«Информационные Сети» для слушателей ФПК ВГУ

- факультет компьютерных наук, кафедра информационных систем, Коваль Андрей Сергеевич
- 2 недели
- 6+2ч./неделю (лек.+прак.)
- 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

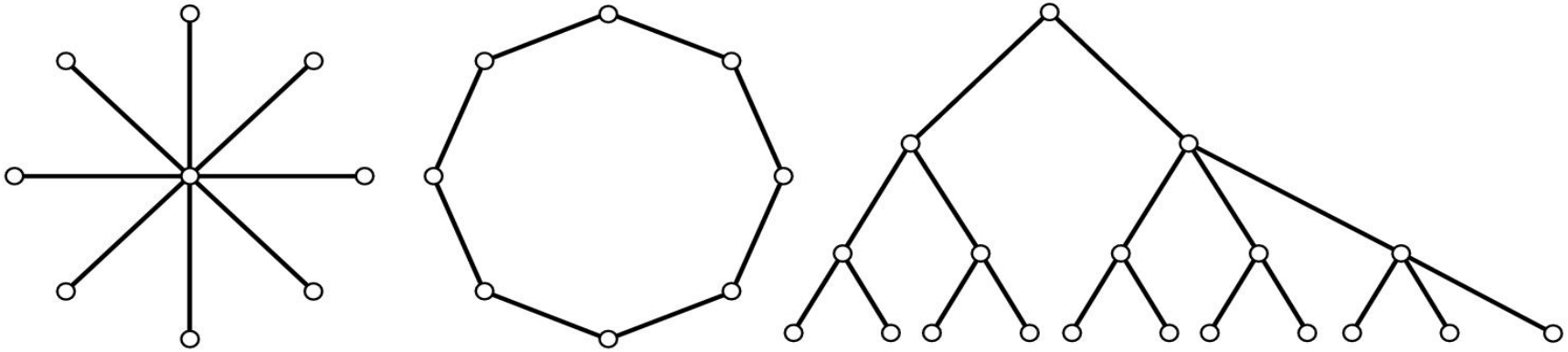
- В этом курсе, термин «*компьютерная сеть*» означает множество взаимосвязанных узлов: компьютеров и сетевого оборудования.
- Узлы, хотя и связаны, но работают самостоятельно, а не как единое целое.
- Темы данного курса имеют отношение и к другим близким к компьютерной сети системам: компьютерным кластерам, многопроцессорным вычислительным системам, терминальным сетям.
- *Вычислительная сеть, информационная сеть* – частные случаи распределенных систем, состоящих из автономных вычислительных средств (часто компьютеров) и средств передачи, обработки и представления информации.

Проблемы и преимущества ИС

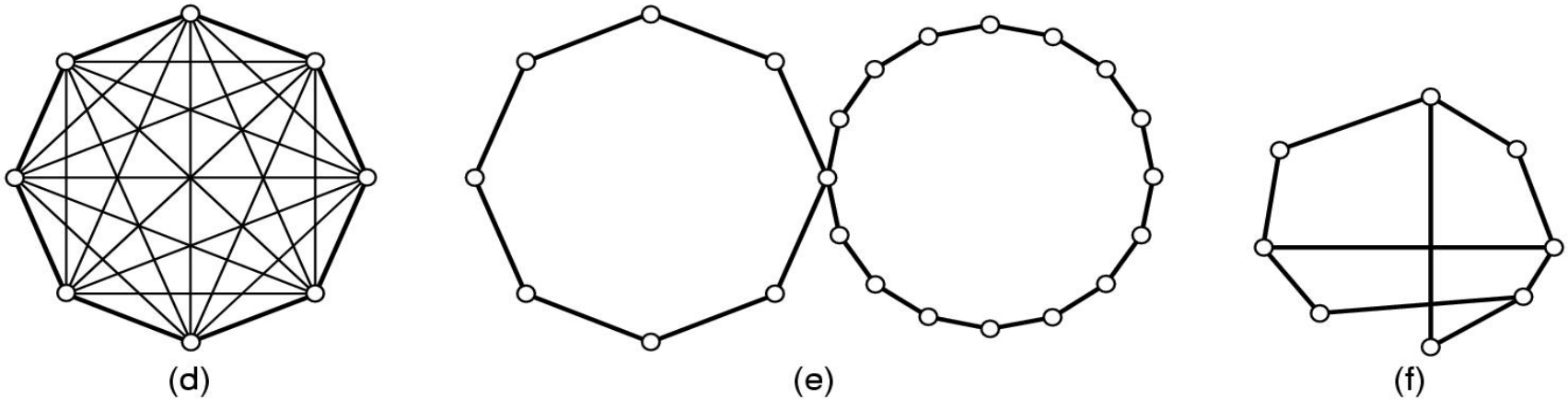
- Взаимодействие информационных систем в рамках информационной сети дает определенные преимущества перед изолированными системами, но и сопряжено с некоторыми проблемами.

- 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.

Классификация сетей по топологии



- Топологии – конфигурации взаимосвязей узлов сети (какой нет на рисунке ?)



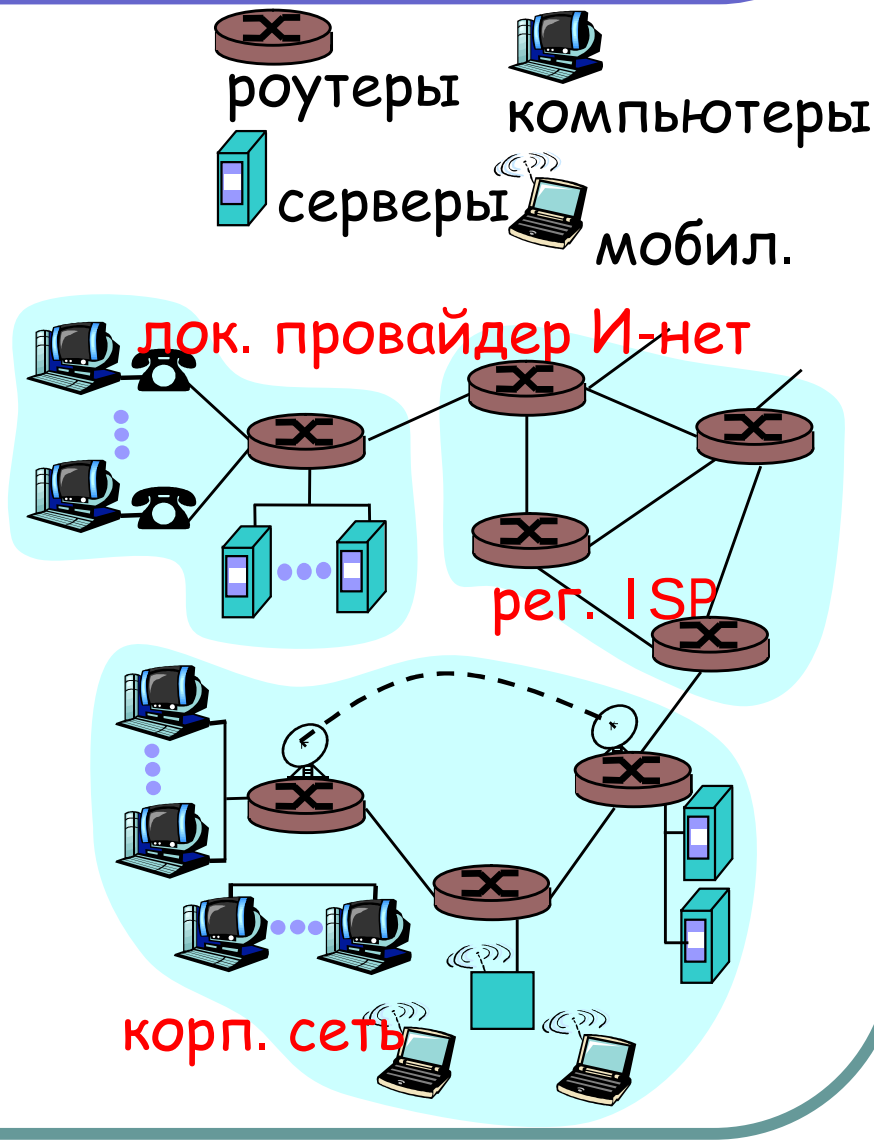
Классификация сетей по масштабу: PAN, LAN, MAN, WAN

Название	BER, вероятность ошибки	Макс. расстояние между узлами, км	Максимальная скорость передачи данных, Мбит/сек	Владение линиями связи
PAN	$10^{-7} – 10^{-9}$	0.1	10	Частное
LAN	10^{-9}	1	10000	Частное
MAN	10^{-6}	50	622	Частное или муниципальное
WAN	$10^{-3} – 10^{-5}$	более 50	10	Телекоммуникационные компании

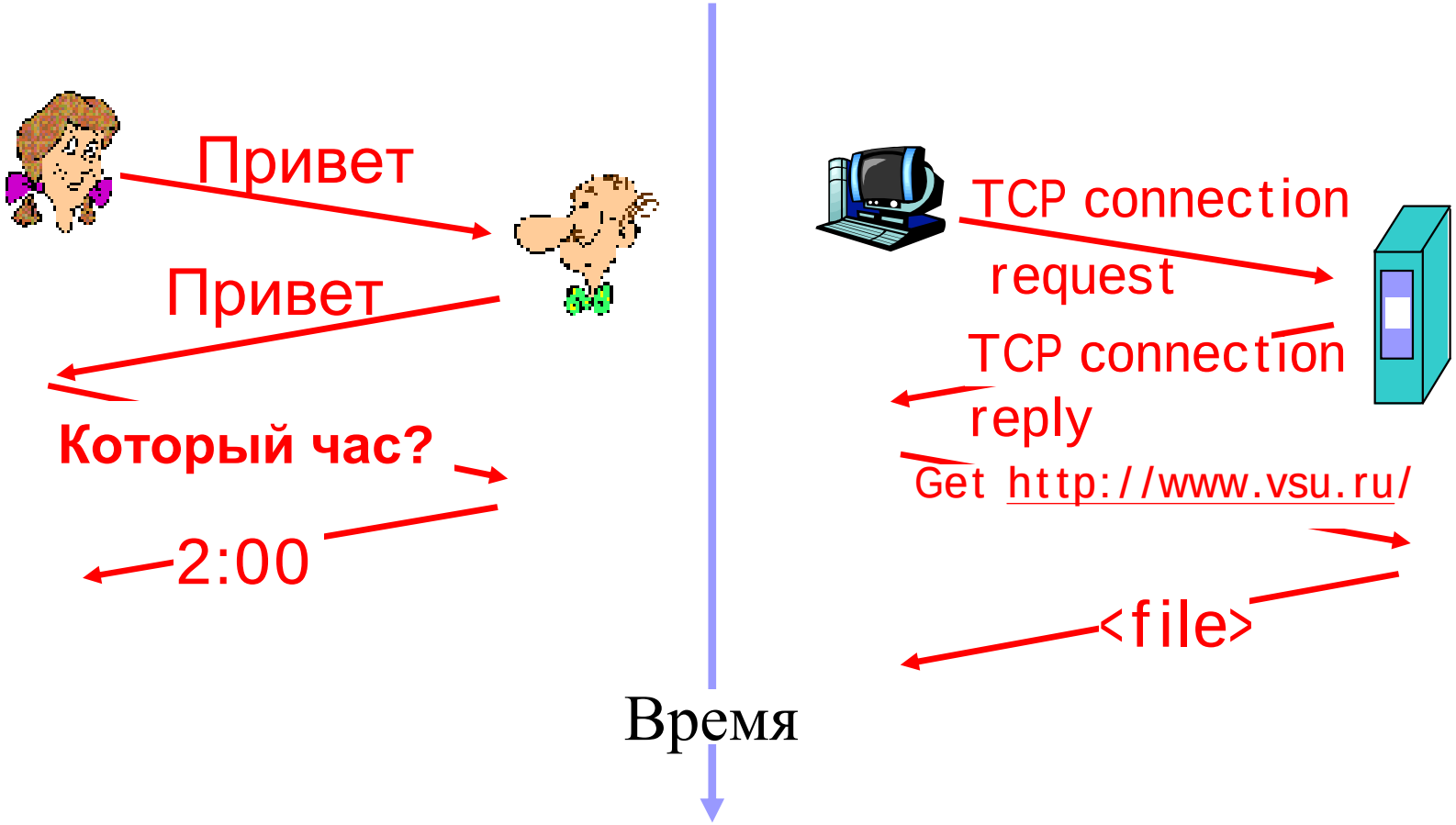
Интернет - сеть сетей

- 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



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 Гаваях
- 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
- около100 million+ пользователей
- магистрали 1 Gbps
- начало проекта Internet2: сети vBNS, Abilene

Статистика Интернет

Работа в сети Интернет *из дома* (мировая статистика на август 2005 агентства www.Nielsen-Netratings.com)

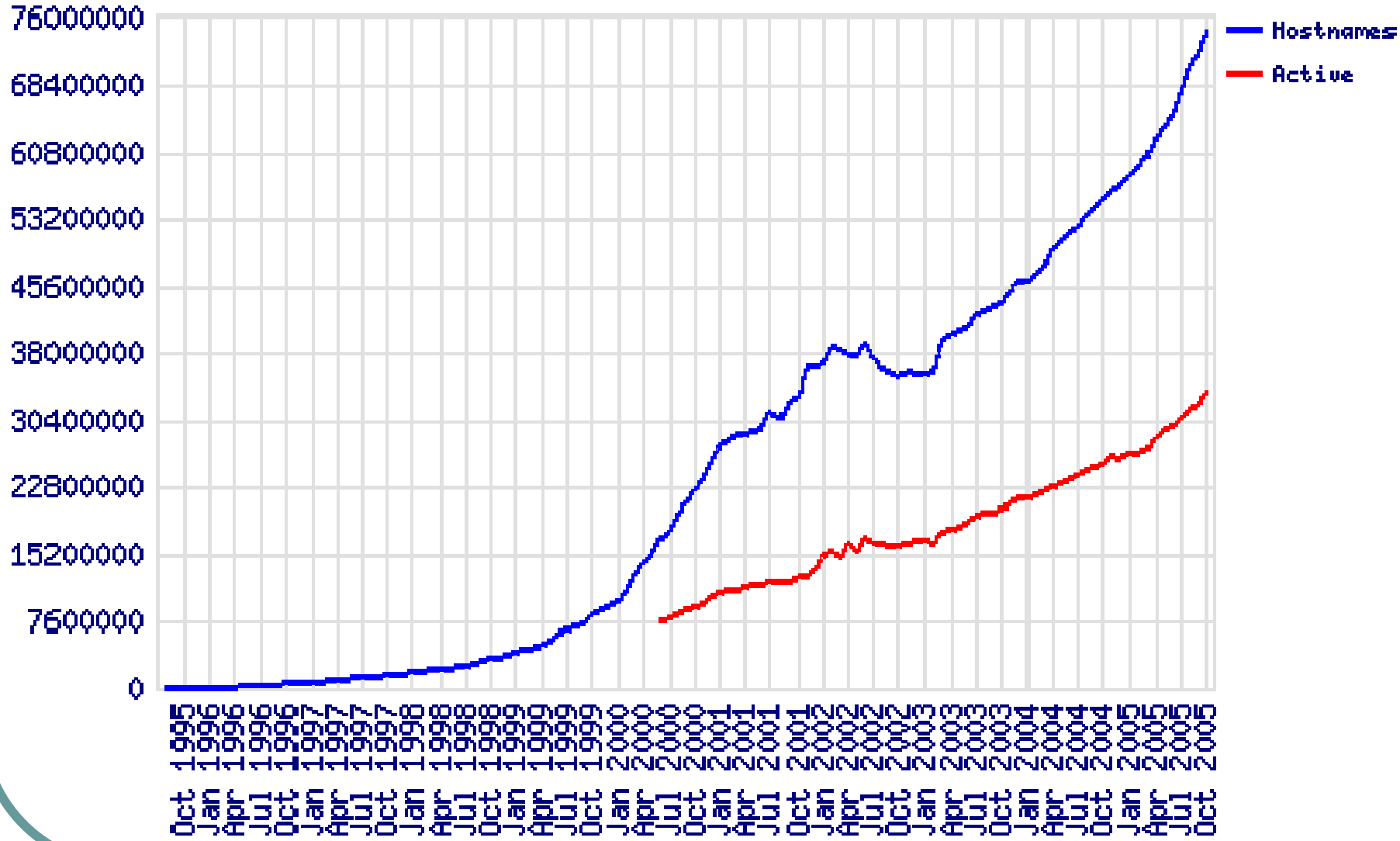
Число сеансов в месяц	32
Число посещаемых доменов	66
Число просмотренных страниц	1,305
Число посещенных страниц за один сеанс	40
Потраченное время	26:52:30
Потраченное время за сеанс	0:51:11
Время просмотра одной страницы	0:00:42
Активная аудитория Интернет	303,031,094
Аудитория Интернет, всего	459,178,084

Общее число пользователей Интернет на 01.01.2003 - 580 млн. чел.

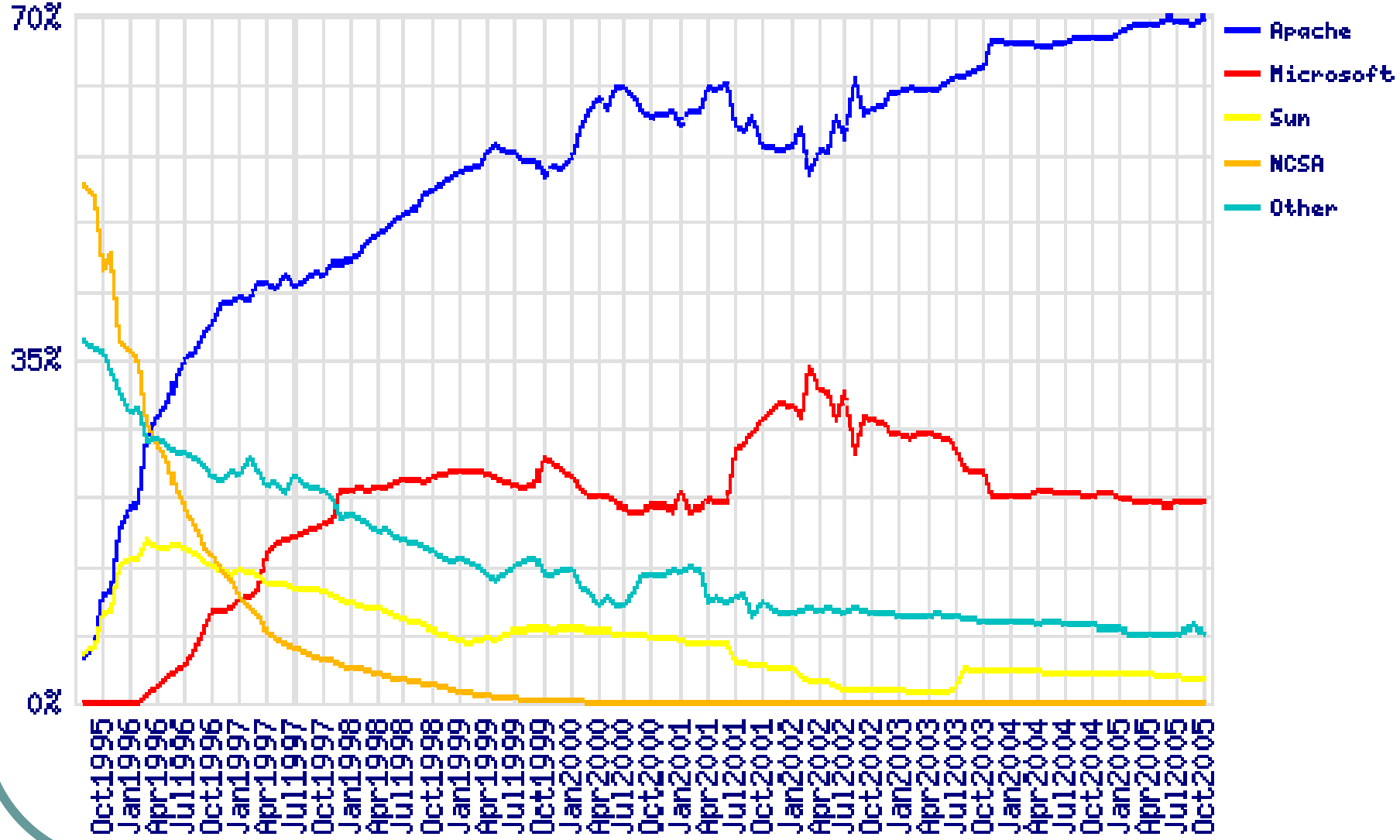
Статистика Интернет (Morgan Stanley)

	1998	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Пользователей Internet (млн.)	**147**	**229**	**341**	**485**	**609**	**751**	**872**	**976**
Сев. Америка	68	93	122	156	176	198	**221**	242
Европа	41	68	102	136	169	210	**249**	269
Азия/Тихий океан	13	30	56	100	141	187	**217**	246
Япония	11	17	28	42	53	64	**73**	82
остальной мир	10	13	18	27	38	51	**64**	79
Лат. Америка	5	8	15	24	32	41	**49**	58

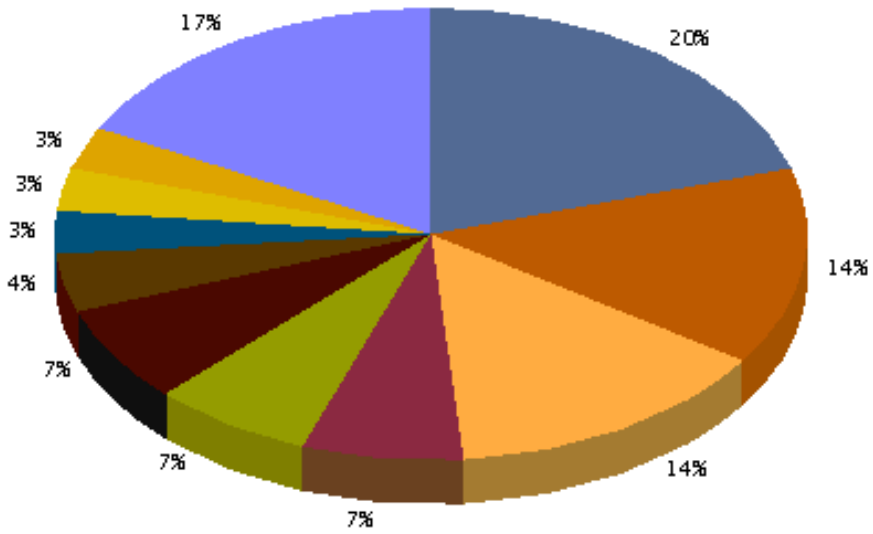
Статистика Интернет (NetCraft, веб-сайты)



Статистика Интернет (NetCraft, ПО веб-сайтов)

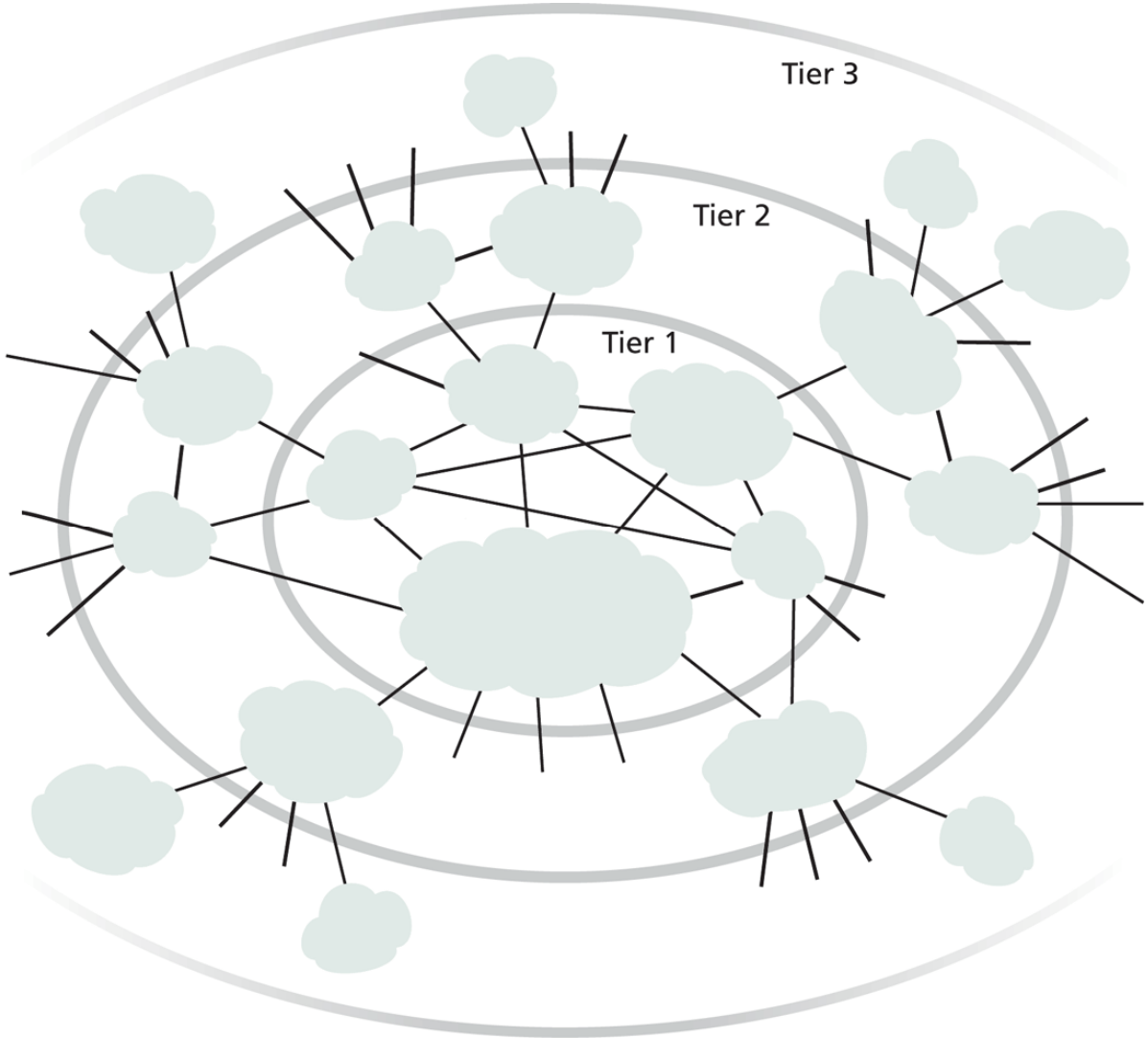


Статистика Интернет (NetCraft, назначение веб-сайтов)



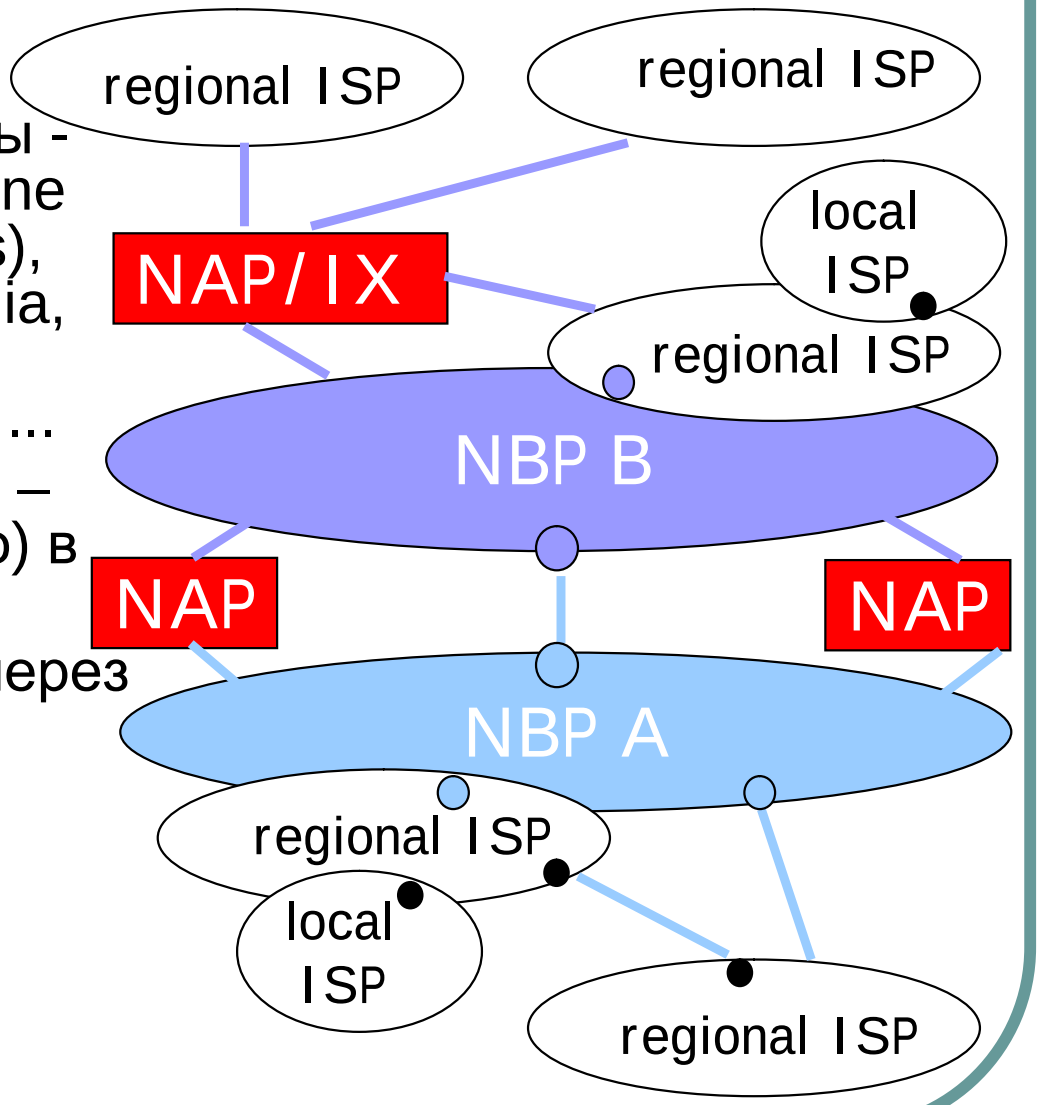
Назначение сайта	Использований
Email	5,022,675,000
General Community	3,417,328,000
Portals & Search Engines	3,401,276,000
Finance	1,832,518,000
General/National News	1,764,895,000
Sports & Recreation	1,612,925,000
Local/Regional	1,096,841,000
Shopping & Auction	836,026,000
Entertainment	747,404,000
Games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

Провайдеры и магистрали Internet

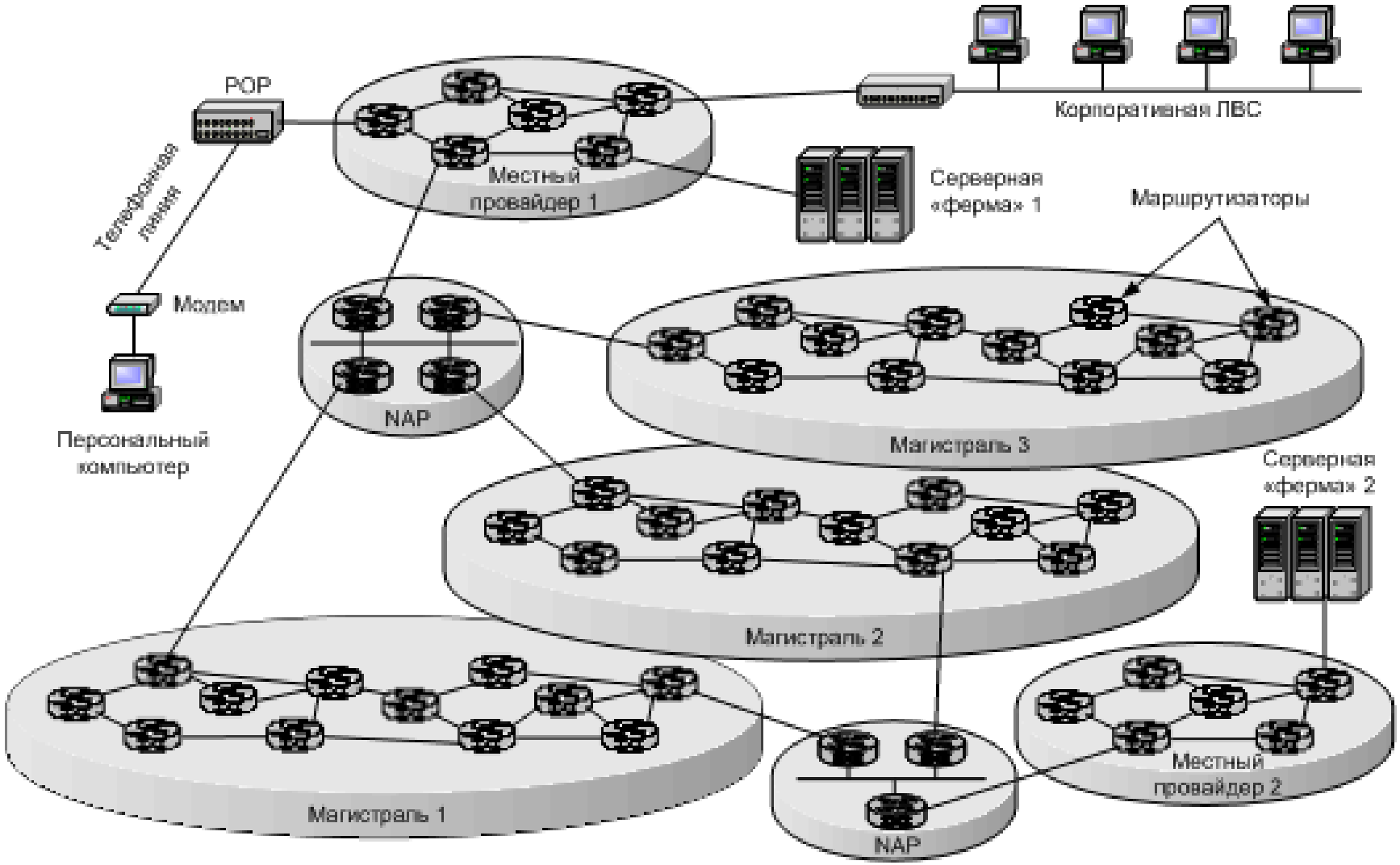


Структура Internet

- Иерархическая; сеть сетей
- Магистральные провайдеры - national/international backbone providers (NBPs, 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



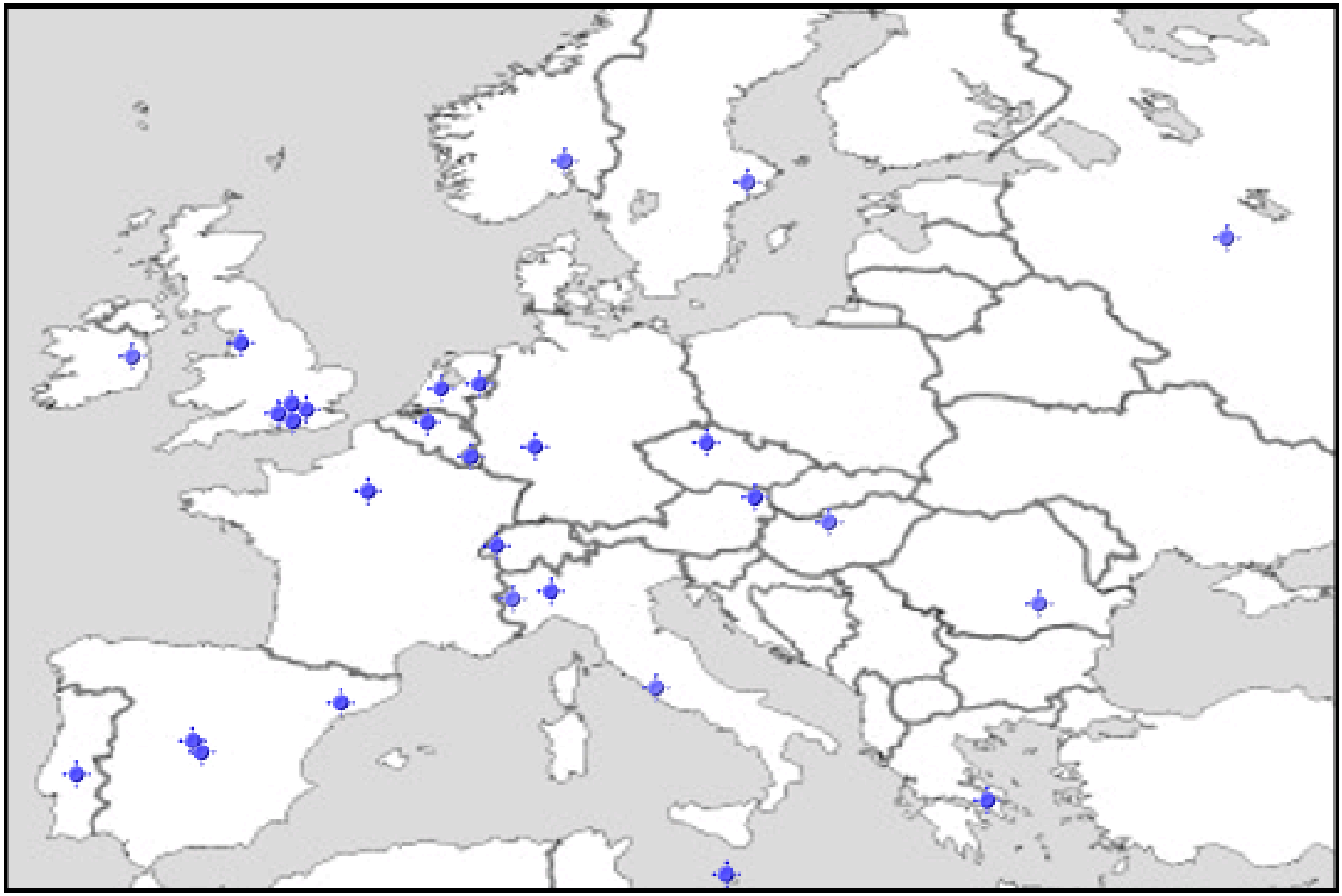
Магистрали и местные провайдеры, соединения через NAP



Региональные системы обмена трафиком в России

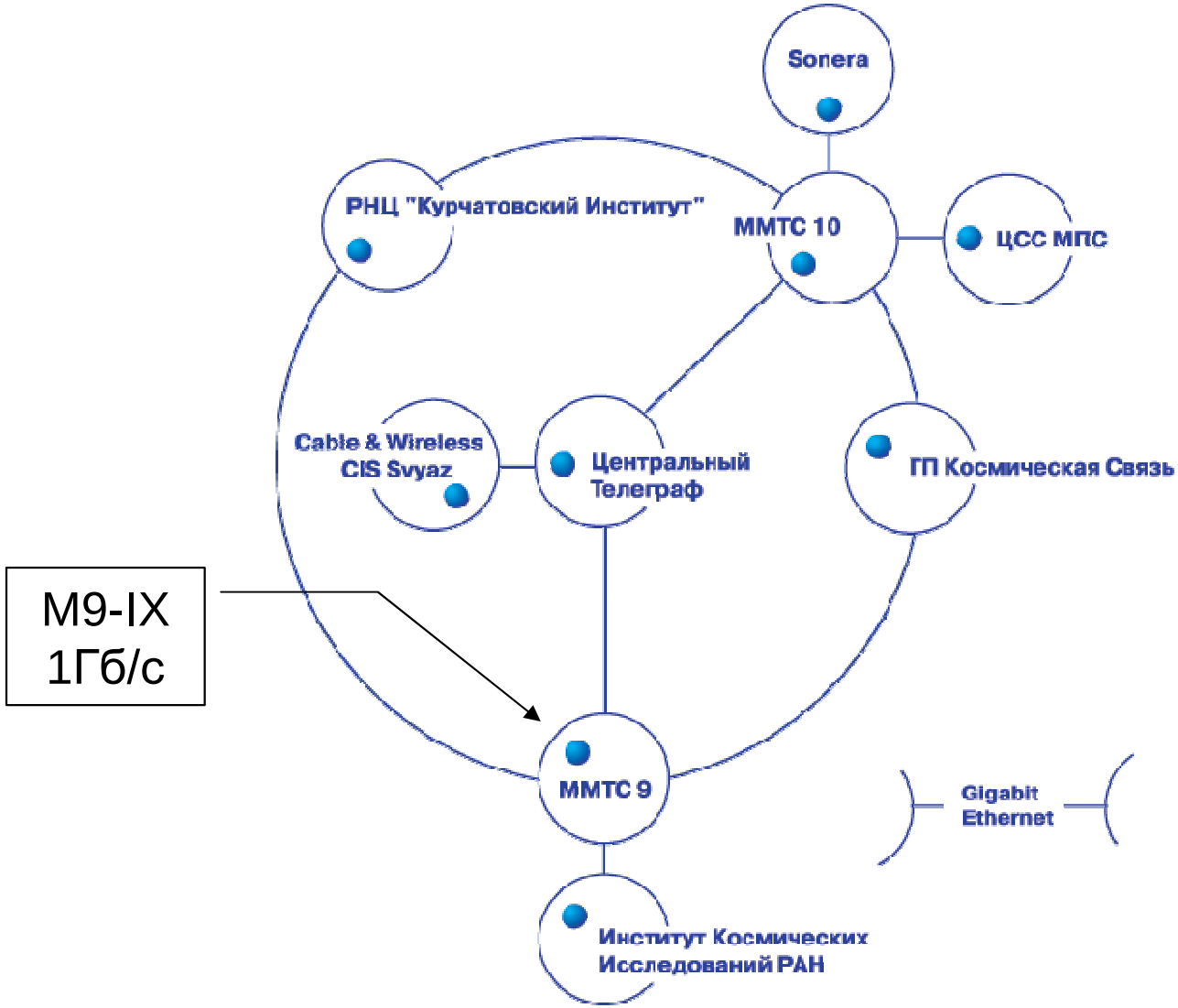
- Московский Internet Exchange (MSK-IX, M9, 1Гбит/с)
  - Московский Internet Exchange (MSK-IX) - это одна из систем обмена Интернет-трафиком, существующих в Европе. Проект начинался в 1995 году, когда московские Интернет провайдеры Демос, Релком, МГУ, НИИЯФ МГУ, FREEnet, Ассоциация RELARN, Роспринт пришли 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 M9, в которой все Интернет провайдеры имели точки присутствия, т.к. на M9 приходили все международные и междугородные каналы связи. Координация M9-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
- SPB-IX, Samara-IX, NSK-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 (M9-IX), но и в Санкт-Петербурге (SPB-IX), Самаре (Samara-IX) и Новосибирске (NSK-IX).

Точки обмена трафиком в Европе (Euro-IX)

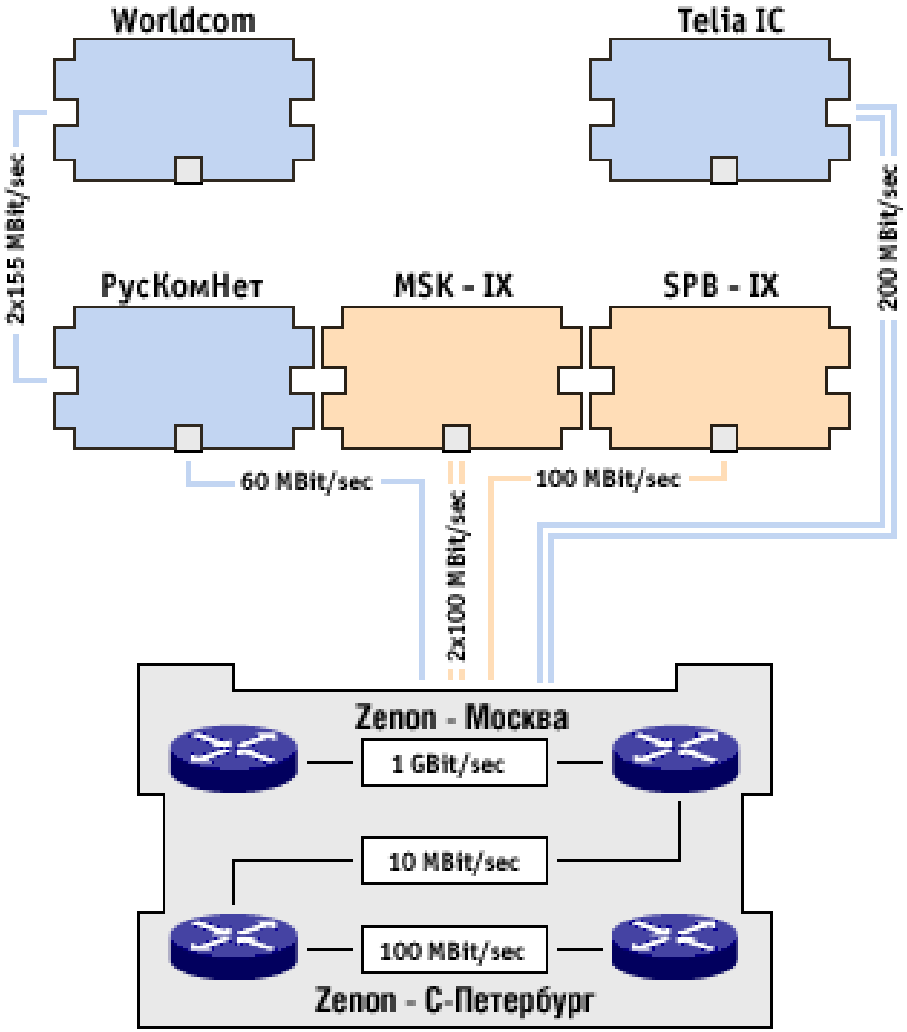


http://www.euro-ix.net/isp/choosing/map/

Схема сети MSK-IX



Пример схемы подключения провайдера с использованием IX



Провайдеры опорных сетей, магистралей России

- RBNet (Russian Backbone Network) - опорная сеть для нужд науки и высшей школы
  - базируется на арендованных цифровых каналах различных операторов - Трансстелеком, Раском, ГП "Космическая связь", Ростелеком и др.;
  - провайдер ВГУ.
- RUNNet (Russian UNiversity Network) - федеральная университетская опорная сеть
- ДЕМОС
- Релком
- Radio-MSU
- RAS

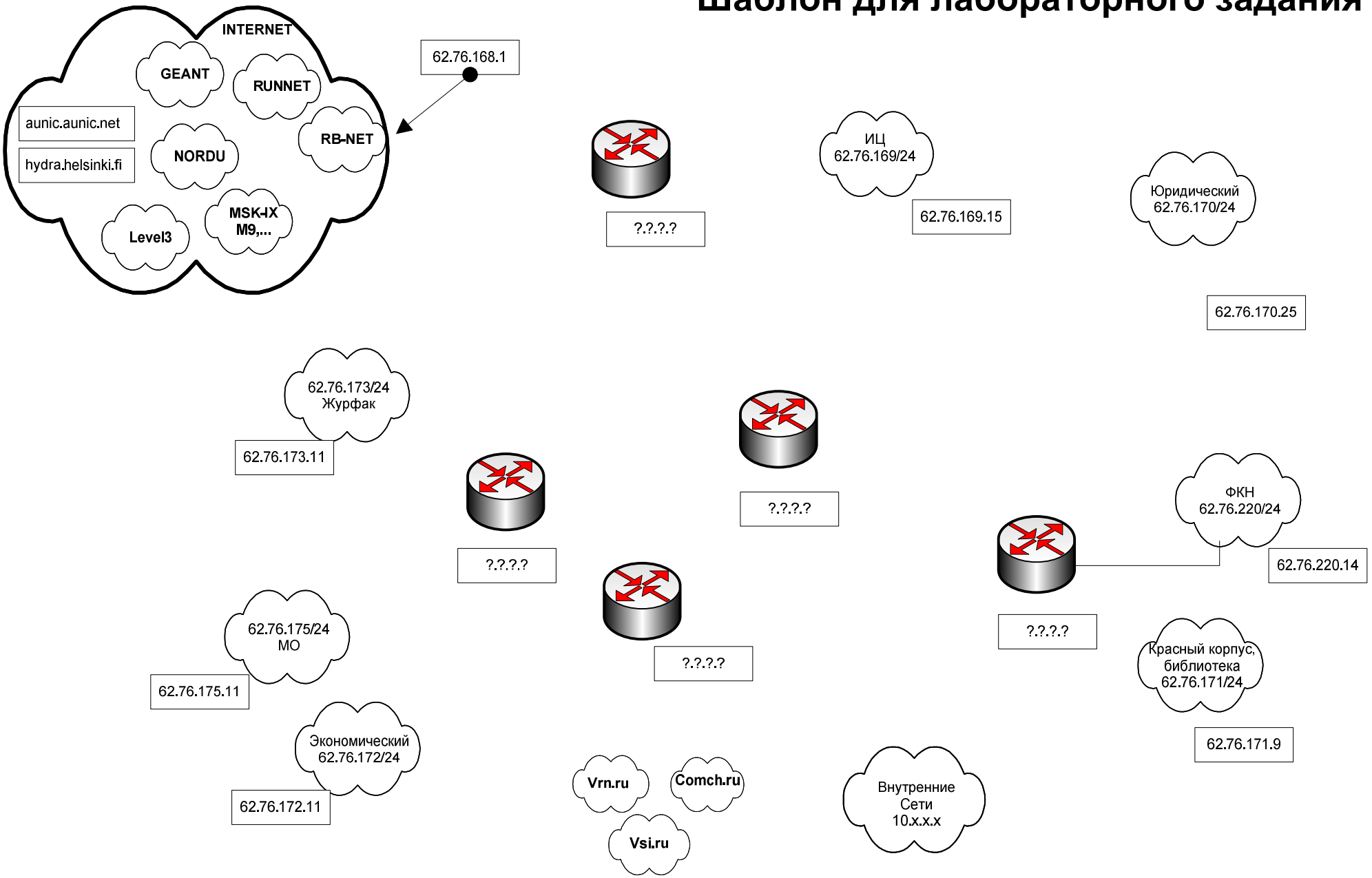
Схема каналов RBNet

Номер AS RBNet - AS 5568

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.

Шаблон для лабораторного задания



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
Класс	0 байт 31 .. 24 3 байт 31 .. 24	1 байт 23 .. 16 2 байт 23 .. 16	2 байт 15 .. 8 1 байт 15 .. 8	3 байт 7 .. 0 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

IP подсети

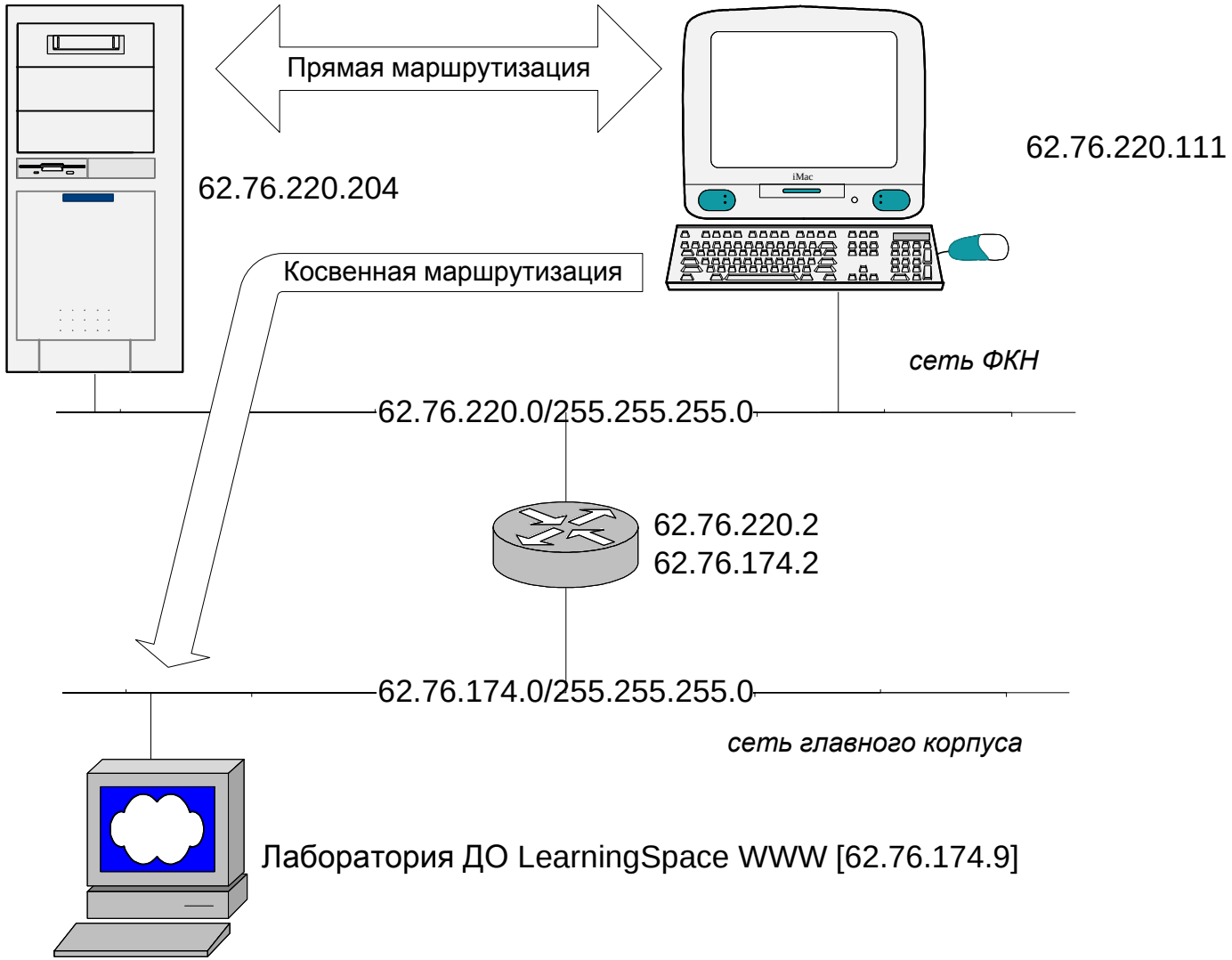
Subnet mask: 255.255.255.128

Логическое умножение на IP адрес дает адрес сети

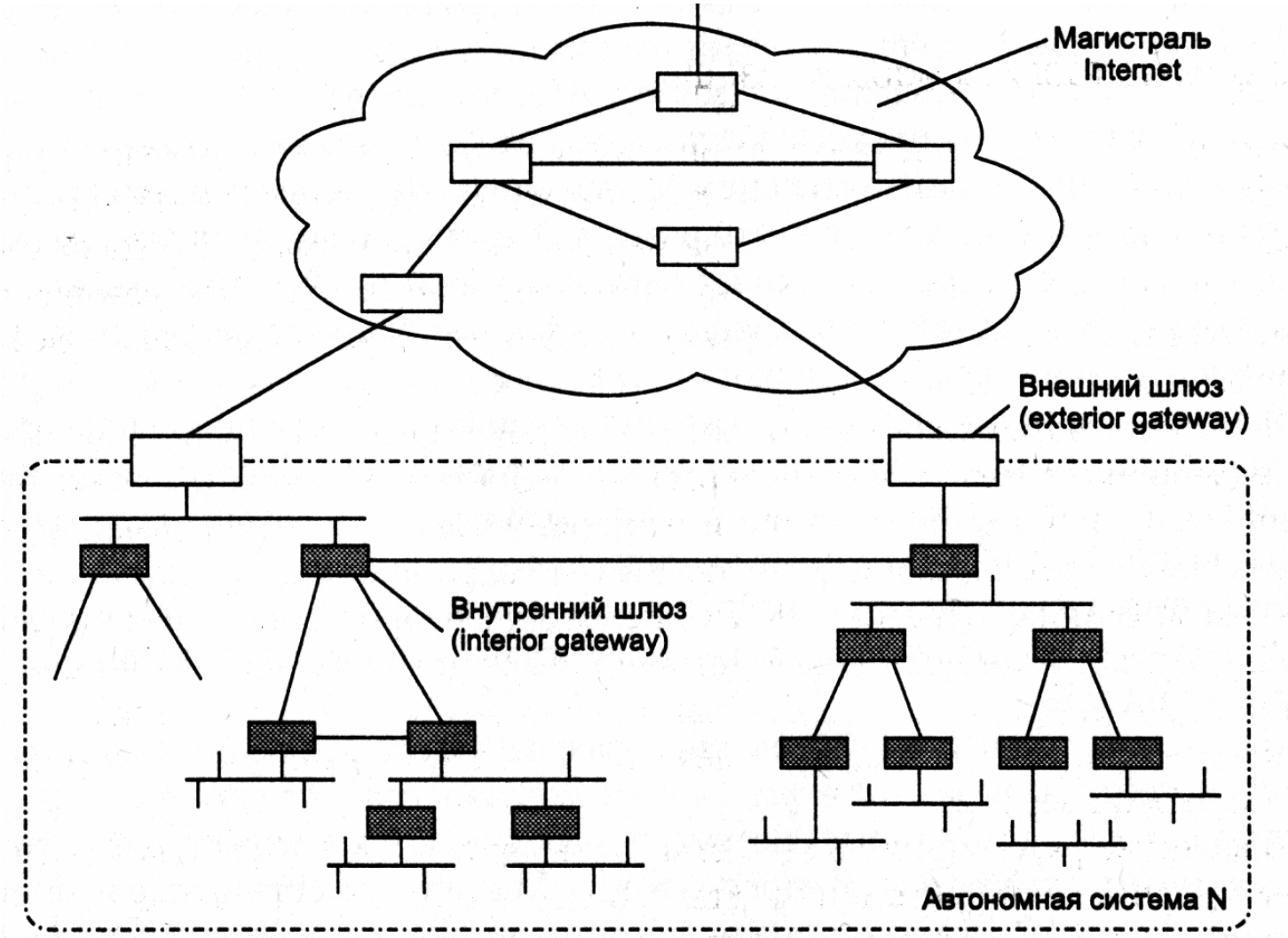
Пример: сеть ФКН: 62.76.175.0/255.255.255.0 или 62.76.175/24,

хотя относится к классу A, т.е. 62.0.0.0/255.0.0.0

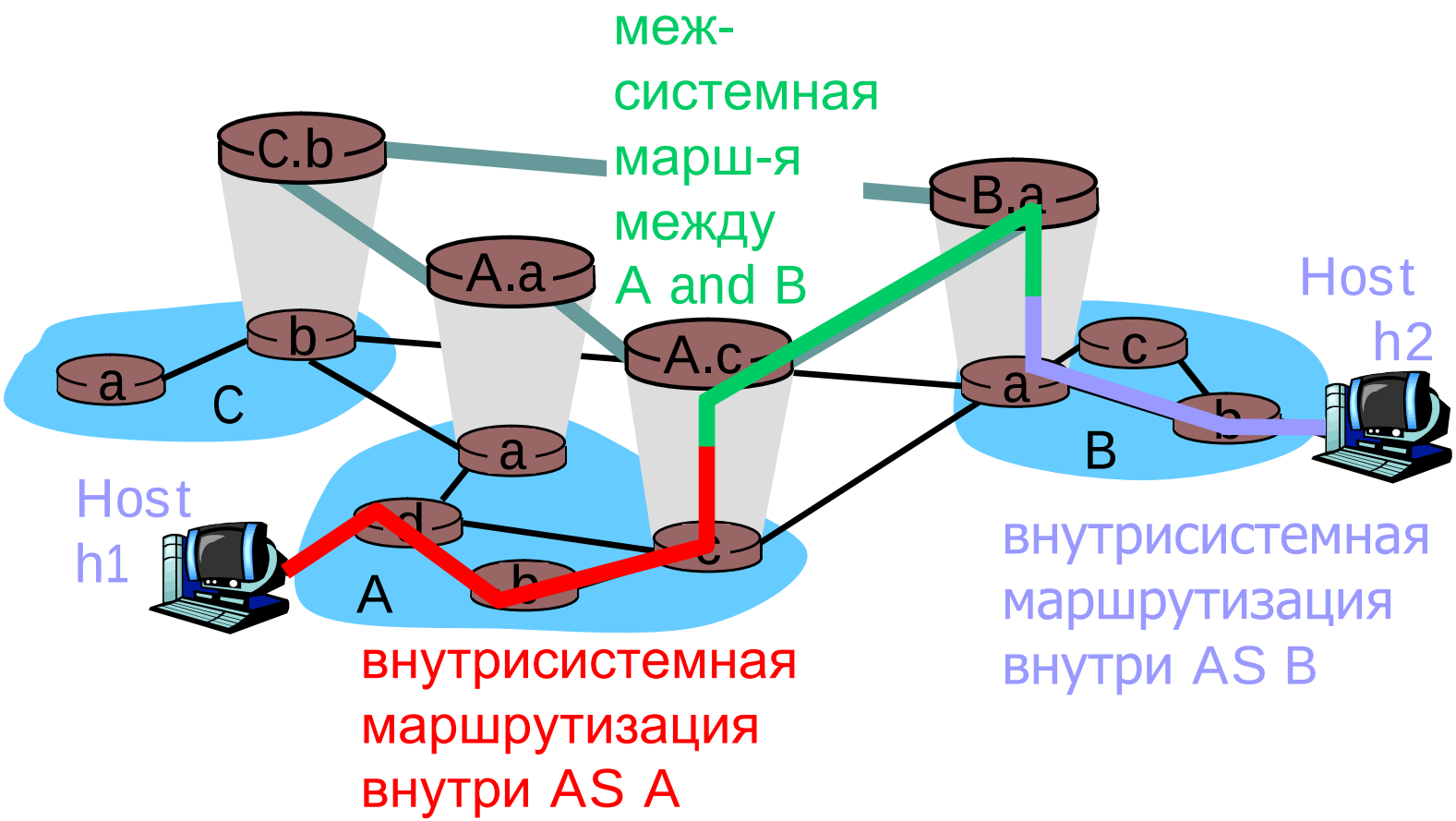
IP маршрутизация



Маршрутизация в Internet



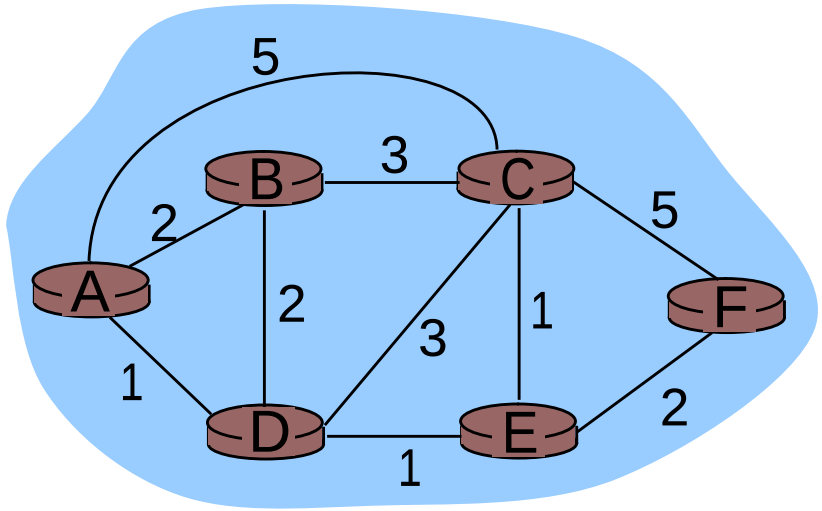
Автономные системы (AS, autonomous systems)



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:

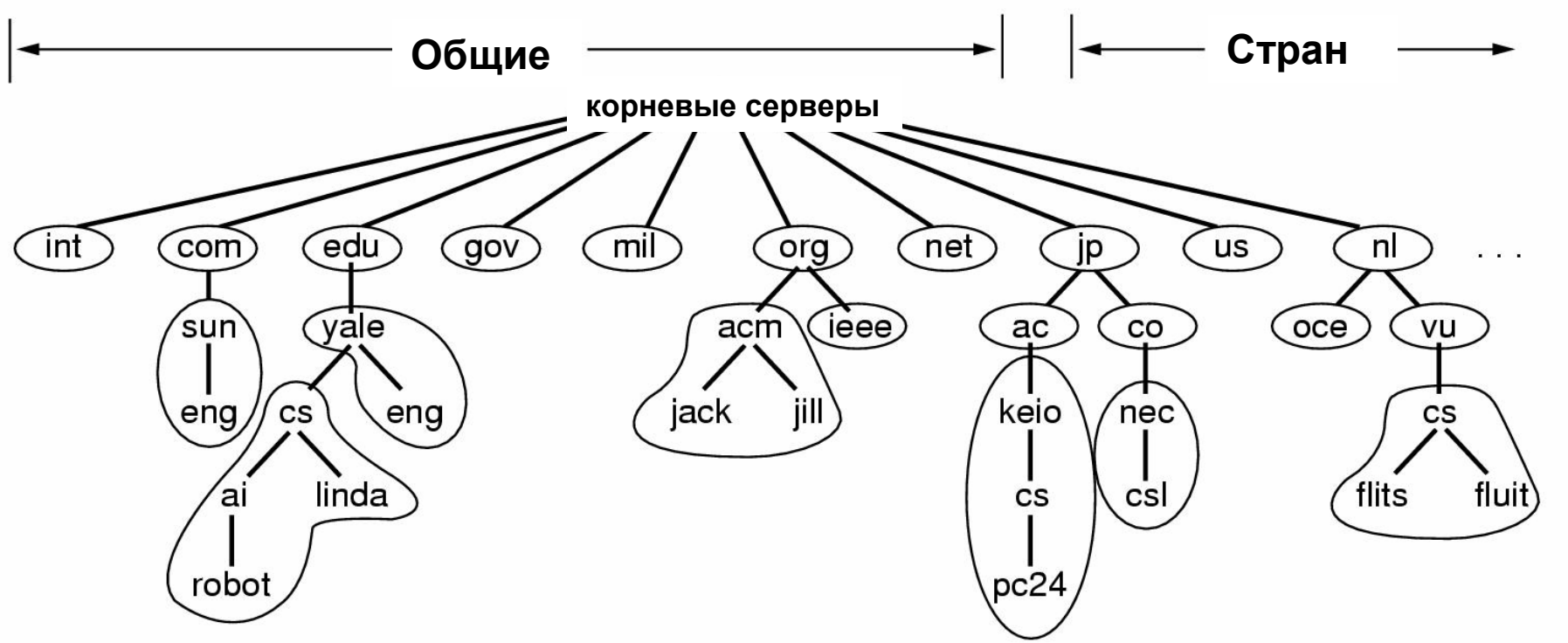
Протоколы маршрутизации

- 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.

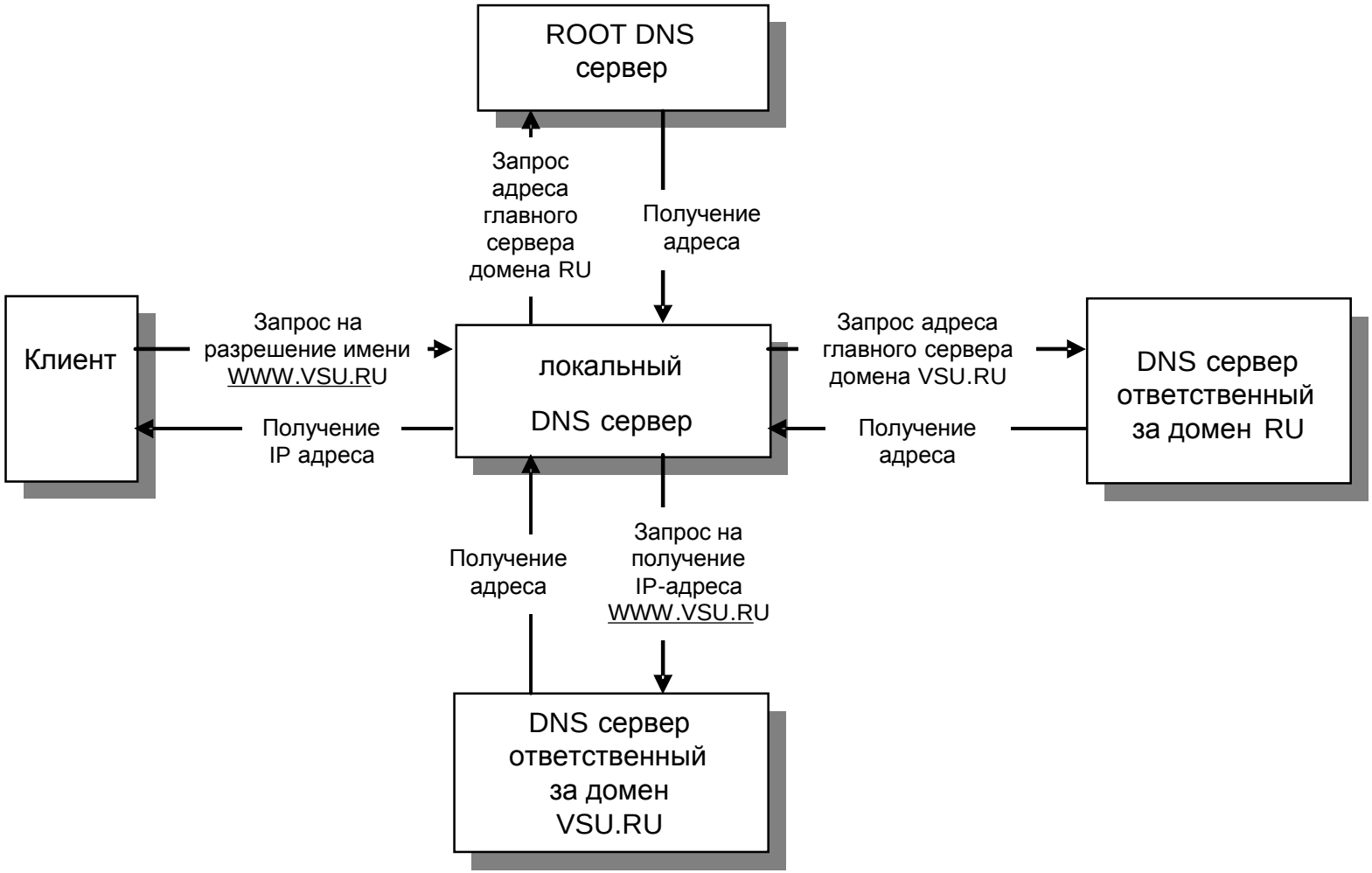
ICMP: Internet Control Message Protocol

Тип	Код	Описание
0	***0***	***эхо ответ (ping)***
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



Простой запрос к DNS



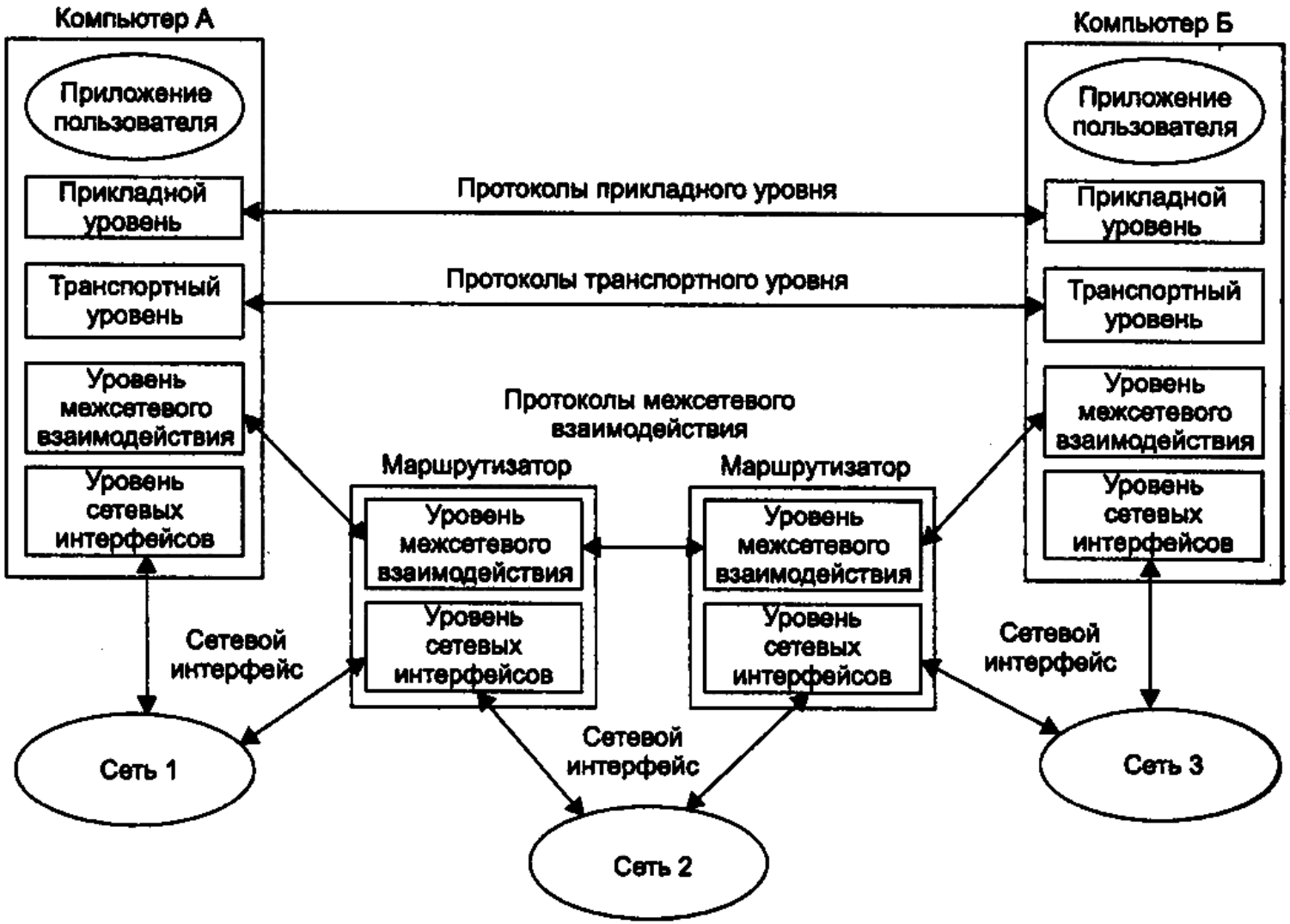
Записи о ресурсах (RR) DNS

- Корневой домен управляется комитетом InterNIC
- Домены верхнего уровня: com, net, ru и т.п. должны соответствовать стандарту ISO3166 и управляются организацией, которой InterNIC делегирует свои полномочия (для домена ru – РосНИИРОС, www.ripn.ru)
- Провайдеры получают адреса в ICANN: Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
- 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 62.76.175.111 в домене 175.76.62.in-addr.arpa есть запись:
  - 62.76.175.111 PTR c1r382n11.cs.vsu.ru.

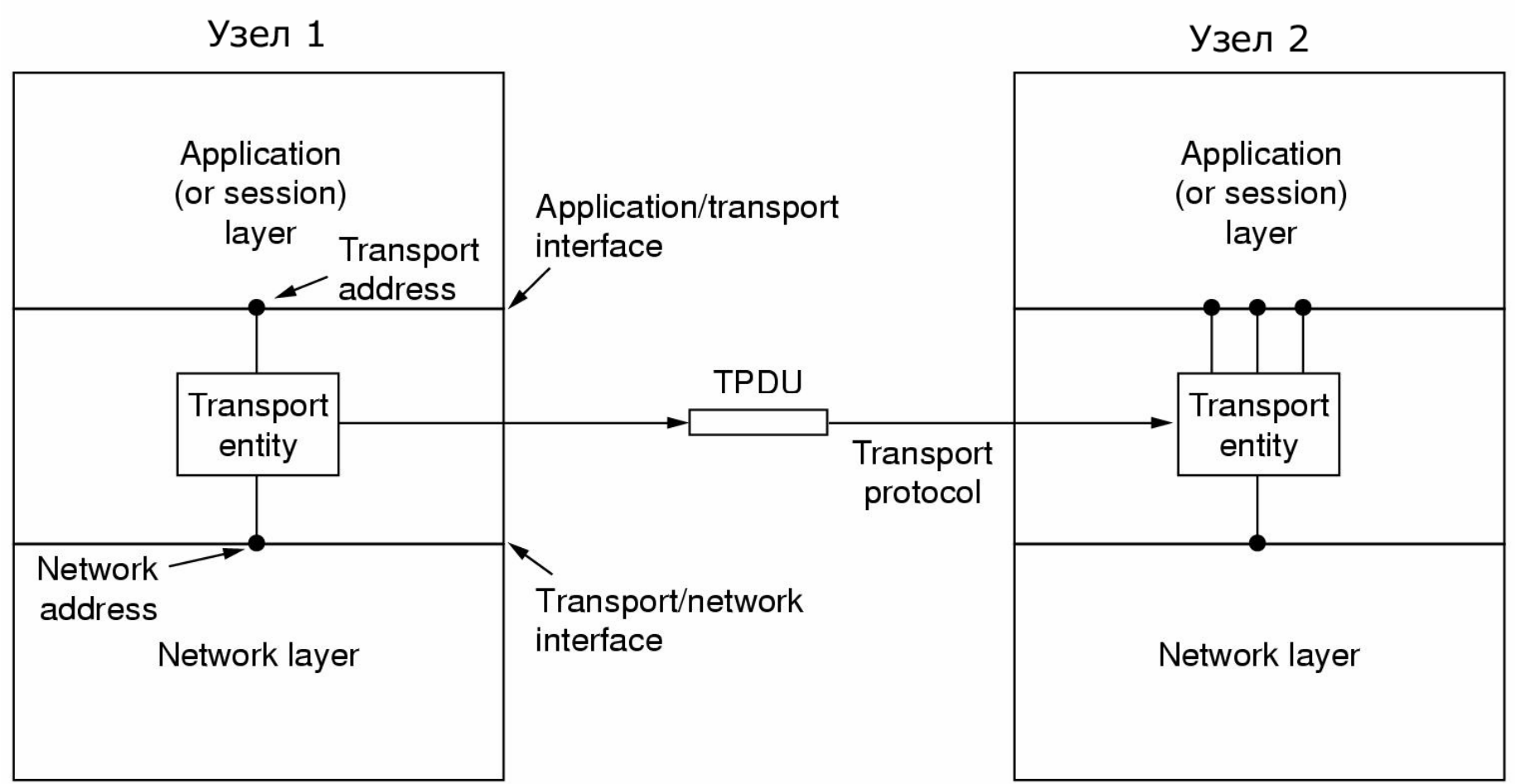
Ответственные организации Интернет

- IANA (Internet Assigned Numbers Authority) http://www.iana.org/
- ARIN (American Registry for Internet Numbers) http://www.arin.net/
- IAB (Internet Architecture Board) http://www.iab.org/
- ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) http://www.icann.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/
- RFC Editor http://www.rfc-editor.org/

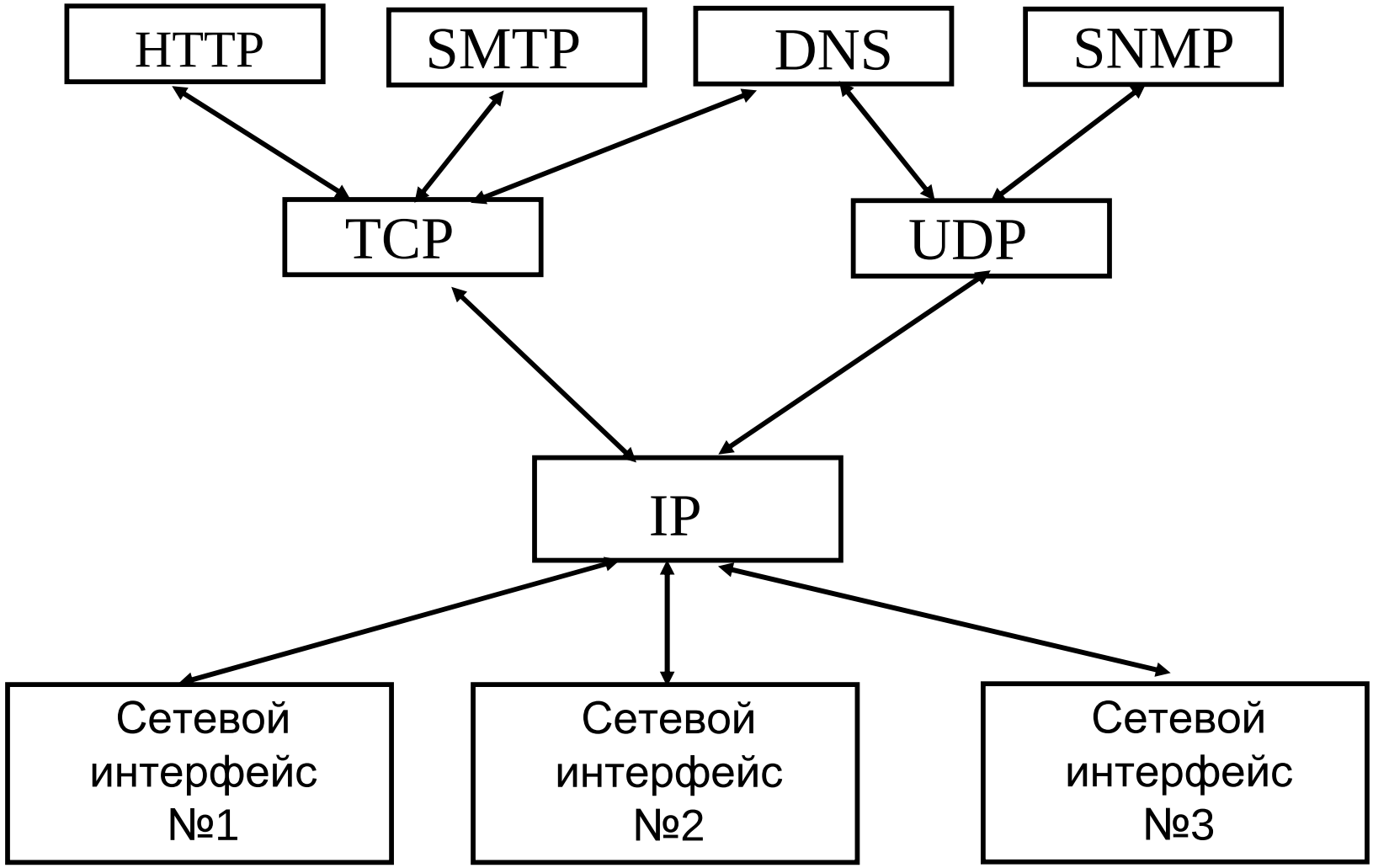
Уровневая модель TCP/IP



Уровневый протокол

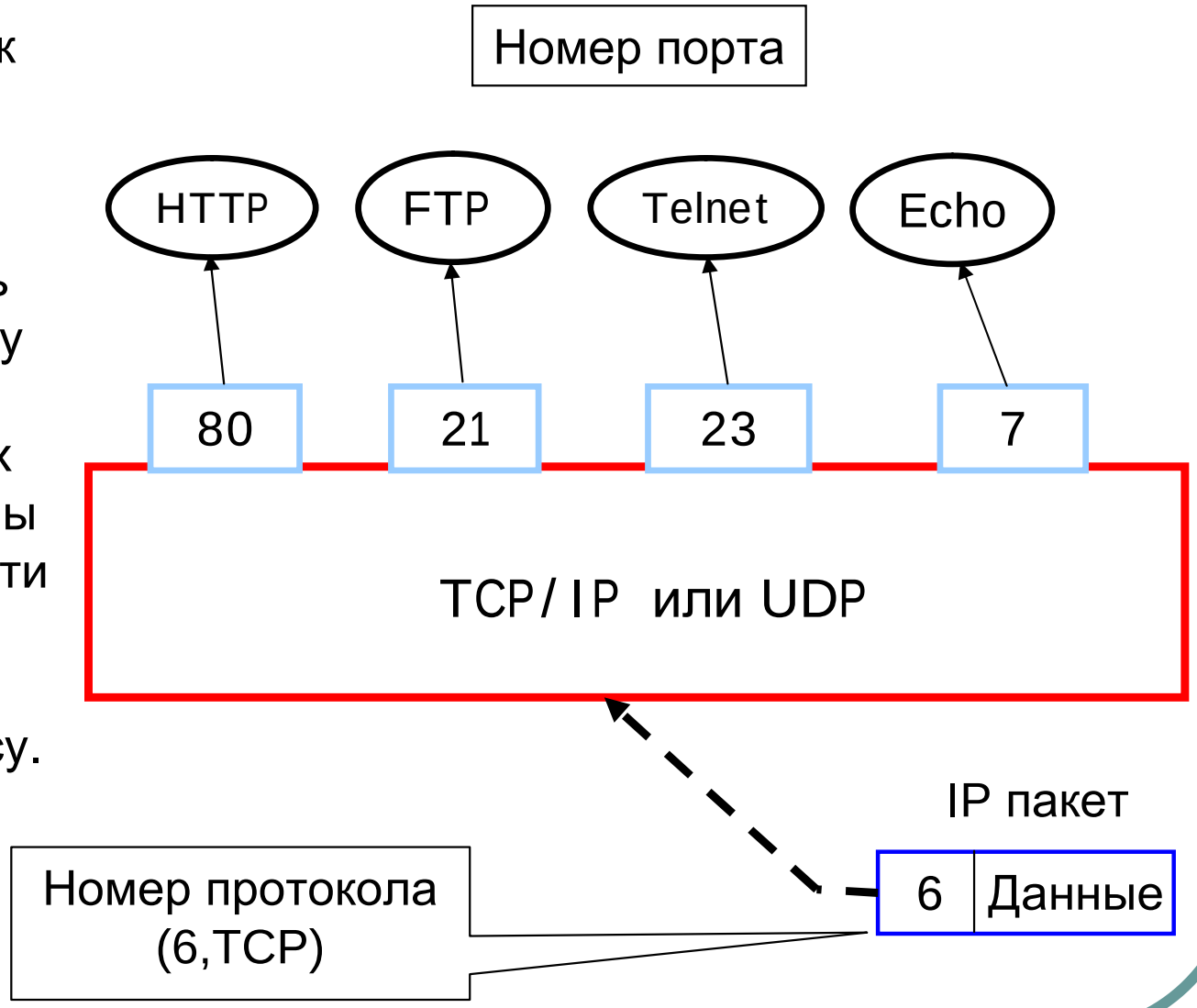


TCP/IP стек

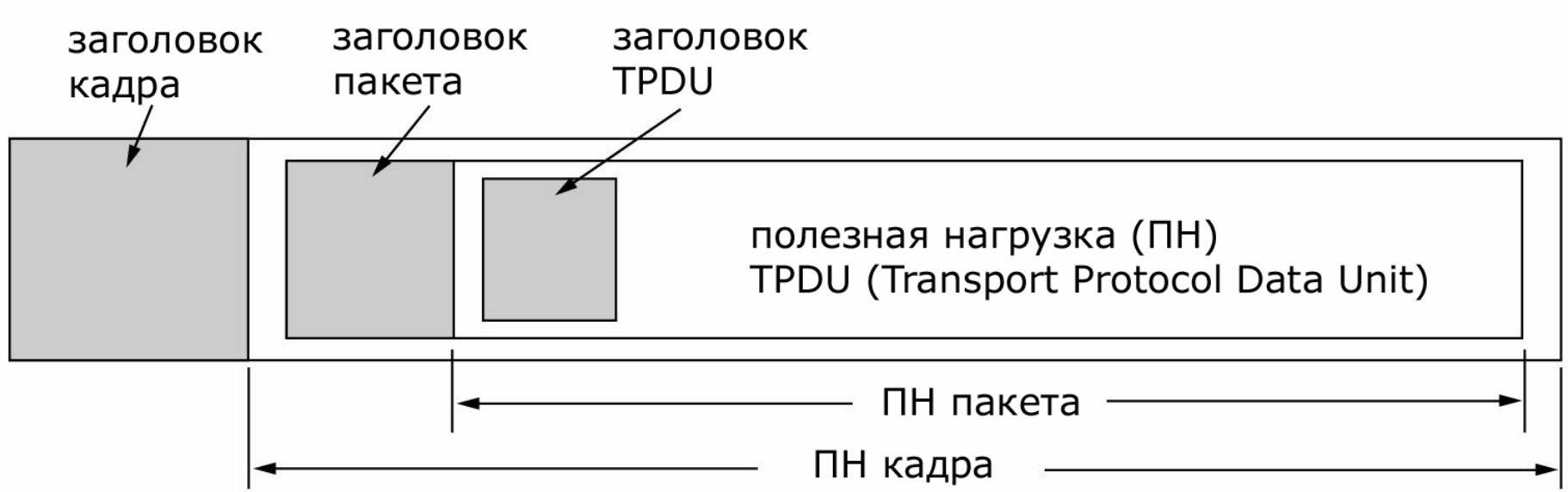

HTTP
SMTP
DNS
SNMP
TCP
UDP
IP
Сетевой интерфейс №1
Сетевой интерфейс №2
Сетевой интерфейс №3

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.



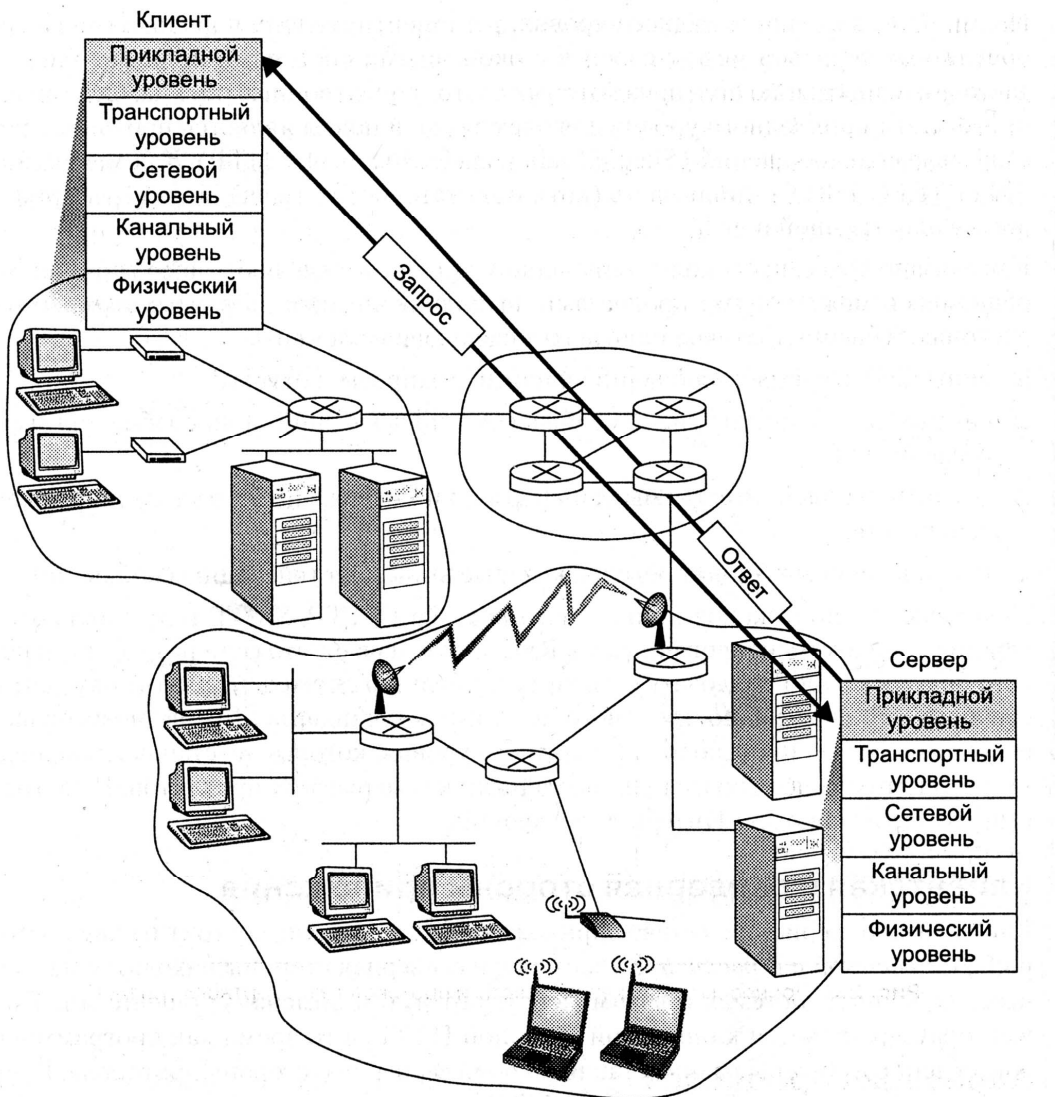
Вложенность PDU (Protocol Data Units)



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 передачи (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



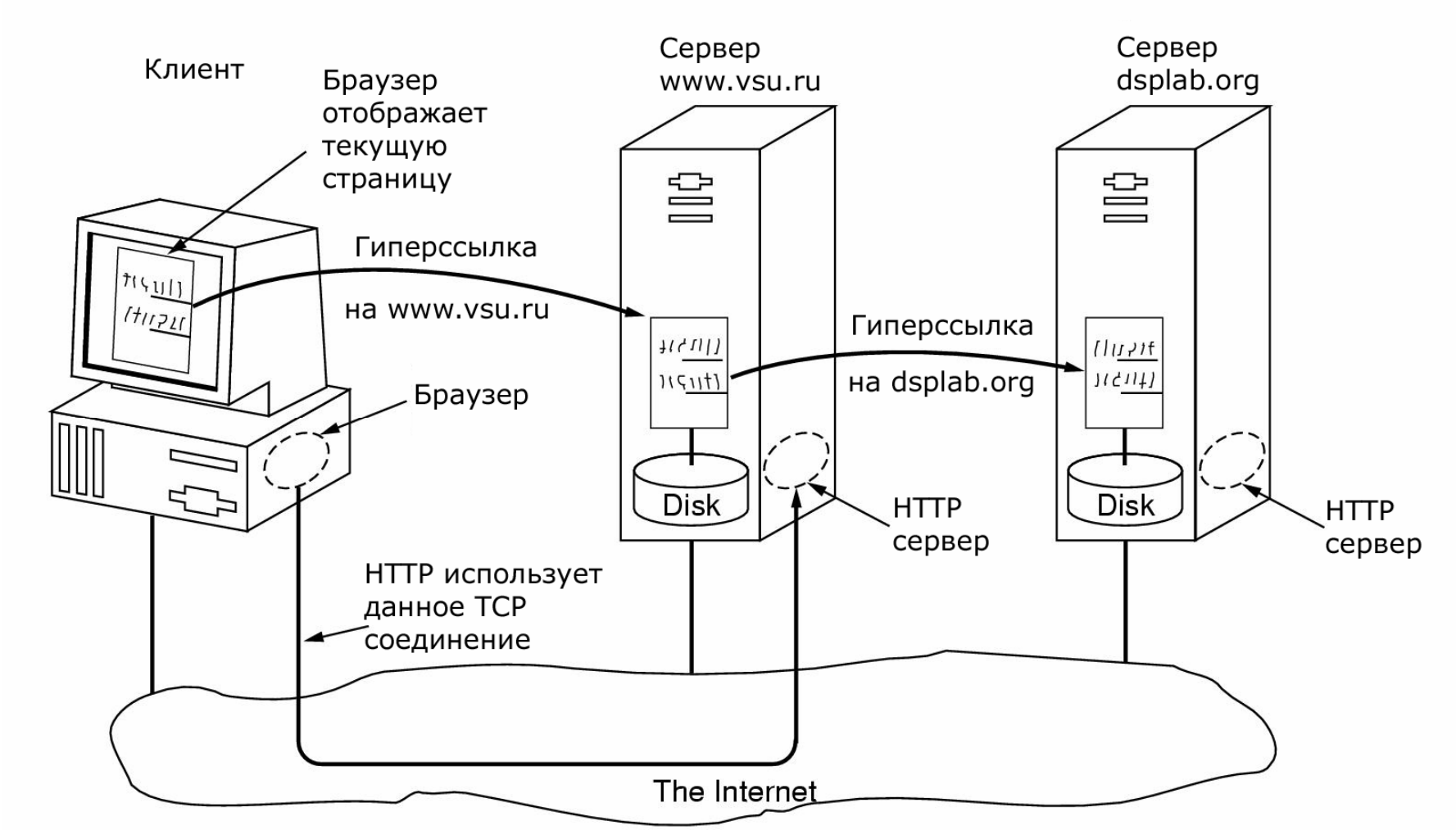
Транспортный уровень Интернет

- 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

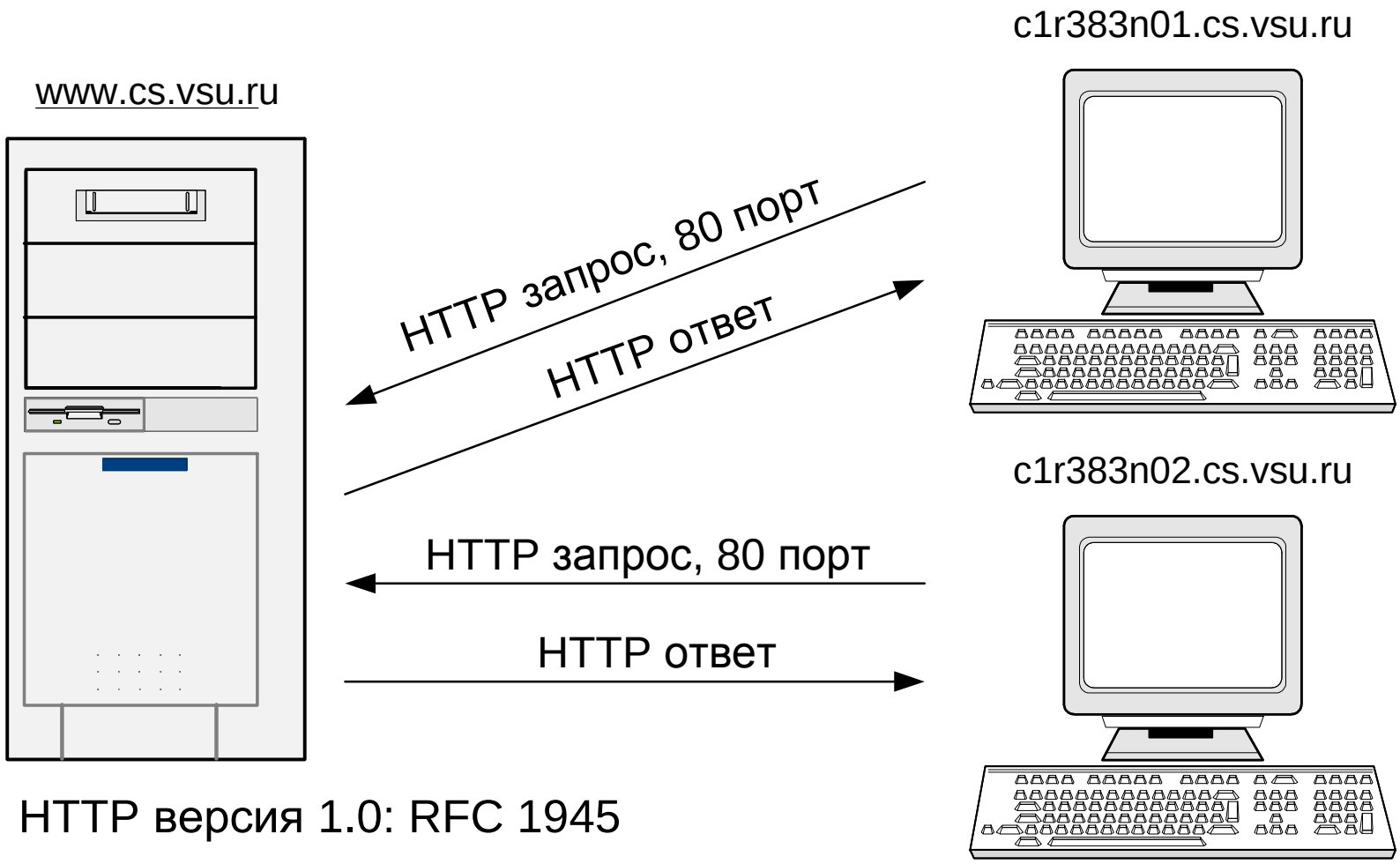
Службы Интернет

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



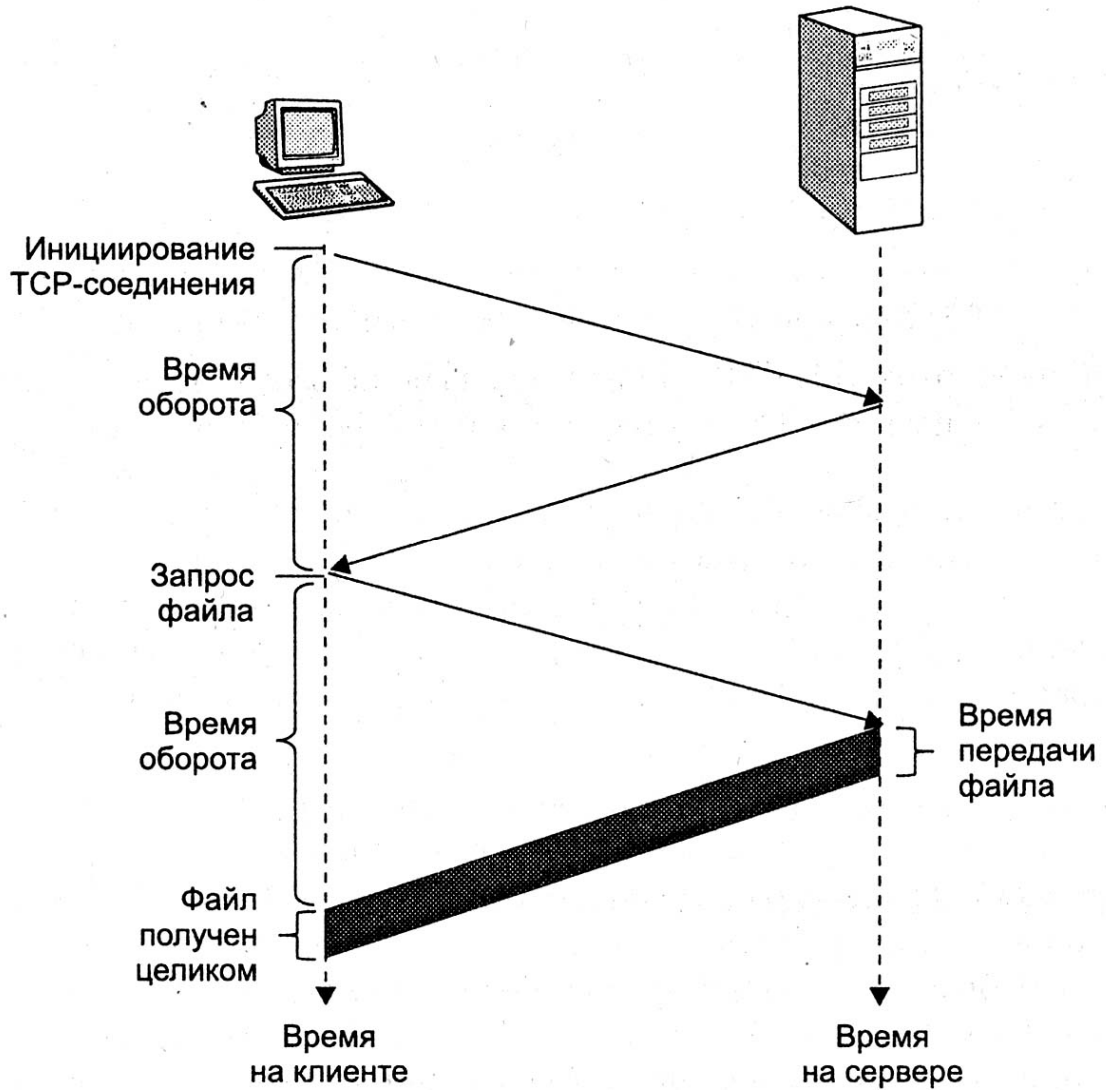
HTTP версия 1.0: RFC 1945

HTTP версия 1.1: RFC 2068

HTTP - HyperText Transfer Protocol

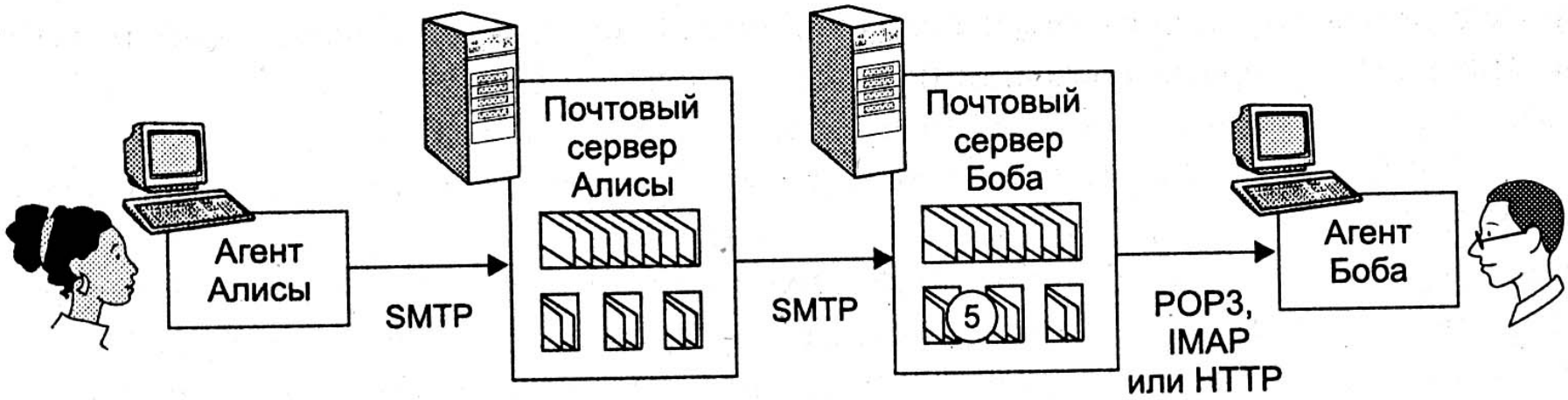
- HTTP основывается на парадигме запросов-ответов. Клиент устанавливает связь с обслуживающей программой-получателем (сервером) и посылает запрос серверу в следующей форме:
  - метод запроса URI версия протокола HTTP
  - telnet www.is.vsu.ru 80
  - GET / HTTP/1.0
- Для указания ресурса, к которому должен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

Время ответа на запрос страницы

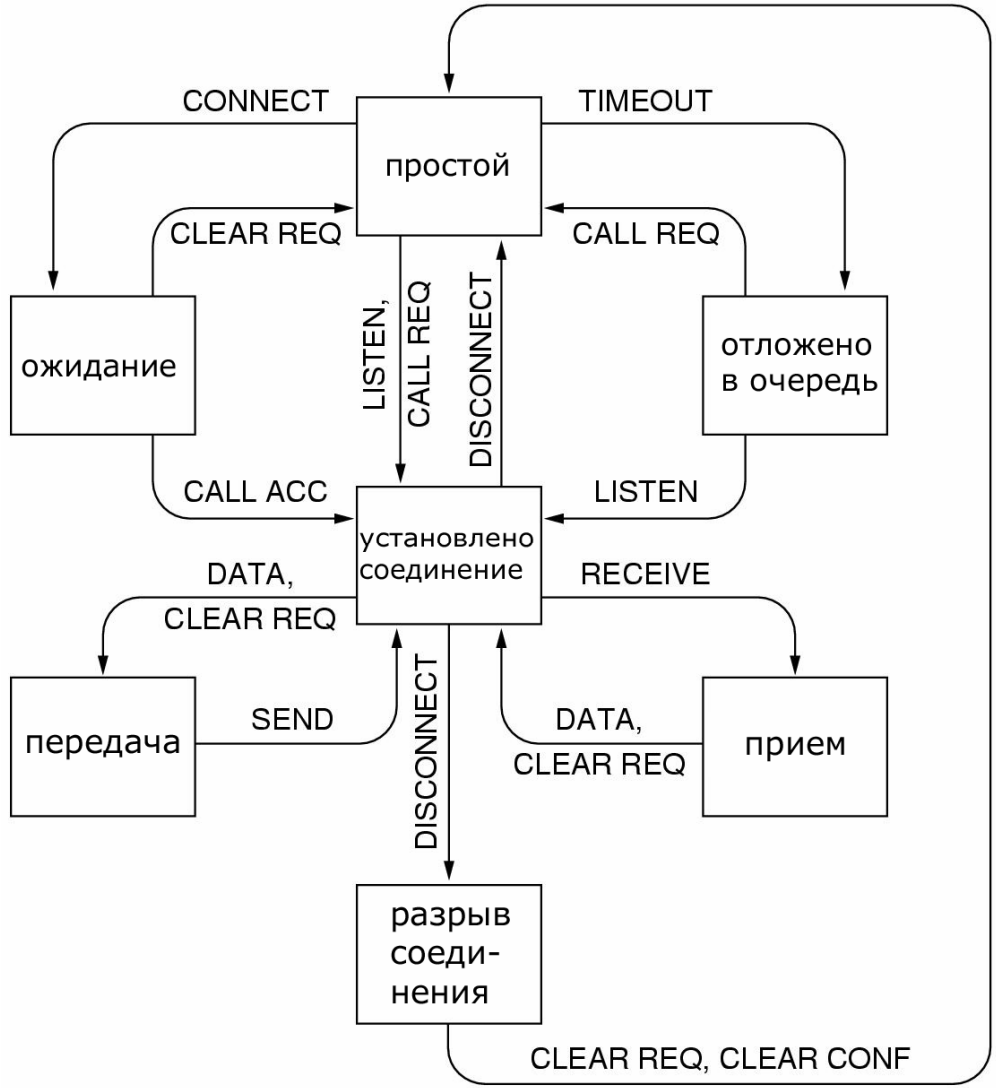


File transfer Protocol, FTP

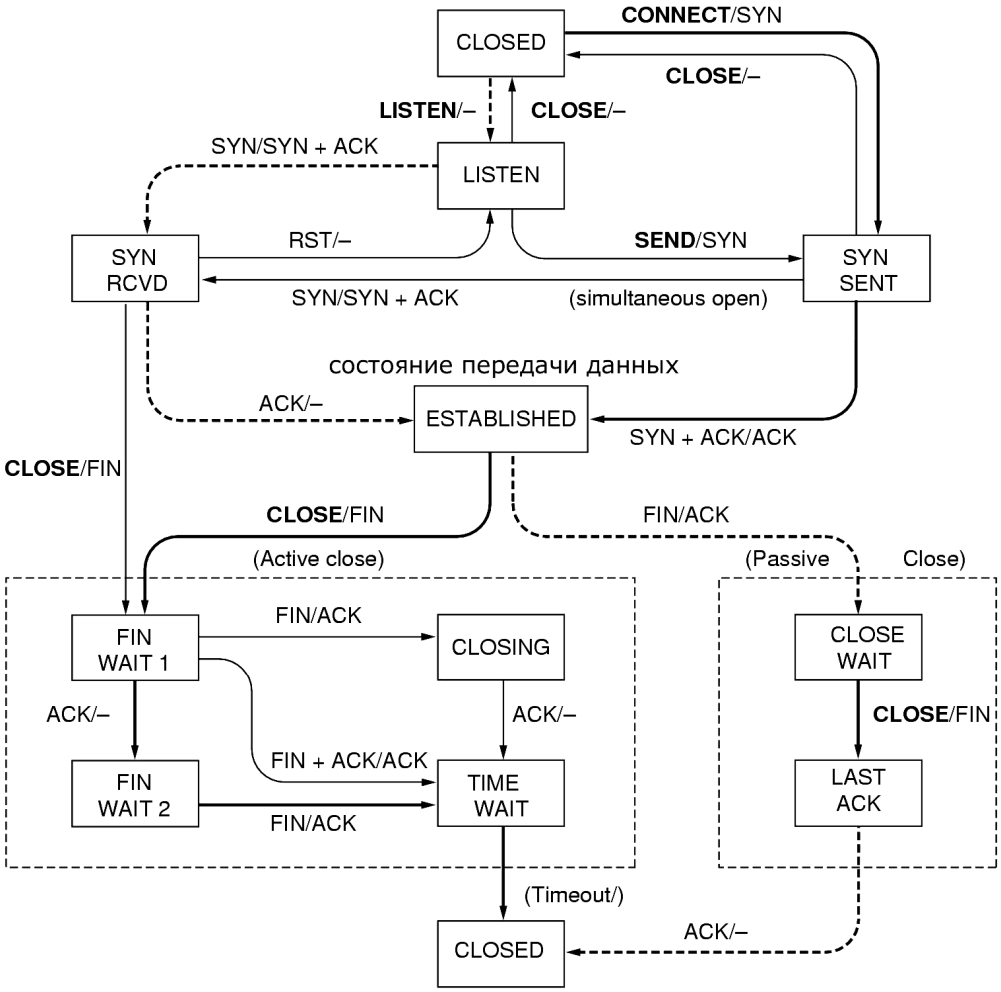
Electronic mail, E-mail протоколы



Машина состояний некоторого транспортного протокола



Машина состояний TCP



----- сервер; —— клиент

получить/отправить

TCP состояния:

LISTENING
SYN_SENT
SYN_RECEIVED
ESTABLISHED
FIN_WAIT
FIN_WAIT2
CLOSE_WAIT
CLOSING
LAST_ACK
TIME_WAIT
CLOSED

Алгоритм установки соединения:

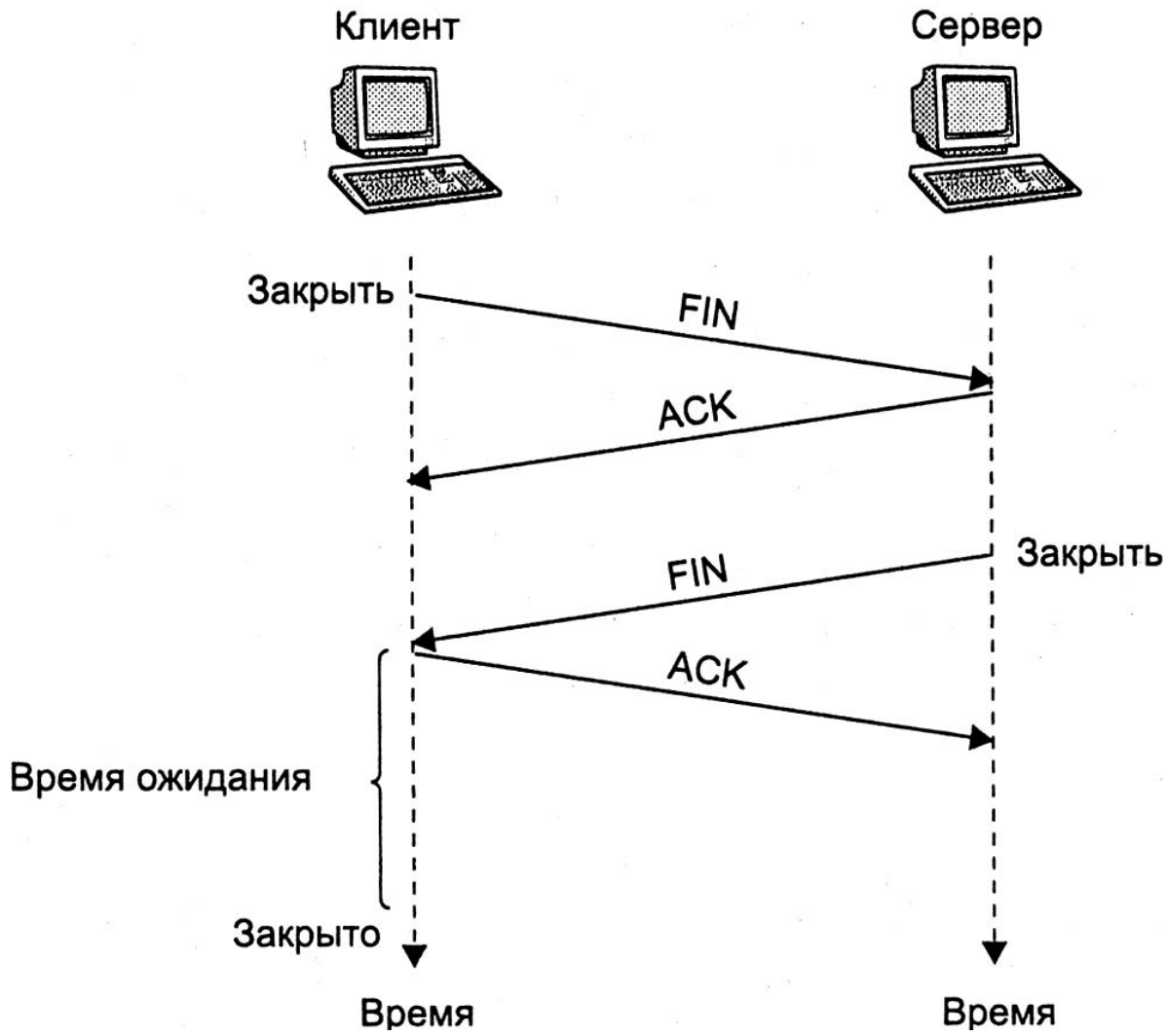
- Клиент посылает SYN-сегмент.
- Сервер отвечает, посылая свой SYN-сегмент, содержащий ISN (initial sequence number - первоначальный порядковый номер). Как правило, это случайное число, что бы усложнить атаки с помощью подмены IP-адреса.
- Клиент отправляет подтверждение получения SYN-сегмента от сервера с номером подтверждения AS=ISN +1.
- Начинается передача данных.

Состояния TCP

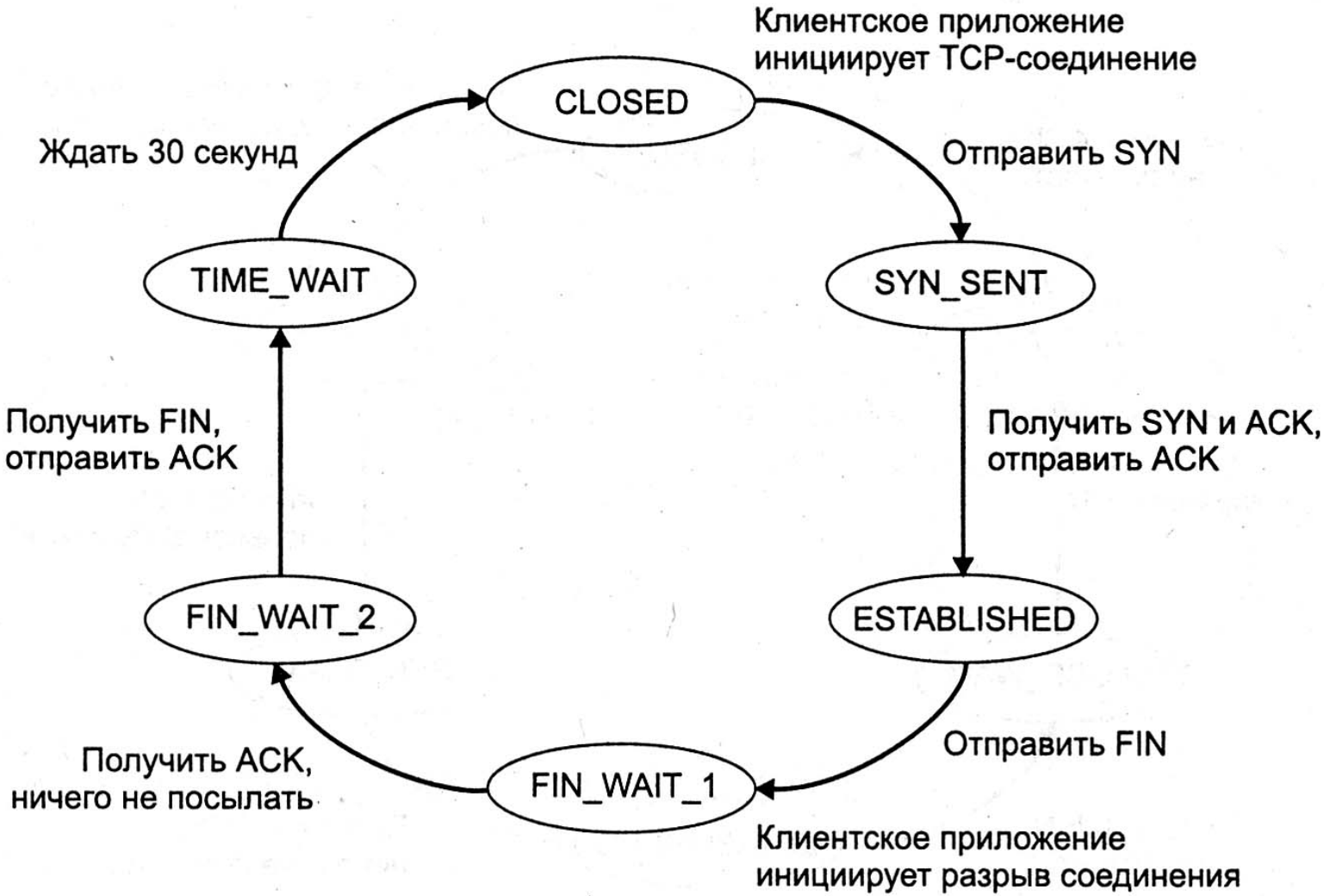
- LISTENING - ожидание запроса на соединение от удаленного TCP-модуля.
- SYN_SENT - ожидание ответа на соединение, после посылки запроса на соединение.
- SYN_RECEIVED - ожидание подтверждения на соединение, после посылки обоих предыдущих запросов.
- ESTABLISHED - состояние установленного соединения, стадия передачи данных.
- FIN_WAIT - ожидание запроса завершения соединения от удаленного TCP-модуля, или подтверждения запроса завершения соединения, предварительно посланного.
- FIN_WAIT_2 - ожидание запроса завершения соединения от удаленного TCP-модуля.
- CLOSE_WAIT - ожидание запроса завершения соединения от локального пользователя..
- CLOSING - ожидание подтверждения запроса завершения соединения от удаленного TCP-модуля.
- LAST_ACK - ожидание подтверждения запроса завершения соединения, предварительно посланного удаленному TCP-модулю (который включает подтверждение его запроса завершения соединения).
- TIME_WAIT - время ожидания получения удаленным TCP-модулем подтверждение его запроса завершения соединения.
- CLOSED - TCP-модуль закрыт для подключения.

Тройное рукопожатие TCP

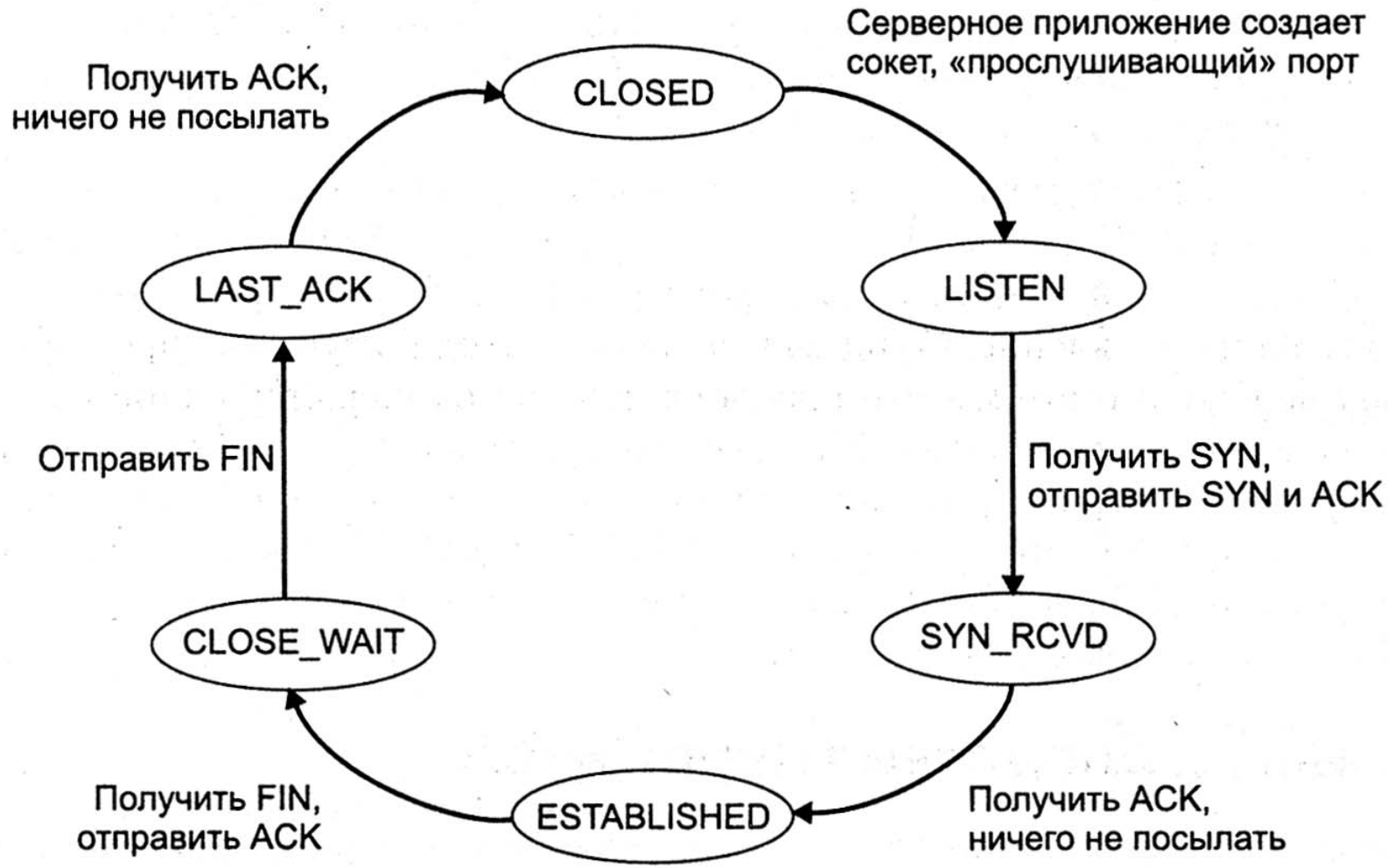
Завершение TCP соединения



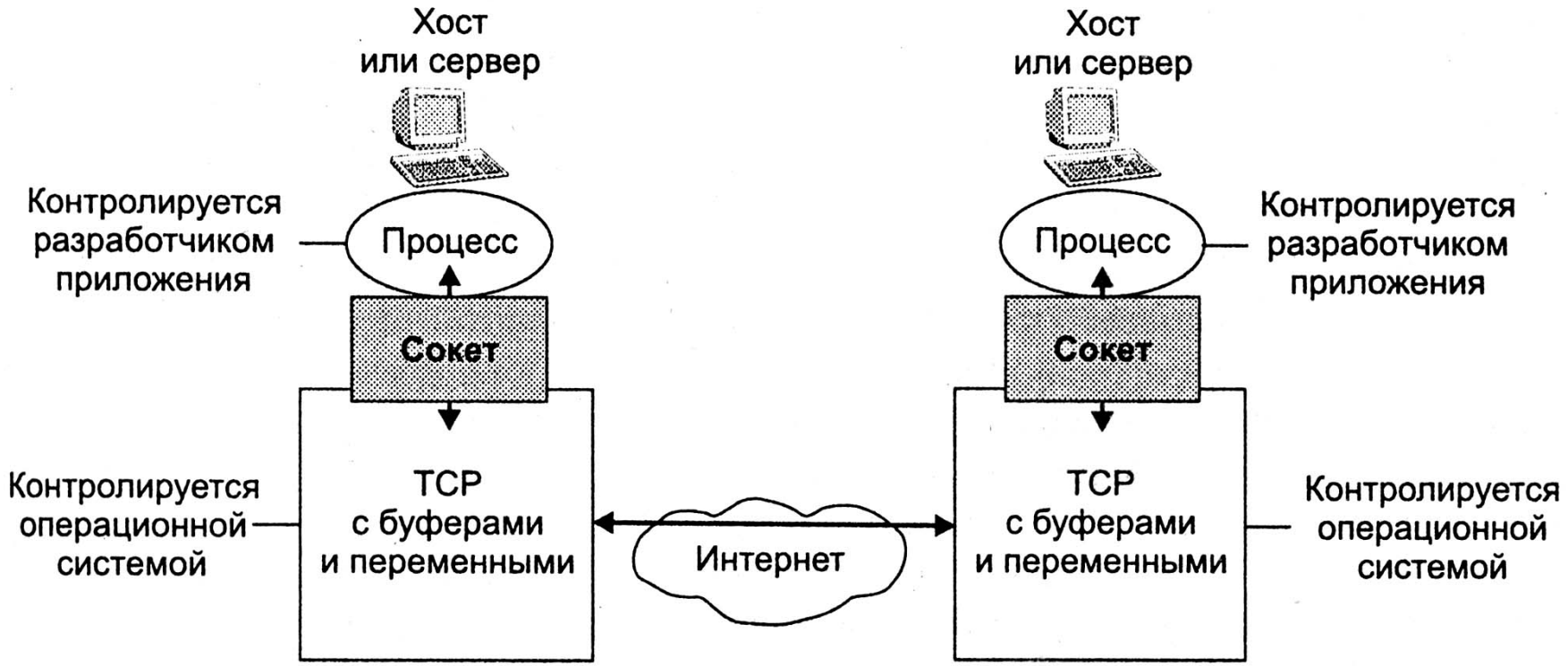
Последовательность состояний TCP клиента



Последовательность состояний TCP сервера



Процессы приложения, сокеты и протокол транспортного уровня



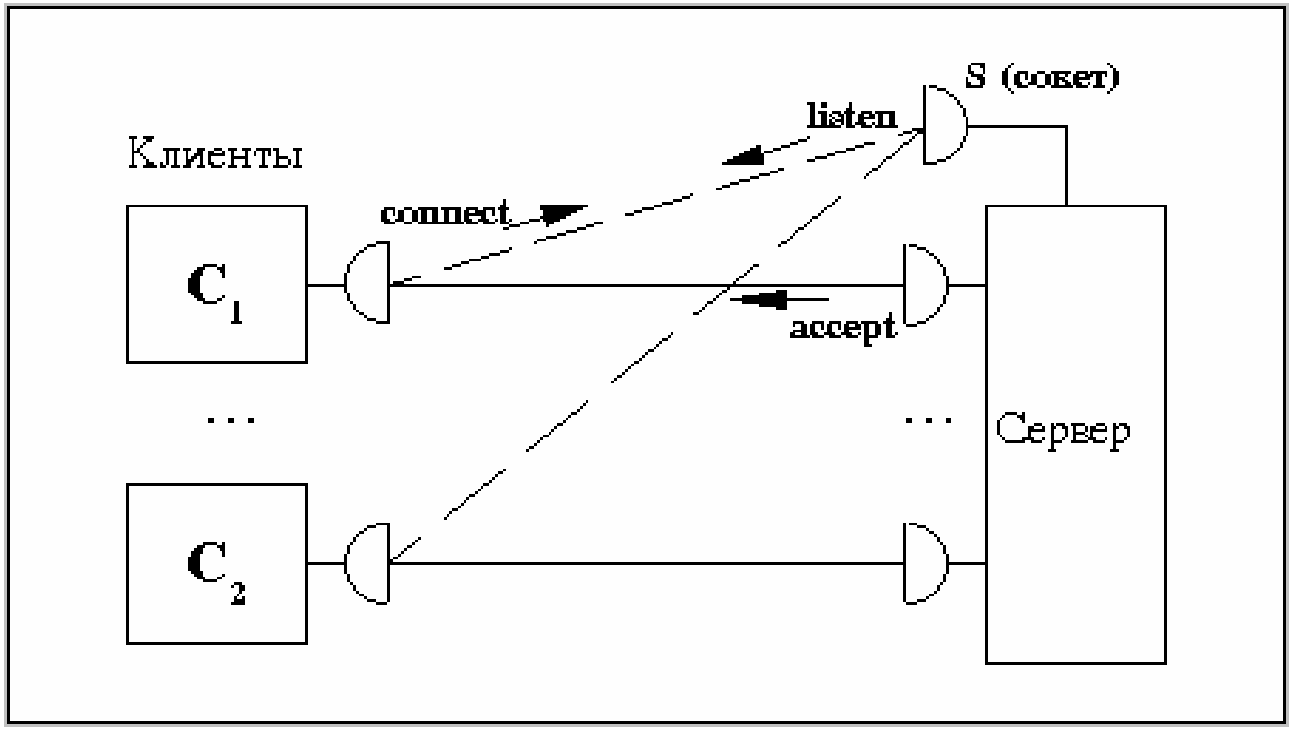
Сокет - конечная точка сетевых коммуникаций

-имеет тип и ассоциированный с ним процесс.

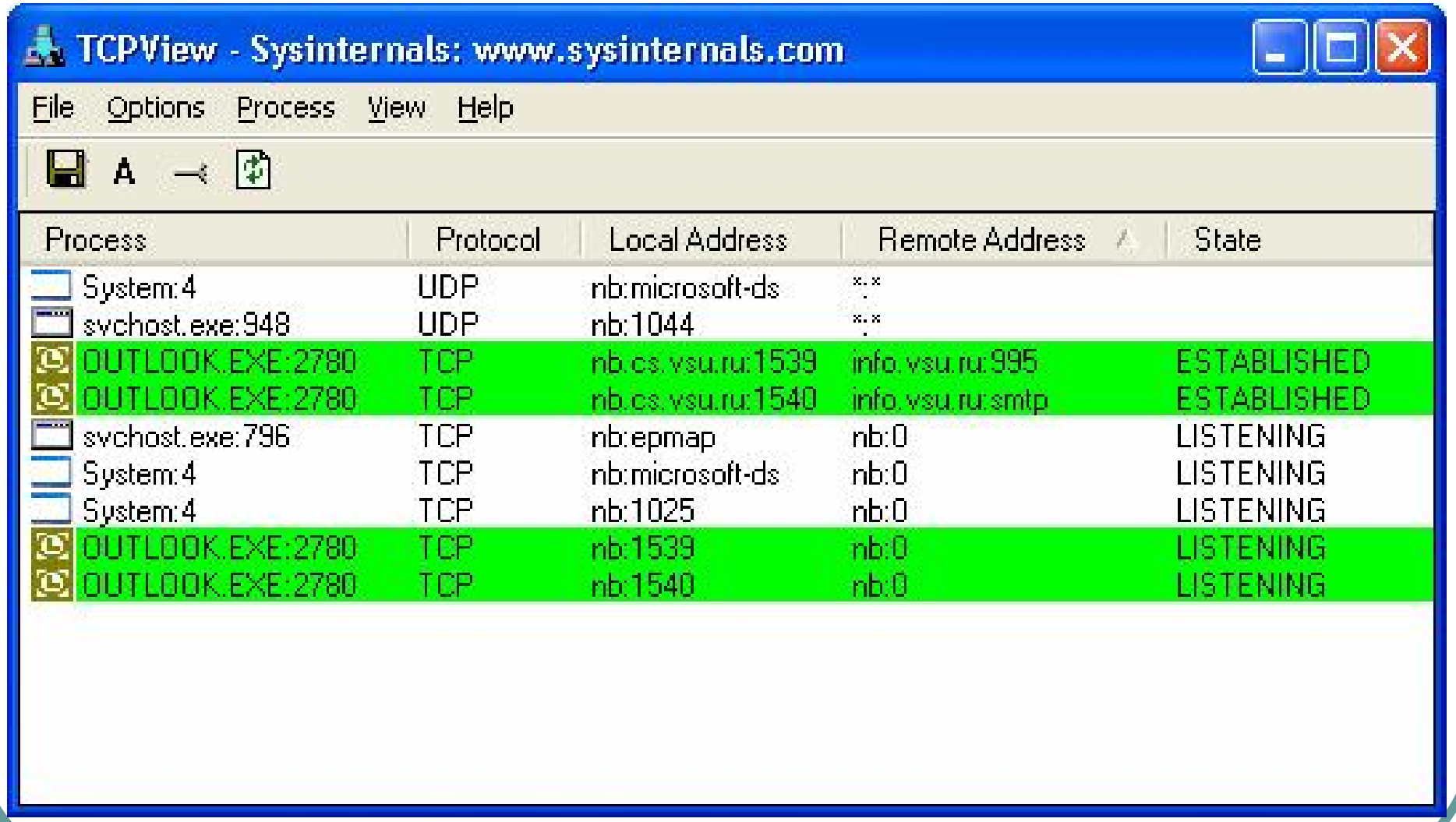
- существуют внутри коммуникационных доменов: *UNIX, Internet*

Установление связи клиент-сервер

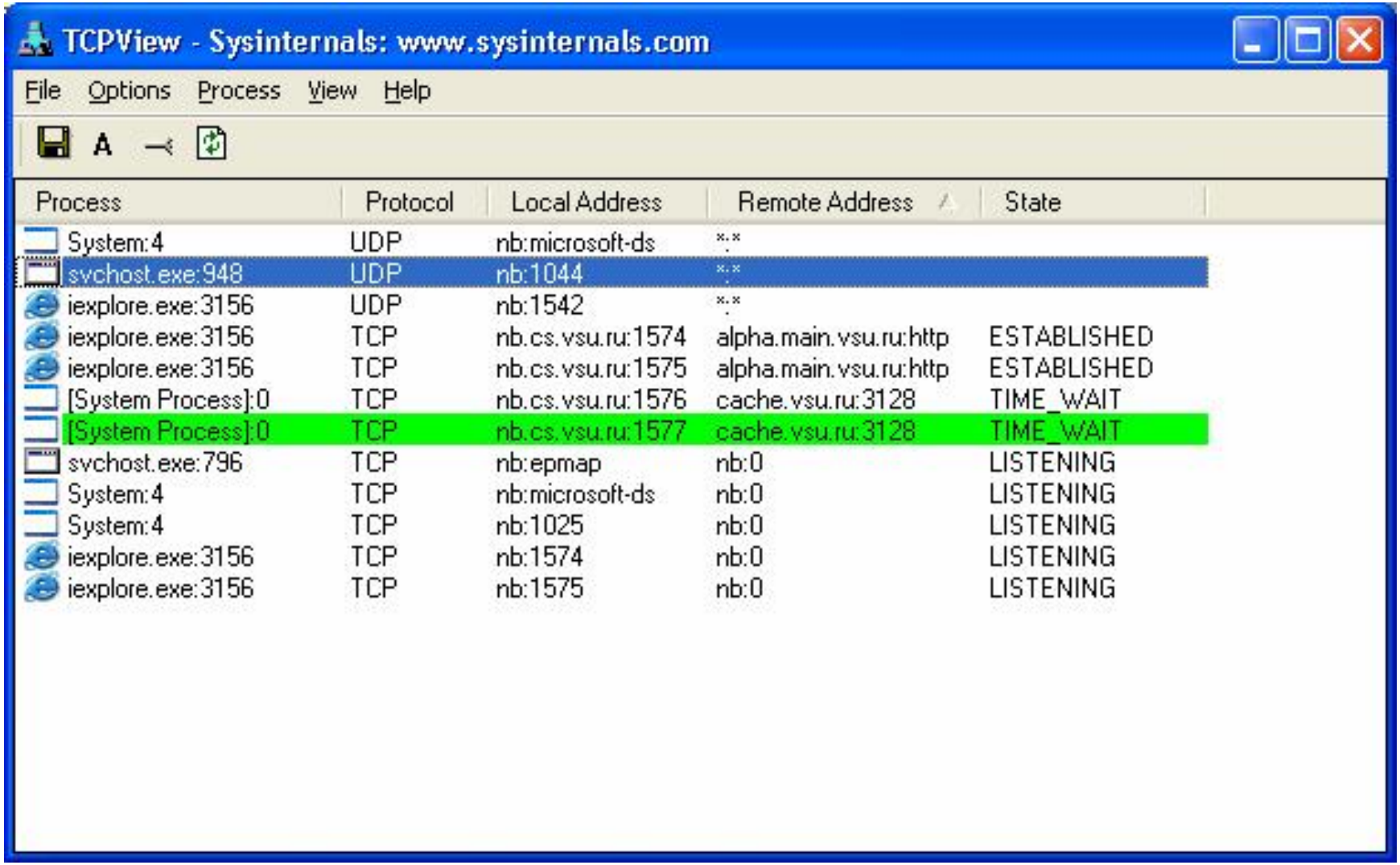
- Сервер получает запрос от клиента
- Сервер принимает решение об установлении связи и создает ***новый*** сокет эквивалентный «слушающему сокету», т.е. использует тот же самый номер порта.



TCP соединения при отправке и доставке почты по SMTP и POP



TCP соединения протокола передачи гипертекста HTTP

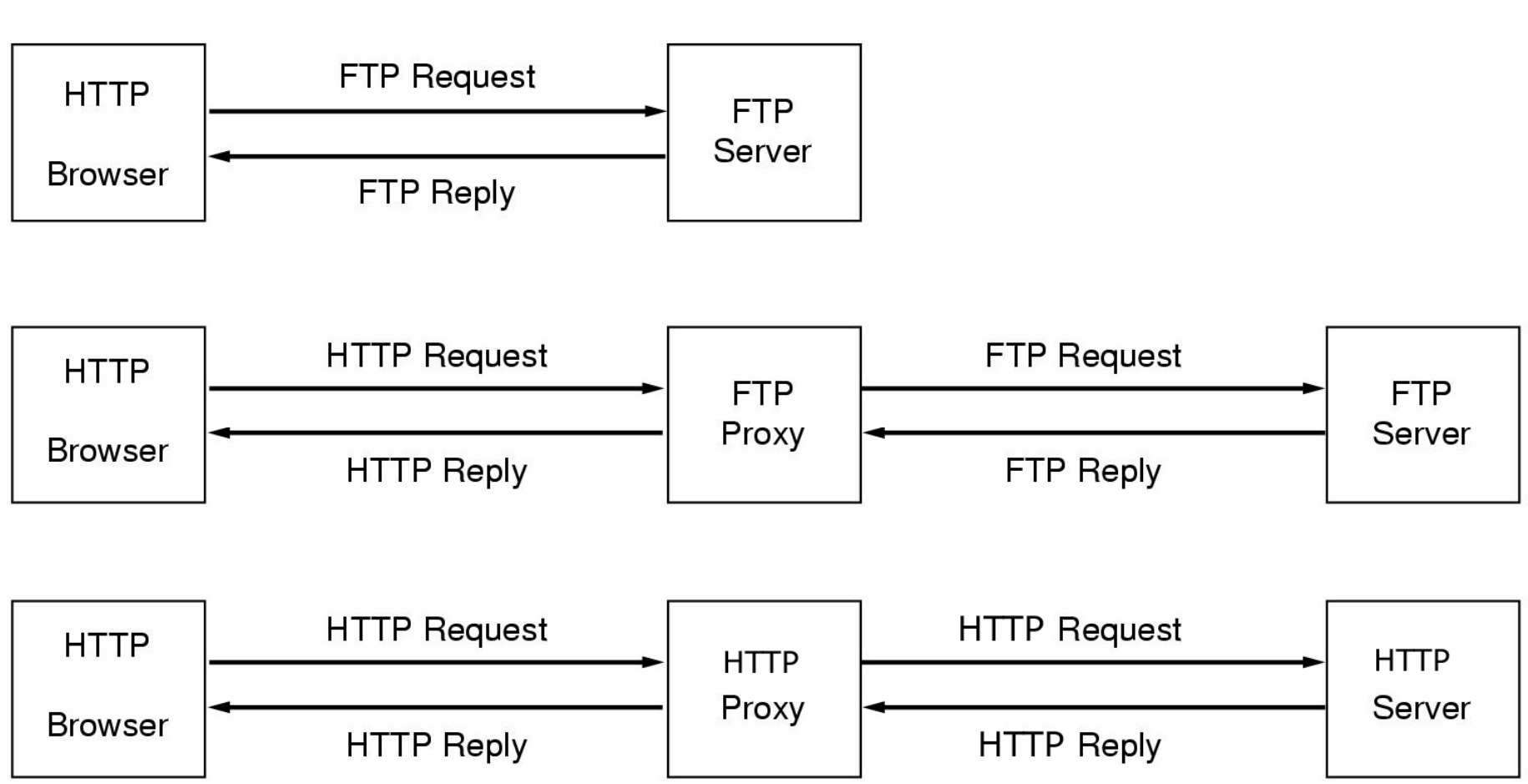


TCP соединения протокола FTP

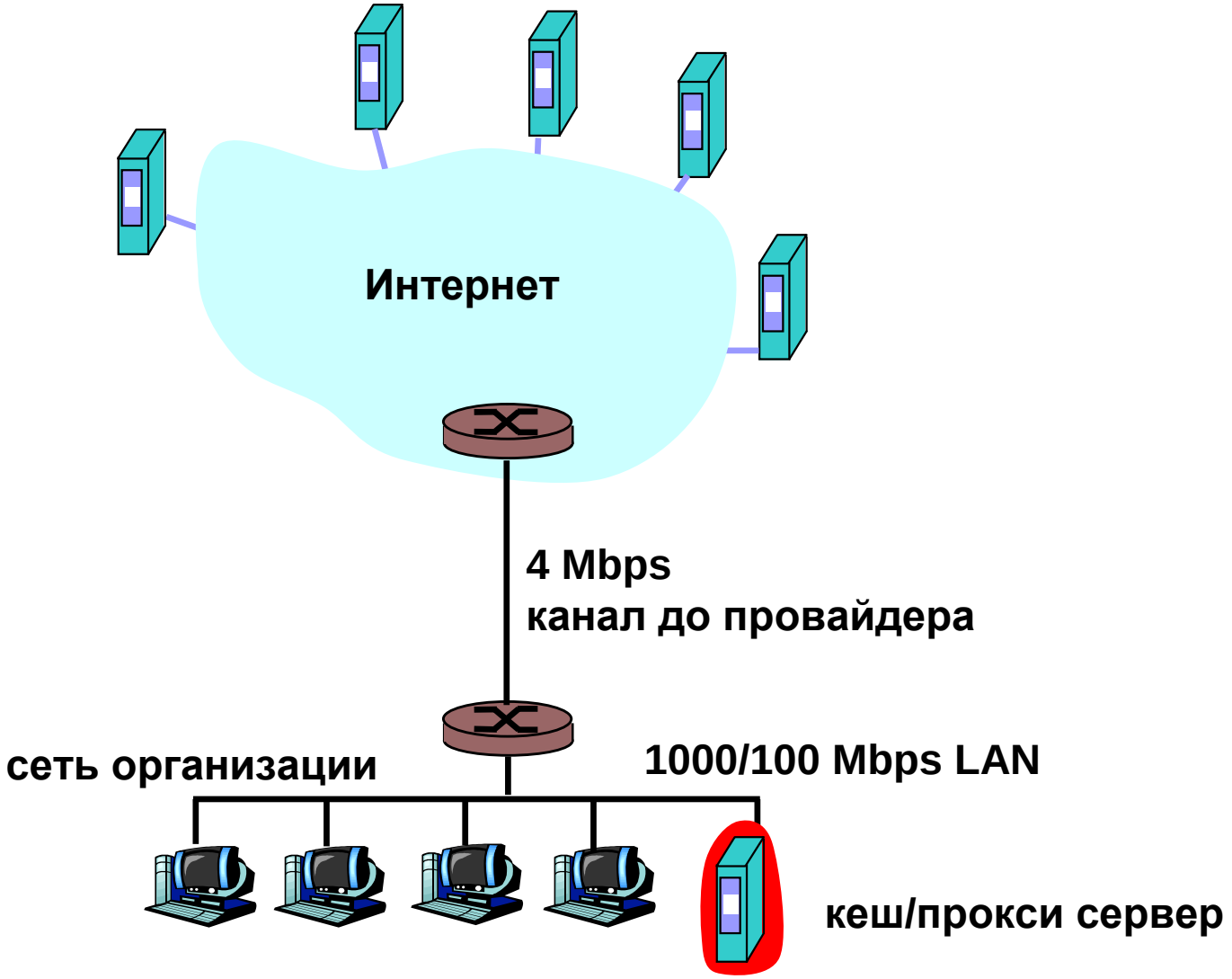
- управляющий канал – TCP-порт №21
- канал передачи данных - TCP-порт №20


```
C:\>netstat

Active Connections

  Proto  Local Address          Foreign Address        State
  TCP    nb:1614                ftp.vsu.ru:ftp         ESTABLISHED
  TCP    nb:1618                ftp.vsu.ru:ftp-data    ESTABLISHED
```

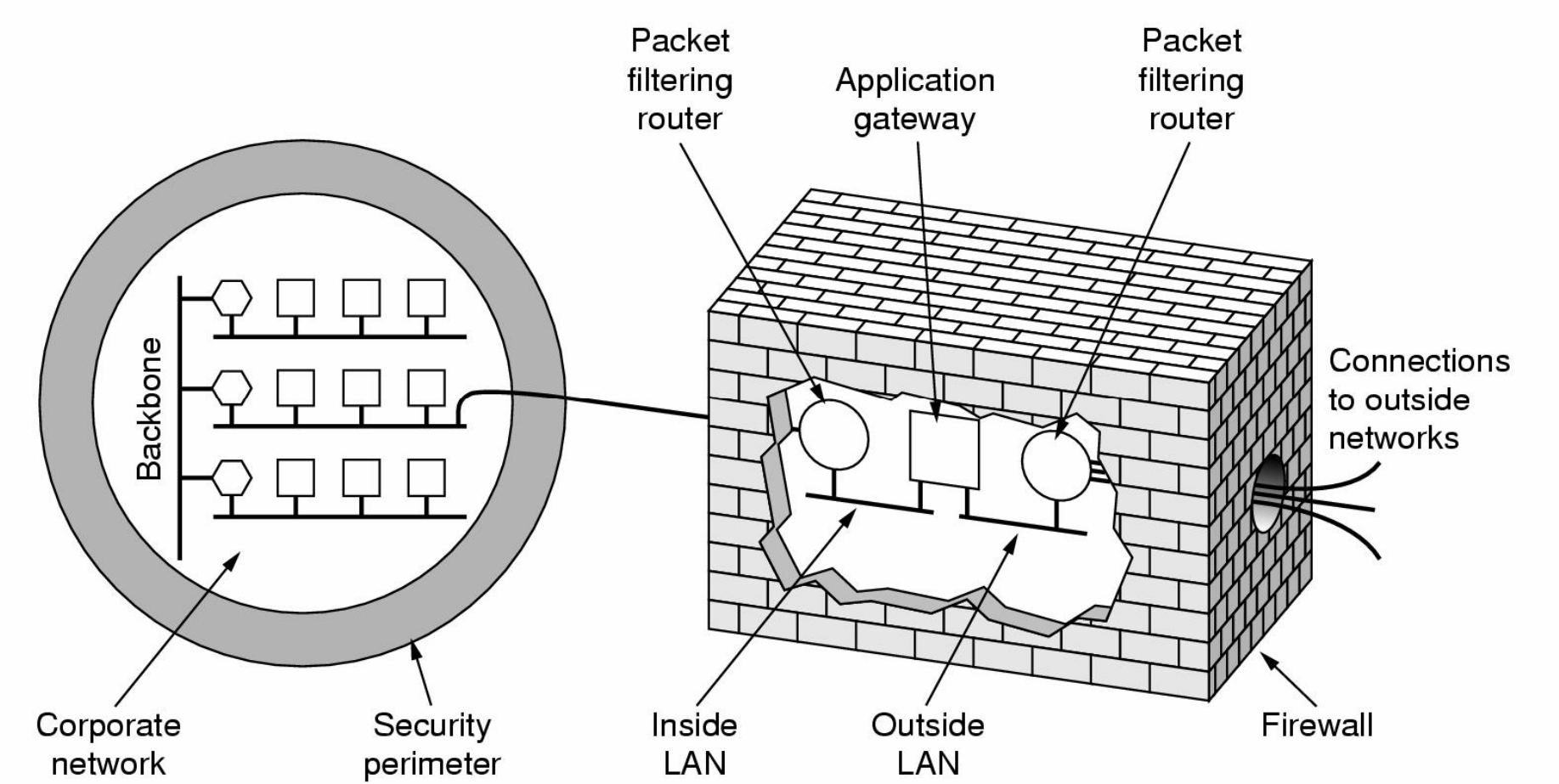
Использование proxy-сервера



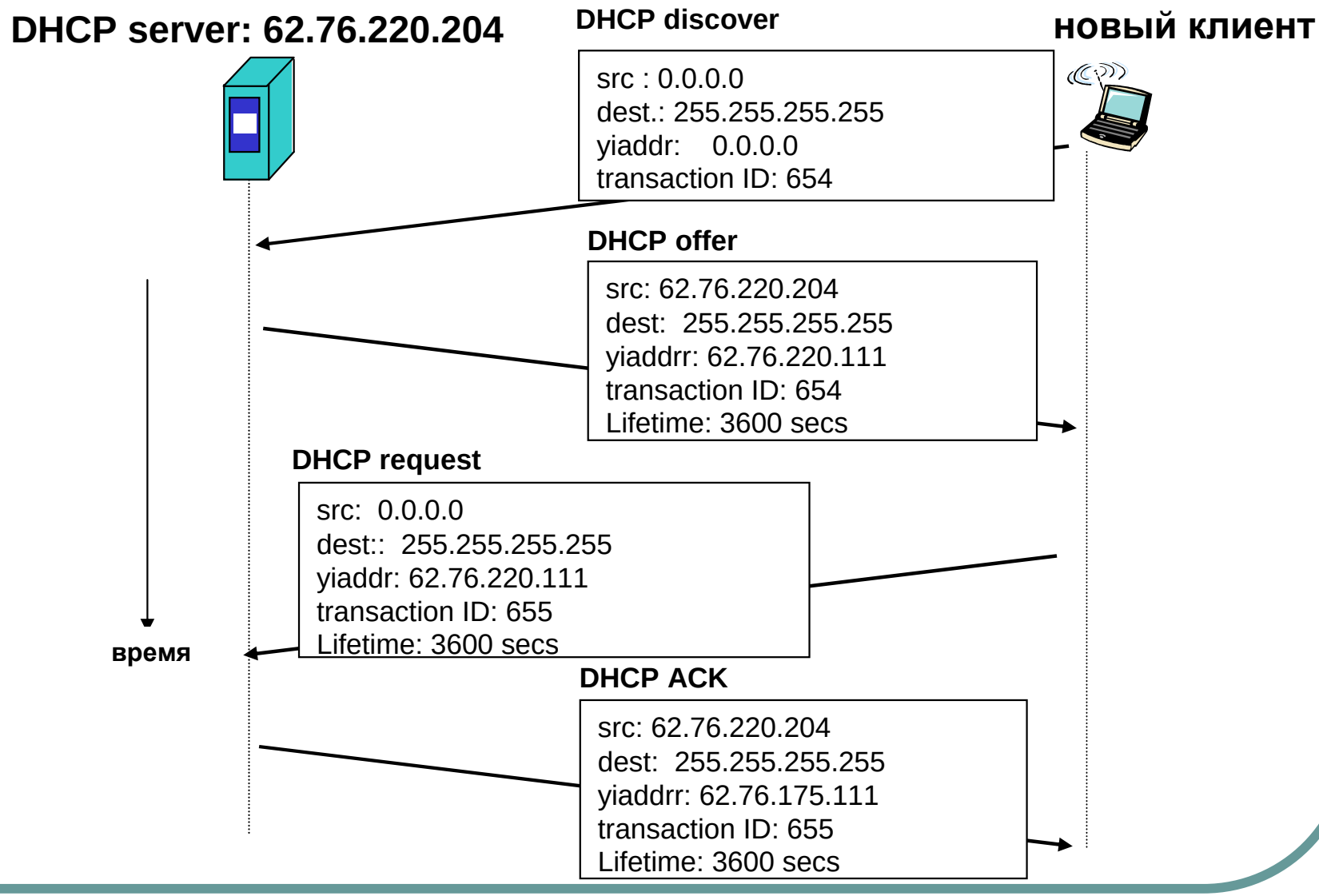
Web cache/proxy серверы



Обеспечение безопасности в intranet сетях (Firewall, Proxy)



DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol



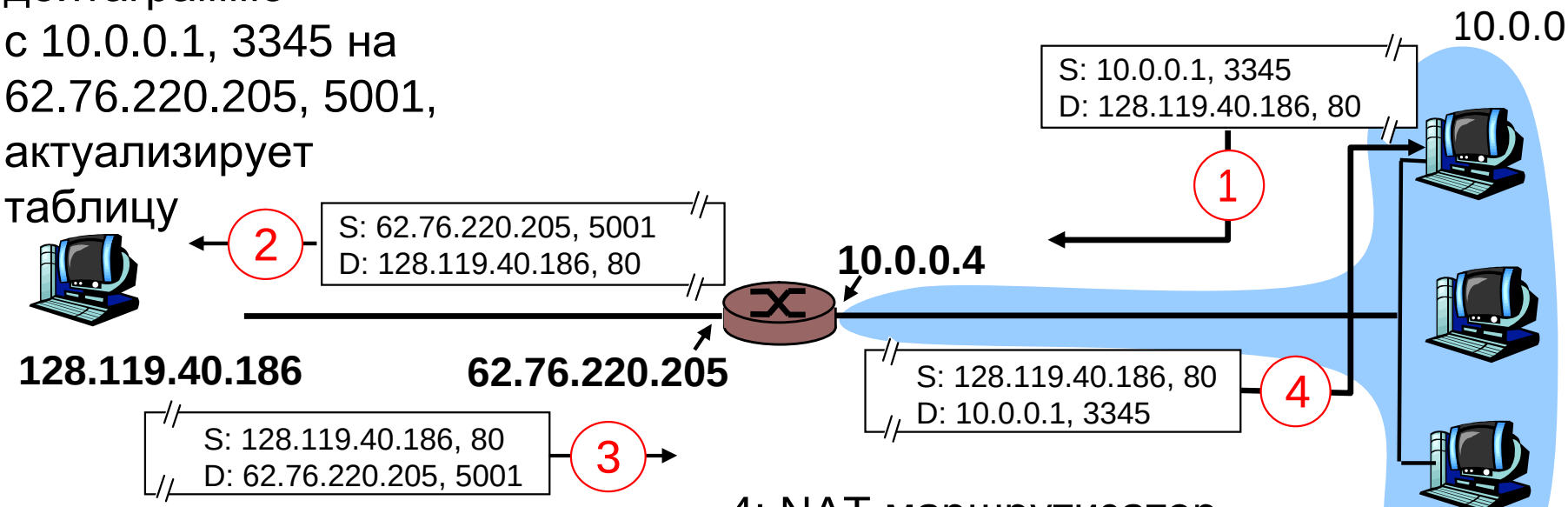
NAT: Network Address Translation

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

Обозначения сетевых ресурсов Internet

- URL (Uniform Resource Locator) состоит из следующих частей:
  - протокол доступа к ресурсу (http, gopher, WAIS, ftp, file, telnet и др.)
  - сетевой адрес ресурса (host.domain)
  - путь к файлу на сервере

  method://user:password@host.domain:port/path/filename
  например: http://www.vsu.ru/, ftp://ftp.vsu.ru/pub/music/

- Наиболее распространенные методы-протоколы:
  - file - файл в локальной файловой системе или файл на FTP сервере
  - http - файл на сервере World Wide Web
  - gopher - файл на сервере Gopher
  - WAIS - файл на сервере WAIS (Wide Area Information Server)
  - news - группы новостей Usenet
  - telnet - подключение к серверу Telnet

Обозначения сетевых ресурсов в операционных системах Microsoft

- Microsoft UNC (Universal Naming Convention)
  - Для обозначения имен сетевых ресурсов: файлов, каталогов, принтеров и т.п.) Microsoft определила формат UNC (Universal Naming Convention).
  - Синтаксис UNC - \\SERVERNAME\SHARENAME, где SERVERNAME имя компьютера, а SHARENAME - имя разделяемого сетевого ресурса.UNC имя каталога или файла включат путь к каталогу и/или файлу после имени ресурса:
  - \\SERVERNAME\SHARENAME\DIRECTORY\FILENAME.
- В ОС MS Windows файловые сетевые ресурсы можно отображать на локальные диски с помощью программы net:
  - NET USE K: \\62.76.220.206\Distrib /USER:ivanov

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
- Текщее состояние проекта Интернет2 (Абилен) http://loadrunner.uits.iu.edu/weathermaps/abilene/