

# Тема 1

## **Системы связи**

### Занятие 1/3

Телекоммуникационные сети

## **Учебные вопросы**

1. Классификация телекоммуникационных сетей.
2. Принципы построения сетей связи.
3. Способы коммутации в сетях связи

# Литература

1. Постановление Правительства РФ от 28.03.2005 г. № 161 «Об утверждении Правил присоединения сетей электросвязи и их взаимодействия»;
2. Крухмалев В. И. и др. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. Учебник. Горячая линия-Телеком, М.: 2008. 2000у.
3. Папков С.В. и др. Термины и определения связи в МЧС России. – Новогорск: АГЗ. 2011. 2871к.
4. Моторкин В.А. и др. Курс лекций по дисциплине (специальность – защита в ЧС) «Системы связи и оповещения» (учебное пособие) – Химки: АГЗ МЧС России - 2011. 2673к.

Абилов А.В. Сети связи и системы коммутации – М., 2004, 1228у.

Основы сетей передачи данных. Курс лекций -  
<http://coop.chuvashia.ru/SanyaSoft/na/Books/01/Olifer/network/networkbasics>.

**Сеть электросвязи**  
представляет собой совокупность  
оконечных устройств,  
коммутационных центров и  
связывающих их линий и каналов  
связи.

**Коммутация** - это процесс создания  
последовательного соединения для  
транспортировки информации.

# сети и телекоммуникации

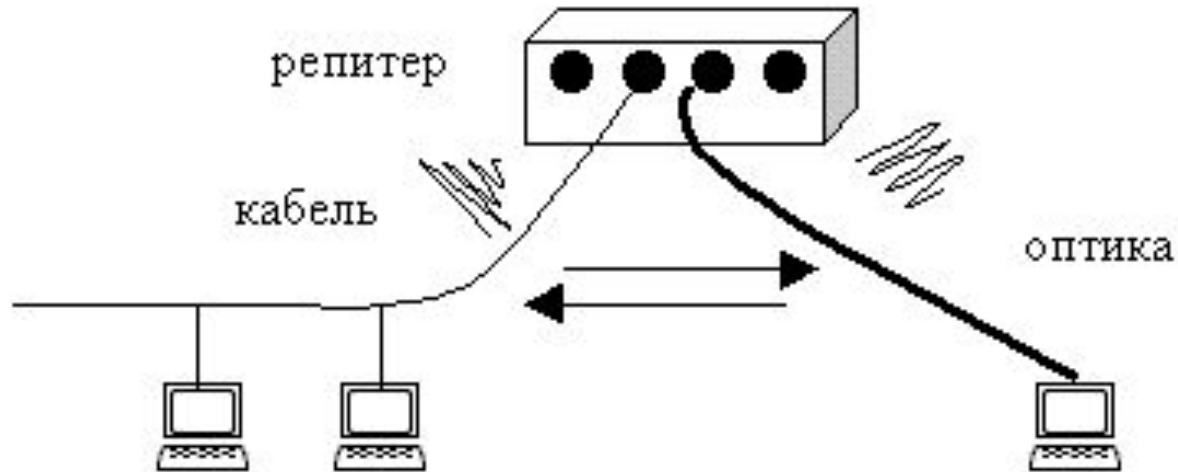
## Аппаратное обеспечение сетей

- приемопередатчики (трансиверы),
- повторители (репитеры),
- концентраторы (хабы),
- мосты,
- маршрутизаторы
- модемы (модуляторы — демодуляторы),
- анализаторы, сетевые тестеры и пр.

# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Повторители (репитеры)



# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей



**Сетевой концентратор или хаб** — сетевое устройство, предназначенное для объединения нескольких устройств Ethernet в общий сегмент сети.

# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

**Мост (англ. *Bridge*)** — сетевое устройство 2 уровня модели OSI предназначенное для объединения сегментов компьютерной сети (разных топологий и архитектур).

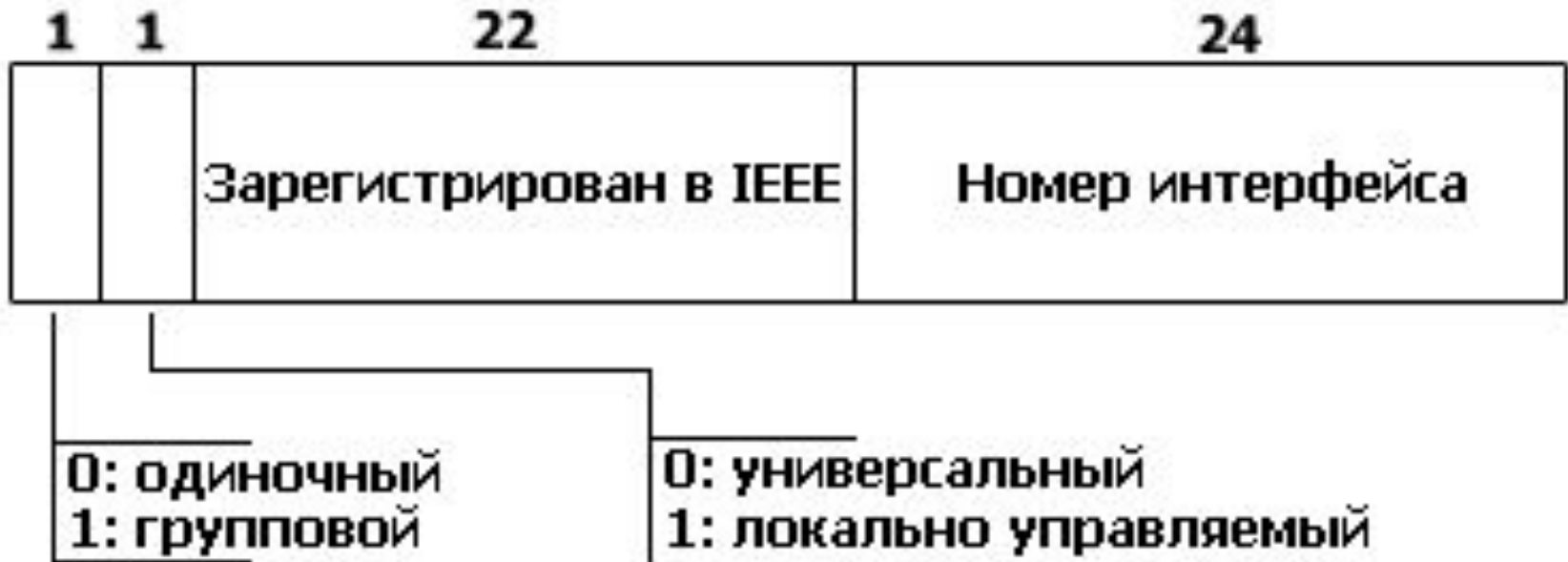
Мост — это устройство комплексирования ЛВС.

### Мост

**MAC-адрес** (от англ. *Media Access Control* — управление доступом к среде, также **Hardware Address**) — это уникальный идентификатор, присваиваемый каждой единице оборудования компьютерных сетей.



# Структура MAC-адреса



# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Маршрутизатор cisco 771 со встроенным коммутатором.



# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## Коммутатор (свитч)



# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## *Модемы*



# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## *Модемы*



# ***Анализаторы***

**Анализатор трафика, или сниффер** (от англ. *to sniff* — *нюхать*) — сетевой анализатор трафика, программа или программно-аппаратное устройство, предназначенное для перехвата и последующего анализа, либо только анализа сетевого трафика, предназначенного для других узлов.

# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## Сетевые тестеры





# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## *Сетевые тестеры*





# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

### Беспроводные сети Wi-Fi



## Основные элементы сети:

- Wi-Fi адаптеры
- точки доступа.

# сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi

## *Режимы доступа в беспроводных сетях .*

Режим Ad Hoc

Инфраструктурный режим

Режимы WDS и WDS WITH AP

Режим повторителя

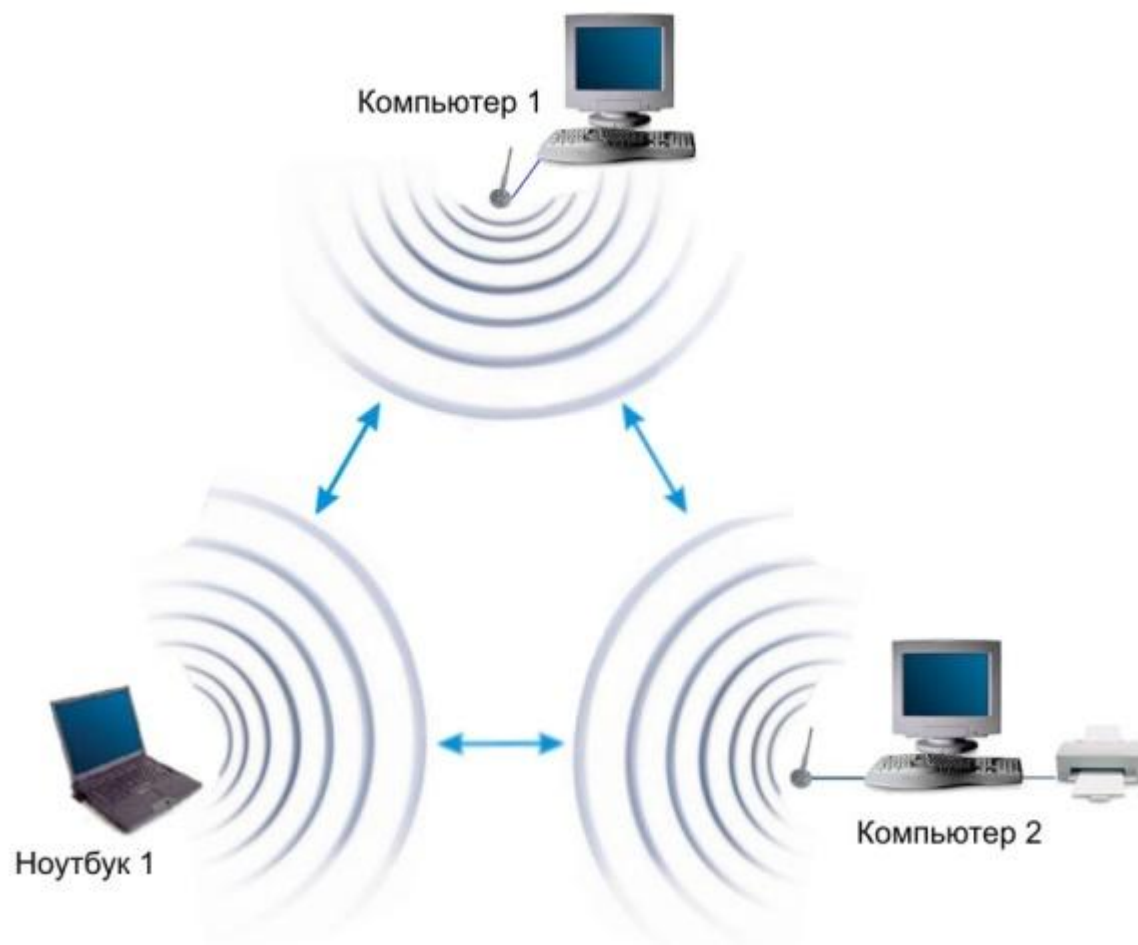
Режим клиента

# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

### Беспроводные сети Wi-Fi

Режим Ad Hoc

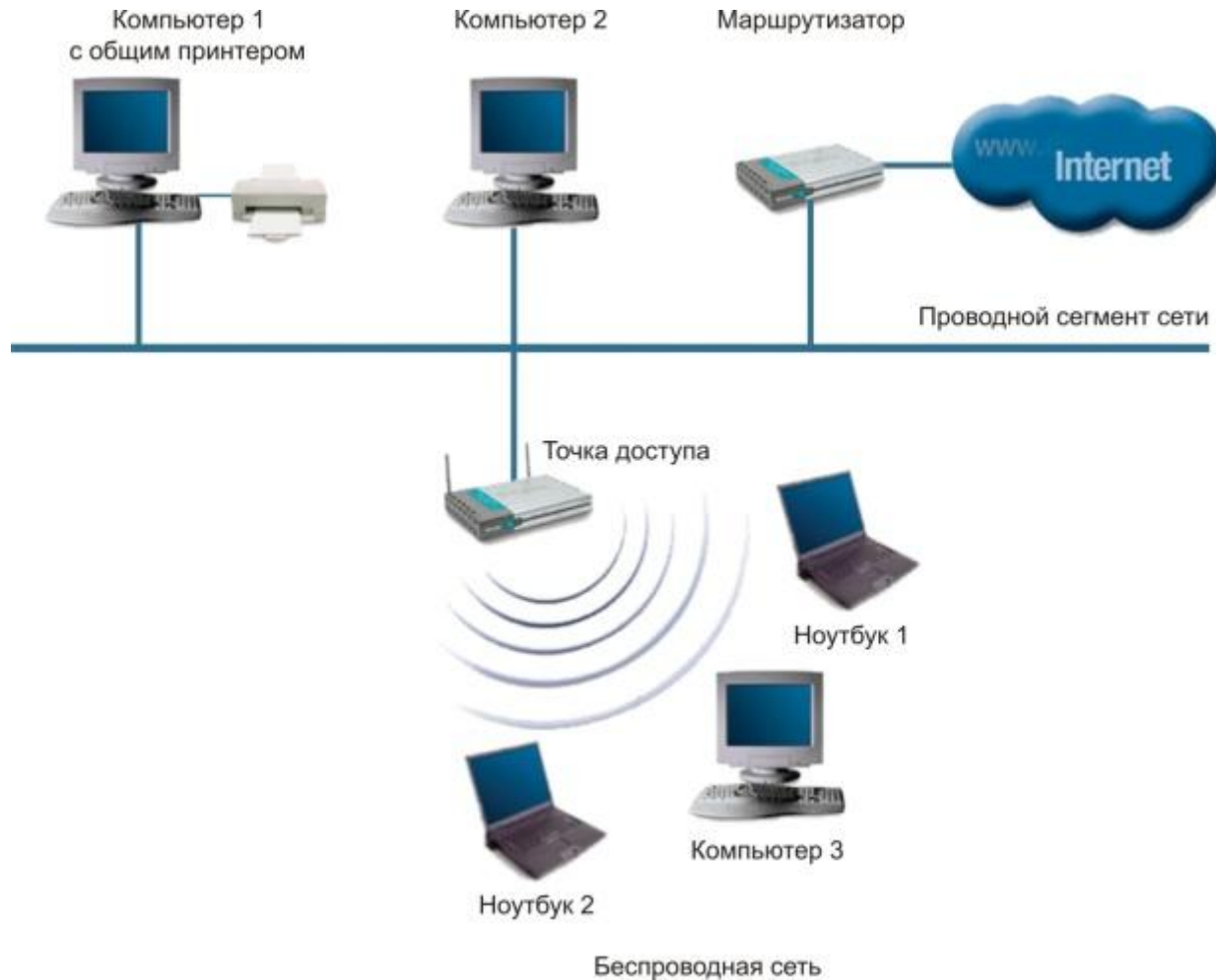


# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

### Беспроводные сети Wi-Fi

#### Инфраструктурный режим

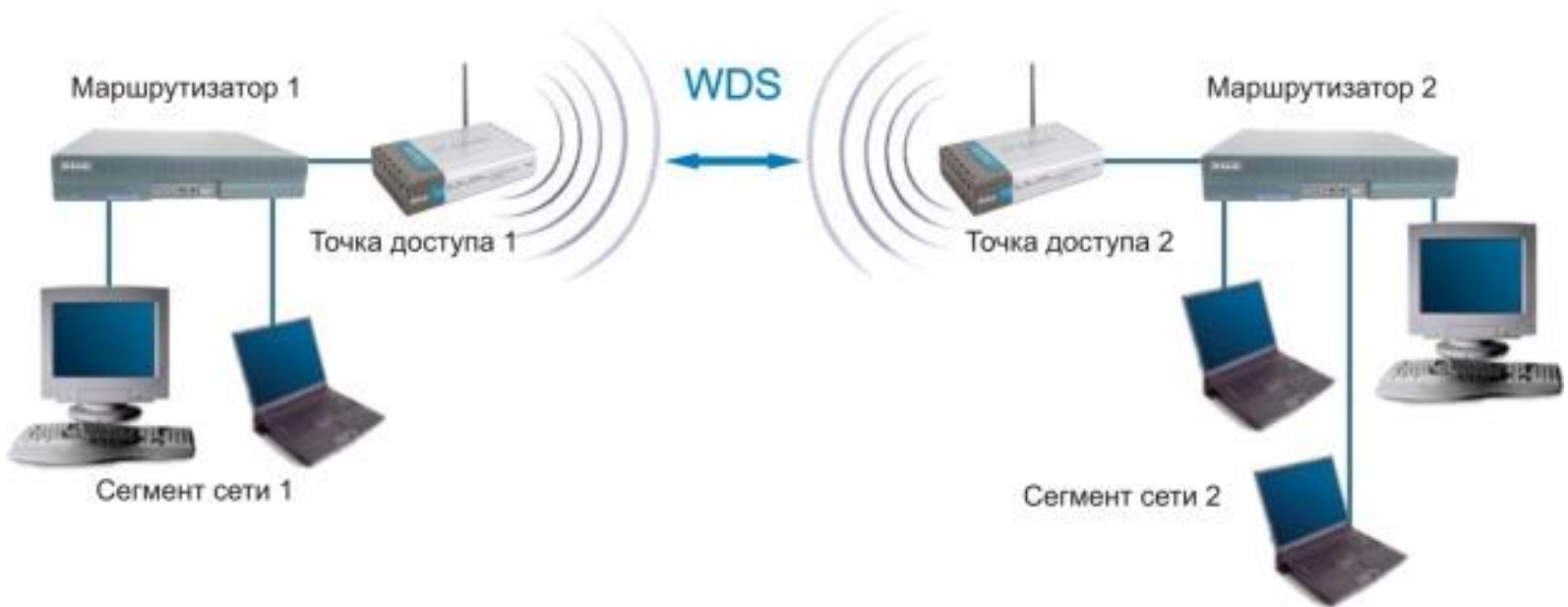


# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

### Беспроводные сети Wi-Fi

#### Режимы WDS

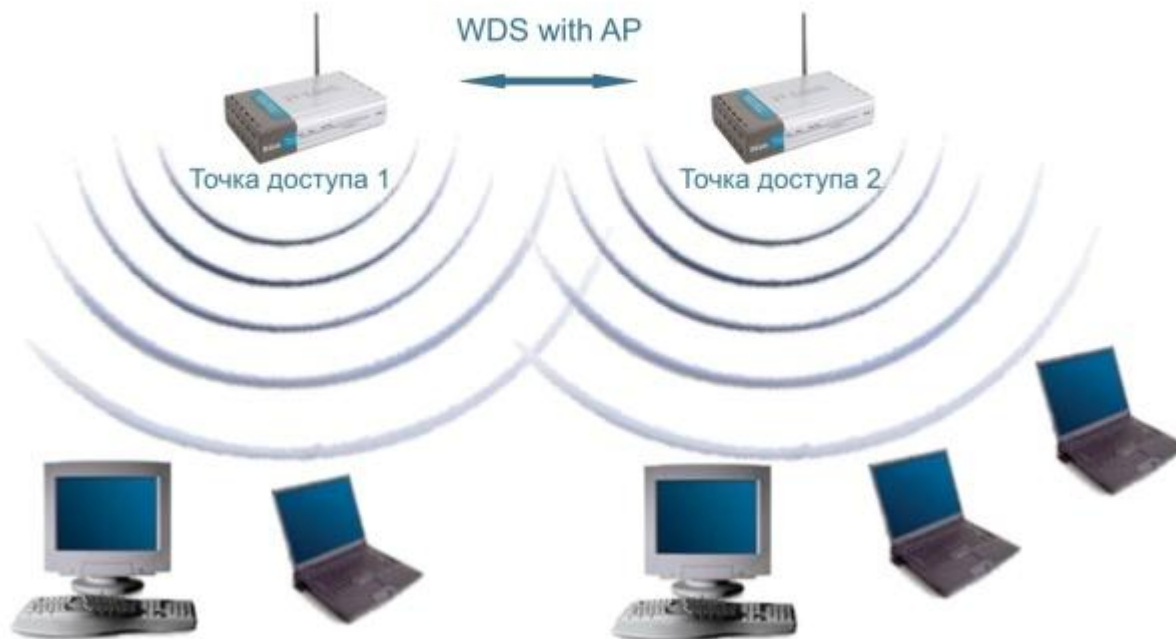


# сети и телекоммуникации

## Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

### Беспроводные сети Wi-Fi

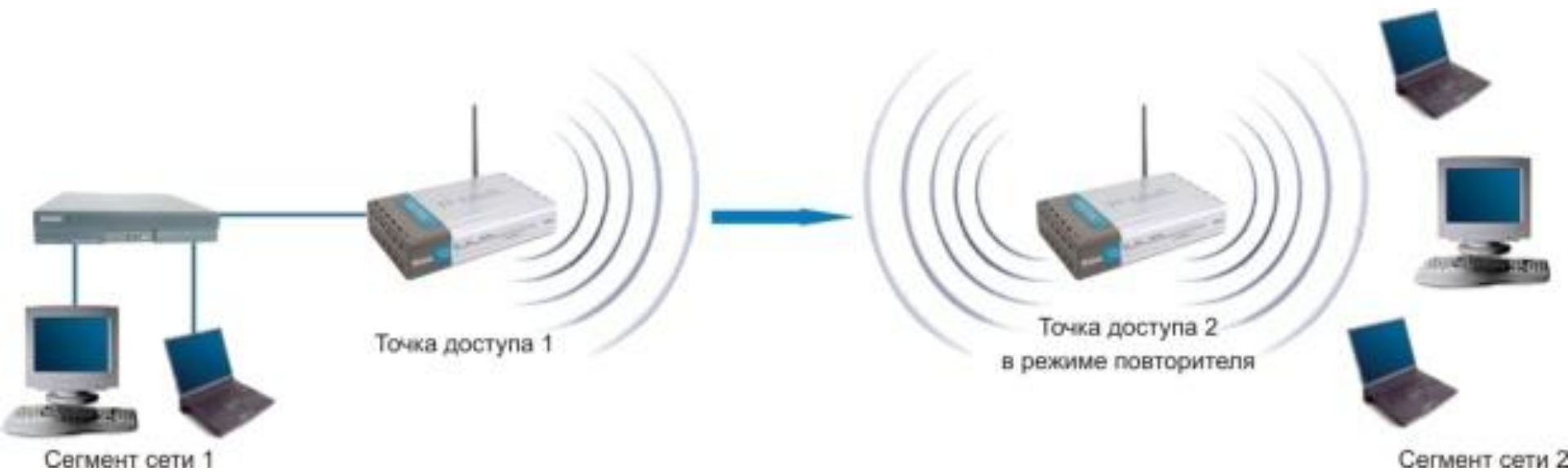
Режим WDS WITH AP



# Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## Беспроводные сети Wi-Fi

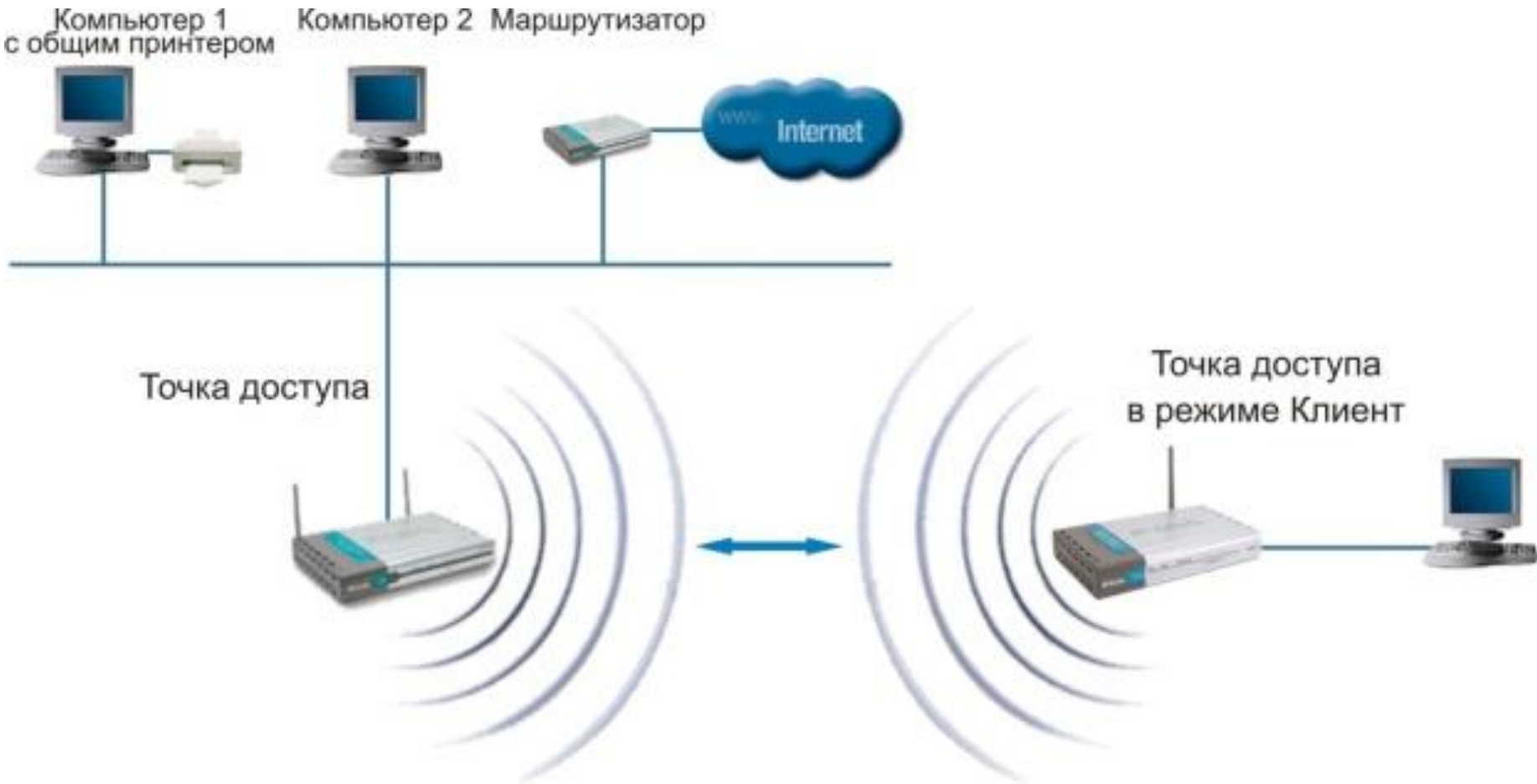
### Режим повторителя



# Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

## Беспроводные сети Wi-Fi

### Режим клиента





# *Сети ЭВМ и телекоммуникации*



Сеть - совокупность программных, аппаратных и коммуникационных средств, обеспечивающих эффективное распределение вычислительных ресурсов



- локальные сети (LAN, Local Area Network);
- глобальные сети (WAN, Wide Area Network);
- городские сети (MAN, Metropolitan Area Network).
- персональные сети (PAN, Personal Area Network)

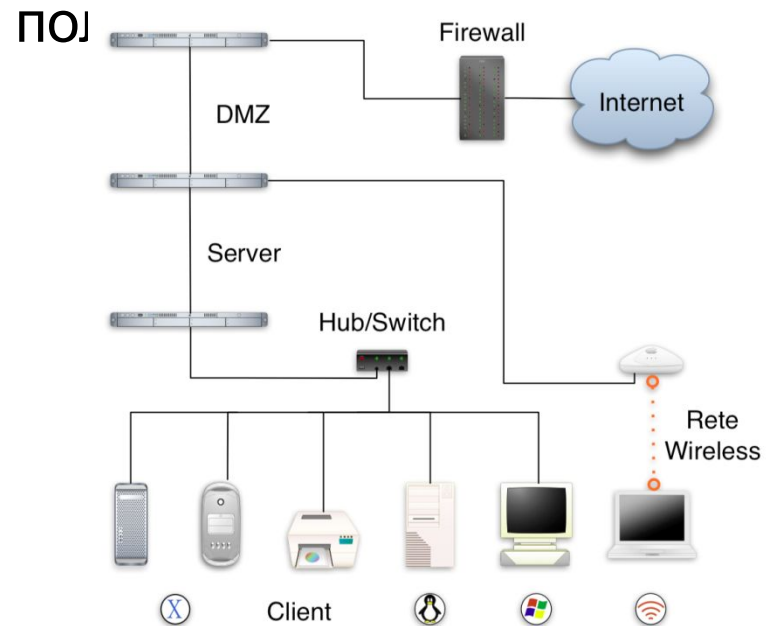
# WAN

Глобальные сети ориентированы на соединение — до начала передачи данных между абонентами устанавливается соединение (сеанс).



# LAN

В локальных сетях используются методы, не требующие предварительной установки соединения, — пакет с данными посылается без подтверждения готовности



# Обобщенная схема корпоративной сети



# Базовая модель OSI (Open System Interconnection)

Уровень 1	Физический	Битовые протоколы передачи информации
Уровень 2	Канальный	Формирование кадров, управление доступом к среде
Уровень 3	Сетевой	Маршрутизация, управление потоками данных
Уровень 4	Транспортный	Обеспечение взаимодействия удаленных процессов
Уровень 5	Сеансовый	Поддержка диалога между удаленными процессами
Уровень 6	Представления	Интерпретация передаваемых данных

# Базовая Модель OSI (Open System Interconnection)

**Уровень 1. Физический.** На физическом уровне определяются электрические, механические, функциональные и процедурные параметры для физической связи в системах.

Физический уровень – это не то же самое, что среда передачи!

**Уровень 2. Канальный.** Канальный уровень формирует из данных, передаваемых 1-м уровнем, так называемые «кадры» и последовательности кадров. На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхронизация, обнаружение и исправление ошибок.

# Базовая модель OSI (Open System Interconnection)

**Уровень 3. Сетевой.** Сетевой уровень устанавливает связь в вычислительной сети между двумя абонентами. Соединение происходит благодаря функциям маршрутизации, которые требуют наличия сетевого адреса в пакете. Сетевой уровень должен также обеспечивать обработку ошибок, мультиплексирование, управление потоками данных.

Протоколы сетевого уровня маршрутизируют данные от источника к получателю. Работающие на этом уровне устройства (маршрутизаторы) условно называют устройствами третьего уровня (по номеру уровня в модели OSI).

Протоколы сетевого уровня: IP/IPv4/IPv6 (Internet Protocol), IPX (Internetwork Packet Exchange, протокол межсетевого обмена), X.25 (частично этот протокол реализован на уровне 2), CLNP (сетевой протокол без организации соединений), IPsec (Internet Protocol Security). Протоколы

# Базовая модель OSI (Open System Interconnection)

**Уровень 4. Транспортный.** Транспортный уровень поддерживает непрерывную передачу данных между двумя взаимодействующими друг с другом пользовательскими процессами. Качество транспортировки, безошибочность передачи, независимость вычислительных сетей, сервис транспортировки из конца в конец, минимизация затрат и адресация связи гарантируют непрерывную и безошибочную передачу данных.

Классические протоколы транспортного уровня: UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol)



# Базовая модель OSI (Open System Interconnection)

**Уровень 5. Сеансовый.** Сеансовый уровень координирует прием, передачу и выдачу одного сеанса связи. Для координации необходимы: контроль рабочих параметров, управление потоками данных промежуточных накопителей и диалоговый контроль, гарантирующий передачу имеющихся в распоряжении данных. Кроме того, сеансовый уровень содержит дополнительно функции управления паролями, подсчета платы за пользование ресурсами сети, управления диалогом, синхронизации и отмены связи в сеансе передачи после сбоя вследствие ошибок в нижерасположенных уровнях.

# Базовая модель OSI (Open System Interconnection)

**Уровень 6. Представления данных.** Уровень представления данных предназначен для интерпретации данных; а также подготовки данных для пользовательского прикладного уровня. На этом уровне происходит преобразование данных из кадров, используемых для передачи данных в экранный формат или формат для печатающих устройств оконечной системы.

**Уровень 7. Прикладной.** В прикладном уровне необходимо предоставить в распоряжение пользователей уже переработанную информацию. С этим может справиться системное и пользовательское прикладное программное обеспечение.

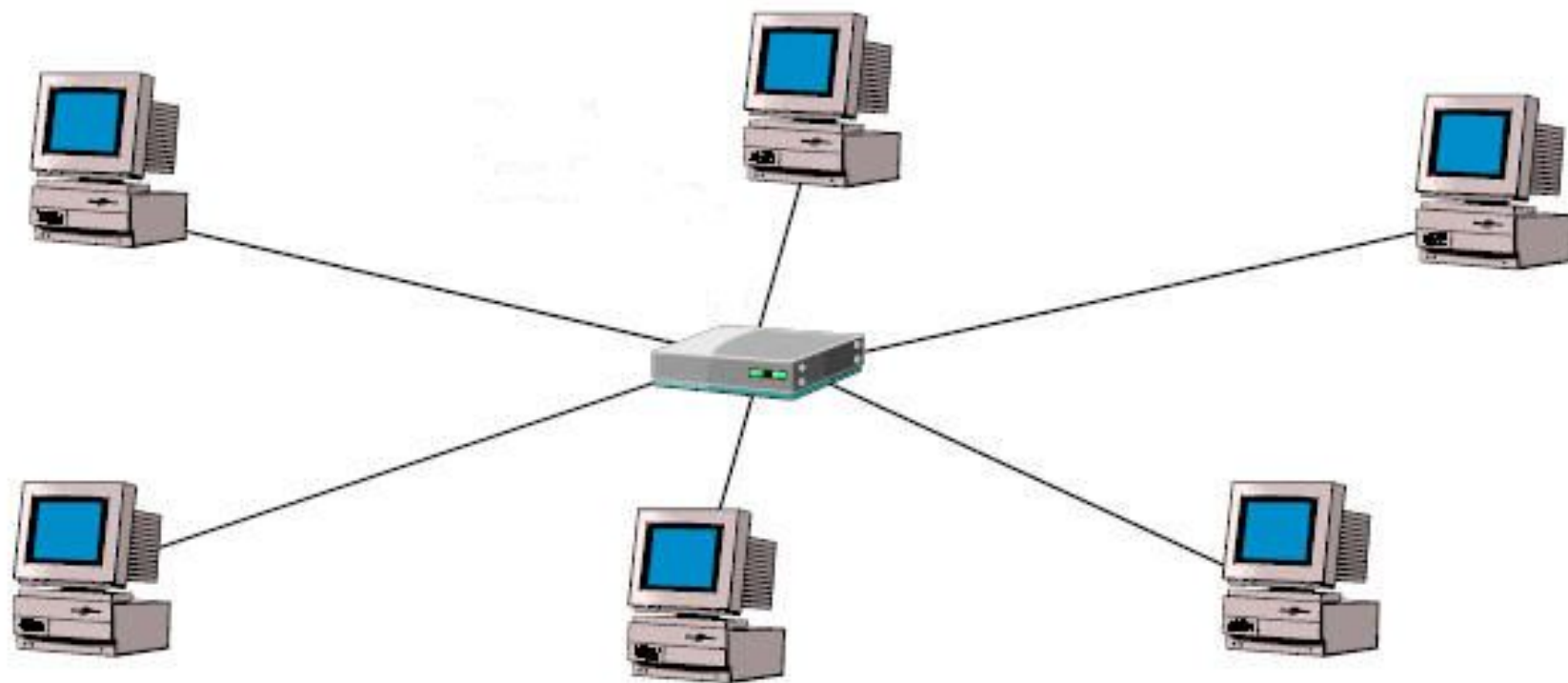
# Общая классификация сетей



**Одноранговая  
сеть**

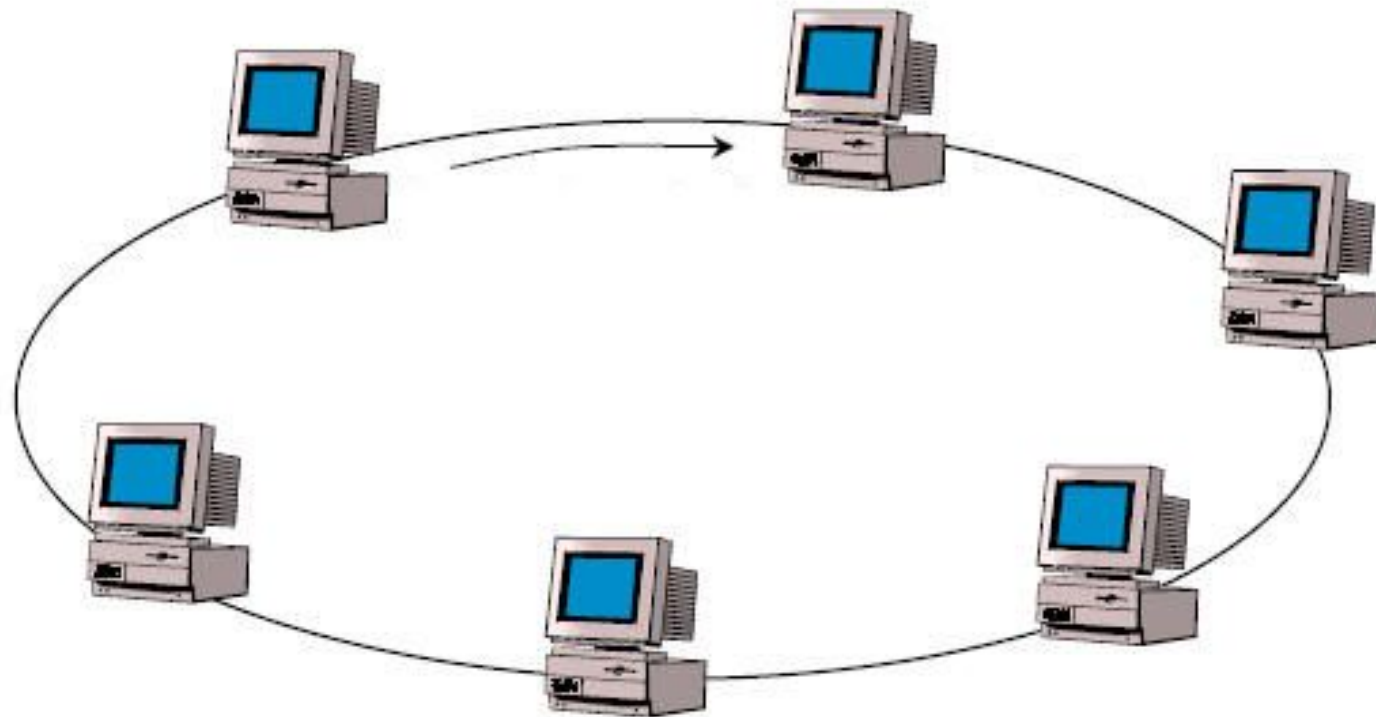
**Сеть на основе  
сервера**

# Топологии сетей



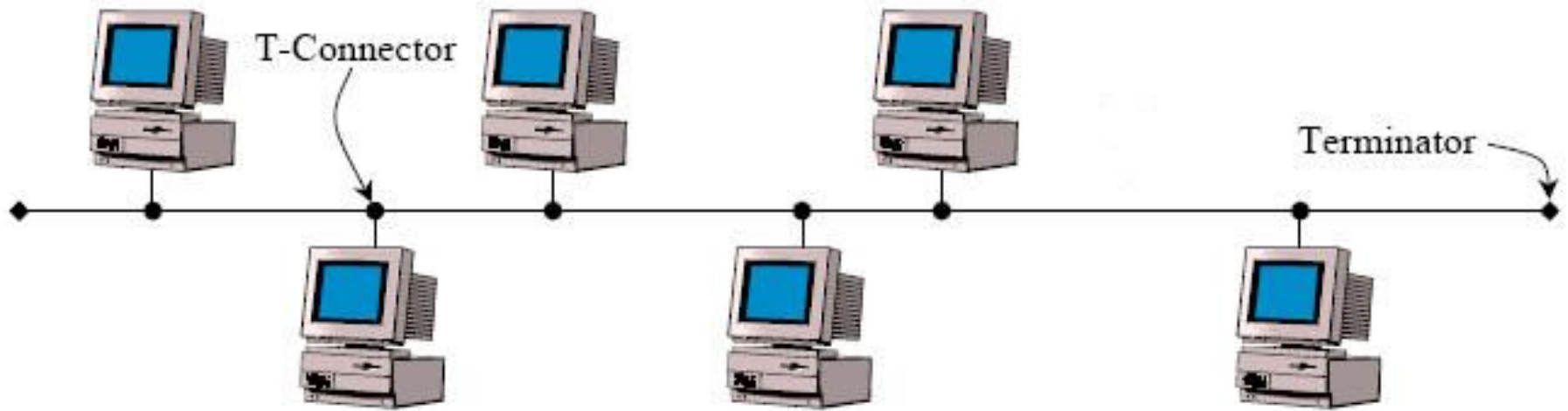
Топология «звезда»  
(Star)

# Топологии сетей



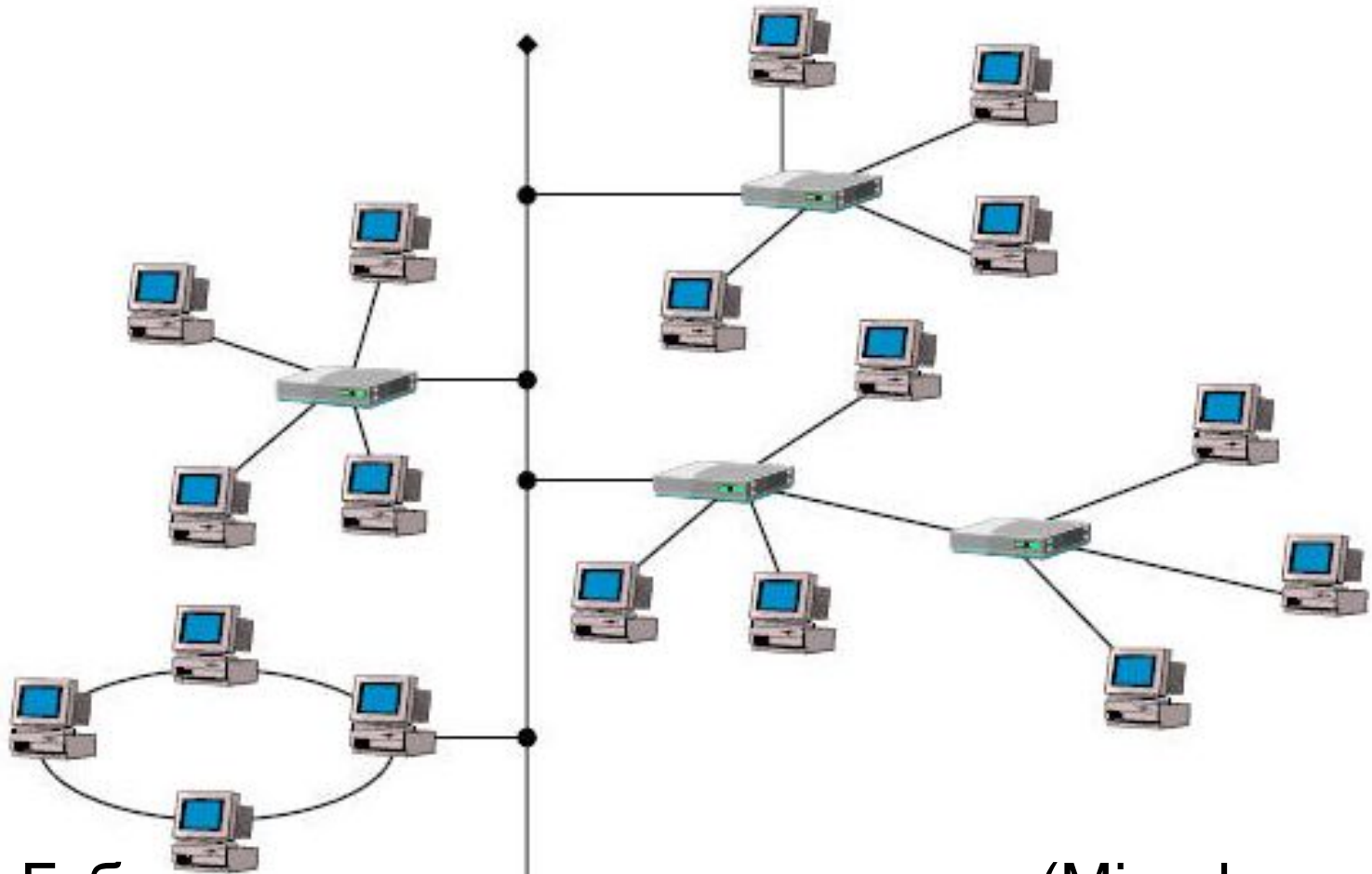
Топология «кольцо»  
(Ring)

# Топологии сетей



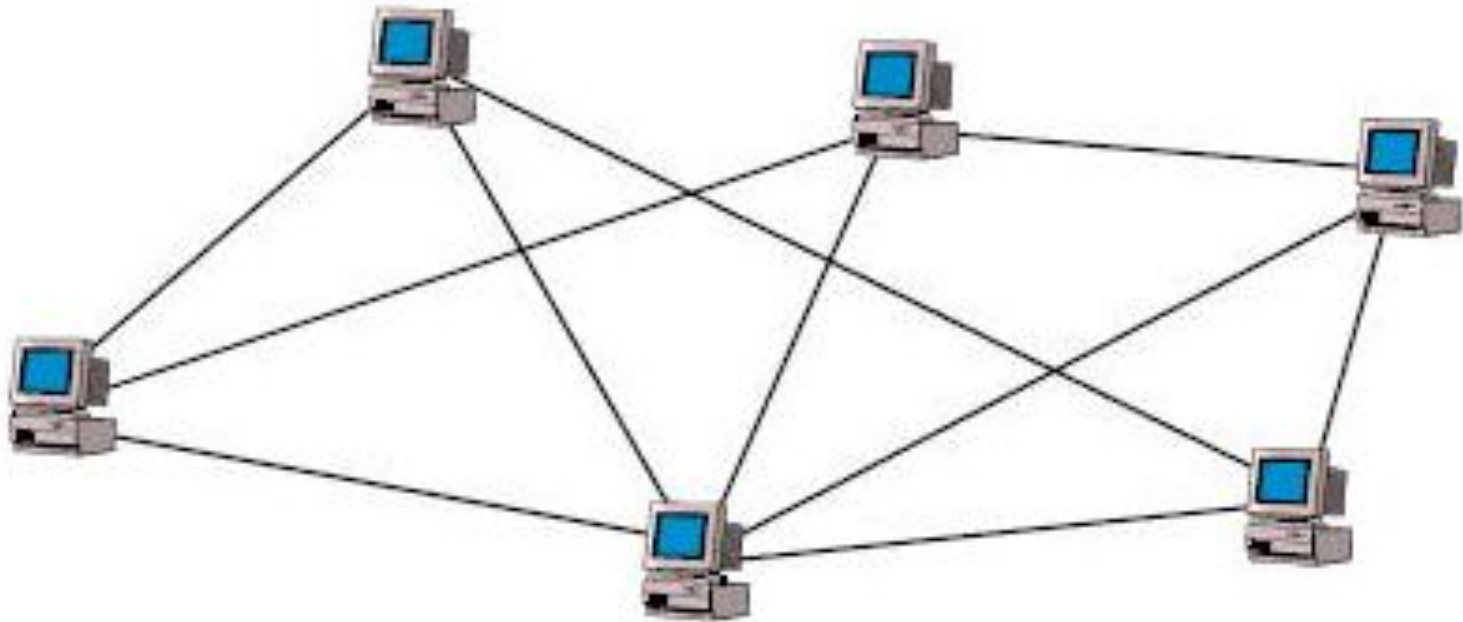
Топология «шина»  
(Bus)

# Топологии сетей



Гибридная, смешанная топология (Mixed, Hybrid)

# Топологии сетей



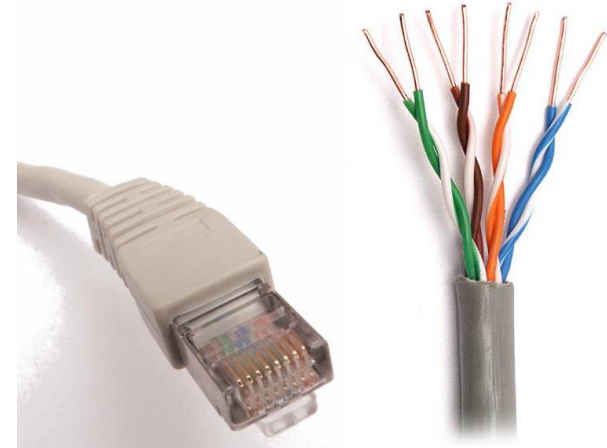
Ячеистая (связанная) топология  
(Mesh)



# Среды доступа:

- медные проводники (коаксиальный кабель, витая пара)
- оптические проводники (оптические кабели)
- радиоканал (беспроводные технологии).

Проводные, оптические связи устанавливаются через Ethernet, беспроводные — через Wi-Fi, Bluetooth, GPRS и прочие средства. Отдельная локальная вычислительная сеть может иметь связь с другими локальными сетями, а также быть частью глобальной вычислительной сети (например, Интернет) или иметь подключение к ней.



# Оборудование

## 1. Для проводной сети:

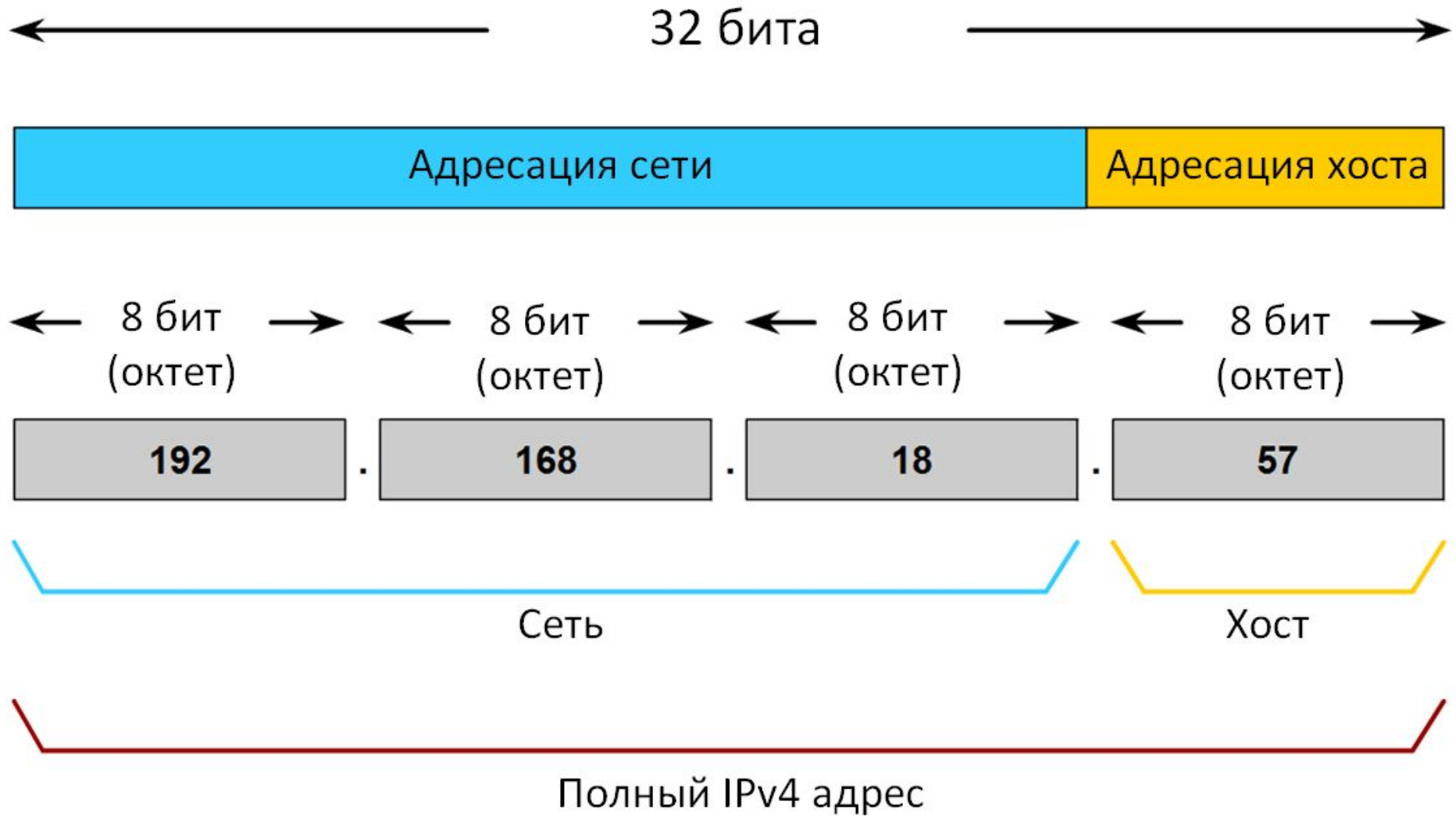
- сетевой адаптер на каждой рабочей станции
- коммутатор
- коммутационные кабели

## 2. Для беспроводной сети:

- беспроводной сетевой адаптер на каждой рабочей станции
- маршрутизатор или точка доступа



# IP - адресация



# IP - адресация

Десятичный адрес, разделенный точками

Сеть

Октет

192	168	10	1
11000000	10101000	00001010	00000001

Хост

32-битный адрес

Компьютер использует этот адрес в сети

192.168.10.0

# Классы IP-адресов

Класс	Диапазон значений 1 октета	Биты первого октета	Части адресов сети (N) и хоста (H)	Маска подсети по умолчанию	Число подсетей и хостов
A	1-127	00000000 – 01111111	N.H.H.H	255.0.0.0	128 сетей ( $2^7$ ) 16777214 хостов в сети ( $2^{24}-2$ )
B	128-191	10000000 – 10111111	N.N.H.H	255.255.0.0	16 384 сетей ( $2^{14}$ ) 65 534 хостов в сети ( $2^{16}-2$ )
C	192-223	11000000 – 11011111	N.N.N.H	255.255.255.0	2 097 150 сетей ( $2^{21}$ ) 254 хоста в сети ( $2^8-2$ )
D	224-239	11100000 – 11101111	Мультикастовая адресация		
E	240-255	11110000 – 11111111	Экспериментальная адресация		

Адрес 127.0.0.1 – «локальная петля», локальный IP-адрес по-умолчанию

# IP - адресация

IP адрес	172	.	16	.	4	.	1
	10101100		00010000		00000100		00000001
Маска подсети	255	.	255	.	255	.	0
	11111111		11111111		11111111		00000000

Префикс /24 (24 старших бита)

# IP - адресация

	192 . 0 . 0 . 1							
Адрес хоста	11000000 00000000				00000000 00000001			
Маска подсети	255 255		0 0		00000000		00000000	
	11111111 11111111		00000000		00000000		00000000	
Адрес сети	11000000 00000000				00000000 00000000			
Сеть	192 . 0 . 0 . 0							



	/25 2 подсети по 126 хостов	/26 4 подсети по 64 хоста	/27 8 подсетей по 30 хостов	/28 16 подсетей по 14 хостов	/29 32 подсети по 6 хостов	/30 64 подсети по 2 хоста			
.0	.0	.0 (.1-.62)	.0 (.1-.30)	.0 (.1-.14)	.0 (.1-.6)	.0 (.1-.2)			
.4						.4 (.5-.6)			
.8					.8 (.9 - .14)	.16 (.17-.30)	.16 (.17-.30)	.16 (.17-.22)	.8 (.9 - .10)
.12				.12 (.13-.14)					
.16				.24 (.25-.30)				.32 (.33-.62)	.32 (.33-.46)
.20					.20 (.21-.22)				
.24			.40 (.41-.46)		.48 (.49-.62)		.48 (.49-.54)		
.28				.28 (.29-.30)					
.32				.56 (.57-.62)		.64 (.65-.94)			.64 (.65-.78)
.36			.36 (.37-.38)						
.40			.72 (.73-.78)				.80 (.81-.94)	.80 (.81-.86)	
.44				.44 (.45-.46)					
.48		.88 (.89-.94)		.96 (.97-.126)	.96 (.97-.110)				.80 (.81-.86)
.52			.52 (.53-.54)						
.56			.104 (.105-.110)			.112 (.113-.126)		.112 (.113-.118)	.88 (.89-.94)
.60		.60 (.61-.62)							
.64		.120 (.121-.126)			.124 (.125-.126)		.120 (.121-.126)		.96 (.97-.102)
.68			.68 (.69-.70)						
.72			.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)				.124 (.125-.126)	.104 (.105-.110)
.76		.76 (.77-.78)							
.80		.124 (.125-.126)				.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)		.112 (.113-.118)
.84			.84 (.85-.86)						
.88			.124 (.125-.126)		.124 (.125-.126)			.124 (.125-.126)	.120 (.121-.126)
.92		.92 (.93-.94)							
.96	.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)		.124 (.125-.126)			.124 (.125-.126)		.96 (.97-.98)
.100			.100 (.101-.102)						
.104			.124 (.125-.126)			.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)	.104 (.105-.106)
.108	.108 (.109-.110)								
.112	.124 (.125-.126)			.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)			.124 (.125-.126)	.112 (.113-.114)
.116			.116 (.117-.118)						
.120		.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)				.124 (.125-.126)	.124 (.125-.126)	.120 (.121-.122)
.124	.124 (.125-.126)								

# Адресация

«Белый» IP-адрес – уникальный для всего Internet IP-адрес

«Серый» IP-адрес – адрес, обычно существующий локально, который затем превращается в «белый» адрес организации (или провайдера), например, с помощью технологии NAT (Network Address Translation)

# Общие недостатки протокола IPv4

- дефицит адресного пространства: количество различных устройств, подключаемых к сети Internet.
- слабая расширяемость протокола: недостаточный размер заголовка IPv4, не позволяющий разместить требуемое количество дополнительных параметров в нем;
- проблема безопасности коммуникаций: не предусмотрено каких-либо средств для разграничения доступа к информации, размещенной в сети.
- отсутствие поддержки качества обслуживания: не поддерживается размещение информации о пропускной способности, задержках, требуемой для нормальной работы некоторых сетевых приложений;
- проблемы, связанные с механизмом фрагментации: не определяется размер максимального блока передачи данных по каждому конкретному пути;
- отсутствие механизма автоматической конфигурации адресов;
- проблема перенумерации машин

# Преимущества IPv6 над IPv4

- Возможность автоконфигурирования IP адресов;
- Упрощение маршрутизации;
- Облегчение (упрощение) заголовка пакета;
- Поддержка качества обслуживания (QoS);
- Наличие возможности криптозащиты датаграмм на уровне протокола;
- Повышенная безопасность передачи данных.



# *Основы маршрутизации*

*Протоколы маршрутной  
информации*

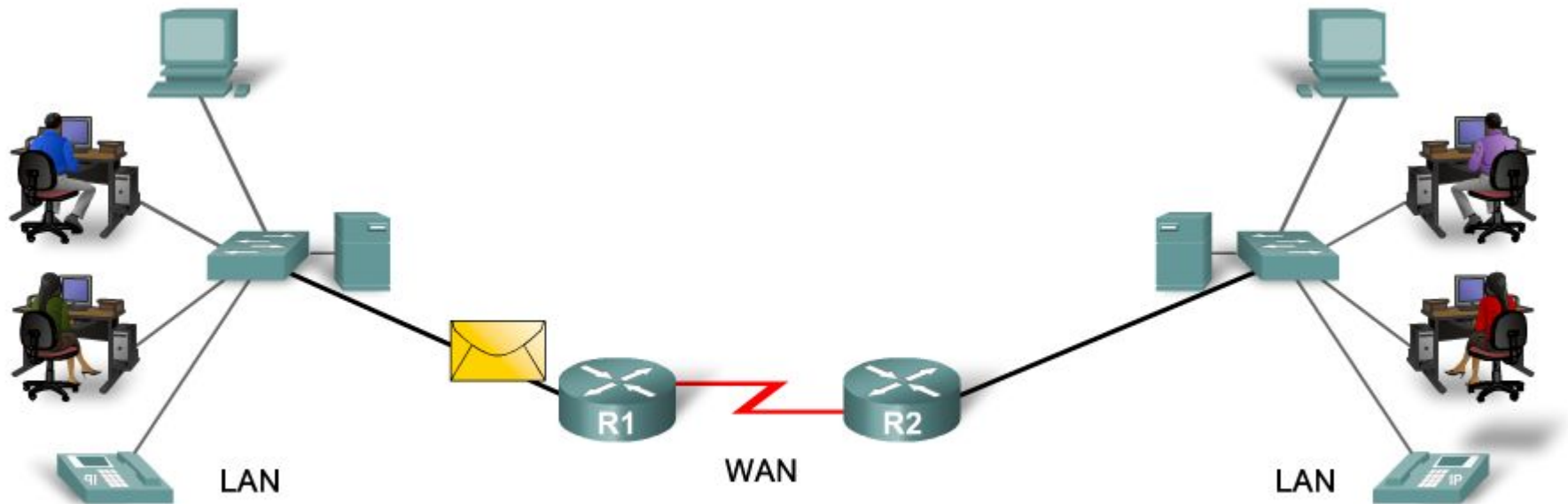
# *Маршрутизация*

**Маршрутизация (англ. Routing) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи.**

Виды маршрутов:

- **Статические** (задаются административно)
- **Динамические** (вычисляются с помощью алгоритмов маршрутизации)

# Маршрутизация



# Маршрутизация

192.168.1.10

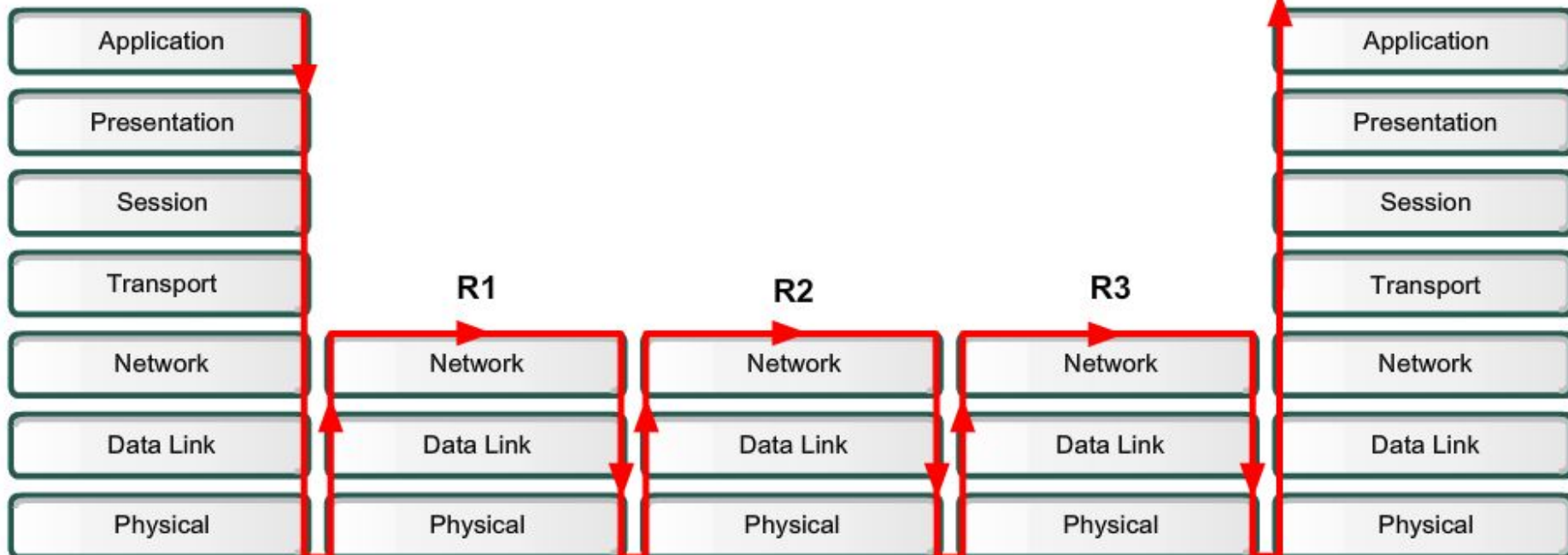


192.168.4.10/24



PC1

PC2





# *Протоколы маршрутизации*

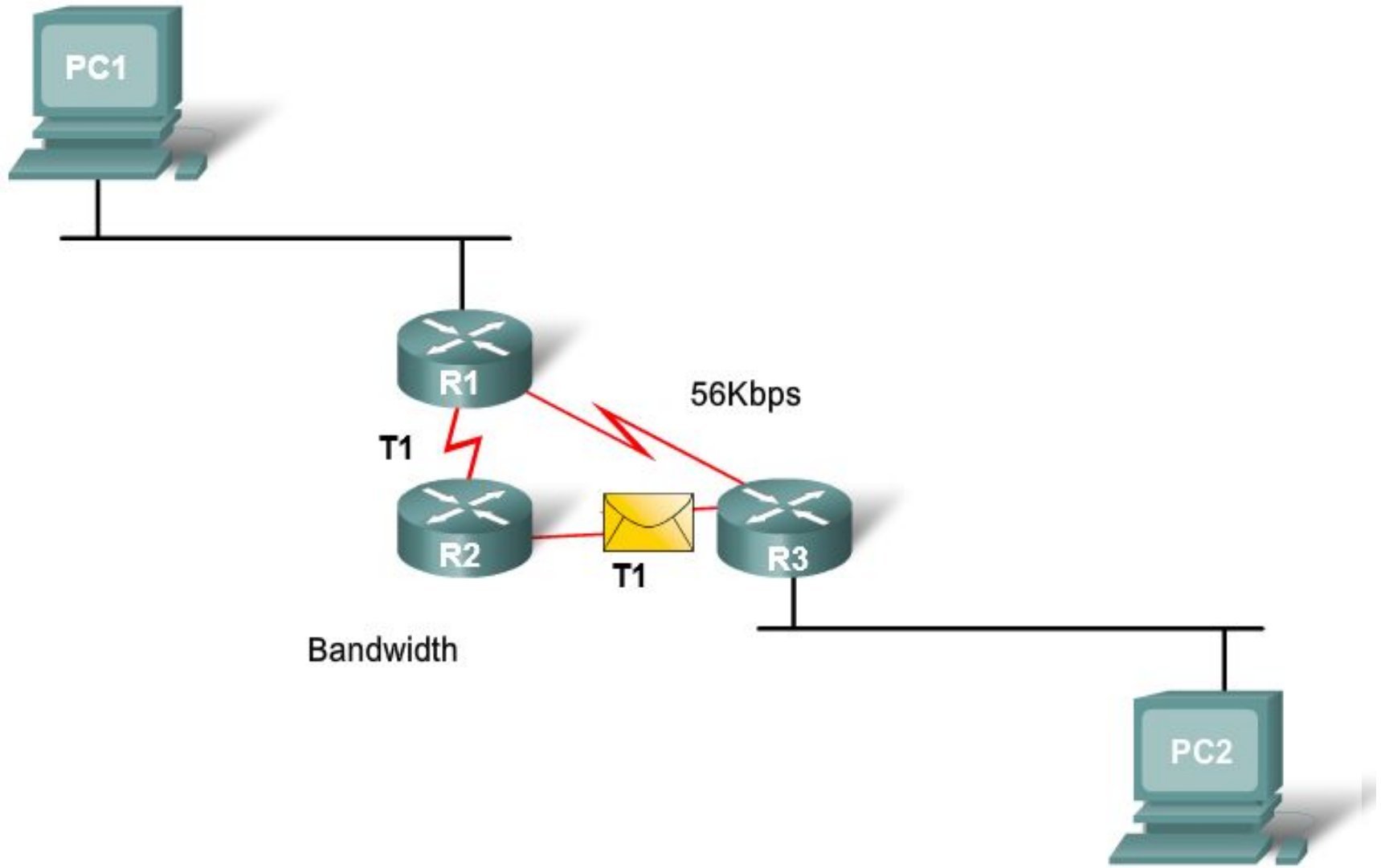
**Протокол маршрутизации** — сетевой протокол, используемый маршрутизаторами для определения возможных маршрутов следования данных в составной компьютерной сети.

## *Протоколы маршрутизации*

Протоколы маршрутизации делятся на два вида, зависящие от типов алгоритмов, на которых они основаны:

- Дистанционно-векторные протоколы, основаны на Distance Vector Algorithm (DVA);
- Протоколы состояния каналов связи, основаны на Link State Algorithm (LSA).

# Протоколы маршрутизации



# *Протоколы маршрутизации*

## Дистанционно-векторные протоколы:

- RIP — Routing Information Protocol;
- IGRP — Interior Gateway Routing Protocol (лицензированный протокол Cisco Systems);
- BGP — Border GateWay Protocol;
- EIGRP — Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (лицензированный протокол Cisco Systems);
- AODV

# *Протоколы маршрутизации*

## Протоколы состояния каналов связи

- IS-IS — Intermediate System to Intermediate System (стек OSI);
- OSPF — Open Shortest Path First;
- NLSP — NetWare Link-Service Protocol (стек Novell);
- HSRP и CARP — протоколы резервирования шлюза в Ethernet-сетях.
- OLSR
- TBRPF

# *Протокол маршрутной информации (Routing Information Protocol)*

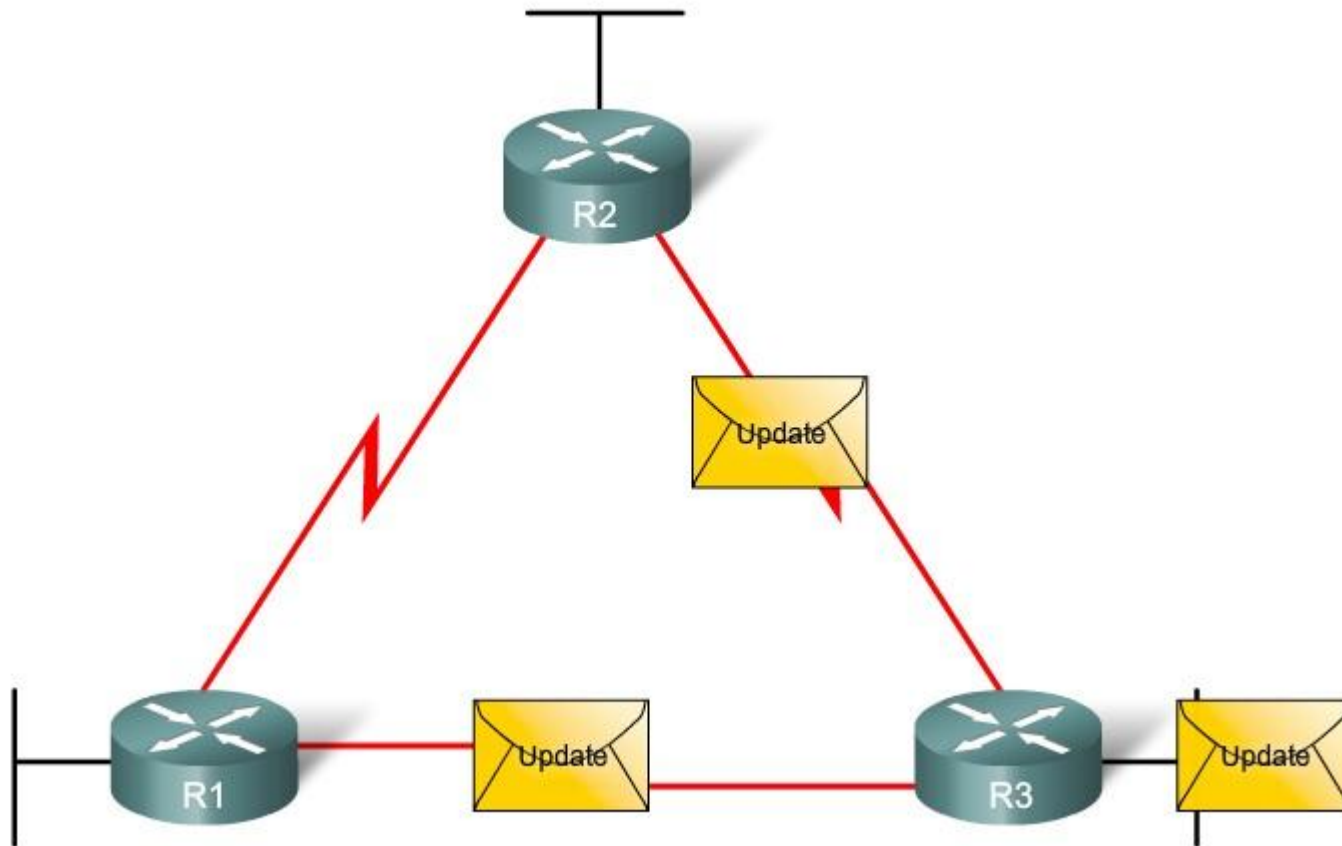
***RIP*** — протокол дистанционно-векторной маршрутизации, который оперирует транзитными участками в качестве метрики маршрутизации.

## *Протокол маршрутной информации (Routing Information Protocol)*

Недостатки протокола RIP v1:

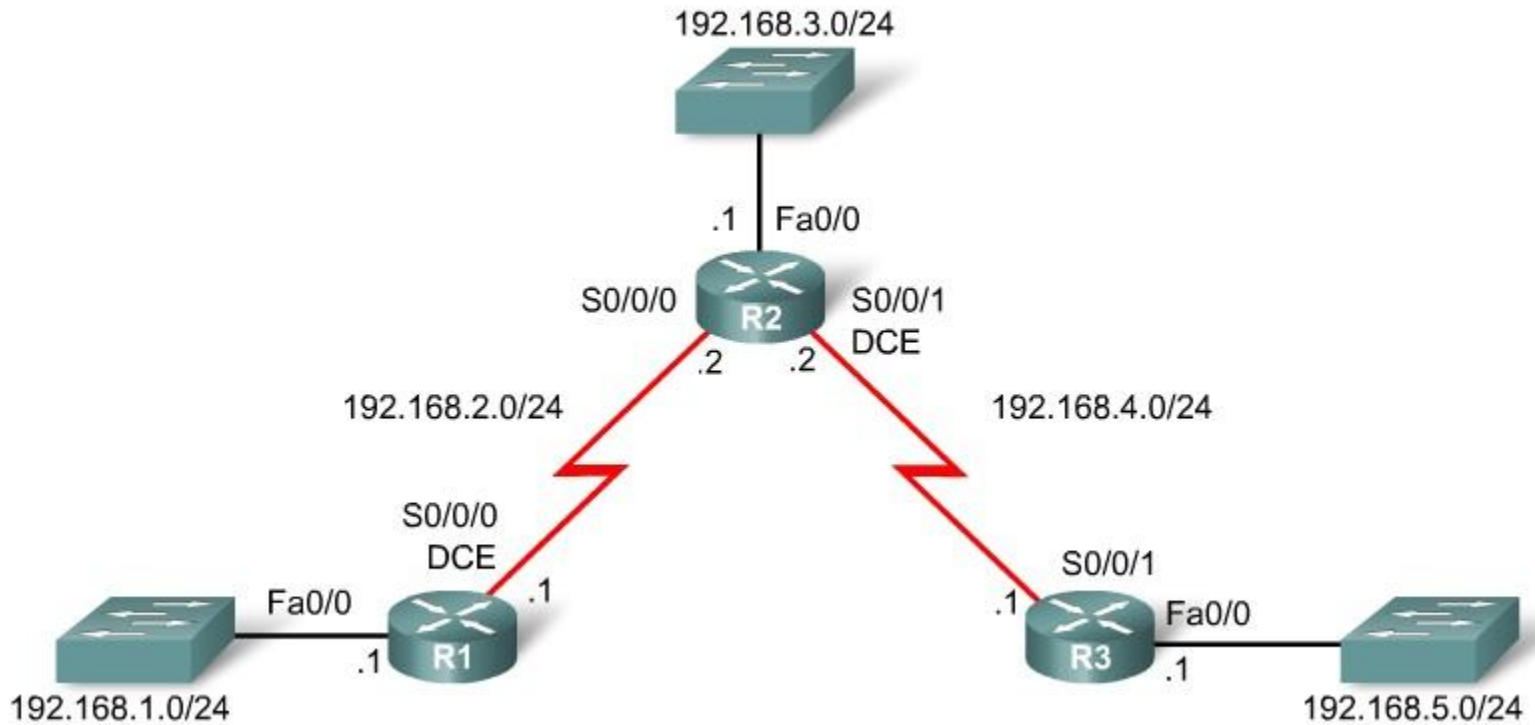
- Не пересылает информацию о масках подсети в своих обновлениях;
- Не более 15 протоколов;
- Обновления маршрутизации рассылаются широковещательно;
- Аутентификация не поддерживается;
- Не поддерживаются маски подсети переменной длины и бесклассовой междоменной маршрутизации

# Протокол маршрутной информации (Routing Information Protocol)





# RIP



# *RIP*

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0
	S0/0/0	192.168.2.1	255.255.255.0
R2	Fa0/0	192.168.3.1	255.255.255.0
	S0/0/0	192.168.2.2	255.255.255.0
	S0/0/1	192.168.4.2	255.255.255.0
R3	Fa0/0	192.168.5.1	255.255.255.0
	S0/0/1	192.168.4.1	255.255.255.0

# *RIP*

```
R1 (config) #router rip  
R1 (config-router) #network 192.168.1.0  
R1 (config-router) #network 192.168.2.0
```

```
R2 (config) #router rip  
R2 (config-router) #network 192.168.2.0  
R2 (config-router) #network 192.168.3.0  
R2 (config-router) #network 192.168.4.0
```

```
R3 (config) #router rip  
R3 (config-router) #network 192.168.4.0  
R3 (config-router) #network 192.168.5.0
```

# RIP

```
R1#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
(**output omitted**)
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
R    192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:02, Serial0/0/0  
R    192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.2, 00:00:02, Serial0/0/0  
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0  
R    192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:02, Serial0/0/0
```