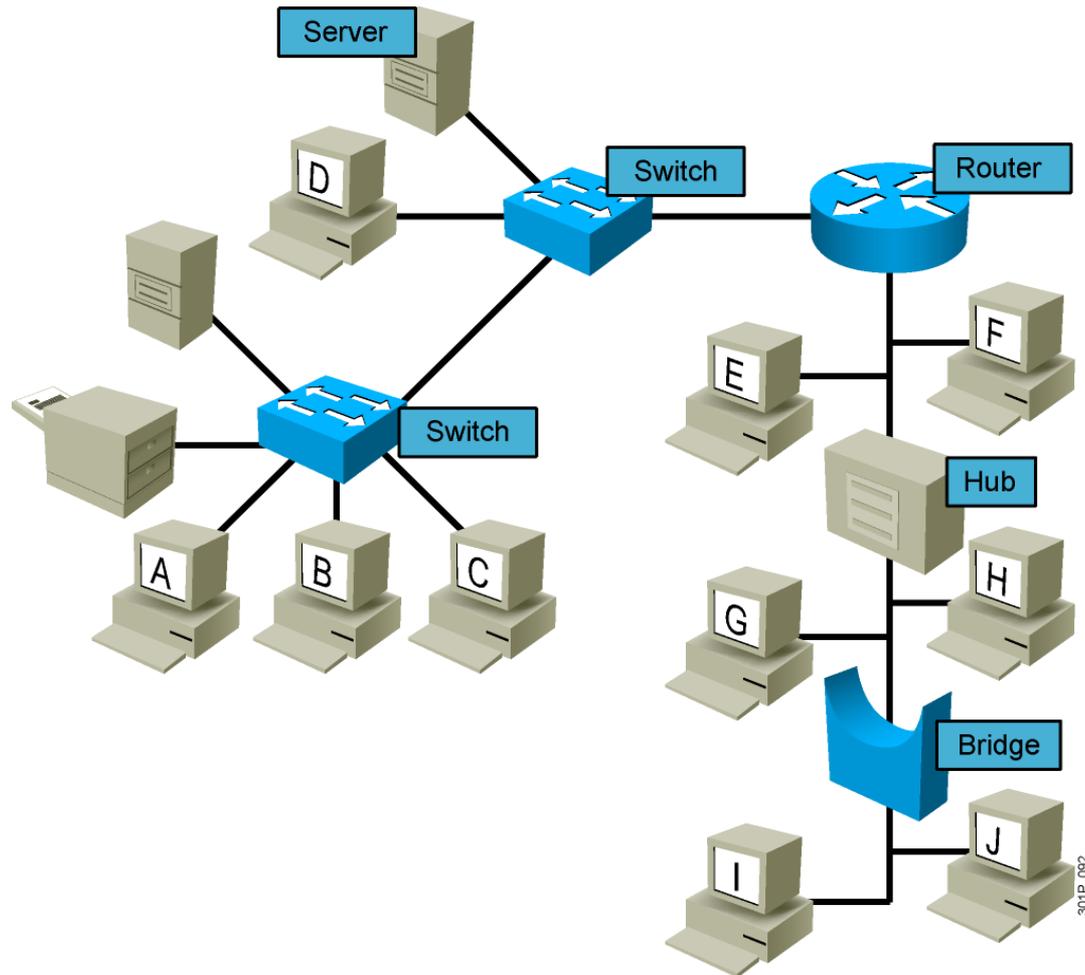
# Преимущества сетей



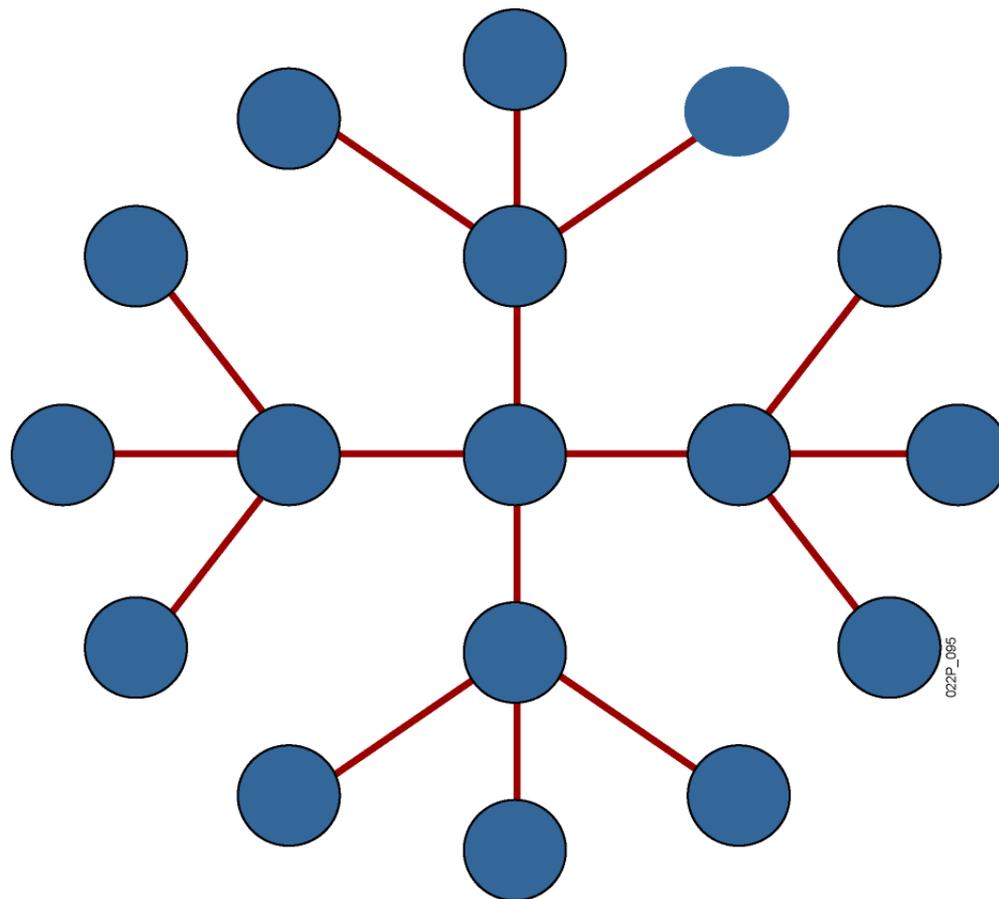
# Классификация сетей по физической топологии



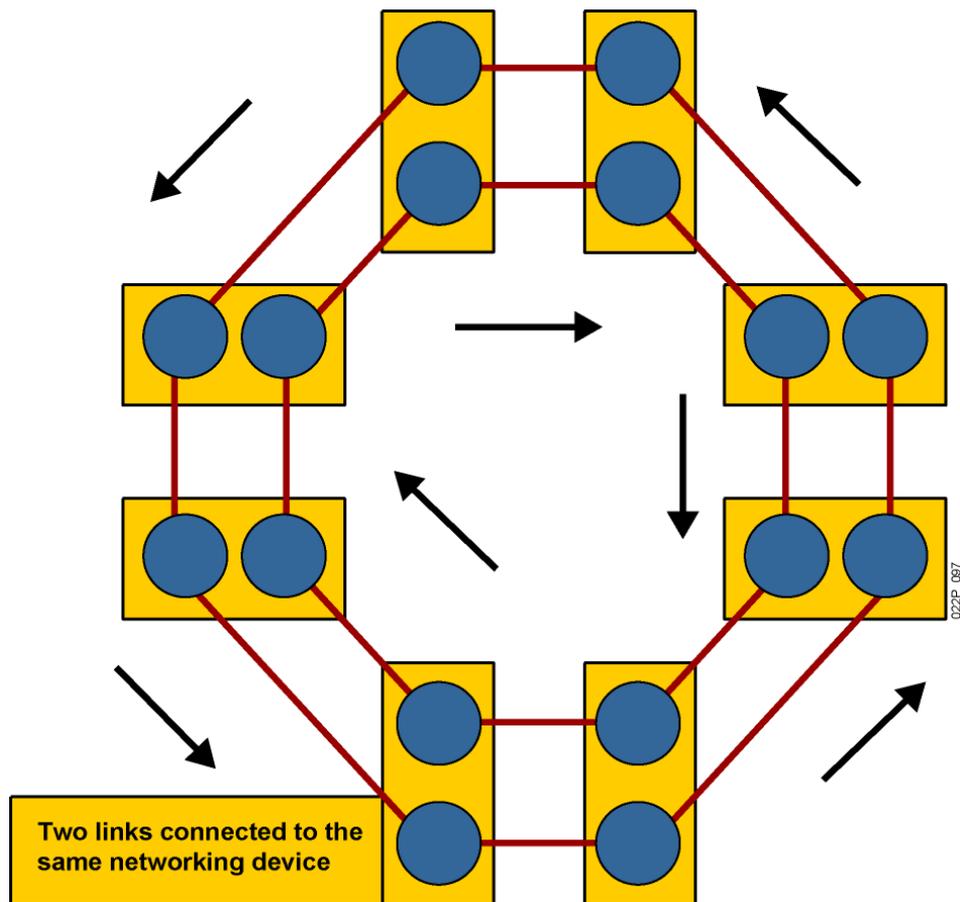
# Логические топологии



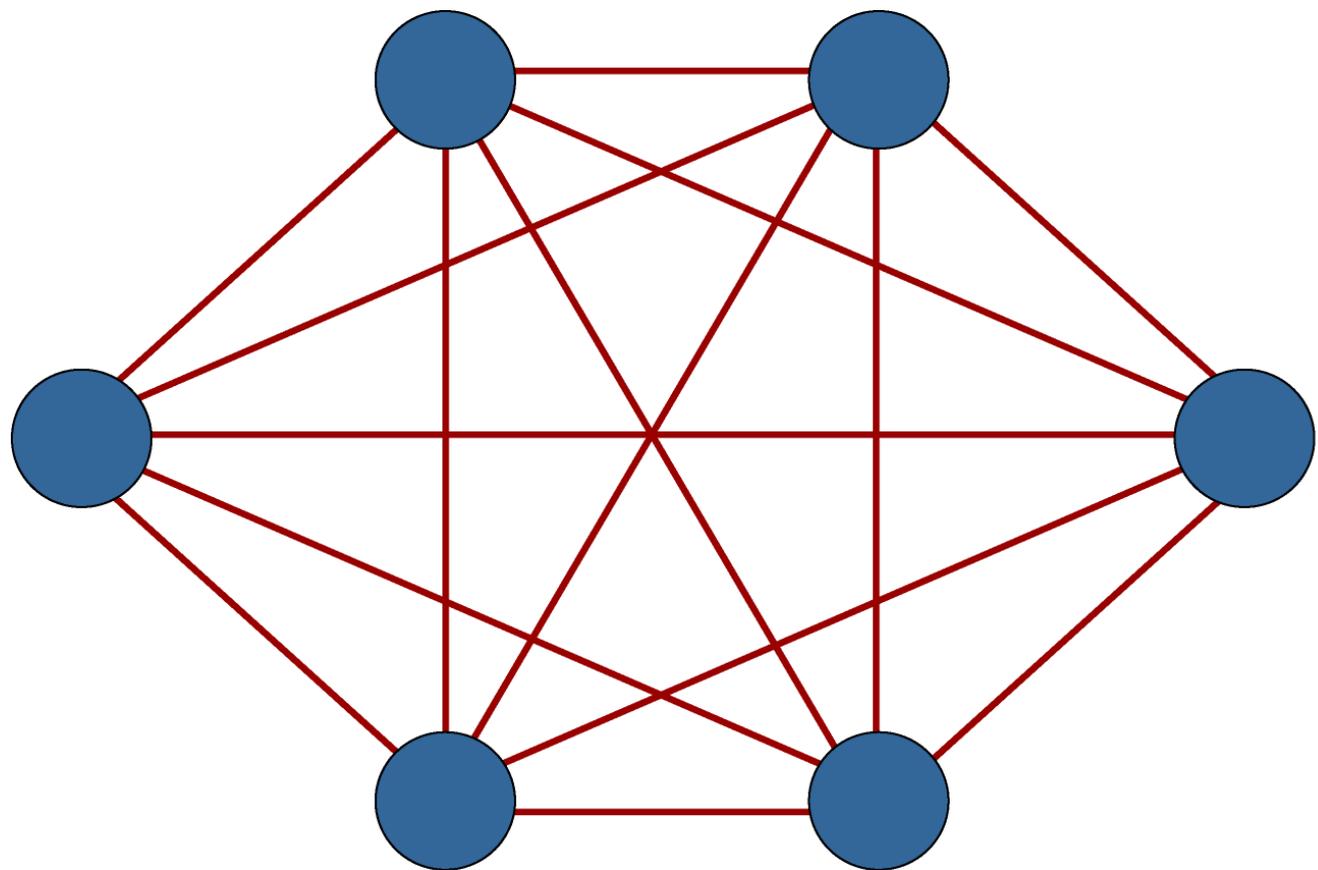
# Топология «расширенная звезда» (снежинка)



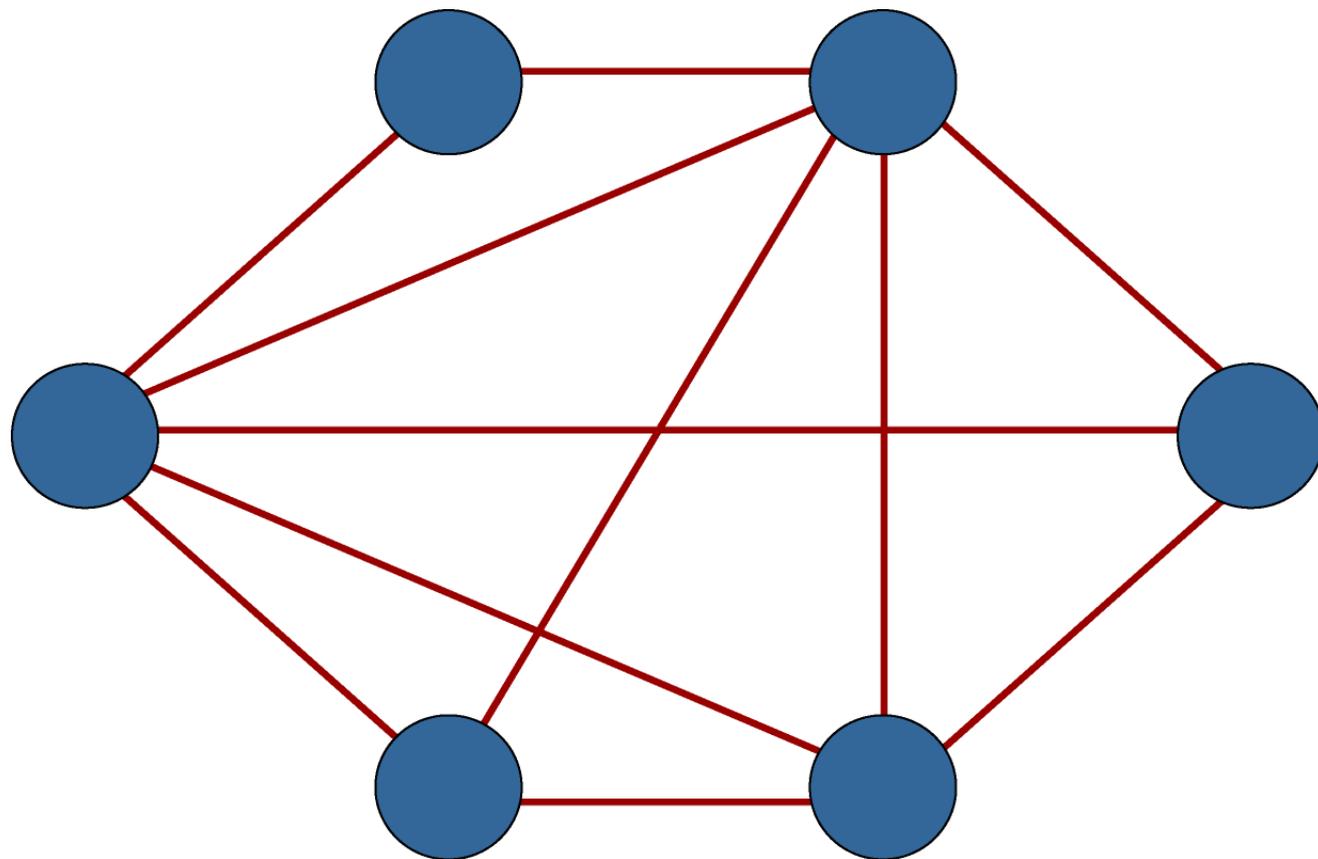
# Топология «двойное кольцо»



# Полносвязная топология



# Частично-связная топология



022P\_099

# Классификация сетей по масштабу: PAN, LAN, MAN, WAN

Название	относительная ошибка	макс. расстояние между узлами, км	обычная скорость передачи данных, Мбит/сек	владение линиями связи
PAN	$10^{-7} - 10^{-9}$	0.1	1-10	Частное
LAN	$10^{-9}$	1	10-10000	Частное
MAN	$10^{-6}$	50	622-2488	Частное или муниципальное
WAN	$10^{-3} - 10^{-5}$	более 50	1.5-2488	Телекоммуникационные компании

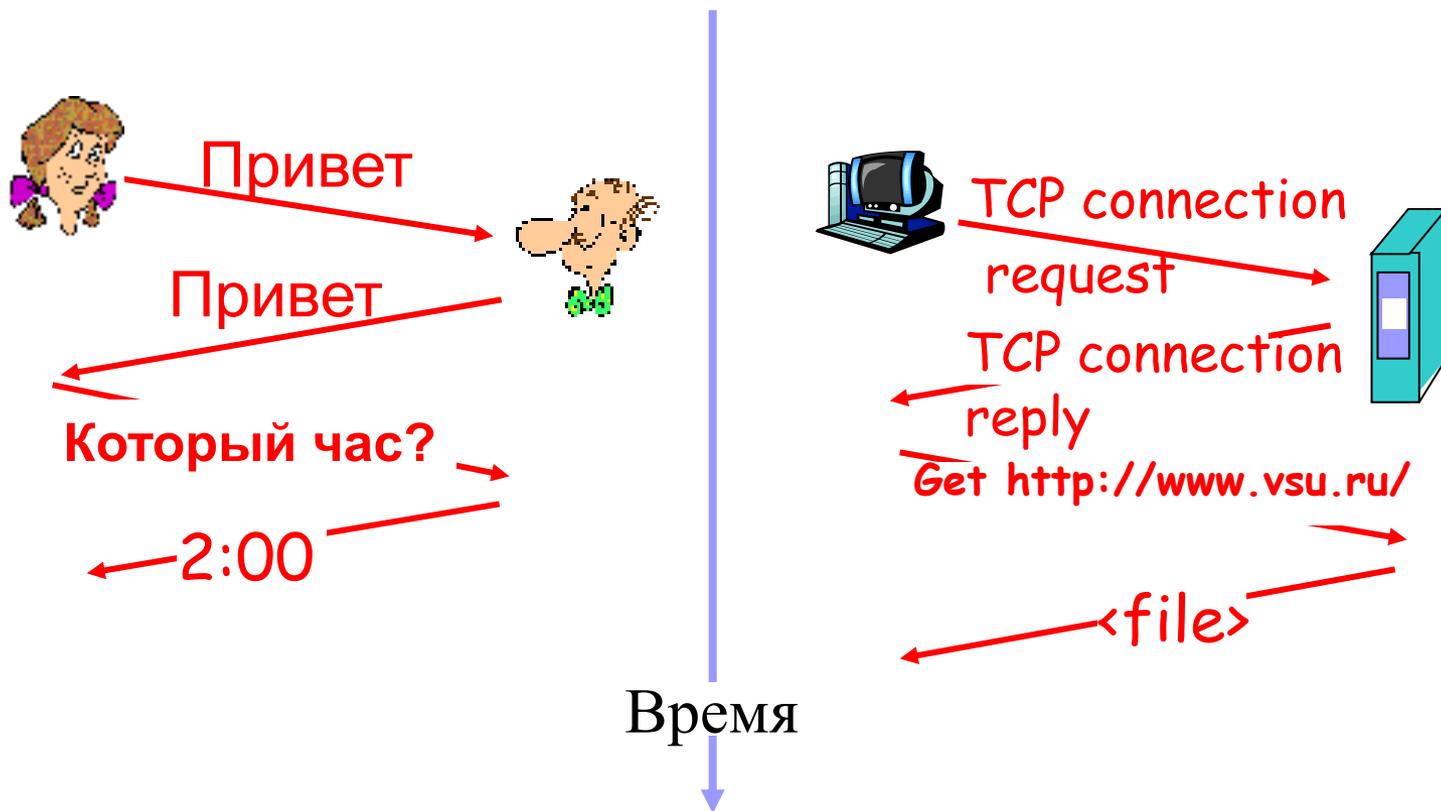
# Интернет - сеть сетей

- узлы (конечные системы)
- коммуникационные средства
- маршрутизаторы, роутеры (routers)

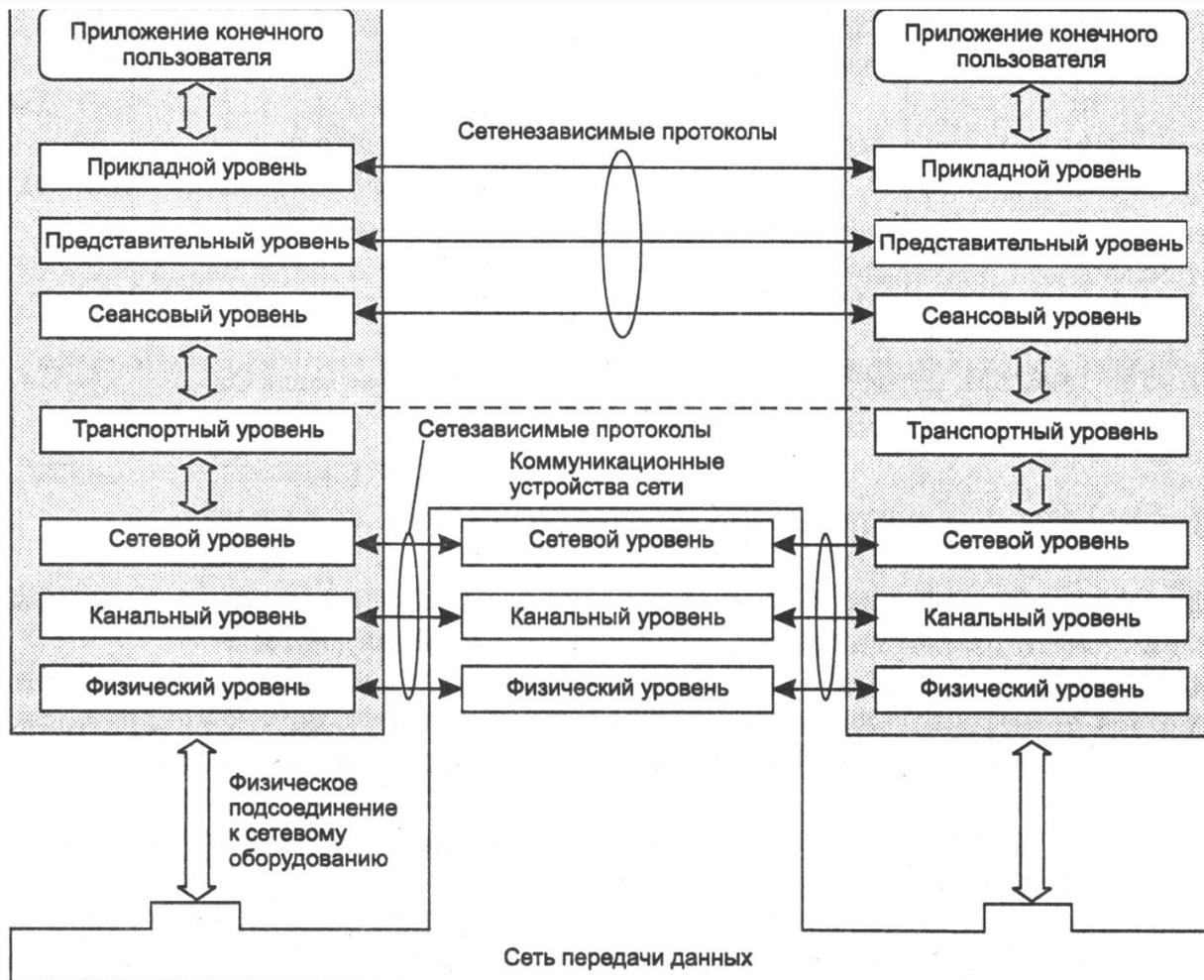
**Протокол** - правило, которое определяет формат, порядок передачи и приема сообщений элементами сети и действия выполняемые при приеме или передачи этих сообщений.



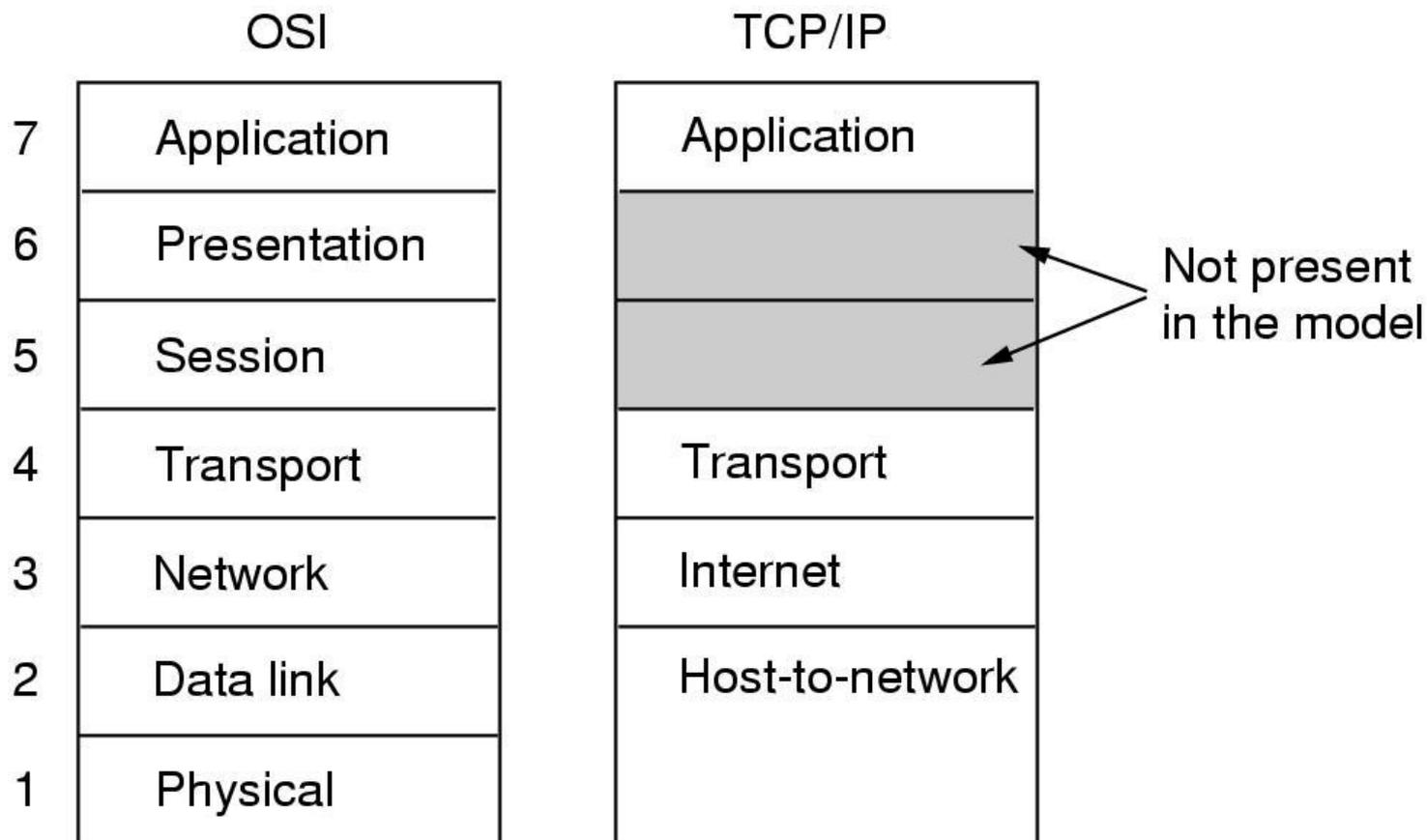
# Что такое протокол



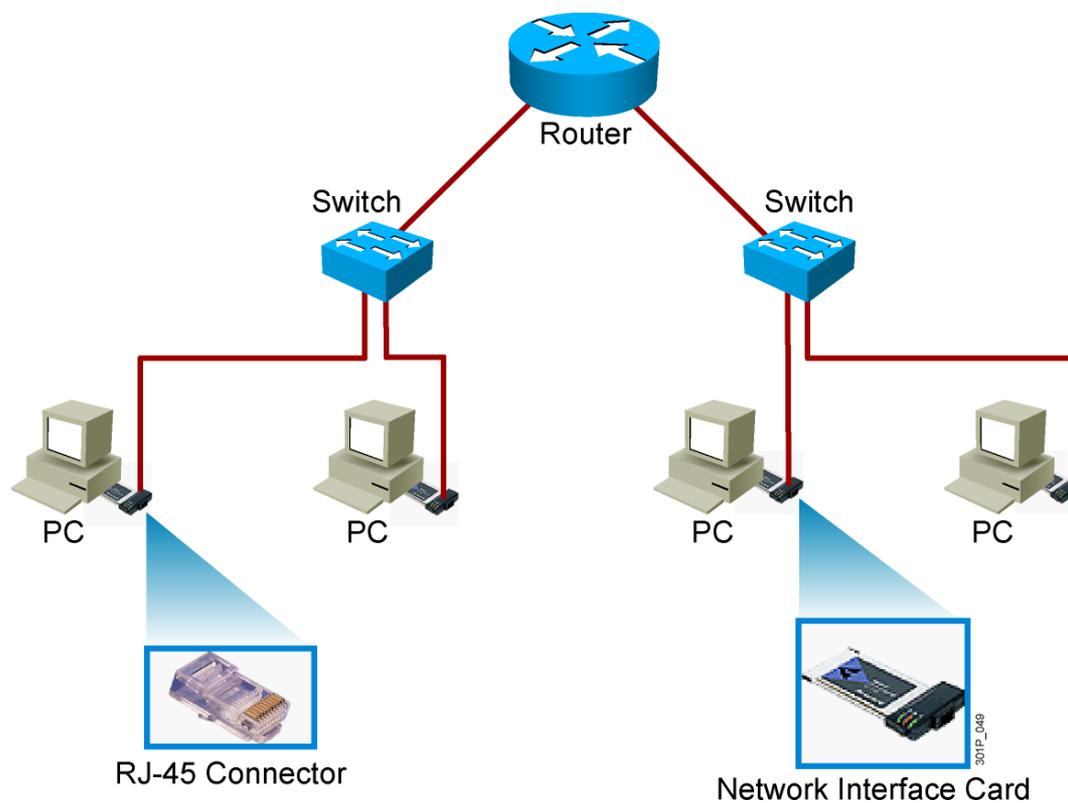
# Модель OSI/ISO



# Сравнение моделей OSI/ISO и TCP/IP



# Оборудование сетей



# Интернет - сеть сетей



# История Internet1

- 1961: Kleinrock – теория очередей, показал эффективность коммутации пакетов
- 1964: Военные сети с коммутацией пакетов
- 1967: Проект ARPAnet (Advanced Research Projects Agency)
- 1969: Первые узлы ARPAnet
- 1972:
  - Демонстрация ARPAnet
  - NCP (Network Control Protocol) – первый протокол точка-точка
  - Первое почтовое приложение
  - ARPAnet состоит из 15 узлов

# История Internet 1972-1980

- **1970:** спутниковая сеть ALOHAnet на Гавайях
- **1973:** Диссертация Metcalfe об Ethernet сетях
- **1974:** Cerf and Kahn – межсетевая архитектура
- **70-е:** корпоративные архитектуры: DECnet, SNA
- **1979:** ARPAnet состоит из 200 узлов

## Принципы межсетевого взаимодействия Cerf and Kahn:

- простота, автономность
- модель служб «best effort»
- маршрутизаторы без машины состояний
- децентрализованное управление

# История Internet 1980-1990

- 1983: внедрение TCP/IP
- 1982: Разработка протокола для e-mail служб - SMTP
- 1983: Разработка DNS для разрешения имен
- 1985: Разработка протокола FTP
- Новые сети: Csnet, BITnet, NSFnet, Minitel
- 100,000 узлов соединены в сетевую конфедерацию

# Коммерциализация 90-х

- **Early 1990's:** проект ARPAnet завершен
- **1995:** проект NFSnet завершен
- **начало 90-х:** WWW
  - HTML, http: Berners-Lee
  - 1994: Mosaic, Netscape
  - **поздние 90-е:** коммерциализация WWW

## конец 90-х:

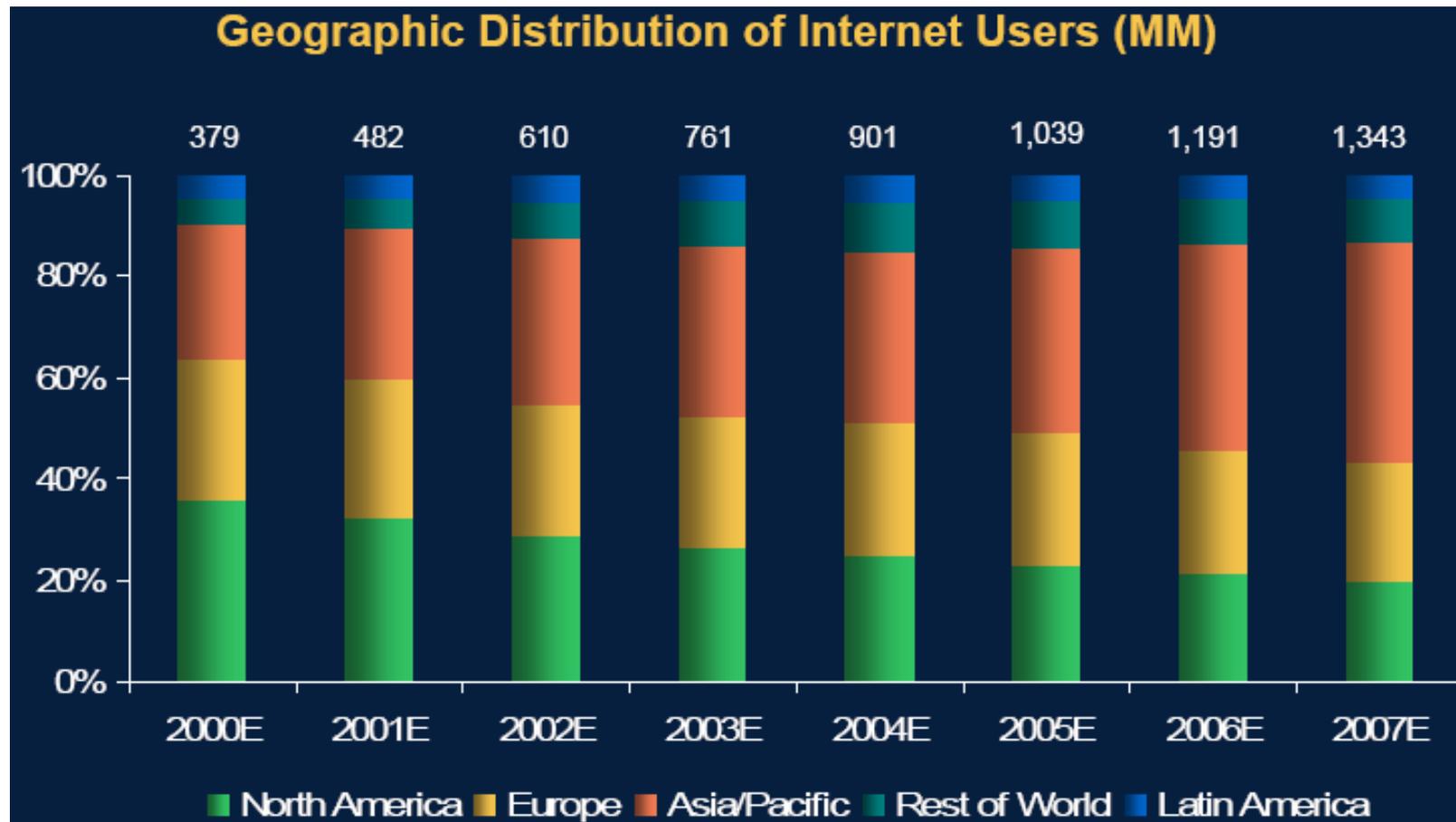
- около 50 млн. компьютеров в Internet
- около 100 million+ пользователей
- магистрали 1 Gbps
- начало проекта Internet2: сети vBNS, Abilene

# Статистика Интернет

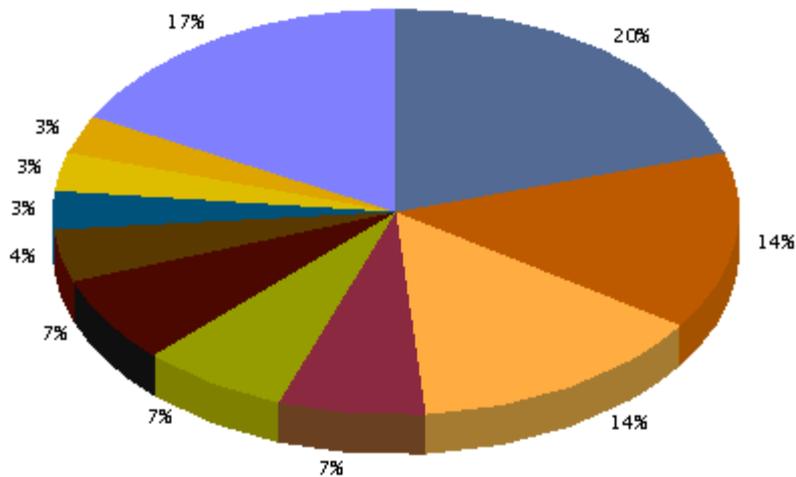
Работа в сети Интернет *из дома* (мировая статистика на ноябрь 2007 г. агентства [www.Nielsen-Netratings.com](http://www.Nielsen-Netratings.com) )

Число сеансов в месяц	34
Число посещаемых доменов /мес.	70
Число просмотренных страниц/мес.	1,519
Число посещенных страниц за один сеанс	44
Потраченное время	31:55:33
Потраченное время за сеанс	0:56:42
Время просмотра одной страницы	0:00:46
Активная аудитория Интернет	353,381,759
Аудитория Интернет, всего	527,585,742

# Статистика Интернет (Morgan Stanley)

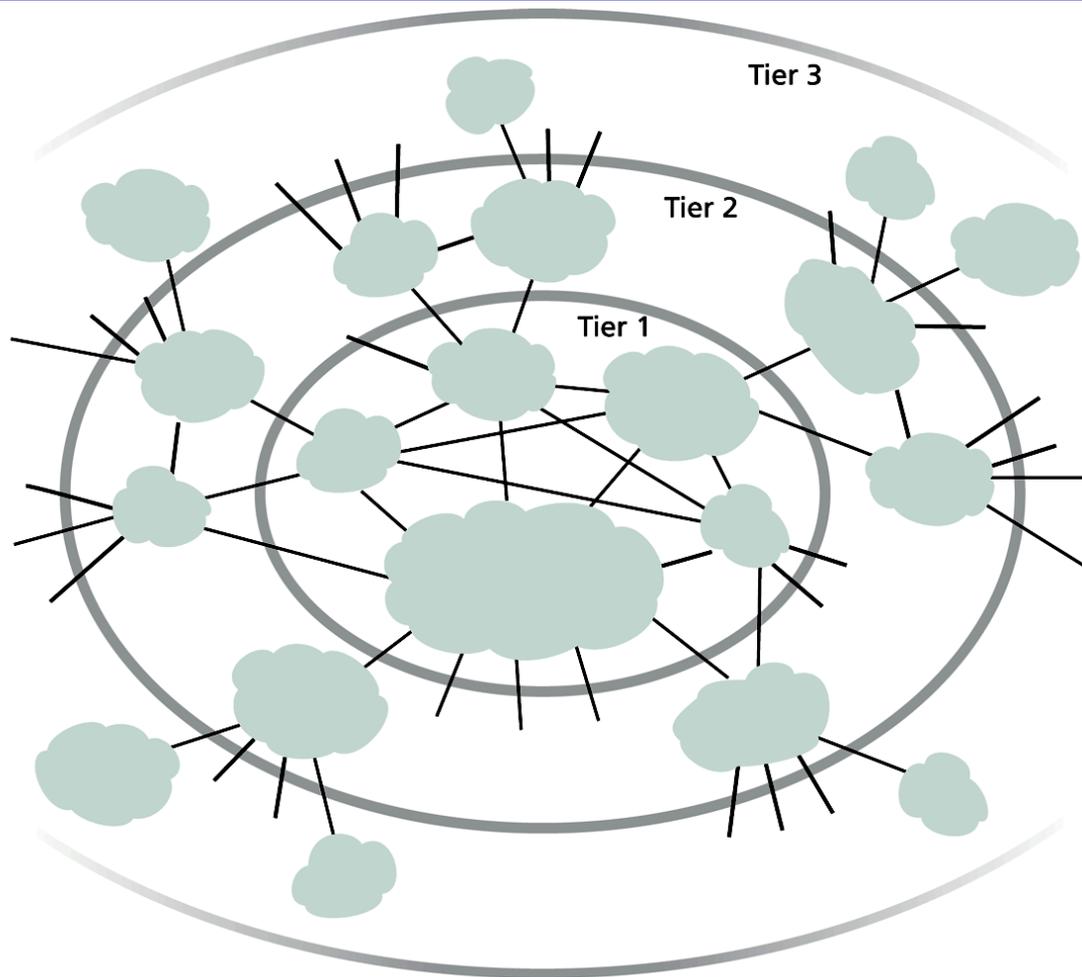


# Статистика Интернет (NetCraft, назначение веб-сайтов)



Назначение сайта	ИСПОЛЬЗОВАНИЙ
Email	5,022,675,000
General Community	3,417,328,000
Portals & Search Engines	3,401,276,000
Finance	1,832,518,000
General/National News	1,764,895,000
Sports & Recreation	1,612,925,000
Local/Regional	1,096,841,000
Shopping & Auction	836,026,000
Entertainment	747,404,000
Games	693,370,000
Other	4,096,514,000
<b>Total</b>	<b>24,521,772,000</b>

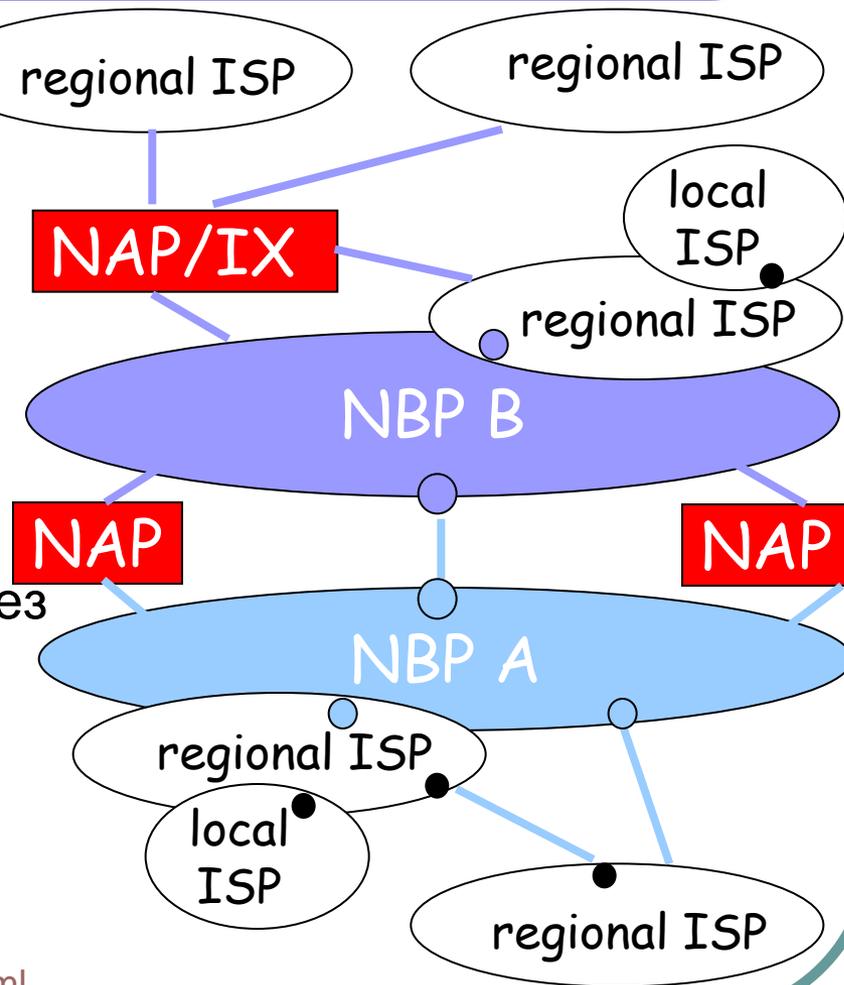
# Провайдеры и магистрали Internet



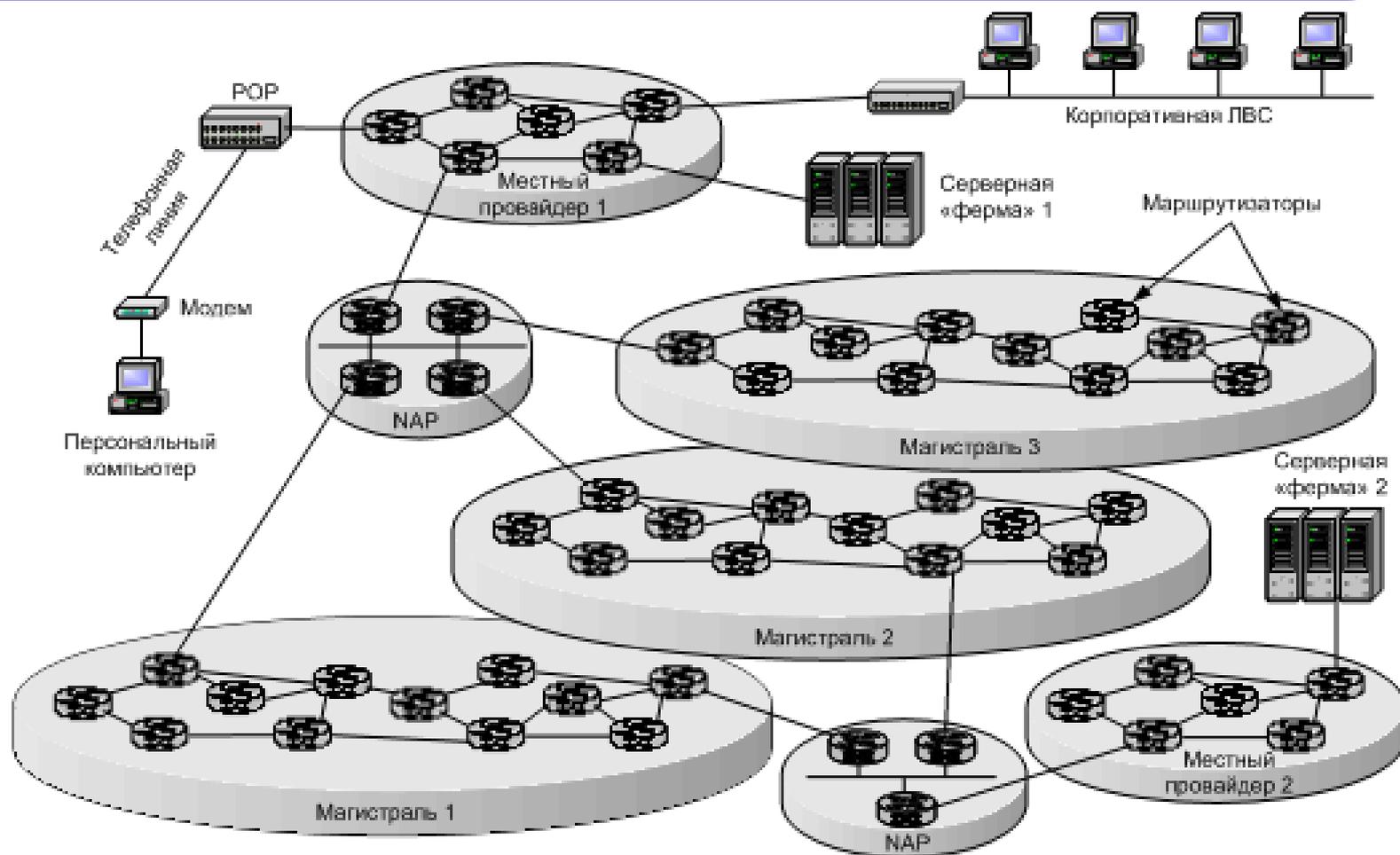
# Структура Internet с точки зрения предоставления доступа

- Иерархическая; сеть сетей
- Магистральные провайдеры - national/international backbone providers (NBP, CARRIERS), например, Sprint, AT&T, Telia, Verio, Cable&Wireless, PCCW(BtNAccess), RBNET ...
- NAP (Network Access Point) – точки доступа (совместного) в сеть.
- Подключения точка-точка через т.н. точки присутствия POP (points of presence)
- Региональные провайдеры Интернет (Internet Service Provider, ISP)
- Локальные ISP

[http://navigators.com/internet\\_architecture.html](http://navigators.com/internet_architecture.html)



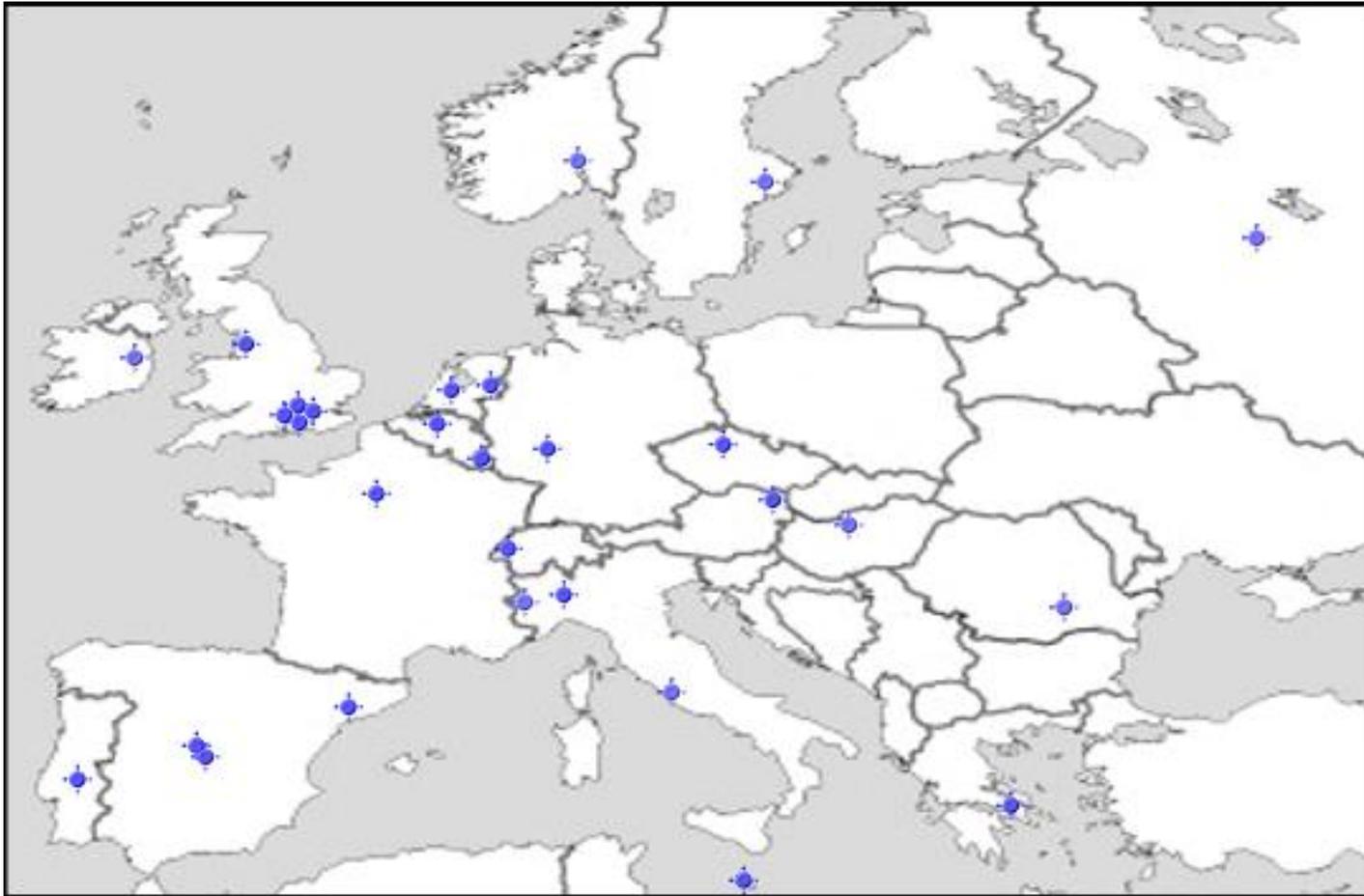
# Магистралы и местные провайдеры, соединения через NAP



# Региональные системы обмена трафиком в России

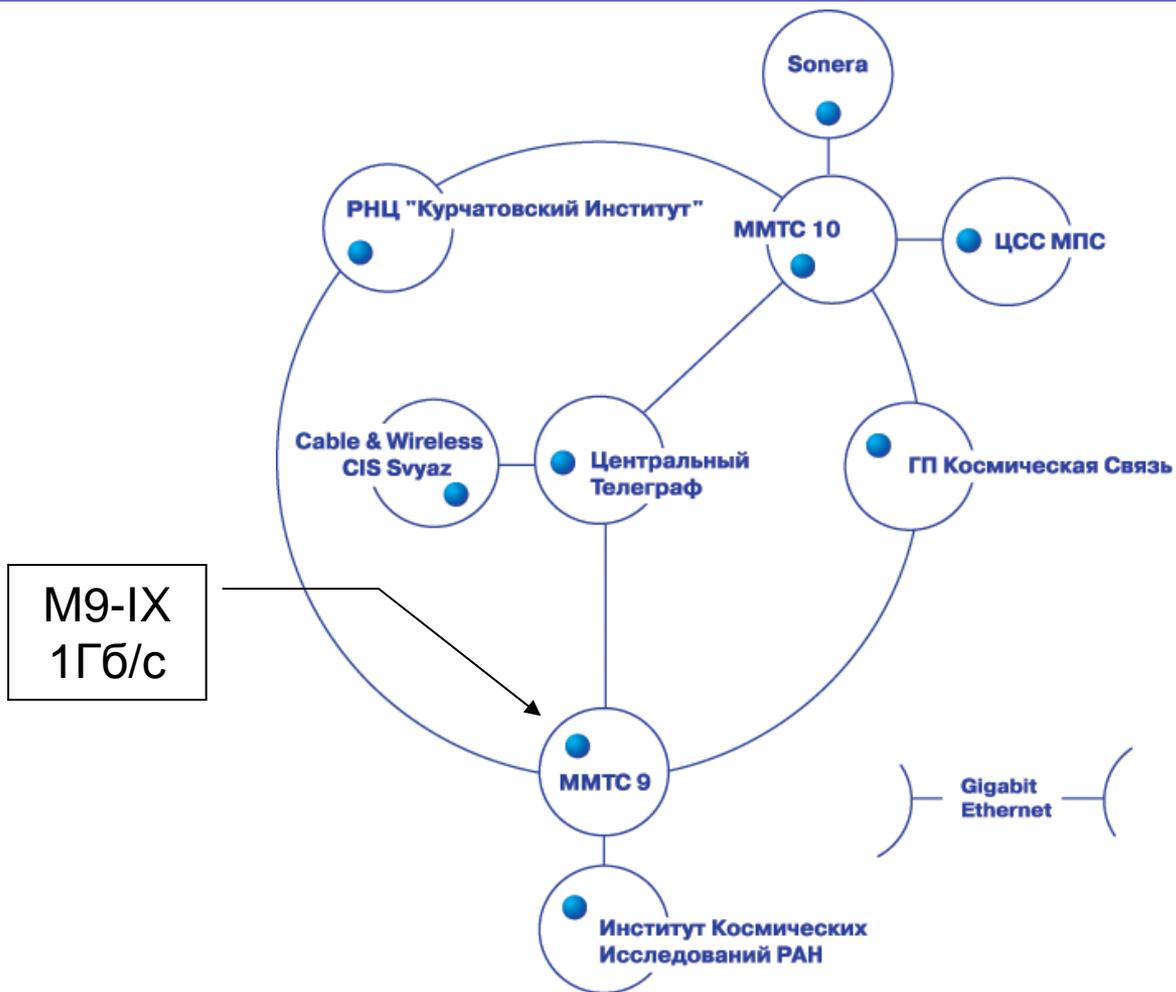
- **Московский Internet Exchange (MSK-IX, М9, 1Гбит/с)**
  - Московский Internet Exchange (MSK-IX) - это одна из систем обмена Интернет-трафиком, существующих в Европе. Проект начинался в 1995 году, когда московские Интернет провайдеры Демос, Релком, МГУ, НИИЯФ МГУ, FREEnet, Ассоциация RELARN, Роспринт пришли к соглашению о создании точки взаимного обмена IP-трафиком.
  - MSK-IX позволяет российским провайдерам обмениваться трафиком напрямую, оптимизируя маршруты его прохождения, что существенно сокращает как время передачи сетевых пакетов данных, так и загрузку дорогостоящих международных каналов связи.
  - Изначально, точкой обмена трафика была избрана международная телефонная станция ММТС-9 или М9, в которой все Интернет провайдеры имели точки присутствия, т.к. на М9 приходили все международные и междугородные каналы связи. Координация М9-IX была поручена Российскому НИИ развития общественных сетей (РосНИИРОС).
  - В настоящее время структура Московского Internet Exchange является распределенной и включает в себя 5 географически разнесенных точек доступа, соединенных волоконно-оптическим кабелем. В четырех точках ранее уже были установлены гигабитные коммутаторы Cisco Catalyst 4000 и 5500
  - <http://www.msk-ix.ru>
- СПб SPB-IX, Самара Samara-IX, Новосибирск NSK-IX, Екатеринбург ЕКТ-IX
- Подобные системы обмена IP-трафиком существуют в большинстве развитых стран мира. При этом в Европе, как правило, на одну страну приходится одна точка обмена трафиком. В России из-за географических масштабов положение иное: в стране действует несколько Internet Exchange. РосНИИРОС выполняет функции Координатора "Соглашения по созданию точки взаимного обмена IP-трафиком" не только в Москве (М9-IX), но и в Санкт-Петербурге (SPB-IX), Самаре (Samara-IX) и Новосибирске (NSK-IX).

# Точки обмена трафиком в Европе (Euro-IX)

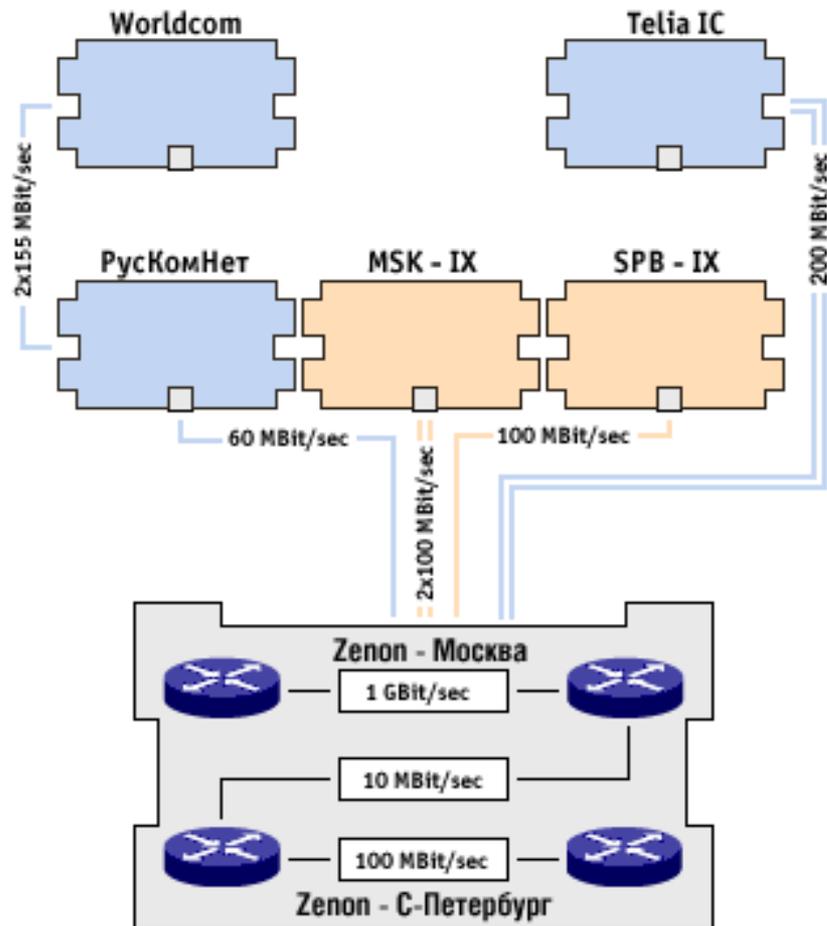


<http://www.euro-ix.net/isp/choosing/map/>

# Схема сети MSK-IX



# Пример схемы подключения провайдера с использованием IX



# Провайдеры опорных сетей, магистралей связи России

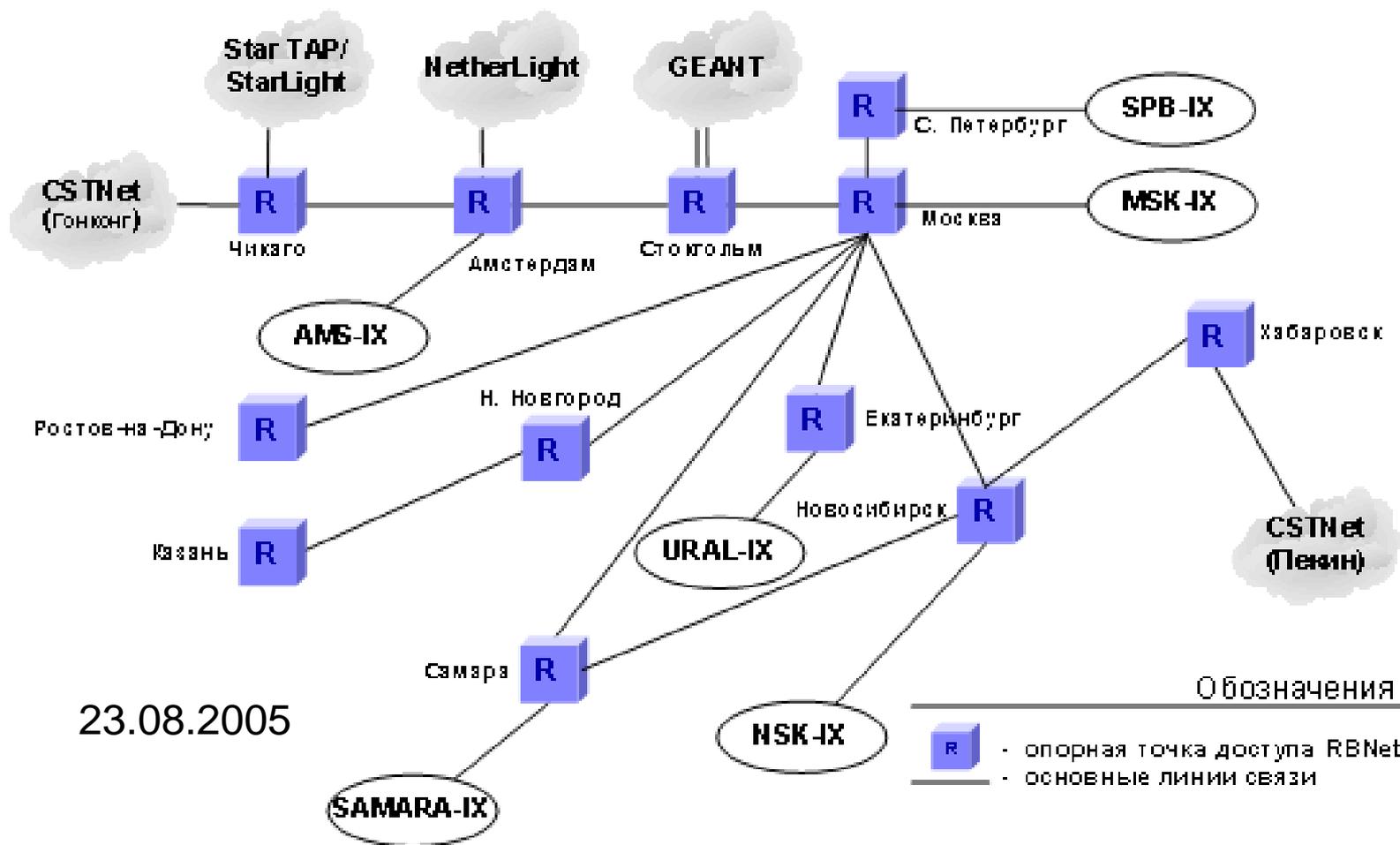
- Основные операторы магистральной цифровой связи:
  - Ростелеком - [www.rt.ru](http://www.rt.ru);
  - ТрансТелеКом - [www.transtk.ru/www/nsf/netmap.nsf/rus!open](http://www.transtk.ru/www/nsf/netmap.nsf/rus!open);
  - Синтерра - [www.synterra.ru/company/net/](http://www.synterra.ru/company/net/).
- История цифровых магистралей в России см.:  
<http://www.cs.vsu.ru/~kas/doc/inetmf/RussianBackbone.pdf>
- Проекты в сфере образования:
  - RNet (Russian Backbone Network) - опорная сеть для нужд науки и высшей школы
    - базируется на арендованных цифровых каналах различных операторов - Транстелеком, Раском, ГП "Космическая связь", Ростелеком и др.;
    - провайдер ВГУ.
  - RUNNet (Russian UNiversity Network) - федеральная университетская опорная сеть

# Схема каналов RbNet



AS 5568

# Схема узлов RВNET

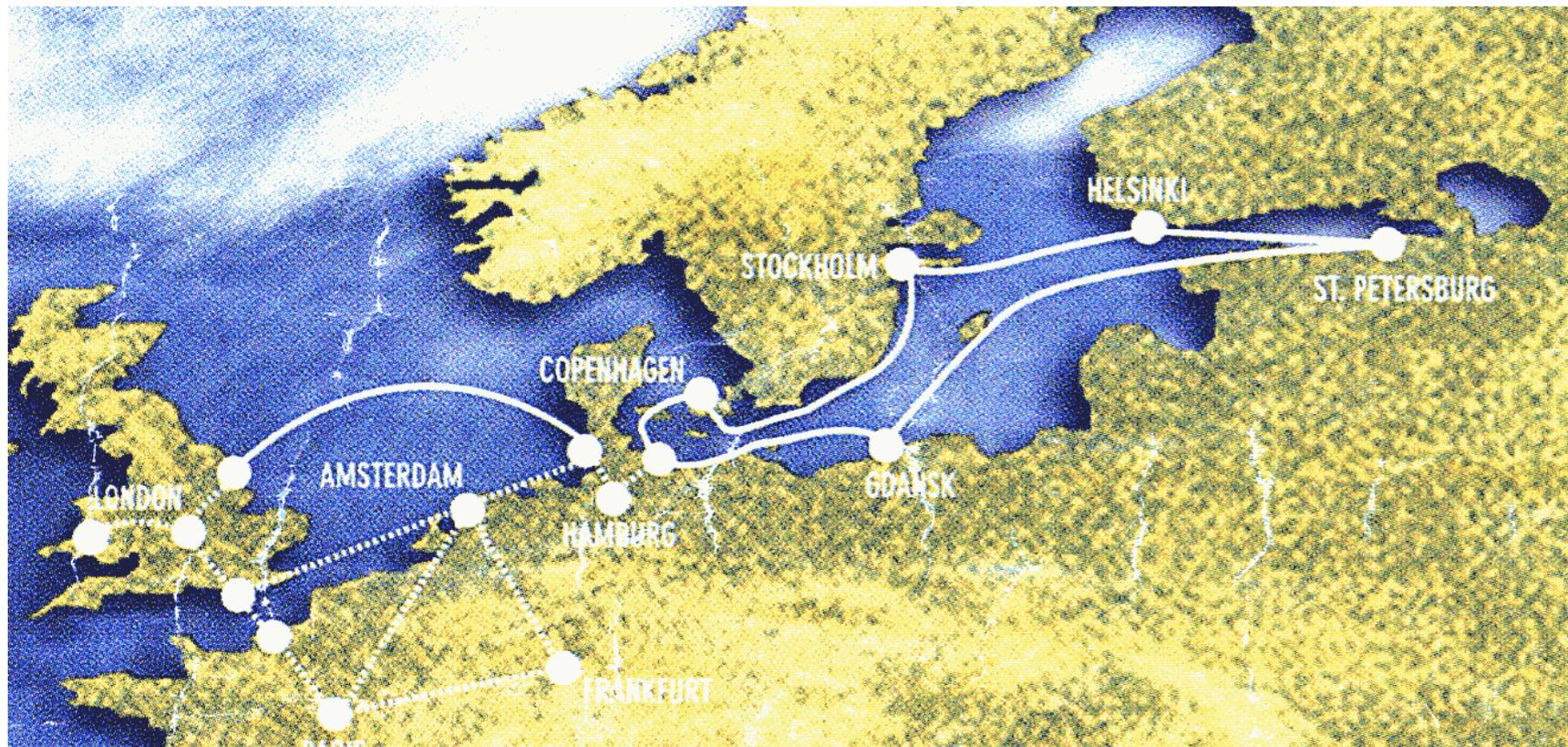


# Схема каналов RUNNet



Пропускные способности основных каналов: международного - 622 Мбит/с. Санкт-Петербург - Москва - 1 Гбит/с на 2005 г. Для соединений внутри страны в основном используется С-диапазон.

# Кабельная система компании TyCom



# Кабельная система компании Sonera, в т.ч. «Сонера-Иван»



# Кабельная система компании GTS



# Классы IPv4 сетей

	IP адрес в двоичной системе счисления (в форматах big-endian и little-endian, для которого требуется конверсия)				IP адрес в десятичной записи
К л а с с	0 байт 0 .. 7	1 байт 8 .. 15	2 байт 16 .. 23	3 байт 24 .. 31	
	3 байт 31 .. 24	2 байт 23 .. 16	1 байт 15 .. 8	0 байт 7 .. 0	
A	0 адрес сети	адрес узла			1.x.x.x - 126.x.x.x
B	10 адрес сети		адрес узла		128.1.x.x - 191.254.x.x
C	110 адрес сети			адрес узла	192.1.1.x - 223.254.254.x
D	1110 адрес multicast группы				224.x.x.x - 239.x.x.x
E	11110 зарезервировано				240.x.x.x - 247.x.x.x

# Зарезервированные адреса

Адрес	Назначение
Адрес сети, состоящий из нулей	Интерпретируется как узел в "текущей сети", например, 0.0.0.15 – узел номер 15
Адрес, состоящий из единиц	Все узлы данной (локальной) сети – 255.255.255.255
Сеть 127	Обозначает локальный узел и используется, когда узел посылает пакеты самому себе без создания дополнительного трафика. Соответствует т.н. «петлевому интерфейсу». Например, 127.0.0.1, 127.1.2.3.
Адрес узла, состоящий из нулей	Интерпретируется как "текущая сеть", т.е. обозначает адрес данной IP сети.
Адрес узла, состоящий из единиц	Интерпретируется как "все узлы" определенной сети; например, адрес 10.255.255.255 описывает все узлы сети 10 (класс А).
Нулевой IP-адрес (все нули)	Используется для обозначения маршрута, выбранного по умолчанию. Интерпретируется, как все узлы и сети.
IP -адрес, состоящий из единиц (или 255.255.255.255)	Широковещательный адрес (адрес сообщений, направляемых всем узлам текущей сети).

Частные подпространства IP адресов (private subspaces): 10.0.0.0, 172.16-31.X.X, 192.168.X.X (см. RFC1918), 169.254.X.X (APIPA)

# Бесклассовая маршрутизация CIDR (Classless Inter-Domain Routing)

- Бесклассовая междоменная маршрутизация основывается на переменной длине маски подсети и решает проблемы (за счет supernetting):
  - Неэффективного использования адресного пространства IP (до CIDR 3%).
  - Увеличения количества записей в глобальных маршрутных таблицах роутеров магистрали Internet в связи с подключением новых сетей.

# IP подсети (subnetting)

1	0	идентификатор сети	идентификатор узла
---	---	--------------------	--------------------

1	0	идентификатор сети	ид. подсети	ид. узла
---	---	--------------------	-------------	----------

Маска подсети: 255.255.255.0. Логическое умножение (побитовое «И») маски на IP адрес дает адрес сети (постоянную часть адреса)

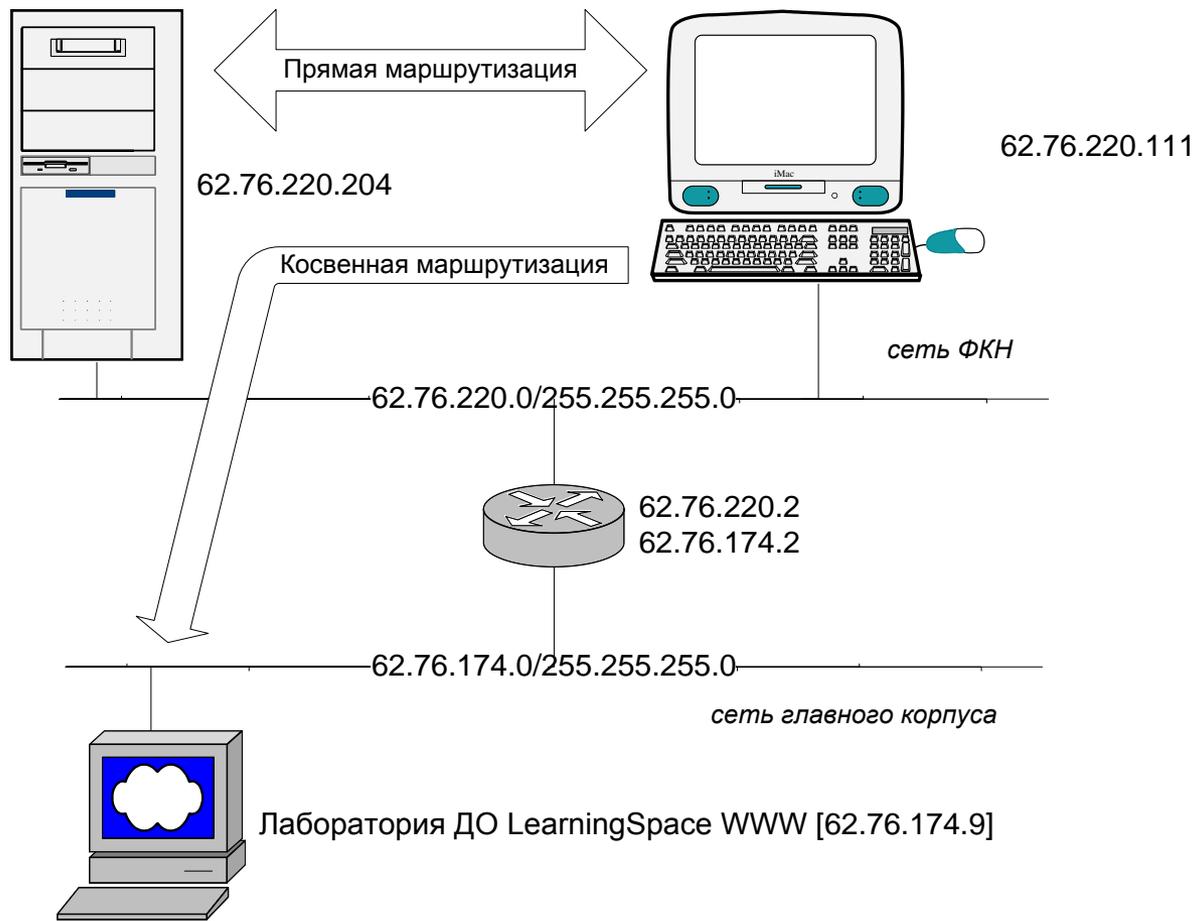
Пример: подсеть 172.16.1.0/255.255.255.0 или 172.16.1/24 (CIDR, BGP4 формат), хотя относится к классу В. Диапазон: 172.16.1.1-172.16.1.254

Пример: суперсеть 172.16.0.0/255.254.0.0 или 172.16.1/15 (CIDR, BGP4 формат), хотя относится к классу В. Диапазон: 172.16.0.1-172.17.255.254

# Структура пакета IPv4

4 бита Номер версии	4 бита Длина заголовка	8 бит Тип сервиса PR   D   T   R				16 бит Общая длина				
16 бит Идентификатор пакета					3 бита Флаги D   M		13 бит Смещение фрагмента			
8 бит Время жизни		8 бит Протокол верхнего уровня			16 бит Контрольная сумма					
32 бита IP-адрес источника										
32 бита IP-адрес назначения										
Опции и выравнивание										

# IP маршрутизация



# Обнаружение неисправностей, связанных с IP

1. ping 127.0.0.1
2. ping [адрес сетевого интерфейса]
3. ping [адрес шлюза/маршрутизатора]
4. ping [адрес удаленного сервера].

# Обнаружение неисправностей, связанных с IP. Tracert, pathping

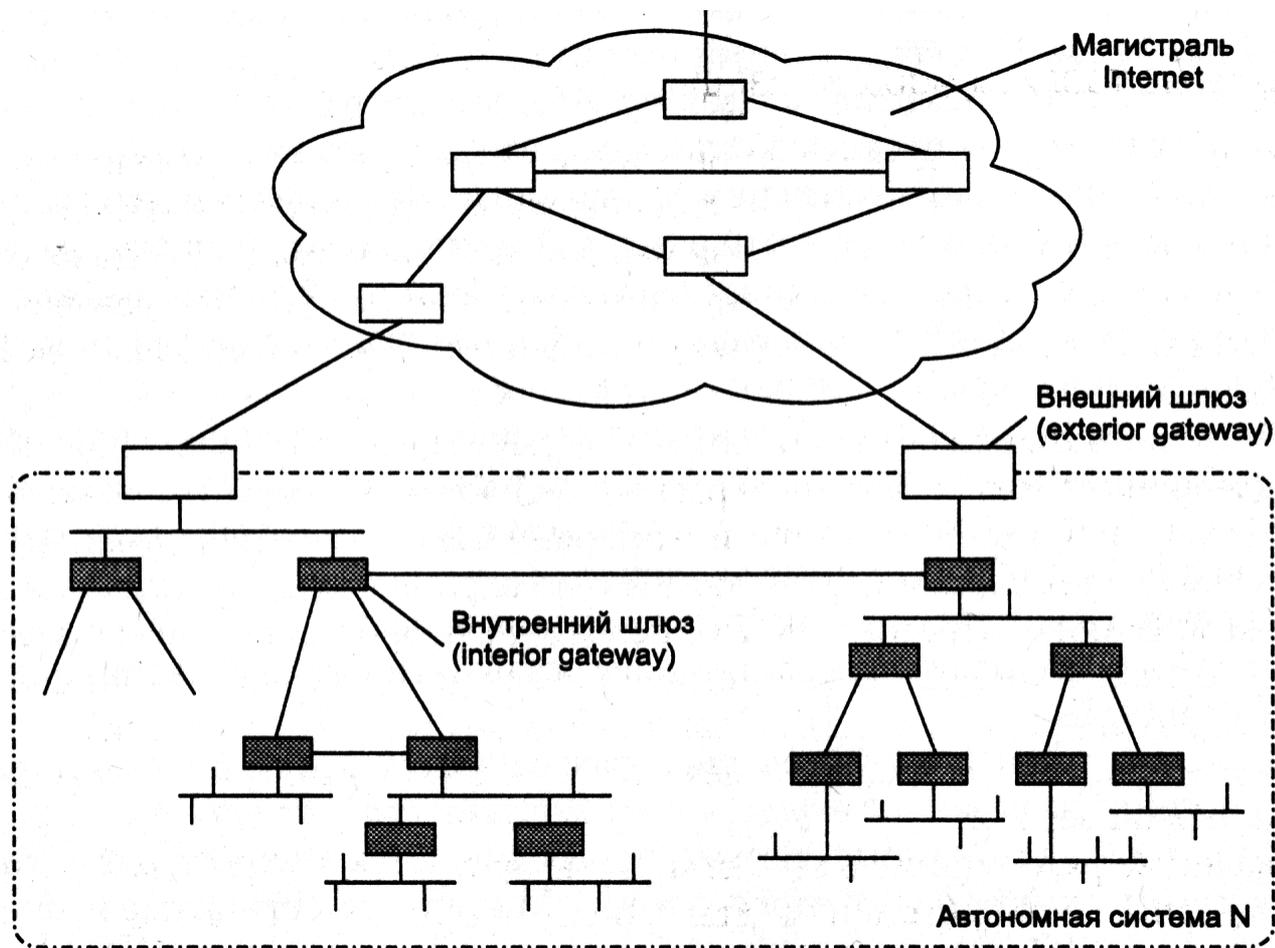
```
C:\>pathping www.ru
```

```
Tracing route to www.ru [194.87.0.50]
over a maximum of 30 hops:
 0  srv1.cs.vsu.ru [62.76.220.11]
 1  clswr1.cs.vsu.ru [62.76.220.2]
 2  c2swr1-e1000-4-1-ve100.vsu.ru [62.76.168.42]
 3  c2r1-ve5.vsu.ru [62.76.168.50]
 4  RBNet-VSU.vsu.ru [62.76.168.1]
 5  M9-IX-1G.Demos.net [193.232.244.35]
 6  iki-1-vl10.demos.net [194.87.0.83]
 7  www.ru [194.87.0.50]
```

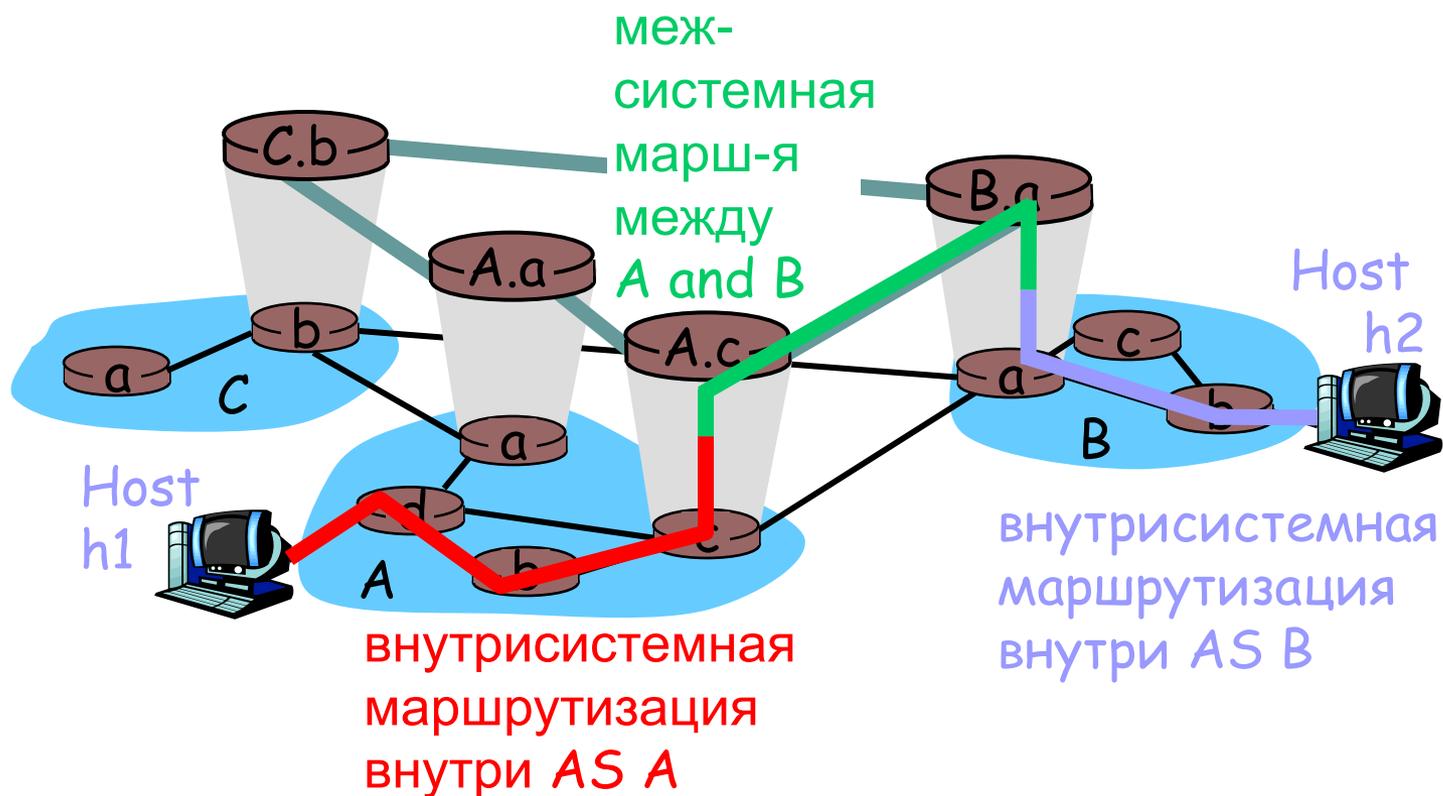
```
Computing statistics for 175 seconds...
```

Hop	RTT	Source to Here Lost/Sent = Pct	This Node/Link Lost/Sent = Pct	Address
0				srv1.cs.vsu.ru [62.76.220.11]
1	0ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	 clswr1.cs.vsu.ru [62.76.220.2]
2	0ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	 c2swr1-e1000-4-1-ve100.vsu.ru [62.76.168.42]
3	1ms	0/ 100 = 0%	0/ 100 = 0%	 c2r1-ve5.vsu.ru [62.76.168.50]
4	249ms	26/ 100 = 26%	21/ 100 = 21%	 RBNet-VSU.vsu.ru [62.76.168.1]
5	1095ms	26/ 100 = 26%	5/ 100 = 5%	 M9-IX-1G.Demos.net [193.232.244.35]
6	306ms	25/ 100 = 25%	0/ 100 = 0%	 iki-1-vl10.demos.net [194.87.0.83]
7	845ms	21/ 100 = 21%	0/ 100 = 0%	 www.ru [194.87.0.50]

# Маршрутизация в Internet



# Автономные системы (AS, autonomous systems)



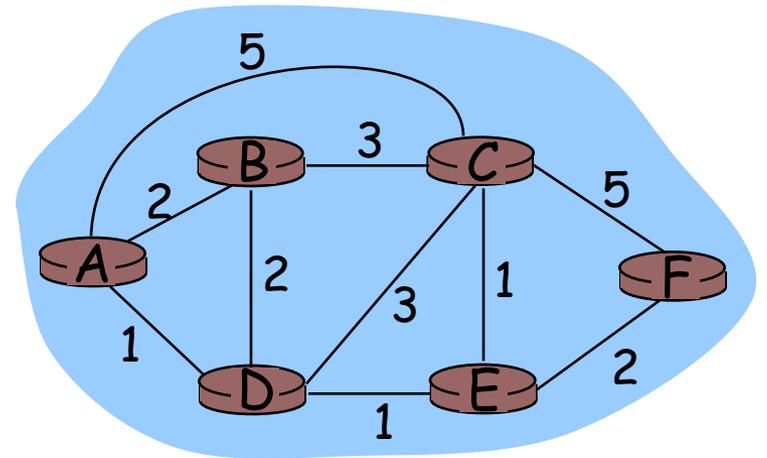
# Маршрутизация (routing)

## Протокол маршрутизации

**Цель:** определить «хороший» маршрут в сети между узлом-источником и приемником.

Методы задания маршрутизации:

- статическая (маршрутные таблицы задаются вручную)
- по-умолчанию (один маршрут для неизвестных сетей)
- динамическая, под управлением протокола маршрутизации:



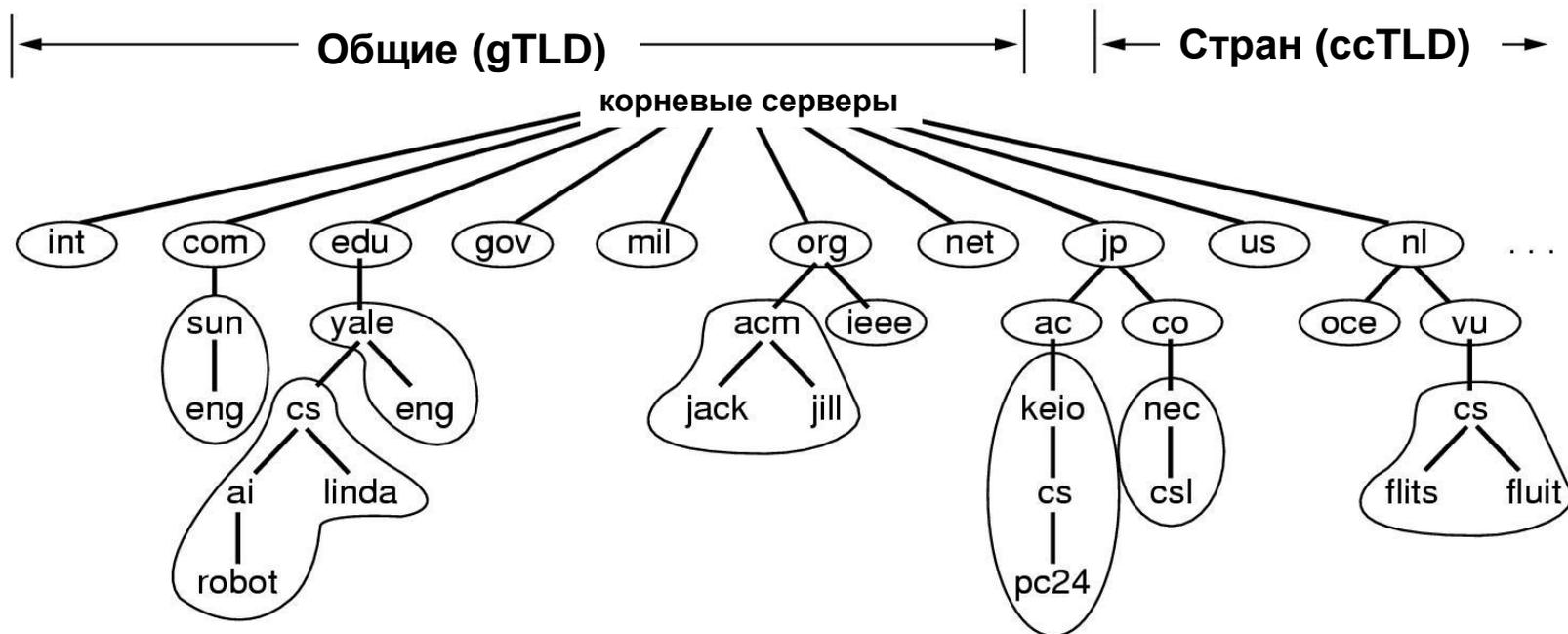
# Протоколы маршрутизации

- IGP (Interior Gateway Protocols) - внутренние протоколы маршрутизации, распространяют маршрутную информацию внутри одной автономной системы. Примеры: RIP, OSPF, IGRP.
- RIP (Routing Information Protocol) - протокол передачи маршрутной информации, маршрутизаторы динамически создают маршрутные таблицы.
- OSPF (Open Shortest Path First) - протокол «Использовать кратчайший путь», является внутренним протоколом маршрутизации. Разработан после RIP, поддерживает маршрутизацию по нескольким путям, баланс их загрузки.
- EGP (Exterior Gateway Protocols) - внешние протоколы маршрутизации, распространяют маршрутную информацию между автономными системами. Примеры: EGP (Exterior Gateway Protocol, устарел), BGP.
- BGP (Border Gateway Protocol) - протокол граничных маршрутизаторов.

# ICMP: Internet Control Message Protocol

Тип	Код	Описание
<b>0</b>	<b>0</b>	<b><i>эхо ответ (ping)</i></b>
3	0	сеть недоступна
3	1	узел недоступен
3	2	протокол недоступен
3	3	порт недоступен
3	6	сеть неизвестна
3	7	узел неизвестен
4	0	подавление источника
8	0	эхо запрос (ping)
9	0	оповещение о маршруте
10	0	поиск маршрута
11	0	TTL закончилось
12	0	ошибка заголовка

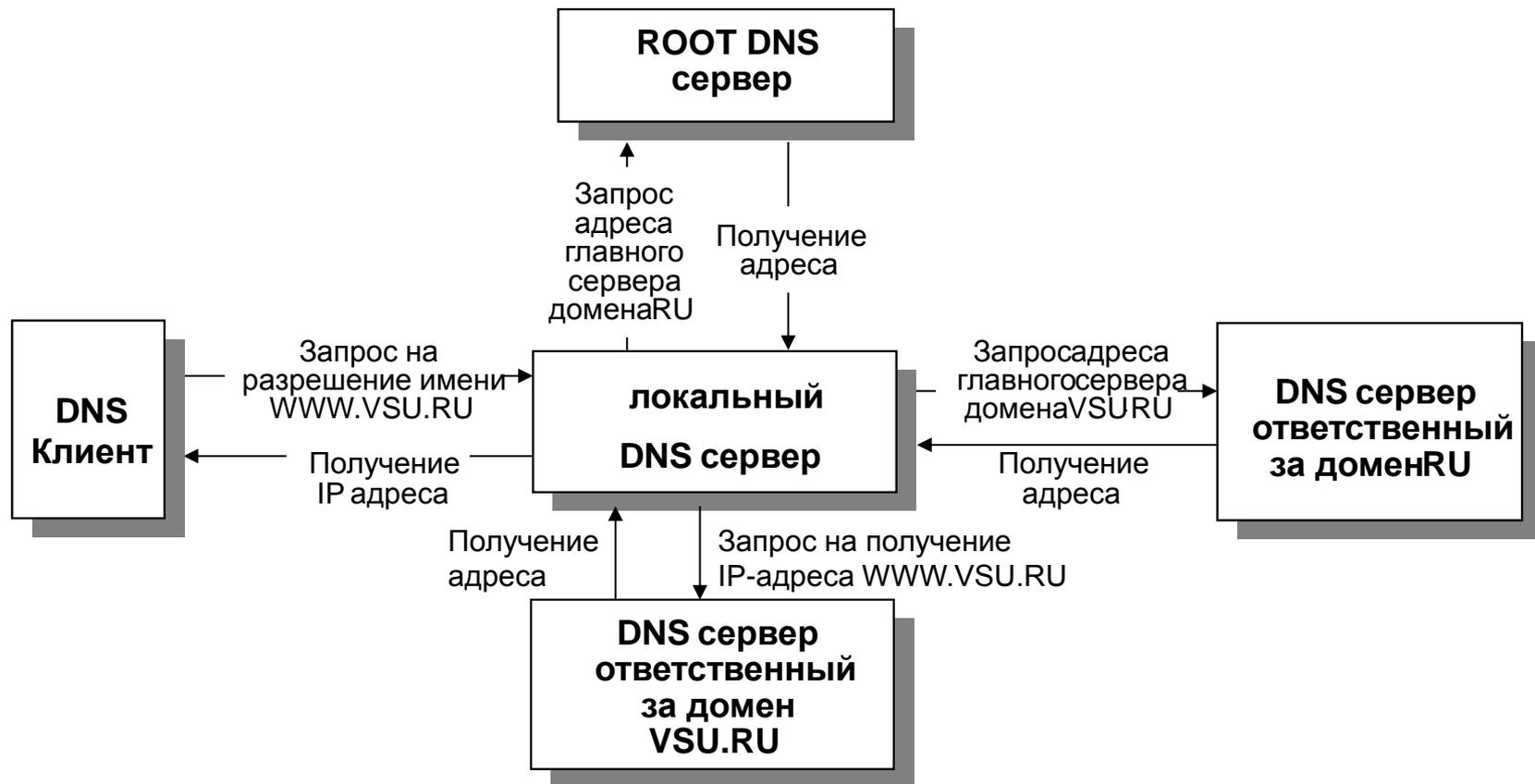
# Домены Интернет, DNS (domain name service) и серверы имен



<http://www.root-servers.org/>

<http://k.root-servers.org/>

# DNS. Итеративные, рекурсивные запросы.



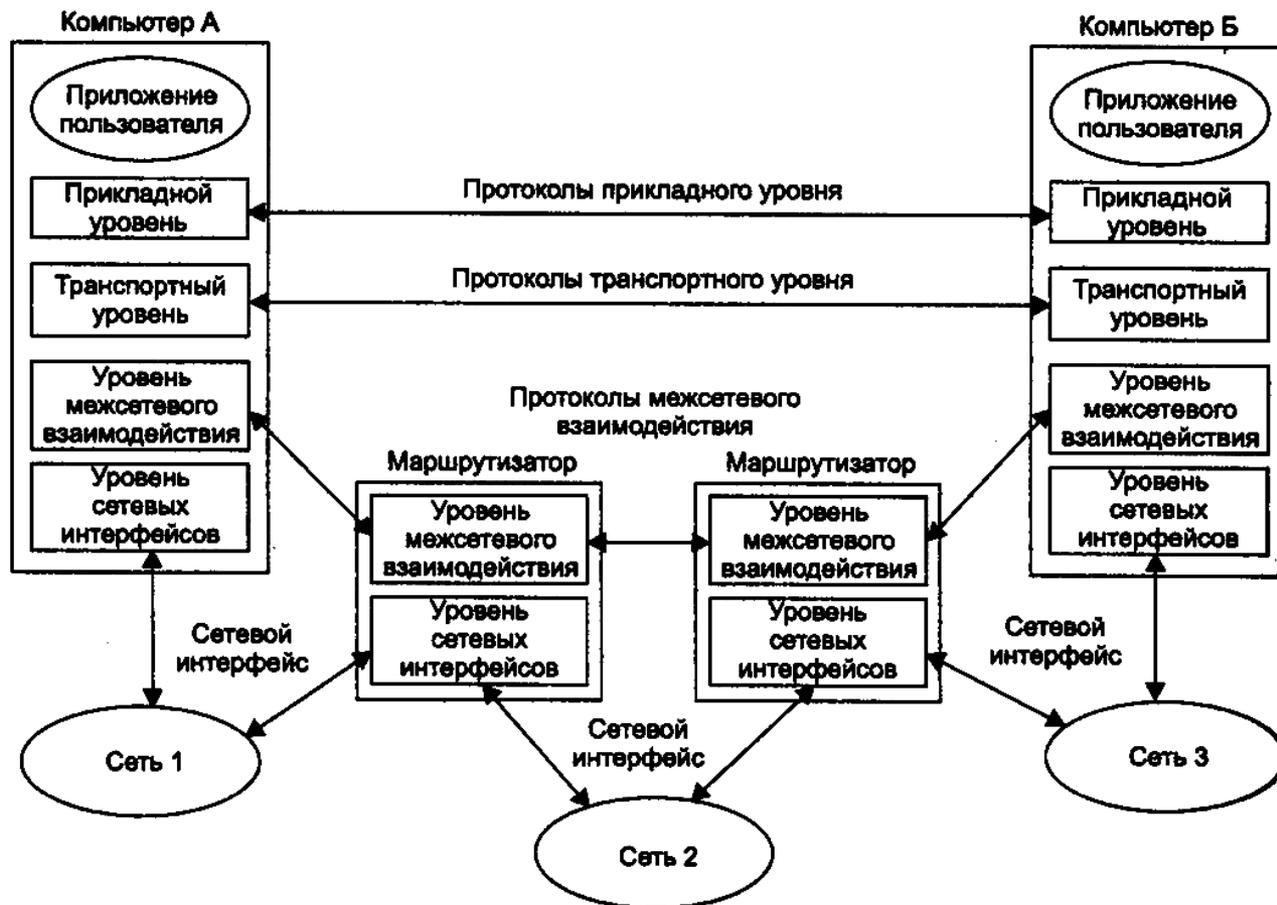
# Записи о ресурсах (RR) DNS

- Система DNS управляется и координируется ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). IANA – исполнительное подразделение ICANN. ICANN предоставляет информацию о DNS через веб-сайт InterNIC.
- Домены верхнего уровня: com, net, ru и т.п. должны соответствовать стандарту ISO3166 и управляются организацией, которой ICANN делегирует свои полномочия (для домена ru – РосНИИРОС, [www.ripn.ru](http://www.ripn.ru))
- RR – Resource Record
- Типы записей:
  - NS – запись о сервере имен;
  - A – адресная запись (IP); PTR – указатель на имя;
  - CNAME – псевдоним;
  - MX – почтовый сервер;
  - MB – имя почтового ящика;
  - HINFO – информация об узле.
- Специальный домен in-addr.arpa введен для определения имен по IP-адресам. Это исключает перебор серверов при обратном поиске.
- Имена в домене in-addr.arpa состоят из нескольких субполей, кроме постоянной части IN-ADDR.ARPA. Например, для IP-адреса 62.76.220.111 в домене 220.76.62.in-addr.arpa есть запись:
  - 62.76.220.111 PTR c1r382n11.cs.vsu.ru.

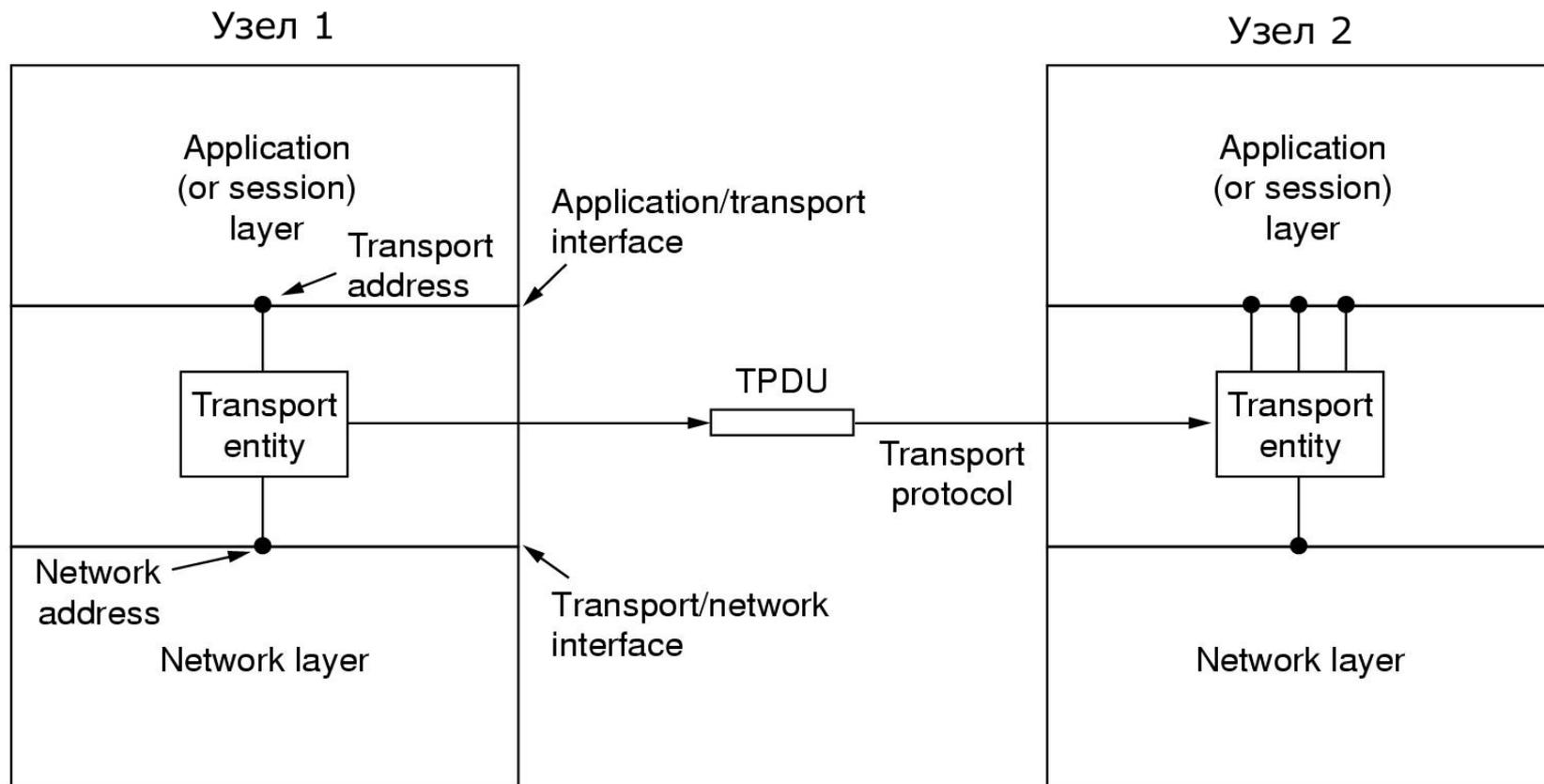
# Ответственные организации Интернет

- IAB (Internet Architecture Board) <http://www.iab.org/>
- IETF (Internet Engineering Task Force) <http://www.ietf.org/>
- IRTF (Internet Research Task Force) <http://www.irtf.org/>
  - ISOC (Internet Society, управление IE/RTF) <http://www.isoc.org/>
- ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) <http://www.icann.org/>
- IANA (Internet Assigned Numbers Authority) <http://www.iana.org/>
- ARIN (American Registry for Internet Numbers) <http://www.arin.net/>
- RIPE (Réseaux IP Européens) сообщество сторон (в основном ISP), заинтересованных в поддержке и развитии инфраструктуры Интернет в Европе и за ее пределами. В частности, RIPE поддерживает базу данных IP адресов и номеров AS.
- Сетевой центр RIPE NCC (Network Coordination Centre) выполняет функции официального IP регистратора в Европе.
- Российские
  - Координационный центр национального домена сети Интернет, <http://www.cctld.ru/ru/>
  - РосНИИРОС, <http://www.ripn.net/>
  - Историческая справка о домене RU, [http://info.nic.ru/st/61/out\\_24.shtml](http://info.nic.ru/st/61/out_24.shtml)

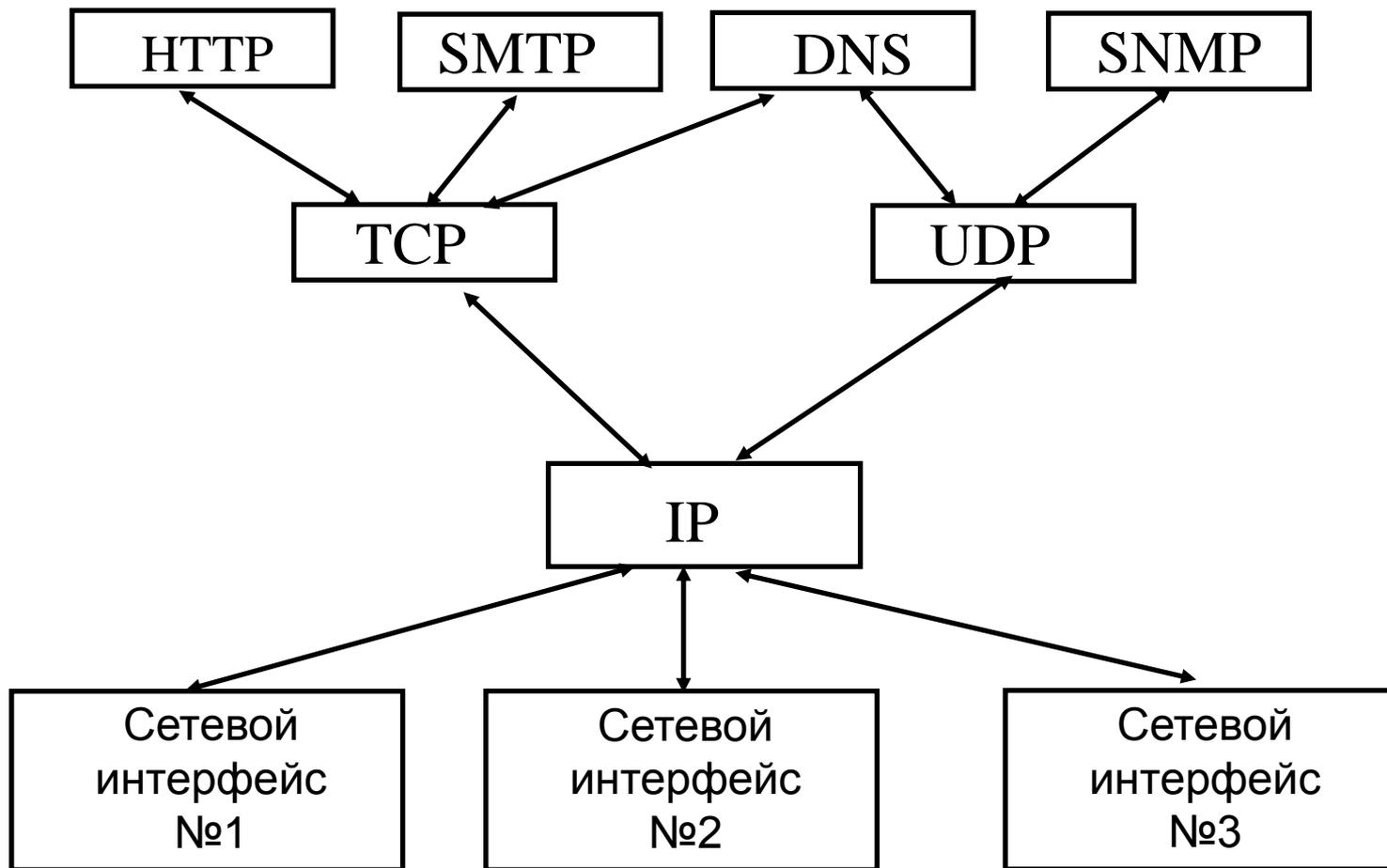
# Уровневая модель TCP/IP



# Уровневый протокол

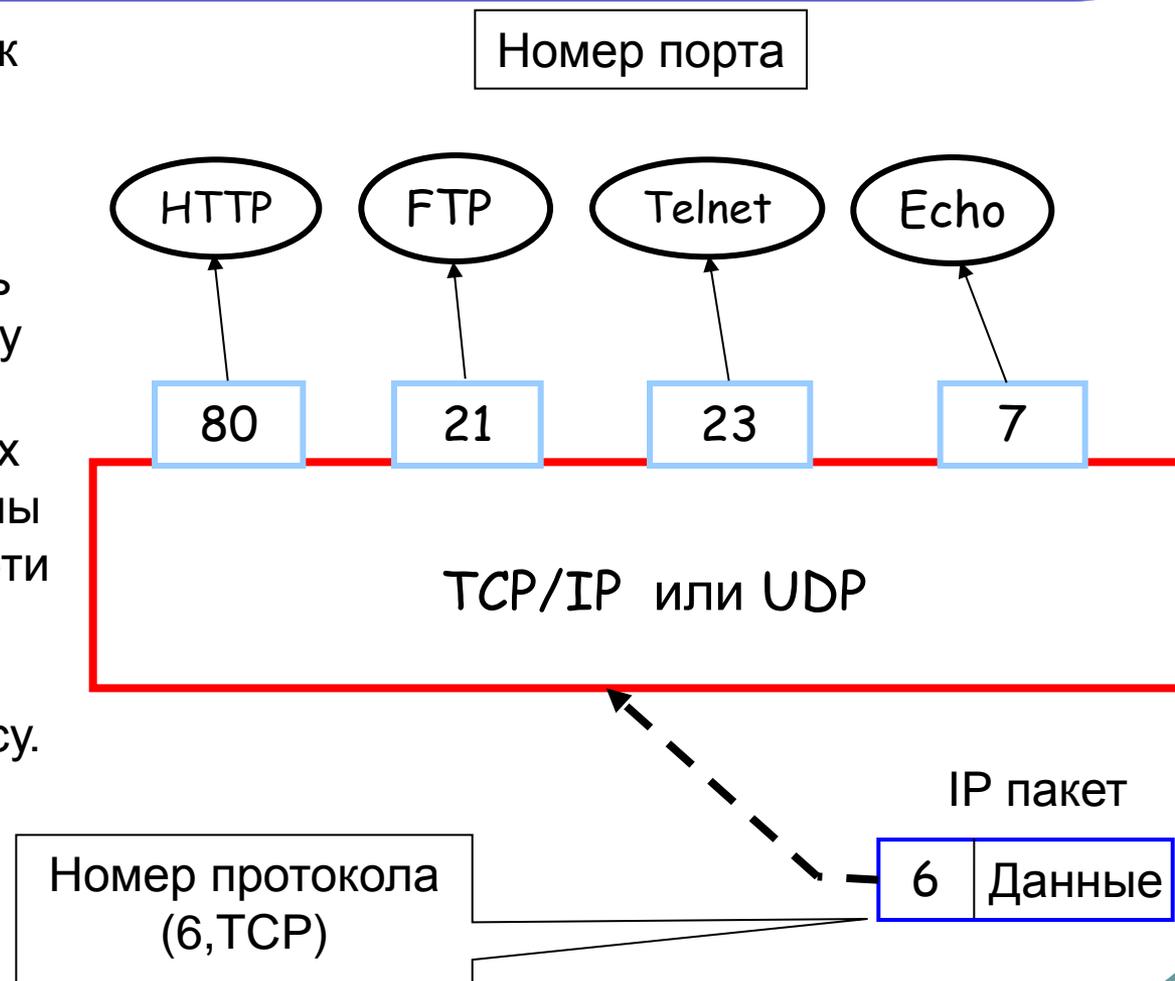


# TCP/IP стек

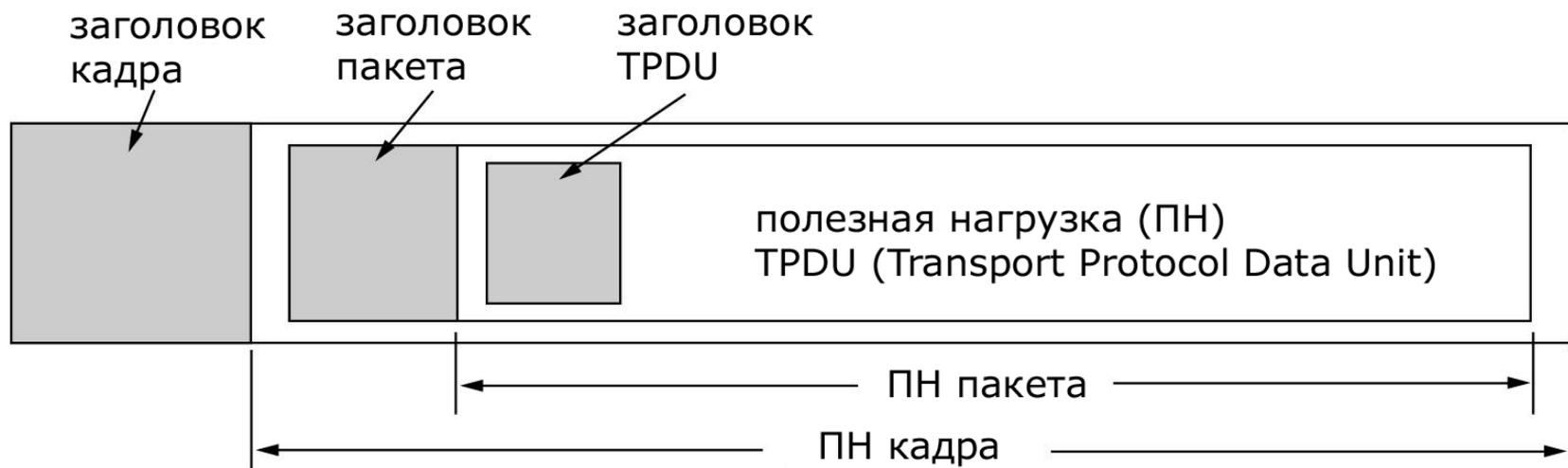


# Точки доступа SAP в TCP/IP стеке

Анализируя заголовок своего пакета, полученного от межсетевого уровня, транспортный модуль определяет по номеру порта получателя, какому из прикладных процессов направлены данные, и передает эти данные соответствующему прикладному процессу.



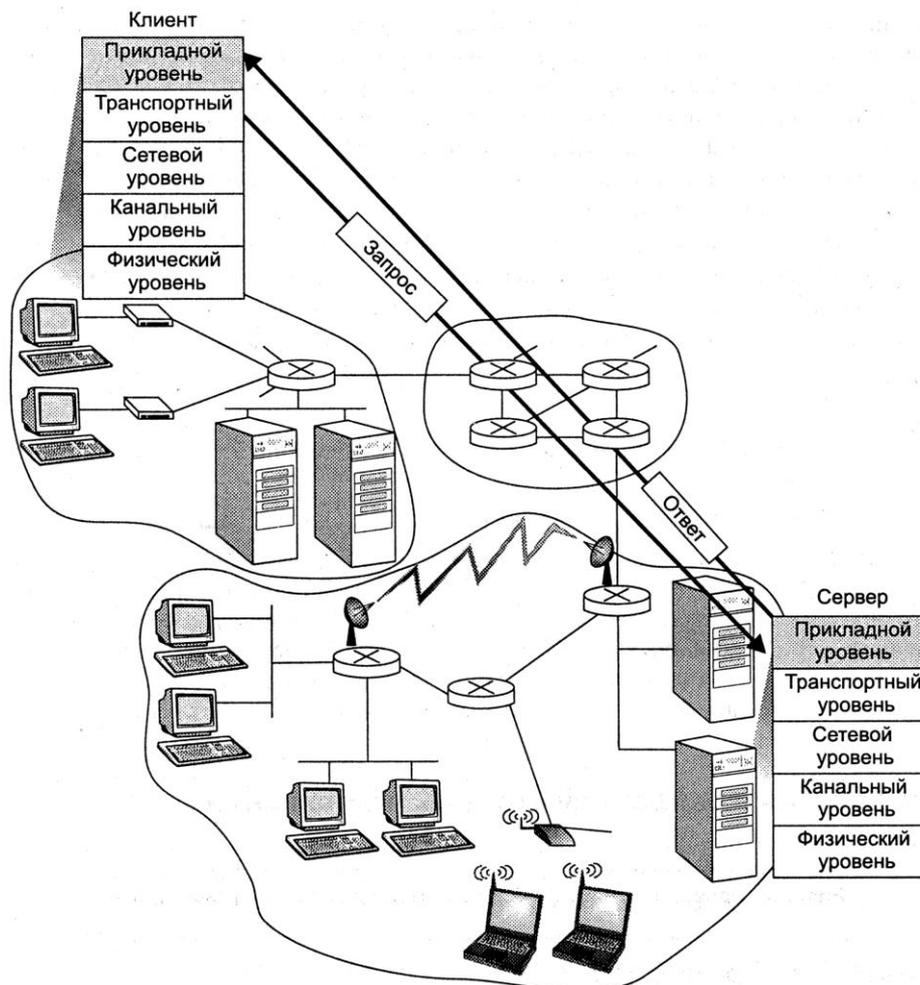
# Вложенность PDU (Protocol Data Units)



# Уровень приложений, службы Интернет

- Уровень приложений использует сервис транспортного уровня для решения проблем:
  - потери данных (пример передачи файлов и видео)
  - гарантии пропускной способности (пример передачи речи и файлов)
  - задержки при передаче (пример e-mail и файлов)
- Типичные приложения Интернет построены на основе модели «клиент-сервер»
  - клиент посылает команду, запрашивает сервис
  - сервер выполняет команду, возвращая результат

# Взаимодействие клиента и сервера



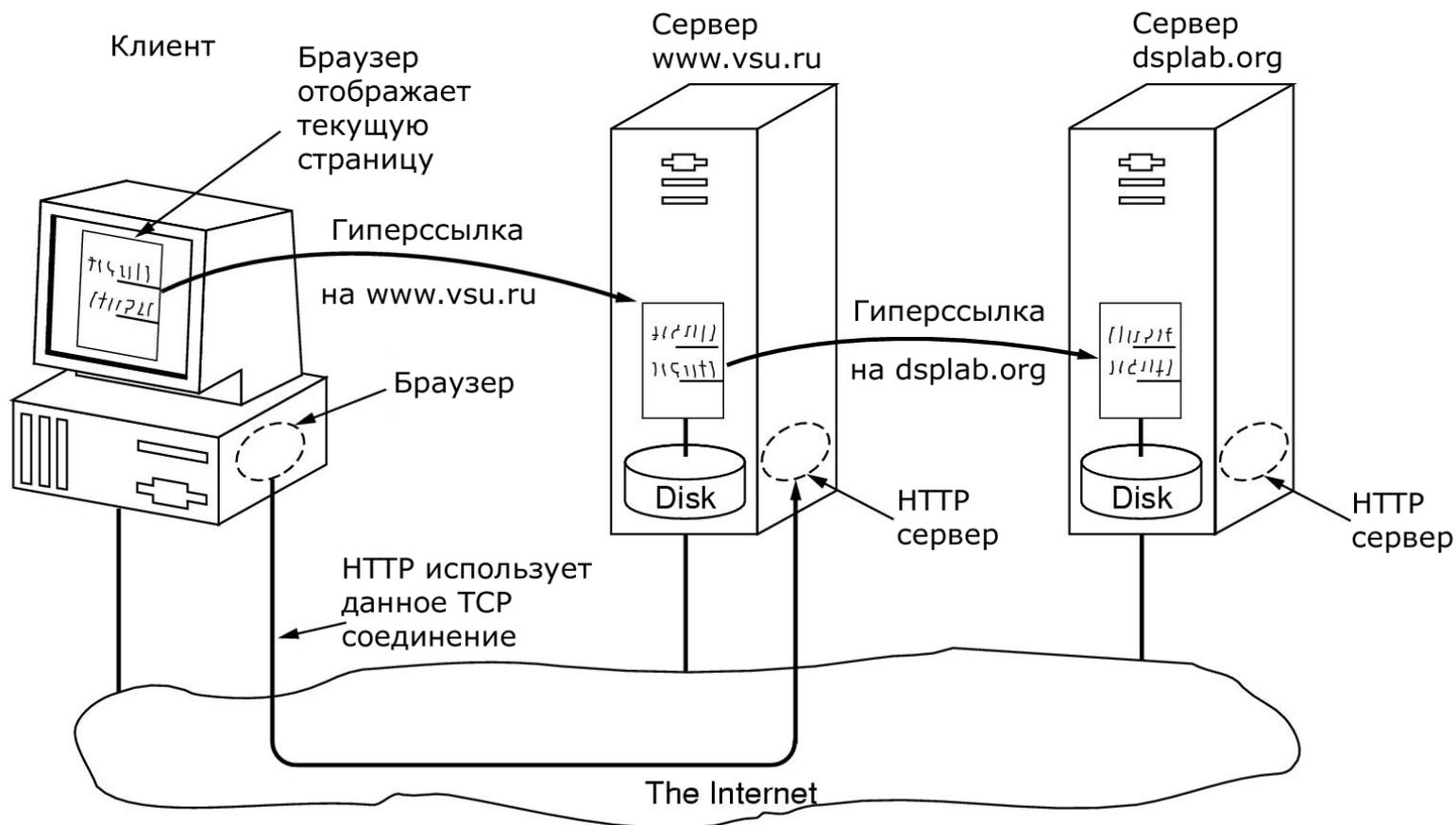
# Транспортный уровень Интернет

- Услуги, предоставляемые транспортным уровнем Интернет
- TCP – Transmission Control Protocol
  - протокол с установлением соединения
  - надежный транспорт между процессами
  - управление потоком, перегрузками
  - нет поддержки QoS
  - данные передаются в виде т.н. сегментов
- UDP – User Datagram Protocol
  - ненадежный дейтаграммный транспорт между процессами
  - нет поддержки QoS, управление потоком, перегрузками, фазы установления соединения
  - данные передаются в виде т.н. дейтаграмм

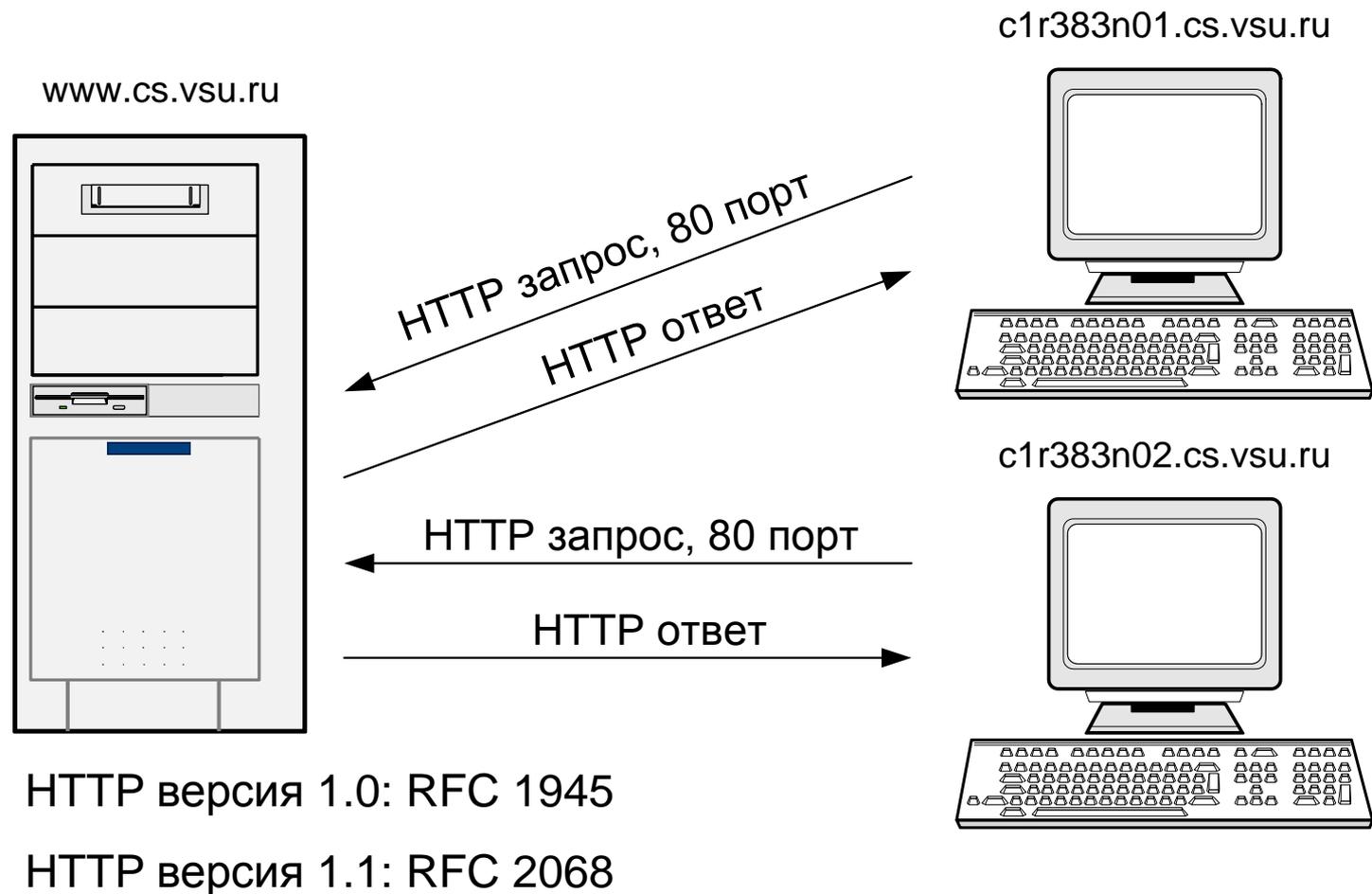
# Службы Интернет

Приложение	Протокол	Транспортный протокол
Электронная почта	smtp [RFC 821]	TCP
Удаленный терминальный доступ	telnet [RFC 854]	TCP
Web	http [RFC 2068]	TCP
Передача файлов	ftp [RFC 959]	TCP
Потоковая передача видео	Корпоративные, например, Real Networks	TCP или UDP
Файл-сервер	NSF, Sun Microsystems	TCP или UDP
Интернет-телефония	Корпоративные, например, Vocaltec	Обычно UDP

# World Wide Web, HTTP, HTML



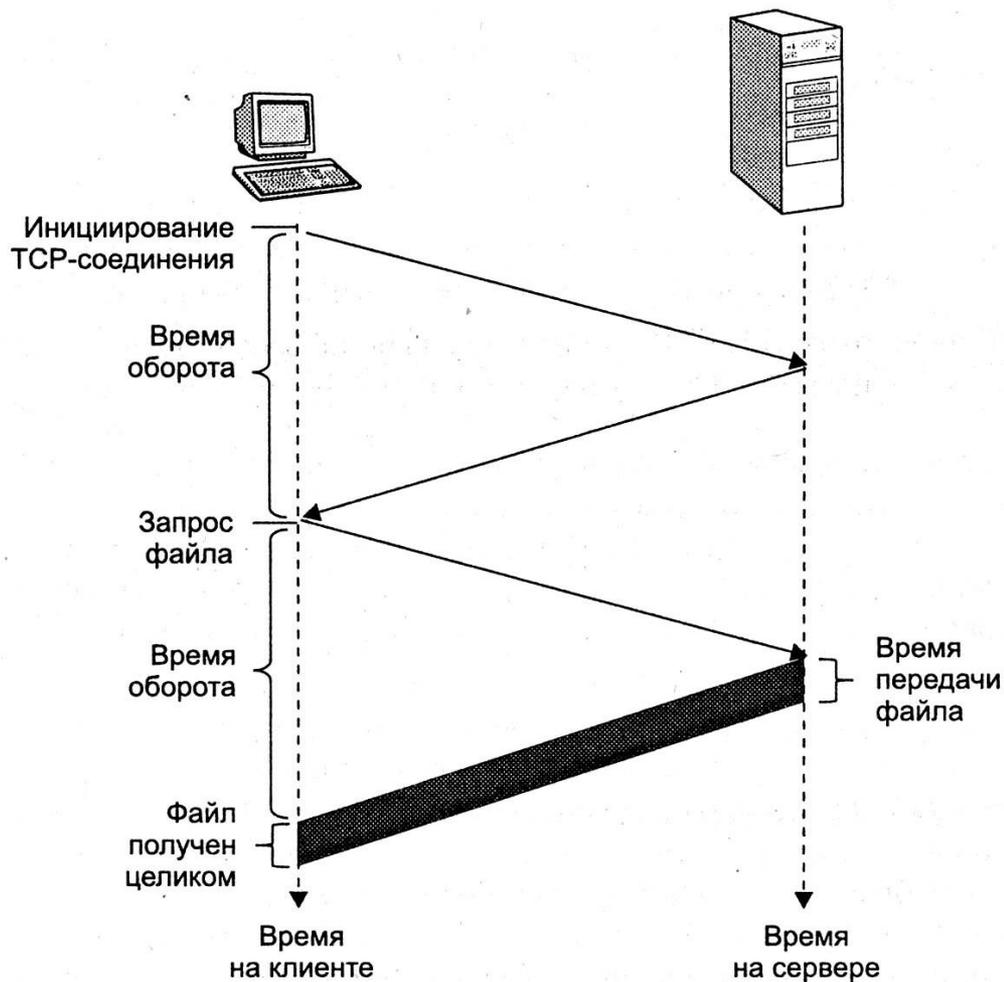
# HTTP - HyperText Transfer Protocol



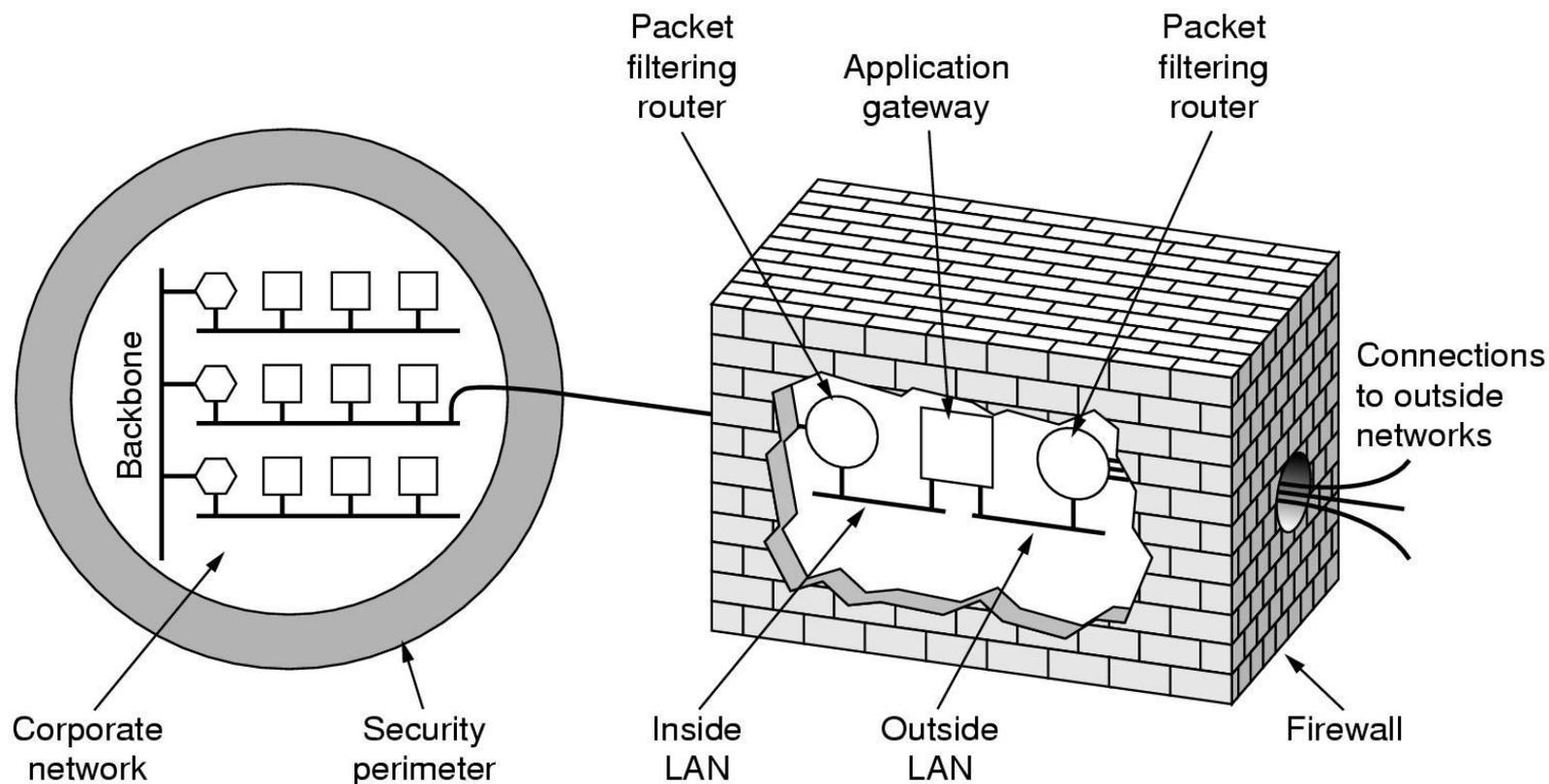
# HTTP - HyperText Transfer Protocol

- HTTP основывается на парадигме запросов-ответов. Клиент устанавливает связь с обслуживающей программой-получателем (сервером) и посылает запрос серверу в следующей форме:
  - метод запроса URI версия протокола HTTP
  - telnet [www.is.vsu.ru](http://www.is.vsu.ru) 80
  - GET / HTTP/1.0
- Для указания ресурса, к которому должен быть применен данный метод, используется универсальный идентификатор ресурсов (Universal Resource Identifier - URI), в виде местонахождения (URL) или имени (URN).

# Время ответа на запрос страницы



# Обеспечение безопасности в intranet сетях (Firewall, Proxy)



# DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

DHCP server: 62.76.220.204



DHCP discover

```
src : 0.0.0.0
dest.: 255.255.255.255
yiaddr: 0.0.0.0
transaction ID: 654
```

НОВЫЙ КЛИЕНТ



DHCP offer

```
src: 62.76.220.204
dest: 255.255.255.255
yiaddr: 62.76.220.111
transaction ID: 654
Lifetime: 3600 secs
```

DHCP request

```
src: 0.0.0.0
dest.: 255.255.255.255
yiaddr: 62.76.220.111
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs
```

DHCP ACK

```
src: 62.76.220.204
dest: 255.255.255.255
yiaddr: 62.76.175.111
transaction ID: 655
Lifetime: 3600 secs
```

время

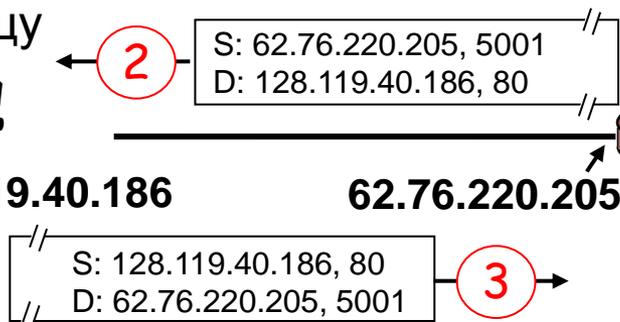
# NAT: Network Address Translation (вариант PAT или overload)

## 2. NAT

маршрутизатор  
изменяет адрес  
источника в  
дейтаграмме  
с 10.0.0.1, 3345 на  
62.76.220.205, 5001,  
актуализирует  
таблицу

NAT таблица	
WAN адрес	LAN адрес
62.76.220.205,5001	10.0.0.1, 3345
.....	.....

1: Узел 10.0.0.1  
посылает данные на  
веб-сервер  
128.119.40.186, 80



3: ответ поступает на  
62.76.220.205, 5001

4: NAT маршрутизатор  
изменяет адрес  
назначения в дейтаграмме с  
62.76.220.205, 5001 на 10.0.0.1, 3345

# Цели модернизации IPv4 (1994 – IPng, 1998 – IPv6)

- создание масштабируемой схемы адресации;
- повышение пропускной способности за счет упрощения работы маршрутизаторов;
- предоставление гарантий QoS;
- обеспечение защиты данных.

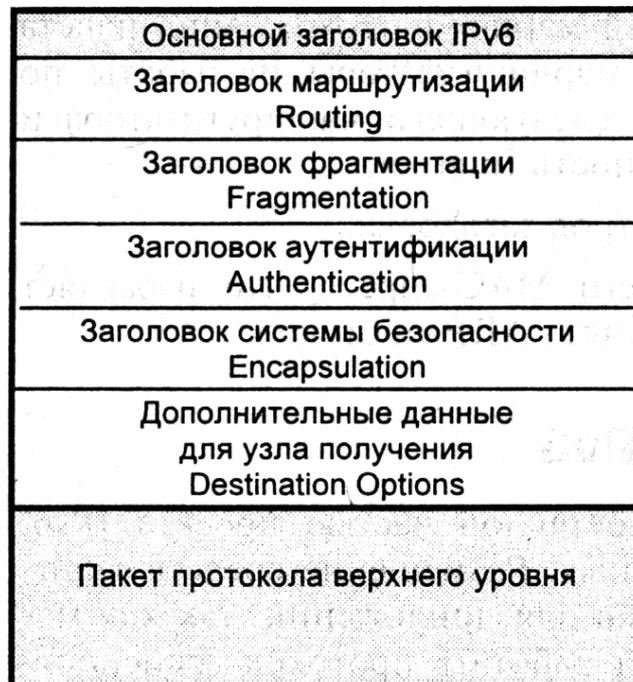
# Адрес IPv6

- длина – 16 байт;
- запись в 16-ричной системе, либо в режиме совместимости с – смешанная 16-ричная и 10-тичная:
  - FEDC:0A98:0:0:0:0:7654:3210
  - 0:0:0:0:FFFF:62.76.175.200
- Пока нет устоявшейся терминологии IPv6 на русском, используются «кальки» и термины на английском.

3	13	8	24	16	64
Префикс формата (FP)	Агрегирование верхнего уровня (TLA)		Агрегирование следующего уровня (NLA)	Агрегирование местного уровня (SLA)	Идентификатор интерфейса (Interface ID)

# Основной заголовок и структура пакета IPv6

4	8	16	24	31
Версия	Приоритет	Метка потока		
Размер поля данных		Следующий заголовок	Максим. количество хопов	
Адрес источника (128 бит)				
Адрес назначения (128 бит)				



# IPv6 адресация

- IPv6 addresses 128-битные
  - $2^{128}$  возможных адресов
  - 340,282,366,920,938,463,463,374,607,431,768,211,456 адресов
- $6.6 \times 10^{23}$  адресов на  $1\text{ м}^2$  поверхности планеты Земля
- $\sim 5 \times 10^{28}$  адресов на жителя Земли

# Представление IPv6 адресов

- Примеры:
  - FE80:0:0:0:2AA:FF:FE9A:4CA2 становится FE80::2AA:FF:FE9A:4CA2
  - FF02:0:0:0:0:0:0:2 становится FF02::2
- Часть 16-bit блока не сжимается:
  - FF02:30:0:0:0:0:0:5 не становится FF02:3::5, а записывается как FF02:30::5
- Использование префиксов:
  - 2001:DB8:0:2F3B::/64 -- subnet prefix
  - 2001:DB8::/48 -- route prefix
  - FF00::/8 диапазон адресов

# Типы адресов IPv6

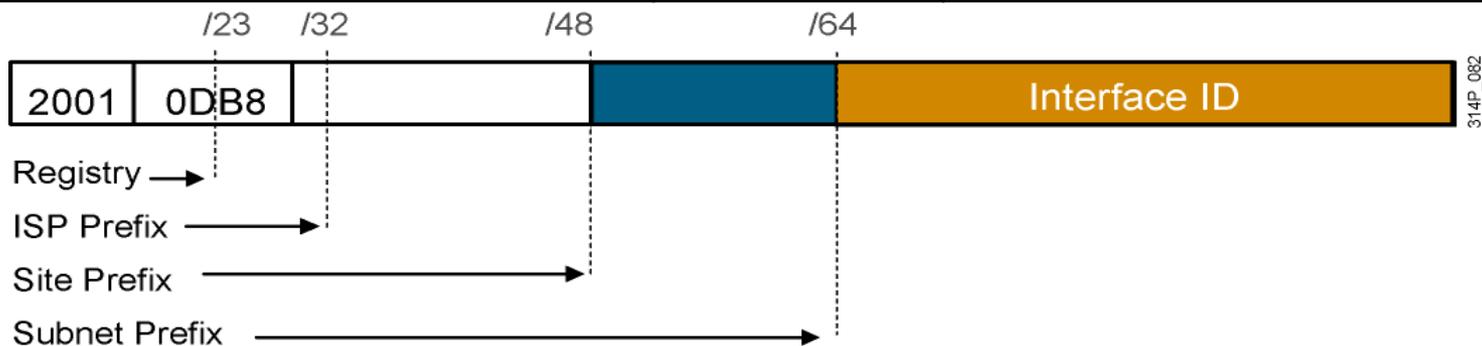
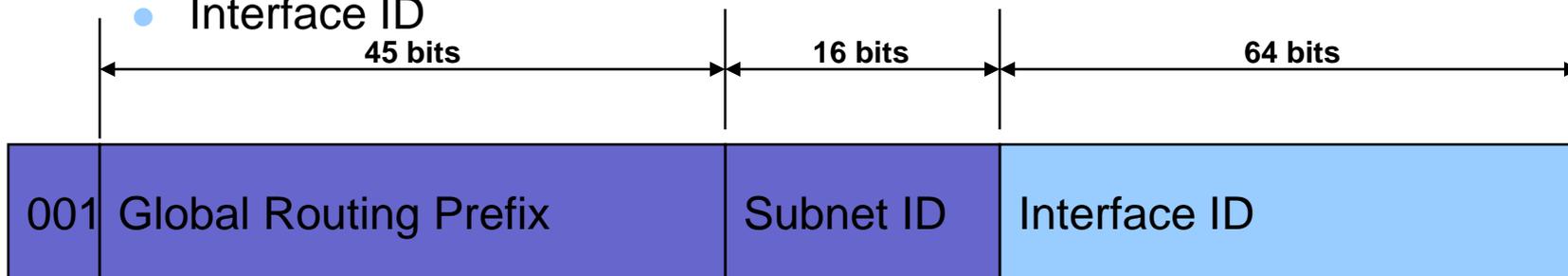
- Типы адресов (задается полем префикса формата - FP):
  - unicast
  - multicast
  - anycast

# Unicast адреса IPv6

- Global unicast addresses
- Local-use addresses
  - Link-local addresses
  - Site-local addresses
- Unique local addresses
- Special addresses

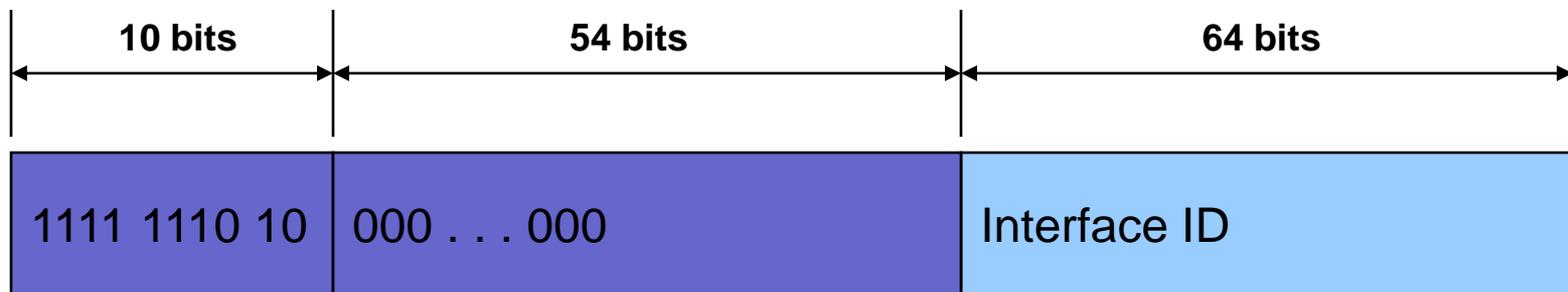
# Глобальные адреса IPv6

- Область -- IPv6 Internet
  - Эквивалентно public IPv4 адресам
- Структура
  - Global Routing Prefix
  - Subnet ID
  - Interface ID



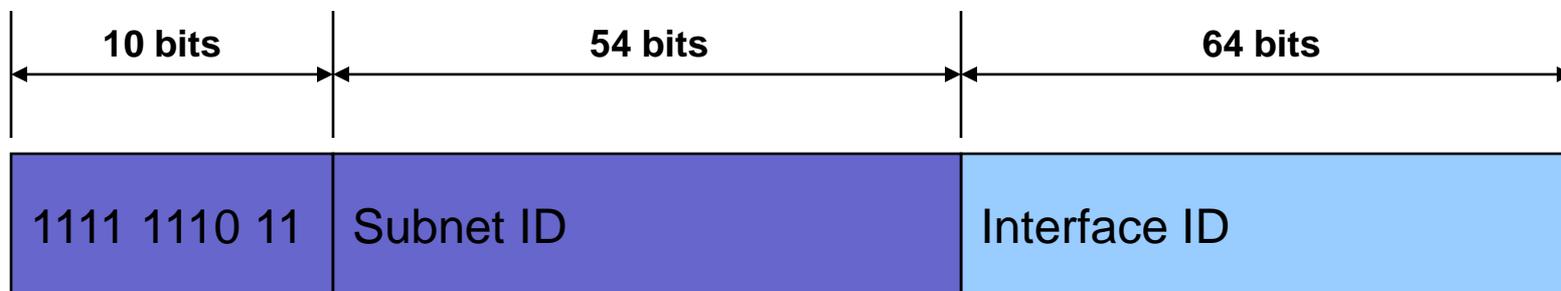
# Link-Local адреса

- Область – локальное соединение
  - Эквивалентно APIPA IPv4
- FE80::/10 prefix
- Нужно указывать выходной интерфейс, т.к. все интерфейсы ведут в FE80::/10
- Применяется для:
  - Одной сети, в немаршрутизируемых сетях
  - Neighbor Discovery processes



# Site-Local адреса

- Область – частная сеть
  - Эквивалентно private IPv4
- FEC0::/10 prefix
- Применяется для интранет сетей прямо не соединенных с IPv6 Internet
- Уже устарело, но пока поддерживается

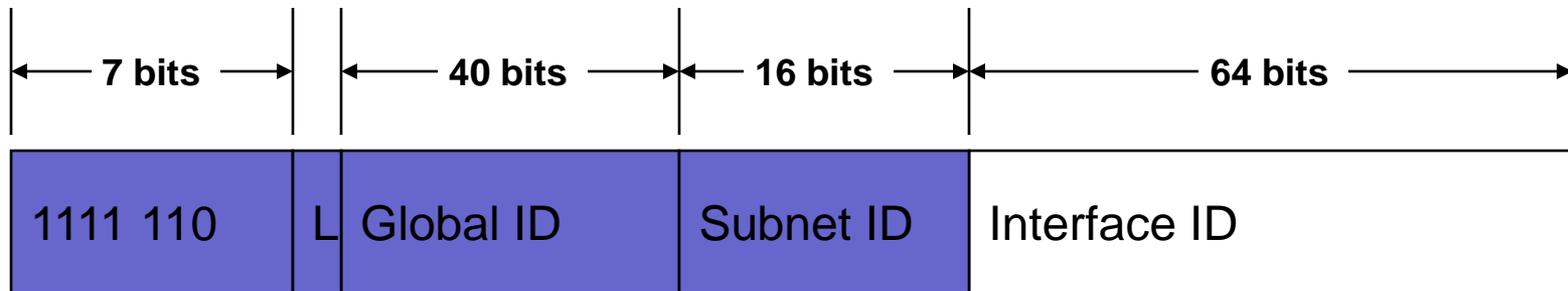


# Zone ID для Link-Local и Site-Local адресов

- Link-local и site-local адреса могут быть не уникальны
- Zone ID используется для идентификации конкретного линка или внутренней сети
  - Link-local адреса
    - Zone ID обычно представляет собой номер интерфейса
  - Site-local адреса
    - Zone ID обычно = 1, если внутренняя сеть одна
- Примеры:
  - **ping fe80::2b0:d0ff:fee9:4143%3**
  - **tracert fec0::f282:2b0:d0ff:fee9:4143%2**

# Unique Local адреса

- Внутренние для организации, уникальные для все подсетей организации
- FD00::/8 prefix
- Это – замена site-local адресам
- Не требуется zone ID



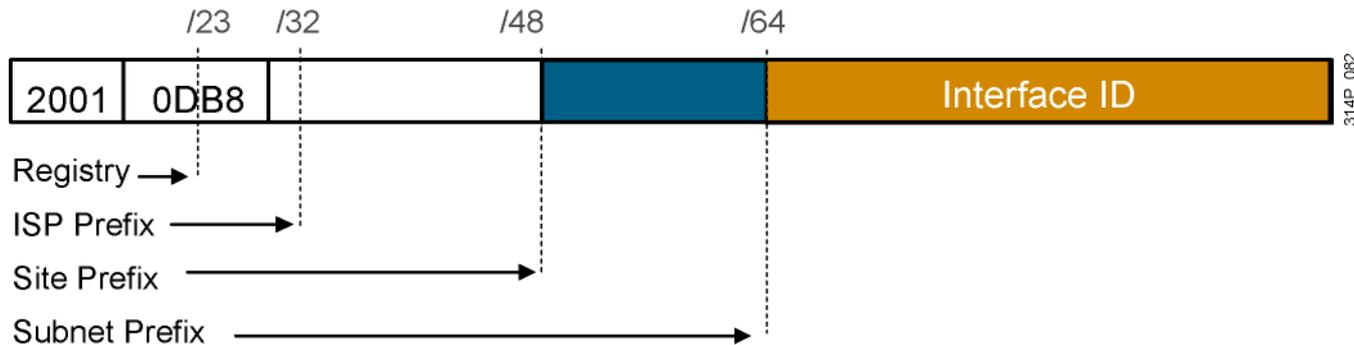
# Специальные и multicast IPv6 адреса

- Unspecified Address
  - 0:0:0:0:0:0:0:0 → ::
- Loopback Address
  - 0:0:0:0:0:0:0:1 → ::1
- Multicast
  - FFxx::

# Совместимые адреса

- IPv4-совместимые адреса
  - 0:0:0:0:0:0:w.x.y.z or ::w.x.y.z
- IPv4-отображенные адреса
  - 0:0:0:0:0:FFFF:w.x.y.z or ::FFFF:w.x.y.z
- 6to4 адреса
  - 2002::/16 address prefix
- Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP) адреса
  - *interface ID*::0:5EFE:w.x.y.z

# Назначение IPv6 адресов



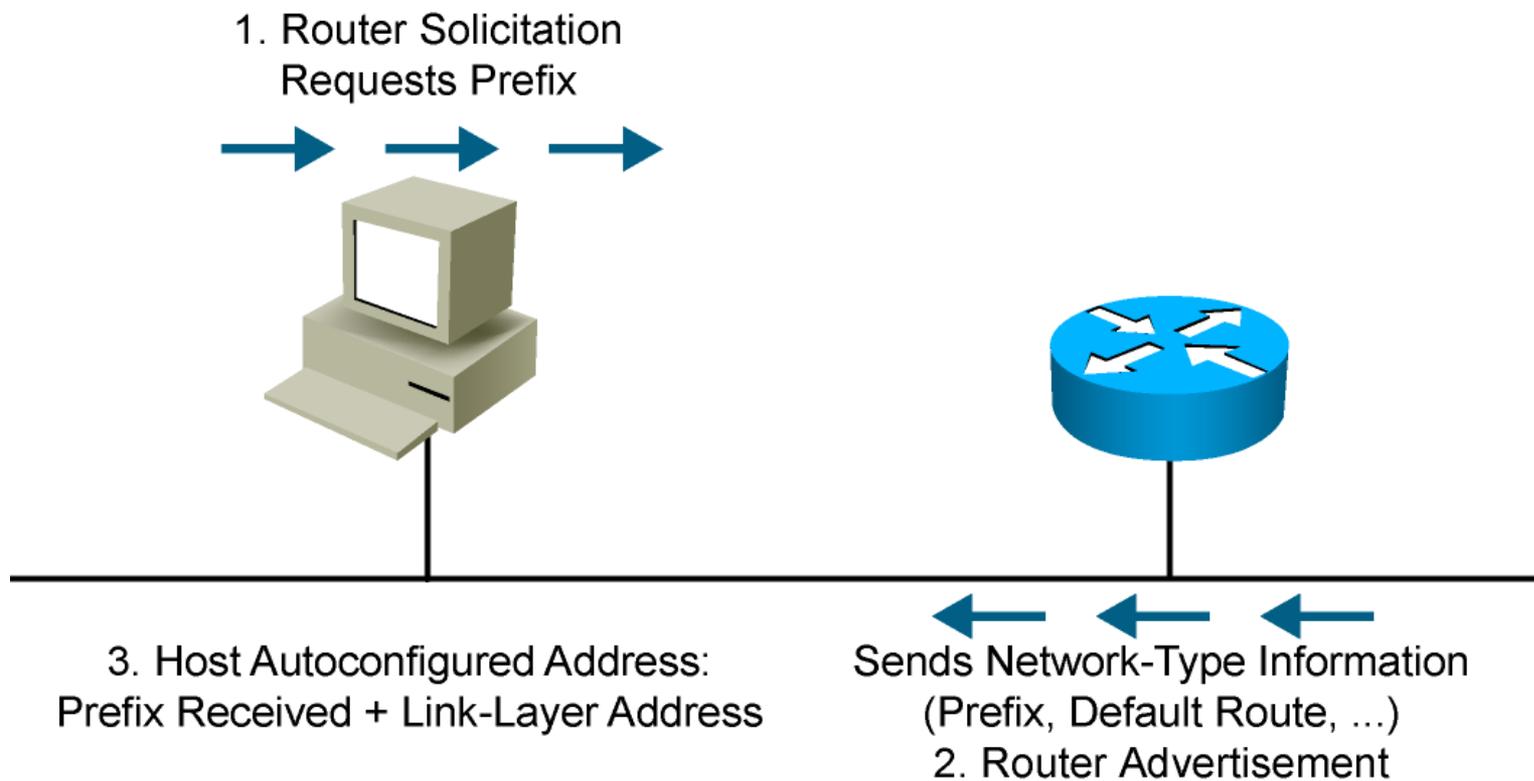
- Статическое назначение
  - Назначение ID интерфейса вручную
  - Назначение ID интерфейса в виде EUI-64
- Динамическое назначение
  - Автоконфигурация "stateless"
  - Автоконфигурация с использованием DHCPv6 "stateful"



Modified EUI-64 Address

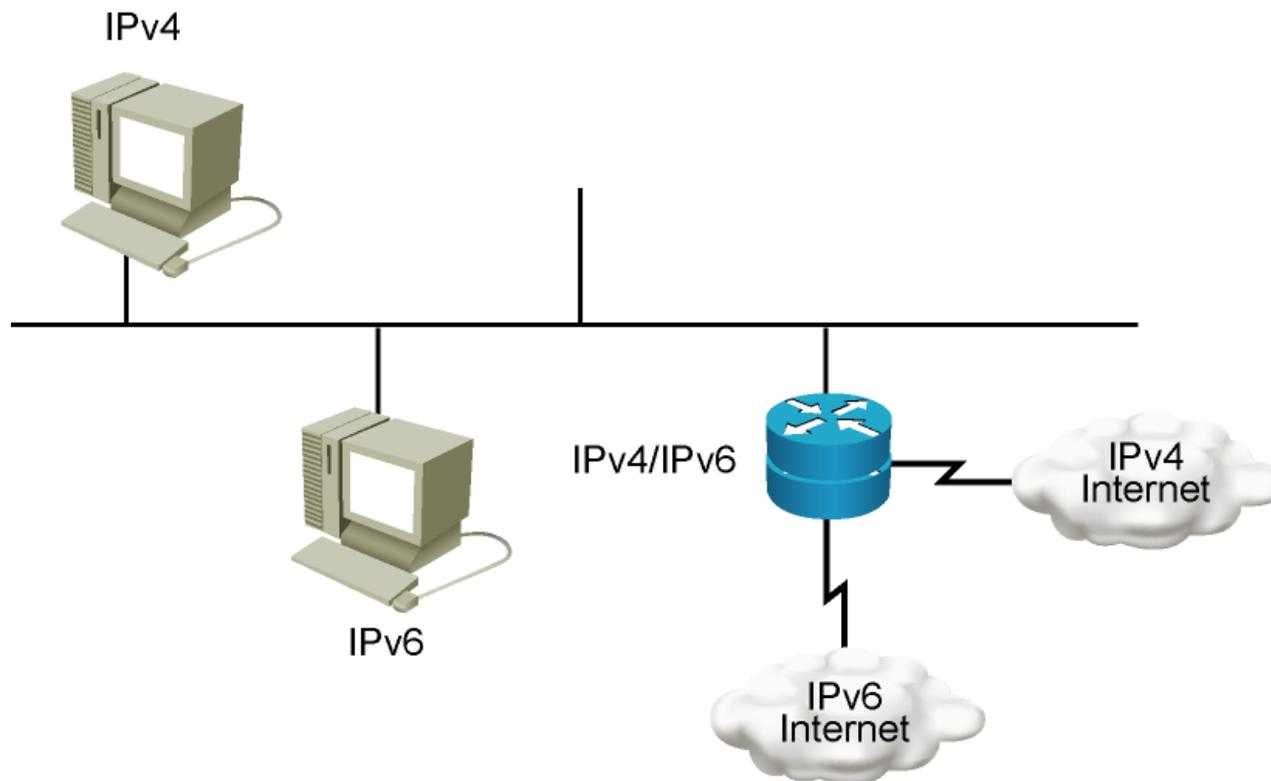


# Автоконфигурация без машины состояний (stateless)



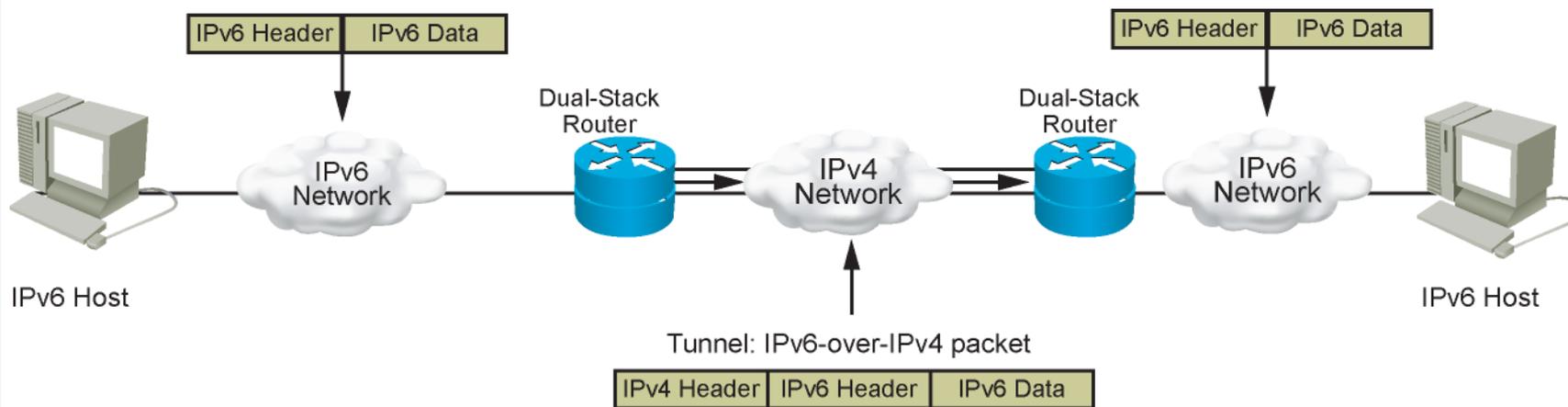
# Dual Stack

**Длительное время будут существовать и IPv4 и IPv6 сети  
Нужны решения на этот период**

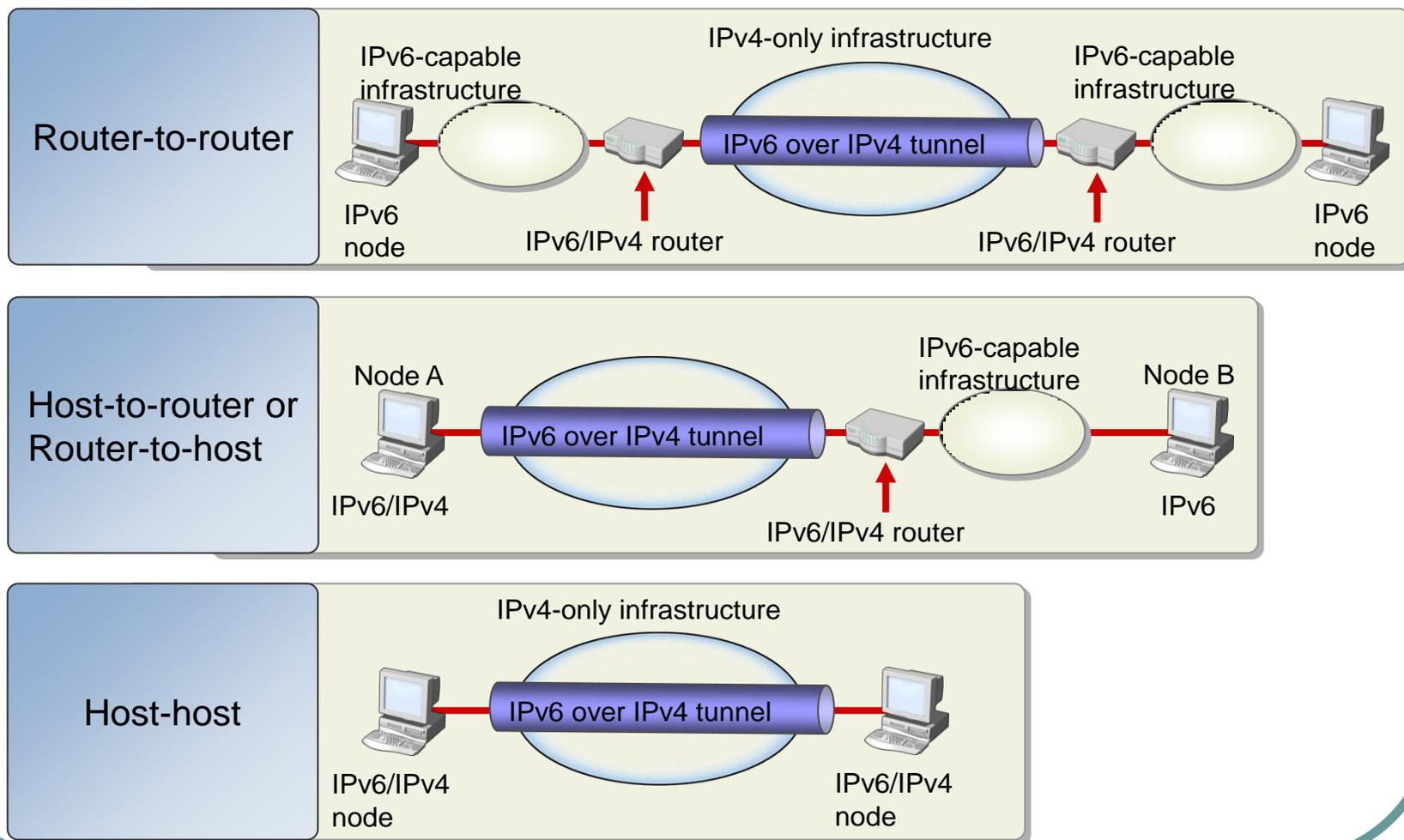


# Туннелирование IPv6 over IPv4

**Длительное время будут существовать и IPv4 и IPv6 сети  
Нужны решения на этот период**



# Способы туннелирования



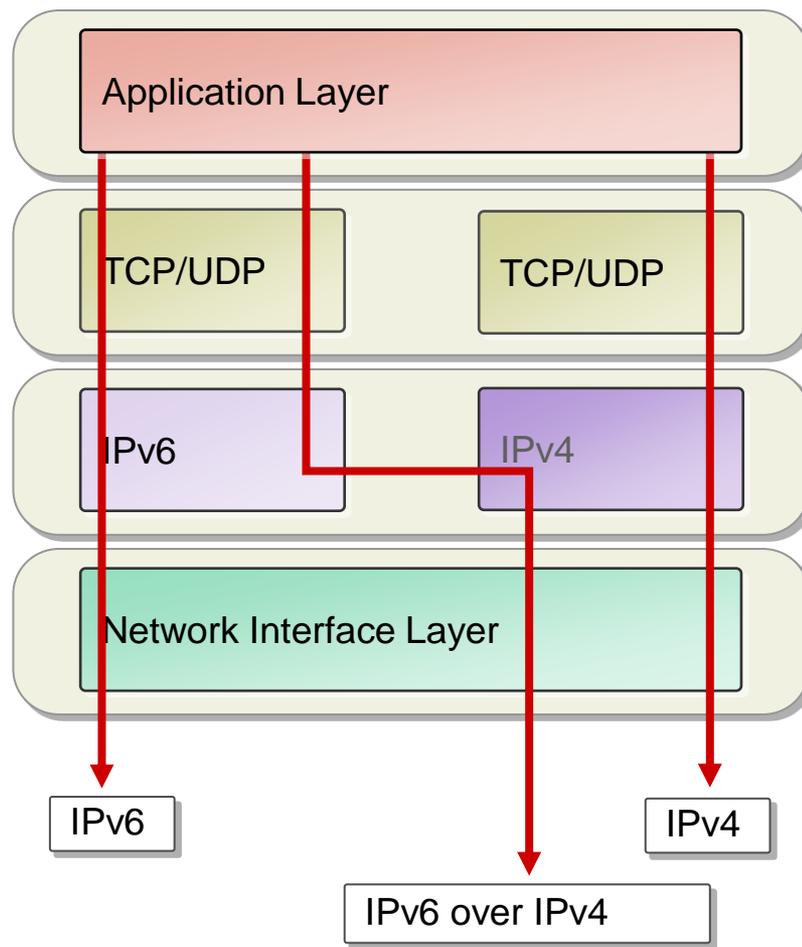
# Технологии туннелирования

Технология	Особенности
ISATAP	<ul style="list-style-type: none"><li>• Для локальных интранет сетей</li><li>• Автоматическая конфигурация конеч. систем</li><li>• IPv6 узлы коммуницируют через IPv4 подсеть</li><li>• По-умолчанию включена в W2K8, Vista, W7</li></ul>
6to4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Взаимодействие IPv6 сетей через IPv4 Интернет</li><li>• Автоматическая конфигурация конеч. систем</li><li>• По-умолчанию включена в W2K8, Vista, W7</li></ul>
Teredo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Взаимодействие IPv6 сетей через IPv4 NAT</li><li>• По-умолчанию выключена</li></ul>

# Dual stack (W2K3, XP)

Dual layer может создавать:

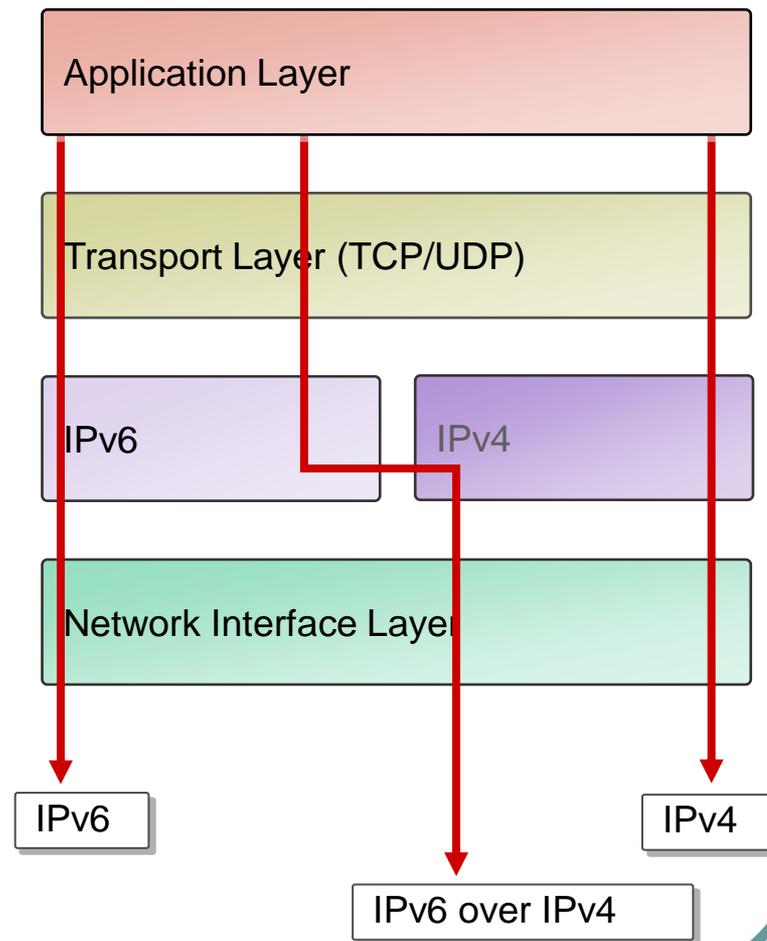
- IPv4 packets
- IPv6 packets
- IPv6 over IPv4 packets



# Dual layer (W2K8, Vista, W7)

Dual layer может создавать:

- IPv4 packets
- IPv6 packets
- IPv6 over IPv4 packets



# Ссылки

- Семенов Ю.А. (ГНЦ ИТЭФ),  
<http://book.itep.ru/1/intro1.htm>
- РосНИИРОС, базы данных службы WHOIS  
<http://www.ripn.ru/> -> Регистрация доменов  
-> WHOIS DB
- RIPE NCC, база данных службы WHOIS  
<http://www.ripe.net/> -> WHOIS DB
- Текущее состояние проекта Интернет2  
(Абилен) <http://loadrunner.uits.iu.edu/weathermaps/abilene/>
- Hutton, Schofield, Teare, “Designing Cisco Network Service Architectures 2 ed.”, 2009.