

Сети ЭВМ и телекоммуникации

Подгурский Юрий Евгеньевич

yuri.podgurski@gmail.com

**<http://telematika1.stu.neva.ru/FILES> □
[/KAFEDRA/STUDENTS/Presentations/2016](#)**

Цель курса

- Первый курс по сетям ЭВМ
- Основные принципы сетевого взаимодействия
- Основные проблемы и перспективные направления развития сетей

Аттестация

- 12 лабораторных работ - зачет (допуск к экзамену)
- Оценка на экзамене (составляющие) :
 - Промежуточный тест - 20%
 - Ответ на экзамене - 50%
 - Присутствие и вопросы на лекции - 10%
 - Домашние задания - 0%
 - Лабораторные работы - 20%

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. - Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Издание 5-ое. – СПб, Питер, 2016. (и предыдущие издания)
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. – Основы компьютерных сетей. – СПб, Питер, 2009.
2. Кравец О. Я., Сети ЭВМ и телекоммуникации: современные технологии. – 2005

Дополнительная литература

1. Мулюха В.А. и др. Методы и средства защиты компьютерной информации. Уч. пособие СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 92 с.
2. Заборовский В.С. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Уч. пособие СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2002. 136 с.
3. Кульгин М.В. Компьютерные сети. Практика построения: .—Санкт-Петербург: Питер, 2003.

Материалы, доступные по сети Интернет

<http://www.olifer.co.uk/>

<http://www.cse.wustl.edu/~jain/>

<http://www.citforum.ru/nets/>

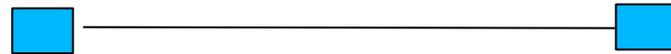
http://rtfm.vtt.net/tcp_ip/index.html

<http://WilliamStallings.com/HsNet2e.html>

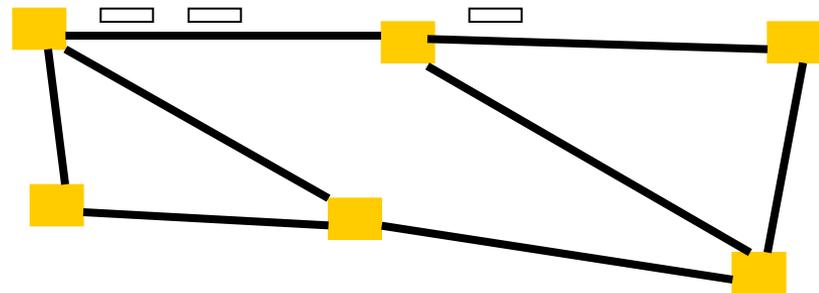
В презентациях использованы рисунки из перечисленных источников и открытых ресурсов сети Интернет

Терминология

Телекоммуникация - любая дистанционная передача и прием информации произвольного характера (сигнал, звук, изображение, символ) с использованием электрических и электромагнитных систем.
(Электросвязь)



Сеть ЭВМ – взаимоувязанная распределенная совокупность ЭВМ и линий связи, обеспечивающих их информационное взаимодействие с помощью специального ПО.



Информационное общество

- Наибольший экономический успех сопутствует фирмам, использующим современные средства компьютерных телекоммуникаций
- Создание *национальных информационных инфраструктур* и высокоскоростных компьютерных сетей - ключевой элемент государственной экономической стратегии на ближайшее будущее.
- Информационный обмен – основа создания любых распределенных систем

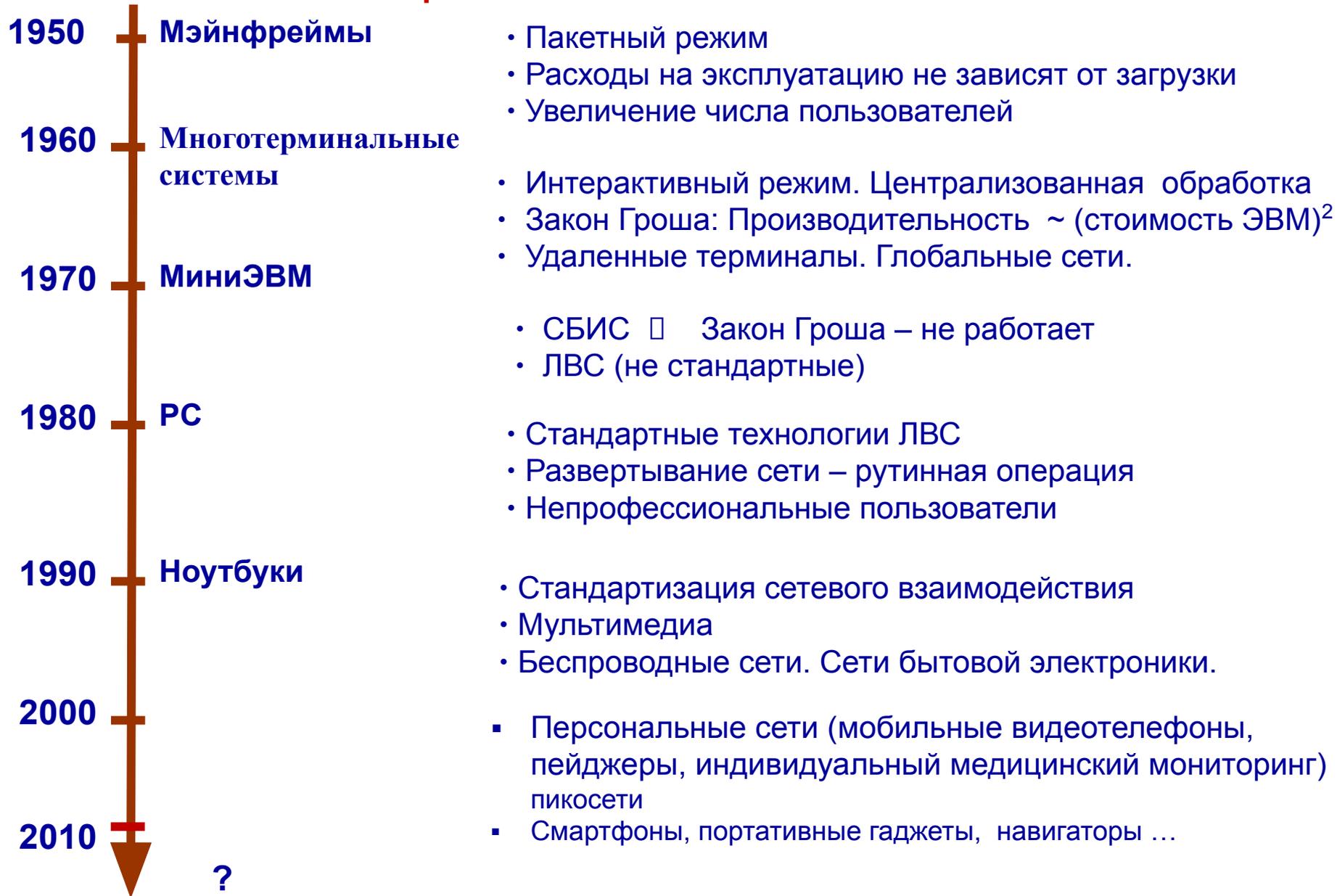
Телекоммуникационные системы

- **Телефонные сети**
- **Сети теле- и радиовещания**
- **Компьютерные сети**
- **Промышленные сети (Fieldbus) (O'Key)**

(Узкая специализация).

Тенденции **Передача информации разного типа**
Цифровые методы
Возрастающая значимость КС.
Сближение средств связи и ВТ
Новые сервисы (YouTube, Skype, Viber ...)
Конвергенция (LAN-MAN-WAN,... VIVID)

Эволюция вычислительных систем



Эволюция ВС. Тенденции (1)

Компьютерные сети - результат эволюции ВС

- Стоимость процессоров ↓
- Распределенность, Децентрализация, Персонализация ↑
- Число пользователей ↑
- Свобода размещения ↑
- Программная и аппаратная связь ↓
- Мультимедиа

Эволюция ВС. Тенденции (2)

- **Рост скорости передачи** (2010)

1988 - 1Мб/с 1Base5	- 1Гб/с 100м 4UTP5	медь
1993 - 100Мб/с FDDI	- 100 Гб/с DWDM	ВОК
1998 - 1Мб/с IEEE 802.11	- 2,5 Гб/с 5км свет	беспроводн.

- **Рост трафика**

- Рост числа узлов Интернет (непрофессионалы)
- Рост удельного трафика/на хост

Кабельный модем до 10 Мб/с ADSL VDSL до 27 Мб/с

Требуемая пропускная способность удваивается каждые 4 мес.)

- **Быстрая смена технологий** (опыт-?)

- **Переизбыток информации**

- **Конвергенция**

(LAN/WAN, Речь-Видео-Данные, Провайдер/Контент)

Формы электронной коммерции

B2C	Business-to-Consumer	Заказ книг on-line
B2B	Business-to-Business	Заказ покрышек на ВАЗ
G2C	Government-to-Client	Бланки через Интернет
C2C	Client-to-Client	Продажа подержанных вещей
P2P	Peer-to-Peer	Совместное использование файлов
M2M	Machine-to-Machine Mobile-to-Mobile	Межмашинное взаимодействие

Основные проблемы построения сетей

- Физическая передача данных по линиям связи
- Объединение большого числа компьютеров
- Обеспечения качества передачи
- Обеспечения безопасности
- Экономическая эффективность
- Управление (администрирование) сетью
- Совместимость устройств разных производителей и сетей (сервисов) разных администраторов

Все проблемы взаимосвязаны

В чем оценивать качество решения проблем?

Проблемы физической передачи данных по линиям связи

Протяженные линии, вне корпуса/экрана □

□ Искажение сигналов

- Передающая среда (LAN – спец кабель, WAN – ?)
- Модуляция
- Кодирование (Последовательные коды)
- Синхронизация

Сетевой адаптер, АПД, Модемы, Драйвер

Проблемы объединения нескольких компьютеров

- **Топология физических (и логических) связей**
- **Коммутация**
- **Совместное использование линий связи**
 - Электрические характеристики
 - Управление доступом
- **Адресация**
- **Создание больших сетей**

Адресация

- Уникальность (Что?, Где?)
- Компактность
- Простота назначения
- Иерархичность □ объединение
- Читаемость

Современные сети ЭВМ : 3 типа адресов

Задача преобразования типов адресов

Проблемы обеспечения качества передачи

- Критерии качества передачи (QoS)
- Методы оценки (измерения) качества передачи
- Механизмы управления качеством

Проблемы обеспечения безопасности

- Критерии информационной безопасности ?
- Методы оценки информационной безопасности
- Механизмы управления безопасностью

Противоречивость требований

Экономическая эффективность

- Выживает только экономически эффективная технология.

Противоречивость проблем

Совместимость устройств и сетей

- Необходимость большого числа согласований
- Важная роль стандартизации

Стандарты

- Фирменные (DEC, IBM)
- Специальных ассоциаций (ATM-Forum)
- Национальные (ANSI, ГОСТ)
- Международные (ISO, ITU)

Ethernet (DIX) – IEEE 802.3 – ISO 8802.3

Организации по разработке стандартов

- **ISO** -- International Standards Organization
- **ITU** -- International Telecommunications Union (орган ООН)
- **ITU-T** – (МККТТ, ССИТТ) - сектор Телекоммуникации ITU
(Серии I – ISDN, V – данные/тлф, X – сети КП...)
- **IEEE** – Institute of Electrical and Electronics Engineers (группа 802)
- **EIA** - Electronic Industries Association (RS-232)
- **ANSI** – American National Standards Institute

Стандарты Интернет

- **ISOC** – Internet Society
 - IAB – Internet Architecture Board
 - IETF – Internet Engineering Task Force
 - IRTF – Internet Research Task Force
- **RFC** – Request For Comments (rfc 791 IP, rfc 5321 SMTP)

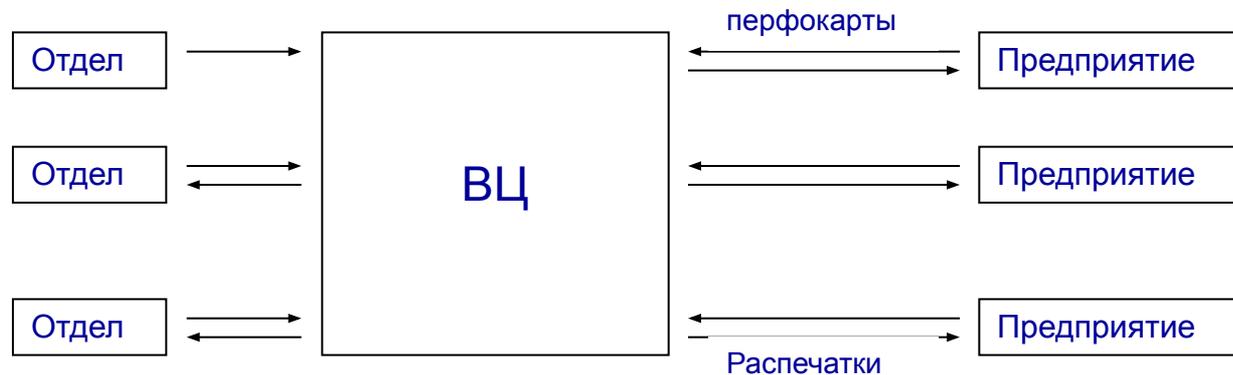
Выводы

- Тенденции развития ТКС
 - Передача информации разного типа
 - Цифровые методы передачи и обработки
 - Возрастающая значимость КС.
- Сети ЭВМ – частный случай ТКС, результат эволюции вычислительных систем
- Важнейший этап – стандартизация технологий
- Сеть ЭВМ - комплекс взаимоувязанных программно-аппаратных компонент
 - Компьютеры (и др. устройства)
 - Линии связи (кабели, КОА, коммуникационное оборудование)
 - Операционные системы
 - Приложения (клиент-сервер)
- Необходимо совершенствование всех аспектов информационного взаимодействия
- Важная роль стандартизации

Дополнительные слайды

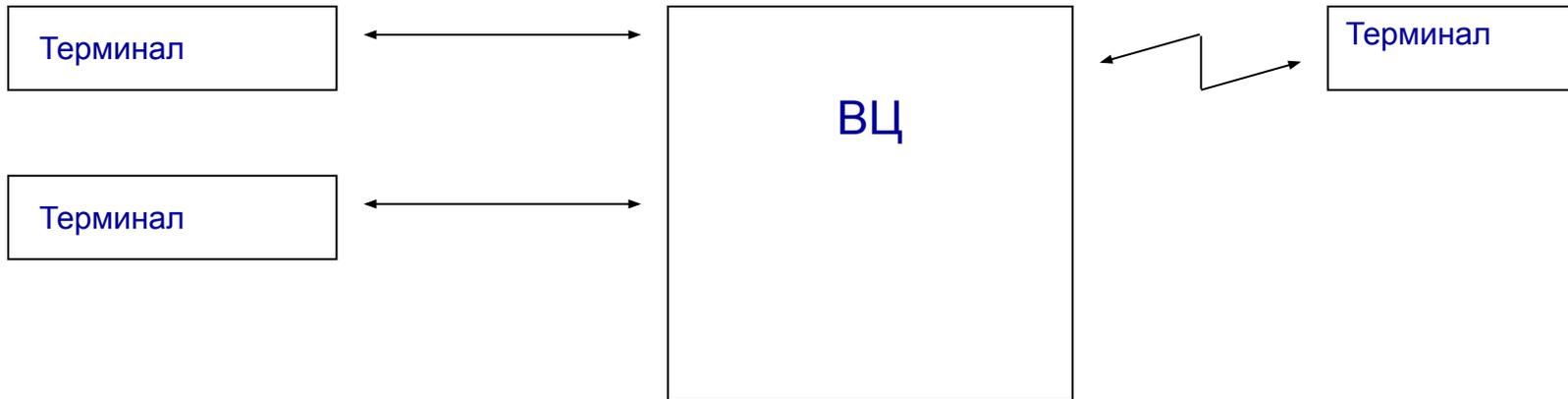
Эволюция вычислительных систем

50е гг Мэйнфреймы



- Централизованные системы
- Пакетная обработки (не интерактивный режим)
- Большие начальные вложения. ЭВМ – дорогой ресурс
- Стоимость эксплуатации не зависит от полноты использования

60е гг Много терминальные системы



- **Интерактивный режим**
- **Централизованная обработка.**
- **Закон Гроша:**

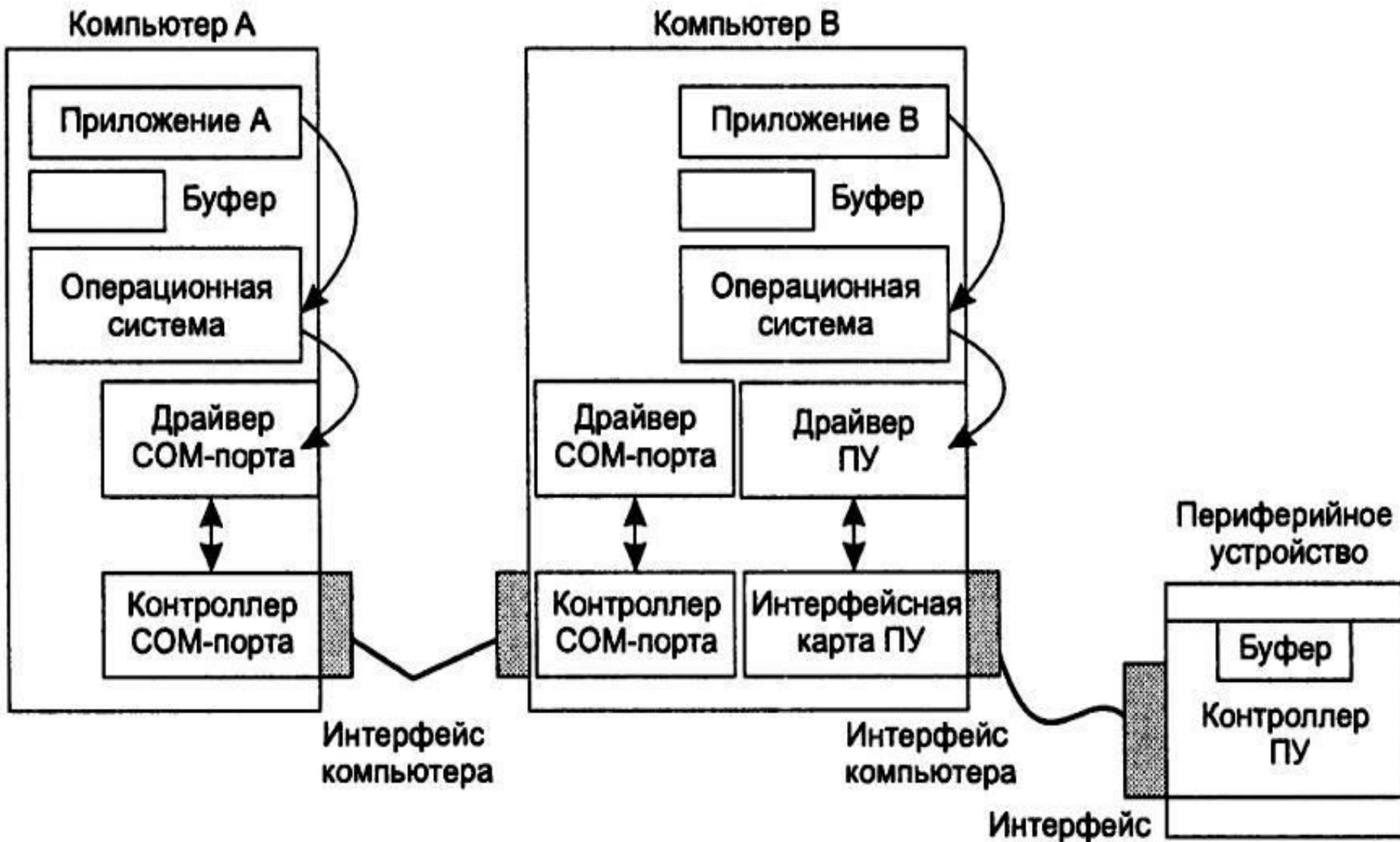
Производительность \sim (Стоимость ЭВМ)²

- **Глобальные сети**

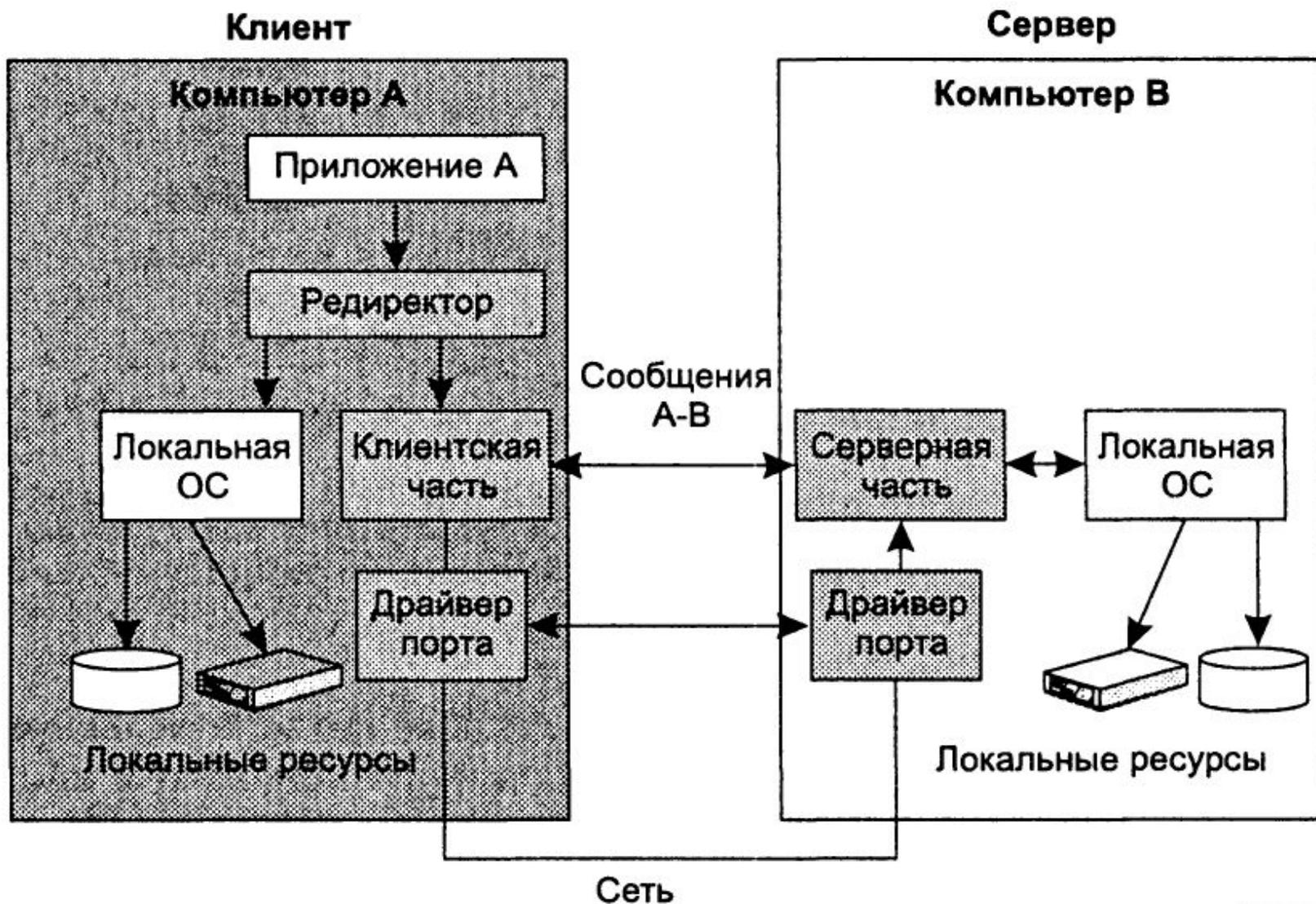
Связь компьютера с периферийным устройством



Совместное использование ПУ



Взаимодействие программных компонент

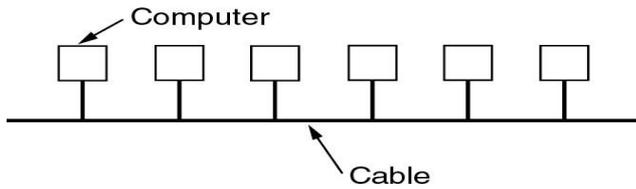


Классификация информационно-вычислительных сетей

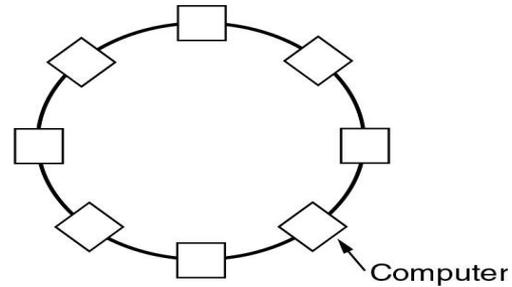
Признаки классификации

- **Атрибуты технология передачи**
Широковещательность; Тип среды передачи;
Режим передачи; Скорость передачи информации; и др.
- **Размер сети**
LAN; MAN; WAN
- **Модель взаимодействия**
клиент-сервер; одноранговые
- **Ведомственная принадлежность**
- **Топология сети**

Широковещательные сети



(a)

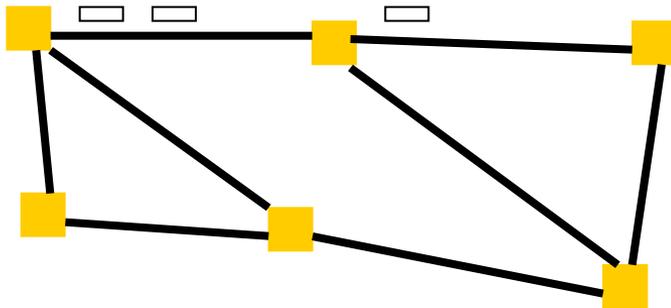


(b)



(Небольшой размер)

Сети с передачей от узла к узлу

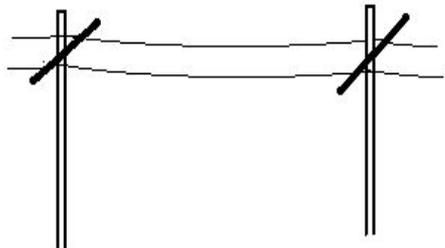


Сети большого размера

Типы линий связи

Проводные (направляемые)

Проводные воздушные



Кабельные

Twisted pair

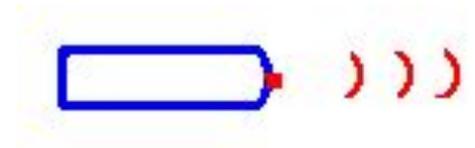
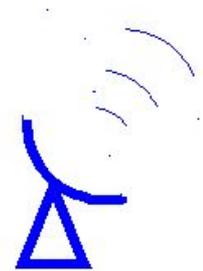
Coax

Fiber Optics

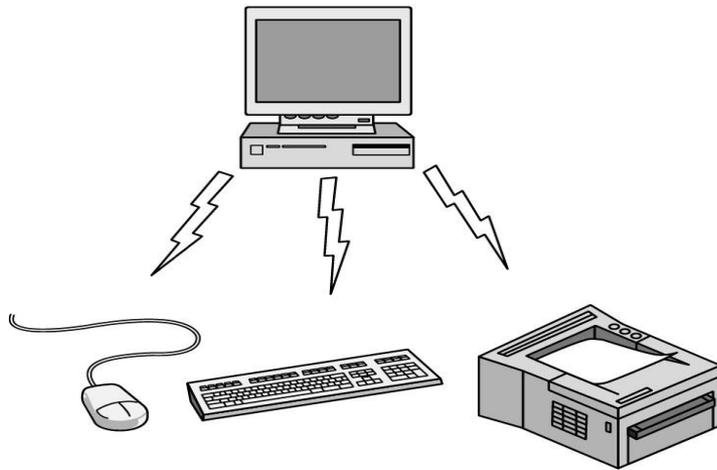
Беспроводные (ненаправляемые)

- Радиоизлучение
- Микроволны (СВЧ), WiFi
- Инфракрасное излучение
- Лазерный луч

в воздухе

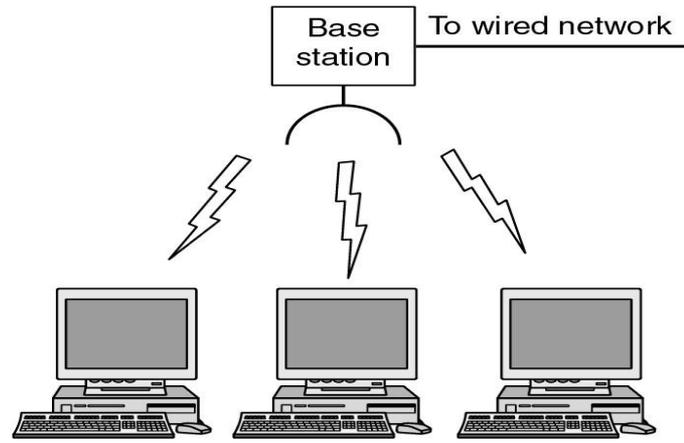


Wireless Networks



(a)

(a) Bluetooth configuration



(b)

(b) Wireless LAN

Wireless WANs

Классификация по методу коммутации

- Сети коммутации каналов
- Сети коммутации пакетов

Классификация с учетом размера сети

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	Local area network
100 km	Country	Metropolitan area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	Wide area network
		The Internet

LAN: 0-2 км;

MAN: 2-50 км;

WAN: > 50 км³¹

Локальные и глобальные сети

1980-1990 гг	LAN	WAN
Протяженность	2 км	100 и более км
Качество линий связи	Высокое (спец. кабель)	Низкое (сущ. кабель)
Методы передачи	Простые	Сложные
Скорость передачи	Высокая	Низкая
Разнообразие услуг	Широкий спектр	Ограниченный набор

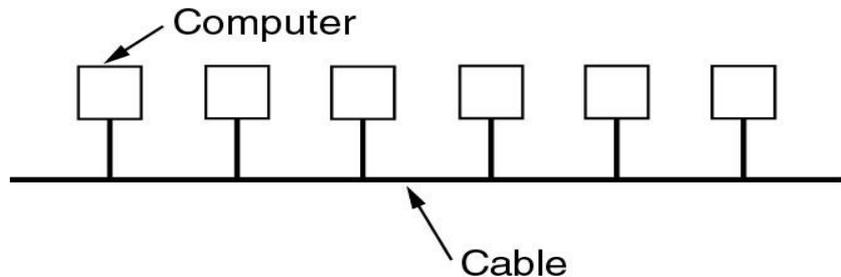
LAN – разделяемый ресурс (первоначально), один маршрут, централизованное управление, одна технология, размер ограничен.

WAN – точка-точка, маршрутизация, децентрализованное управление, различные технологии, размер не ограничен

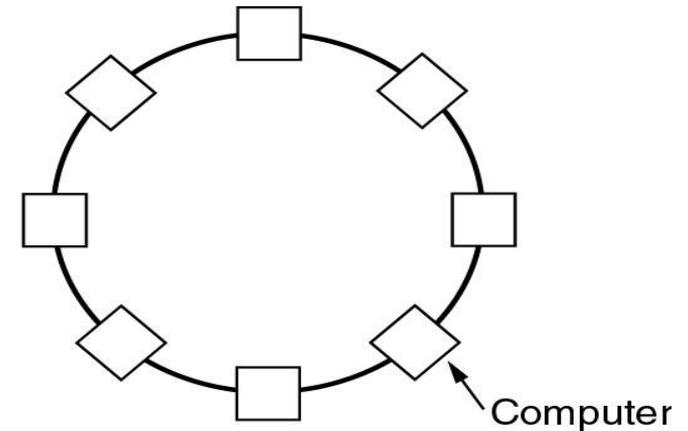
CAN, GAN, корпоративные составные сети

Local Area Networks

Two broadcast networks:



(a) Bus



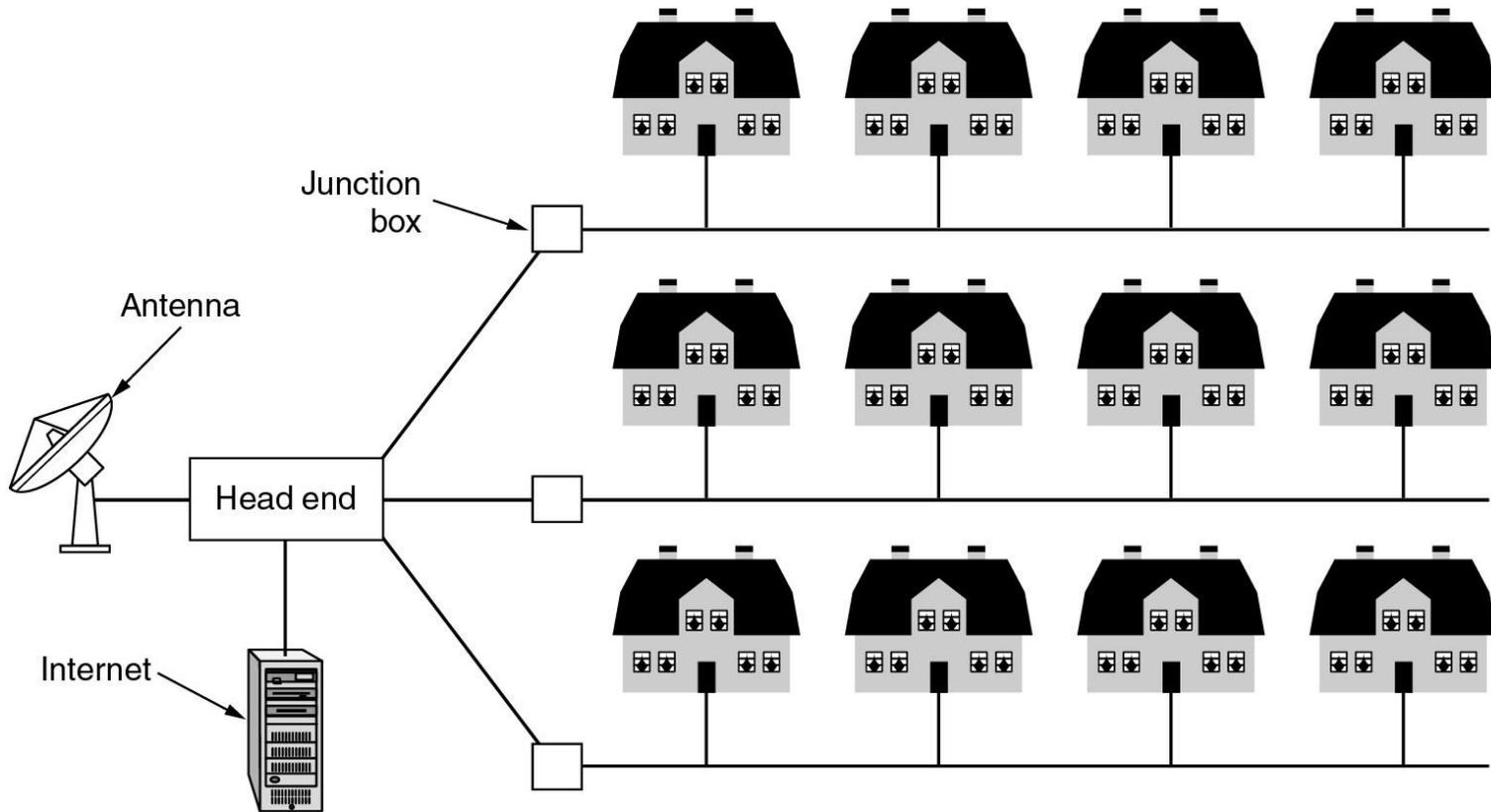
(b) Ring

Ограничения базовых технологий ЛВС:

- Длина связей (L)
- Число узлов (n)
- Интенсивность трафика (B)

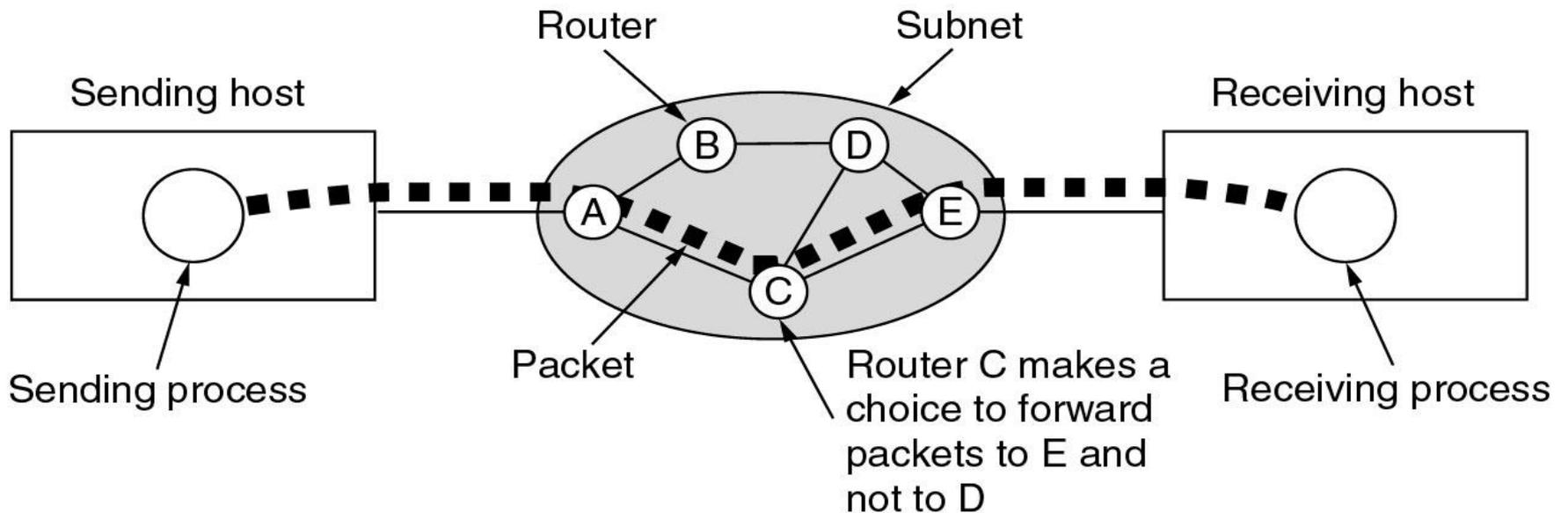
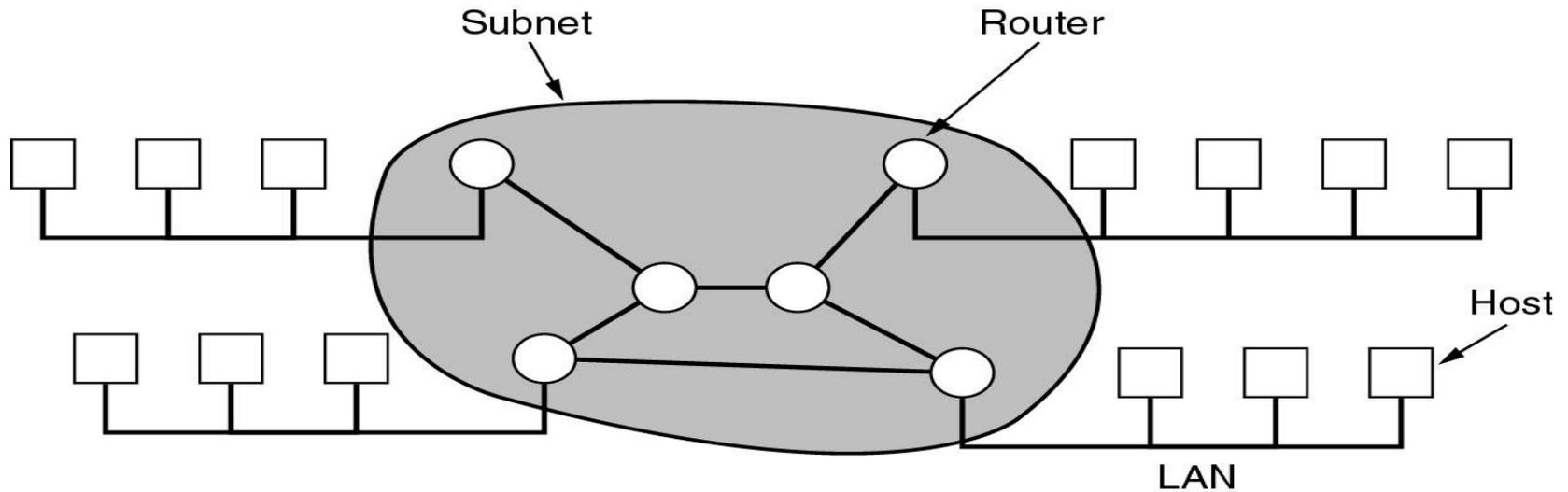
“Тонкий” Ethernet: $L < 185\text{м}$, $n < 30$, $B = 10 \text{ Мбит/с}$

Metropolitan Area Networks



A metropolitan area network based on cable TV.

Wide Area Networks



Классификация с учетом модели взаимодействия

- Сети “Клиент - сервер”
- Одноранговые сети
- Гибридные сети

В основе классификации – функциональная роль узлов

- Сервер
- Клиент
- Совмещение функций клиента и сервера (Одноранговый узел)

Клиенты и серверы

Основная цель создания компьютерной сети – разделение локальных ресурсов каждого компьютера между всеми пользователями сети.

На компьютеры, предоставляющие ресурсы, необходимо добавить к ОС специальные (программные) модули – серверы

Сервер: - 24/7

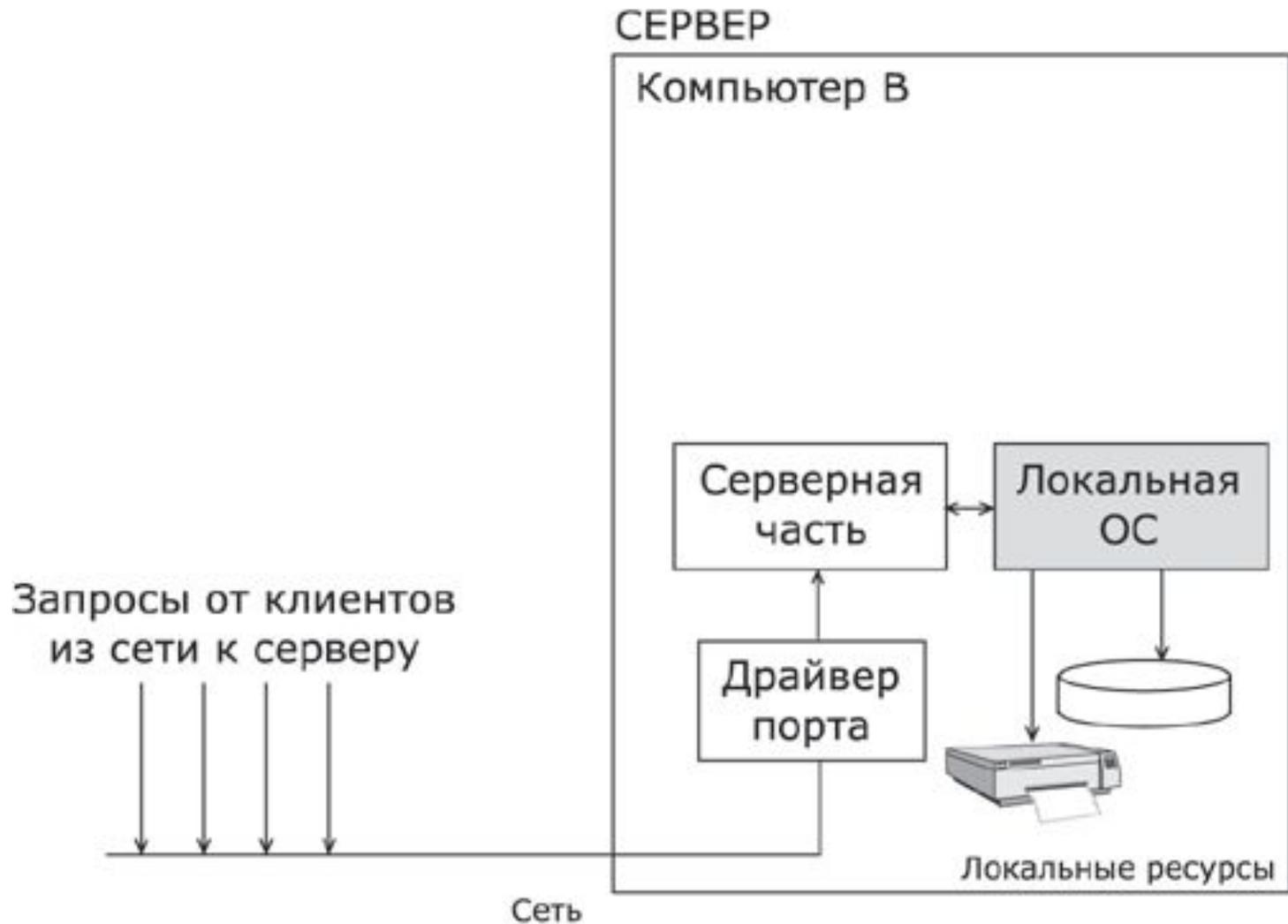
На компьютеры, запрашивающие ресурсы, необходимо добавить к ОС специальные (программные) модули – клиенты

Клиент – короткоживущая программа

Несколько клиентов могут обращаться к одному серверу

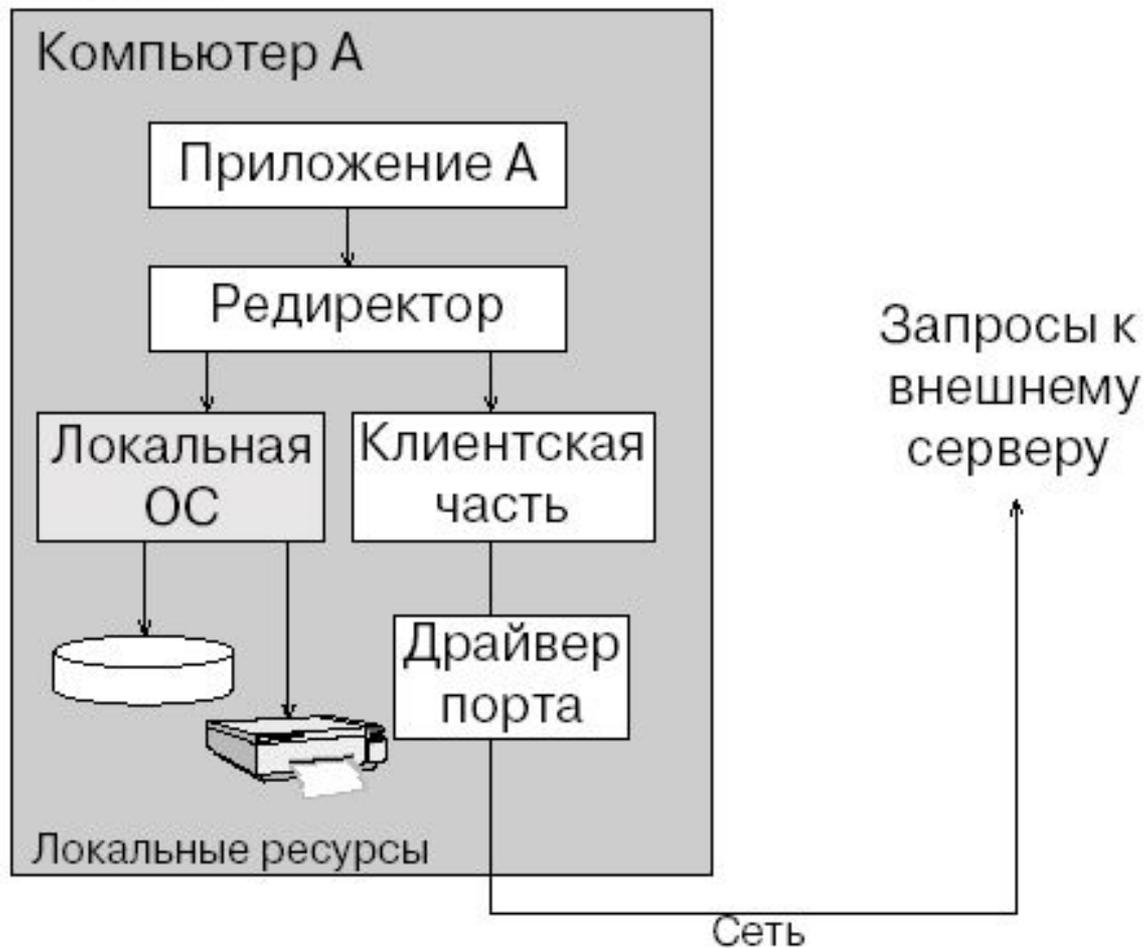
Пара клиент-сервер обеспечивает совместный доступ пользователей к определенному типу ресурсов

Выделенный сервер

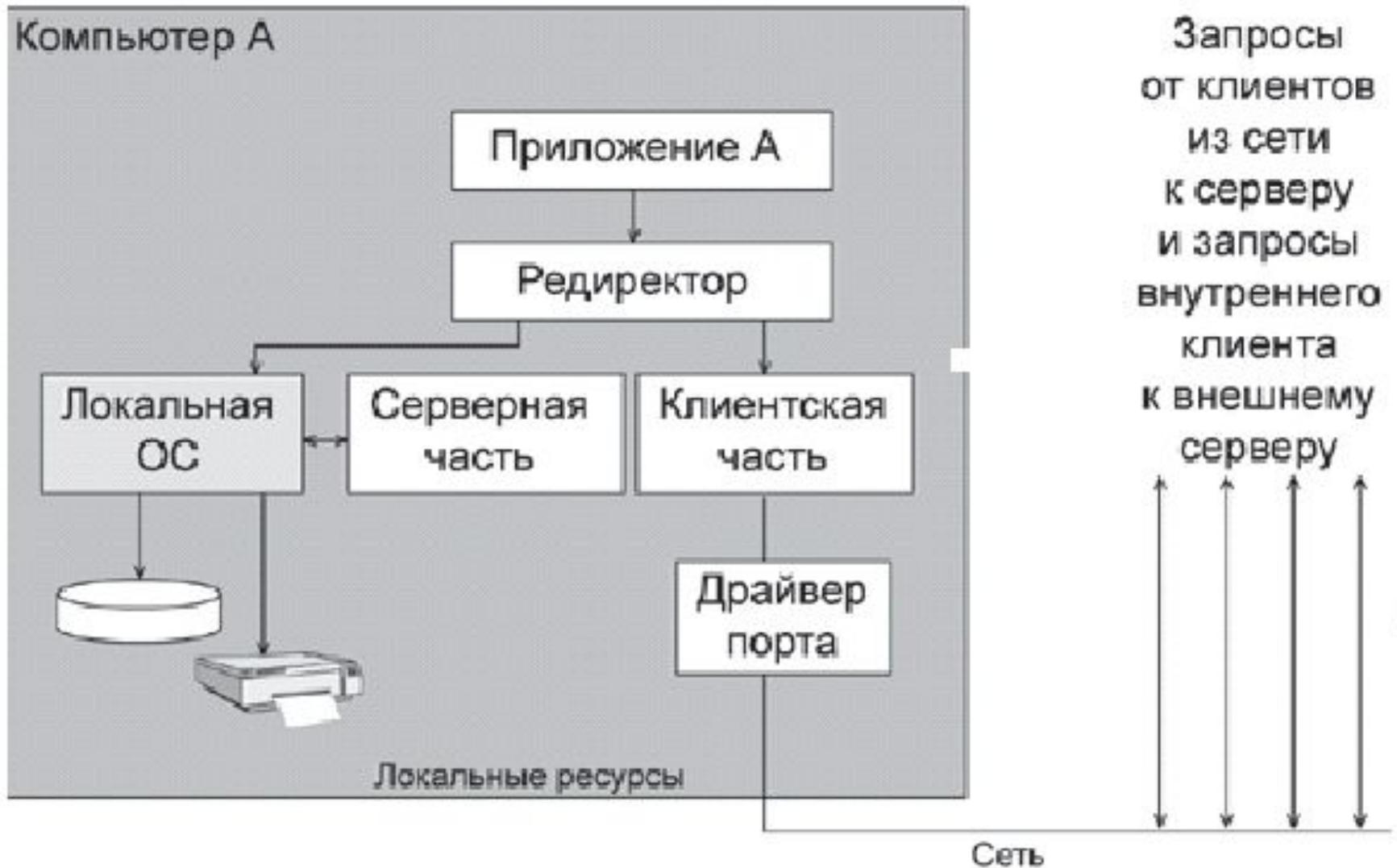


Клиент

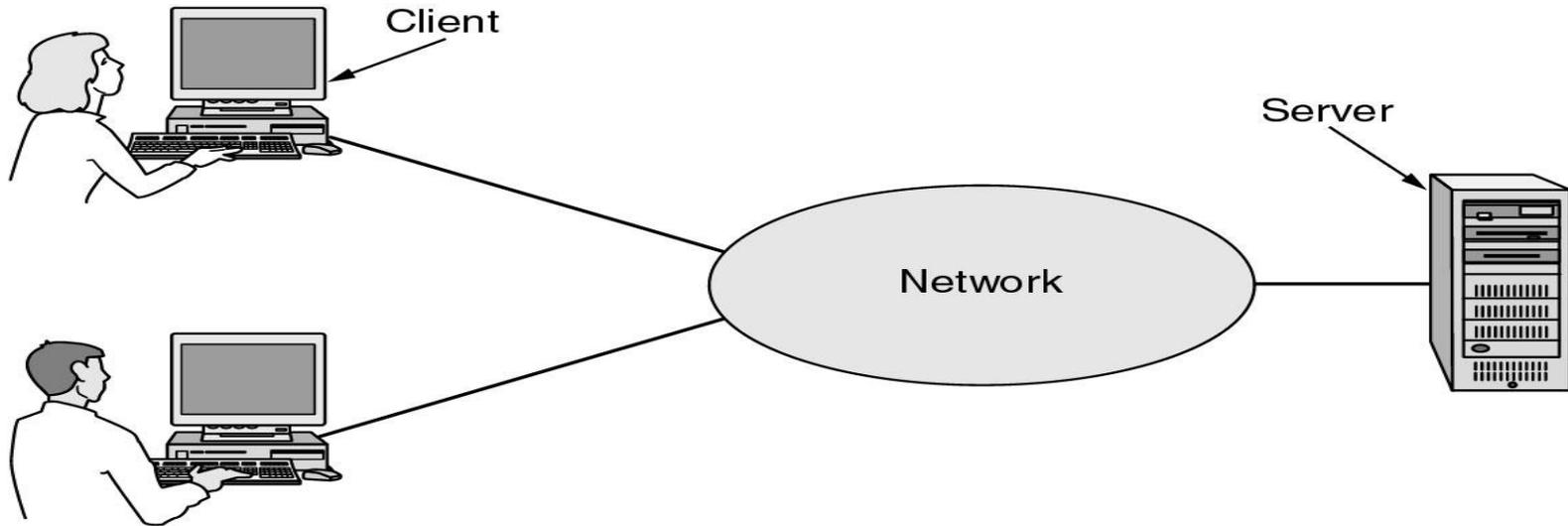
КЛИЕНТ



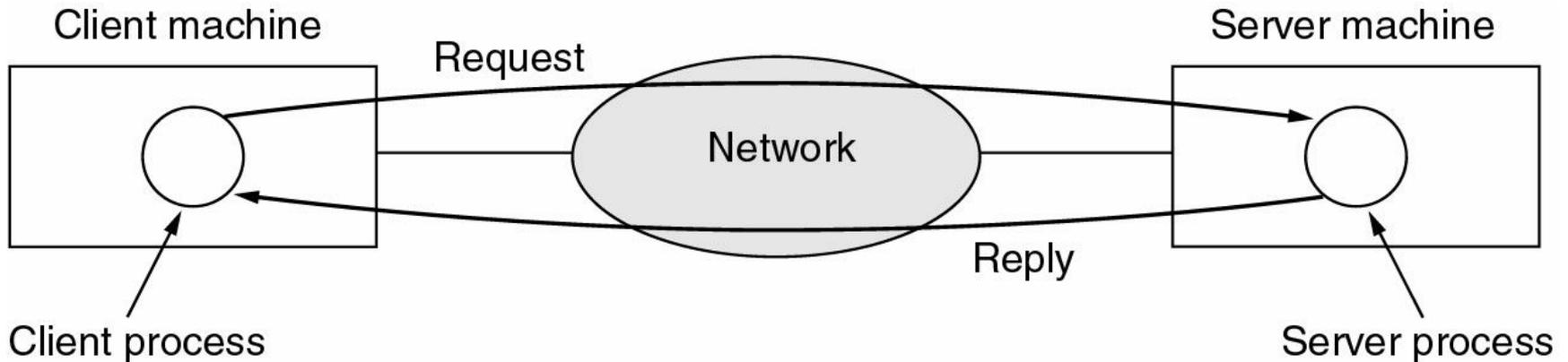
Одноранговый узел совмещает функции клиента и сервера



Сети “клиент-сервер”



The client-server model involves requests and replies.



Сети “клиент-сервер”

Четкое разделение компьютеров на клиентов (WS) и серверы.

Высокая скорость обмена

Централизованное администрирование

Сложные структуры (домен (рабочие группы) – дерево – лес)

Высокая степень защиты

Novell NetWare; MS LANManager; WinNTServer; WinServer2003.

Но:

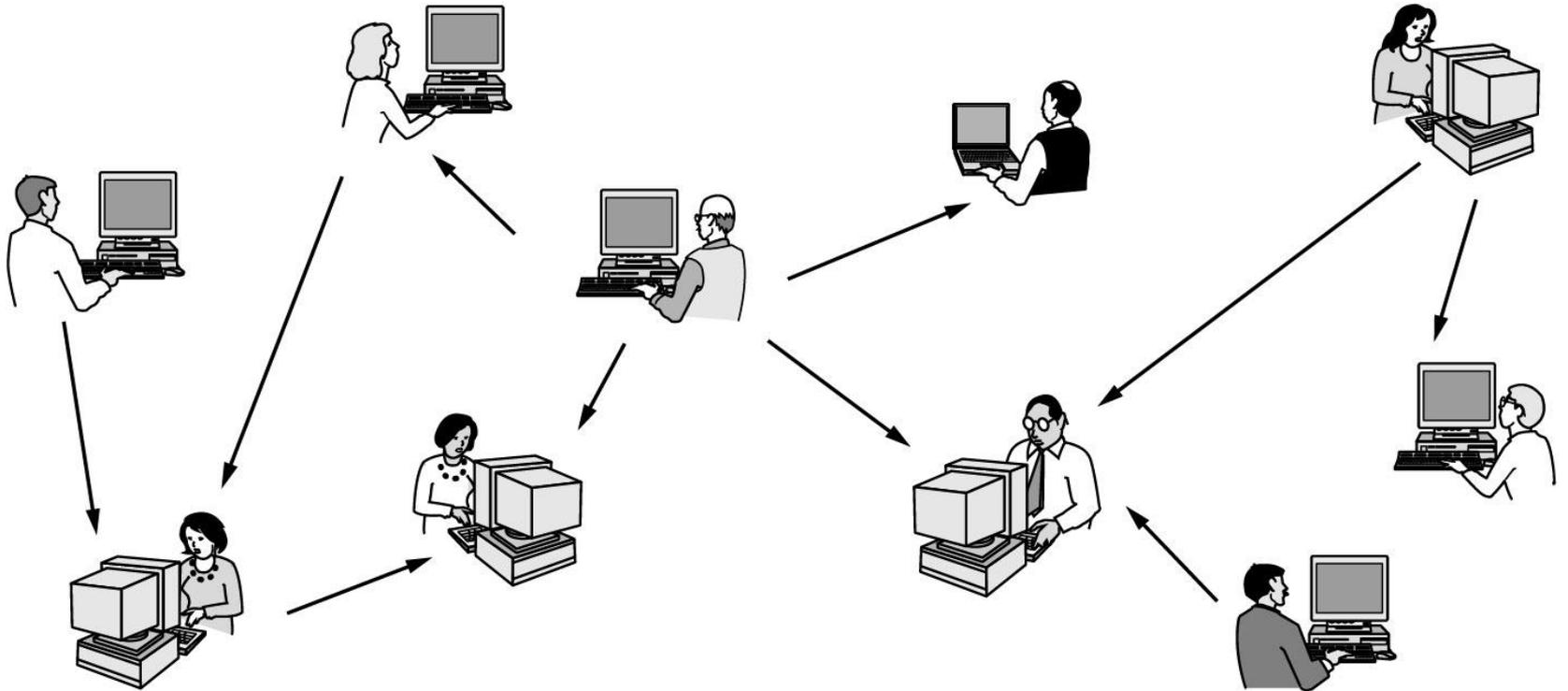
Сложный процесс установки и настройки серверной ОС

Контроллер домена (рабочие группы) – дерево – лес

Каждый пользователь: имя, пароль, права, группа ...:

Каждый сервер – тип (1-3): 1- основной (File), 2 - специальный (DNS/DHCP), 3 - настраиваемый (WEB, FTP...)

Одноранговые (peer-to-peer) сети



In peer-to-peer system there are no fixed clients and servers.

Одноранговые (peer-to-peer) сети

- Равноправие всех узлов
- Одноранговые ОС: Win NT Workstation, Windows 98/XP... W7

Достоинства: - простота развертывания и эксплуатации;

- не требуется централизованное администрирование
- возможна защита ресурсов паролями (не удобно)
- возможна организация рабочих групп

Недостатки: - небольшие сети (10-15 узлов).

- слабая защита данных
- слабый контроль и протоколирование сети

Настройка сети: выбор стека - TCP/IP, IPX/SPX, NetBEUI.

IP- адрес, имя, рабочая группа.

Пиринговые сети (2) (Сети файлового обмена)

Одноранговые сети Любая из машин сети :

- может связаться с любой.
- как клиент, может посылать запросы на предоставление к-либо ресурсов;
- как сервер, должна обрабатывать запросы от других машин и выполнять вспомогательные функции;
- не гарантирует своего постоянного присутствия в сети.

При достижении определённого критического размера сети в ней одновременно существует множество серверов с одинаковыми функциями.

Частично децентрализованные (гибридные) сети.

- Серверы для координации работы, поиска и определения статуса узлов (on-line, off-line и т. д.).
- Сочетание скорости централизованных сетей и надёжности децентрализованных благодаря наличию независимых индексационных серверов, синхронизирующих информацию между собой. При выходе из строя одного или нескольких серверов, сеть продолжает функционировать. Примеры: EDonkey, BitTorrent.

Пиринговая файлообменная сеть. Одна из областей применения технологии P2P.

Пользователи выкладывают файлы (фильмы, музыка). в т.н. «расшаренную» директорию, доступную для других пользователей.

При запросе программа ищет у клиентов сети соответствующие файлы и показывает результат. После этого пользователь может скачать файлы у найденных источников.

В файлообменных сетях информация загружается сразу с нескольких источников (частями). Пресечь распространение файла в таких сетях практически невозможно.

В последнее время некоторые видео- и аудио- компании начали подавать в суд на отдельных пользователей таких сетей, обвиняя их в незаконном распространении музыки и видео.

Пиринговые сети (2)

(Сети файлового обмена)

Преимущества пиринговых сетей

1. В *пиринговых сетях* сервер не перегружен т.к. он не хранит данные, следовательно, более быстрое скачивание.
2. В *пиринговых сетях* намного больше данных т.к. суммарная мощность клиентских компьютеров все равно больше, даже самого мощного сервера.
3. В *пиринговых сетях* очень удобный и быстрый поиск

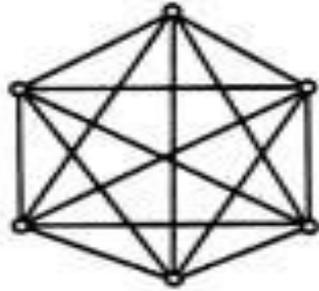
Популярные пиринговые сети: EDonkey, BitTorrent, Skype ...

2015 г. - 70% сетевого трафика - трафик P2P

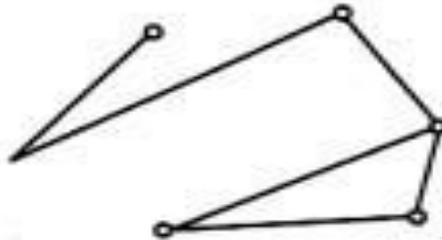
Функциональное назначение

- **Магистральные (опорные) сети и сети доступа**
 - **Магистральная сеть** – для постоянно доступной одноранговой связи крупных LAN, включает основные маршрутизаторы (Internet Backbone) и коммутаторы.
 - **Сети доступа (последняя миля)** - для связи LAN и отдельных узлов (PC, банкомат...) с Backbone
 - Телефонная сеть (ТСОП), ЦСИО (ISDN), Сети xDSL (ADSL), Сети кабельного TV (CTV), Проводные LAN, PON, 3G, 4G
- **Промышленные сети** - связь датчиков, исполнительных устройств и контроллеров. Modbus, CAN, Profibus, LonWork, BACnet и др.
- **Домашние сети**
 - Computers (desktop PC, PDA, shared peripherals)
 - Entertainment (TV, DVD, VCR, camera, stereo, MP3)
 - Telecomm (telephone, cell phone, fax)
 - Appliances (microwave, fridge, clock, furnace, airco)
 - Telemetry (utility meter, burglar alarm, baby).

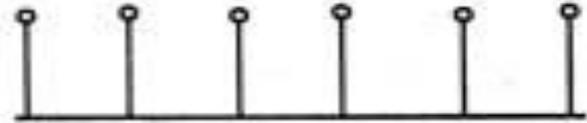
Типовые топологии сетей



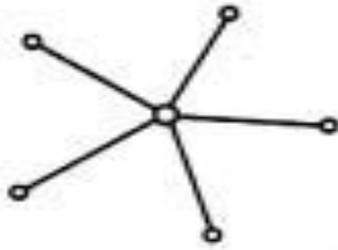
а



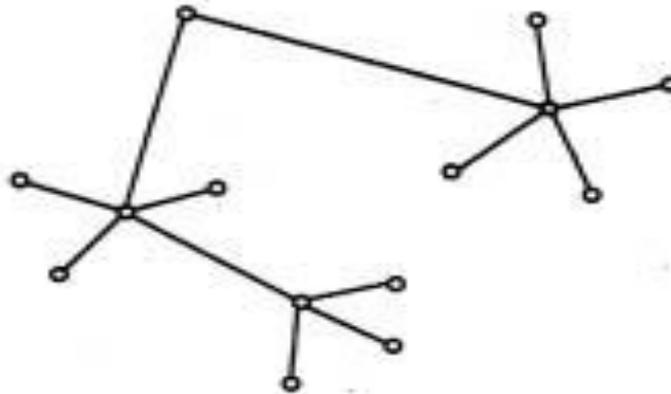
б



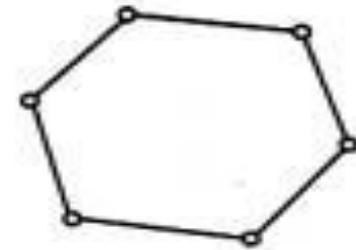
в



г



д



е

Полносвязная, ячеистая, звезда, дерево, кольцо, общая шина. Облако – топология не интересует.

Управление доступом к среде передачи

Конвергенция

- Сближение технологий LAN и WAN
- Слияние провайдеров и поставщиков контента
- Передача разных типов информации по одной сети
- Совмещение режимов коммутации каналов и пакетов