

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

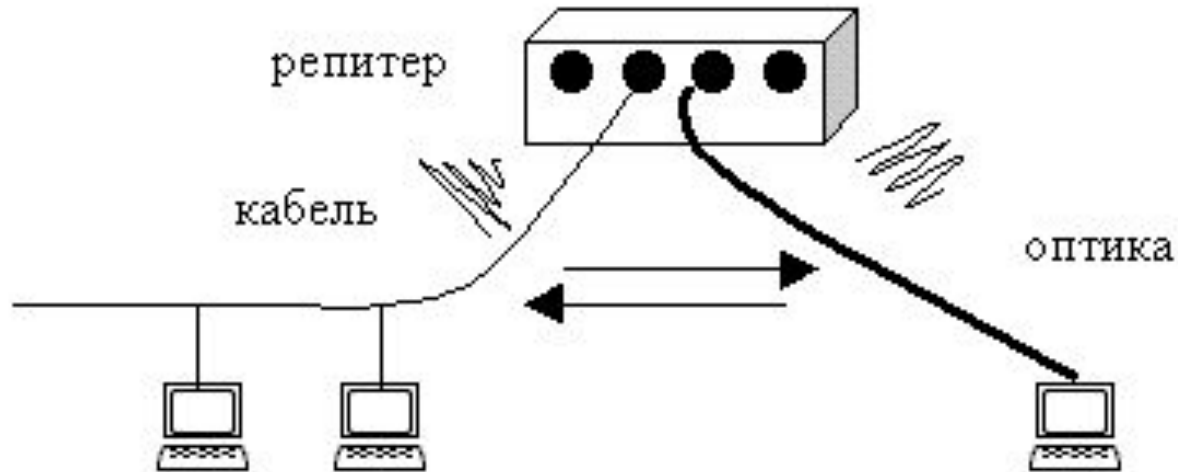
Аппаратное обеспечение сетей

- 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.

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

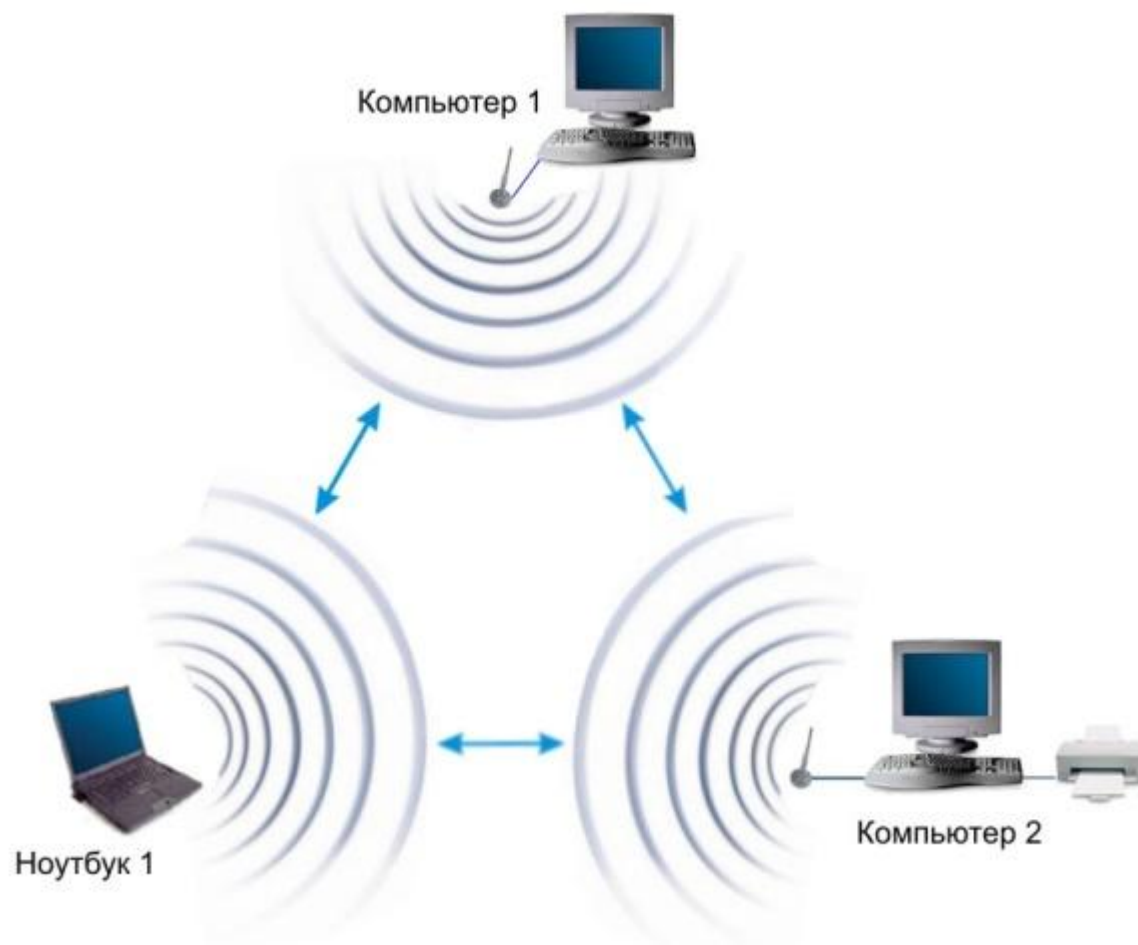
Режим клиента

сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi

Режим Ad Hoc

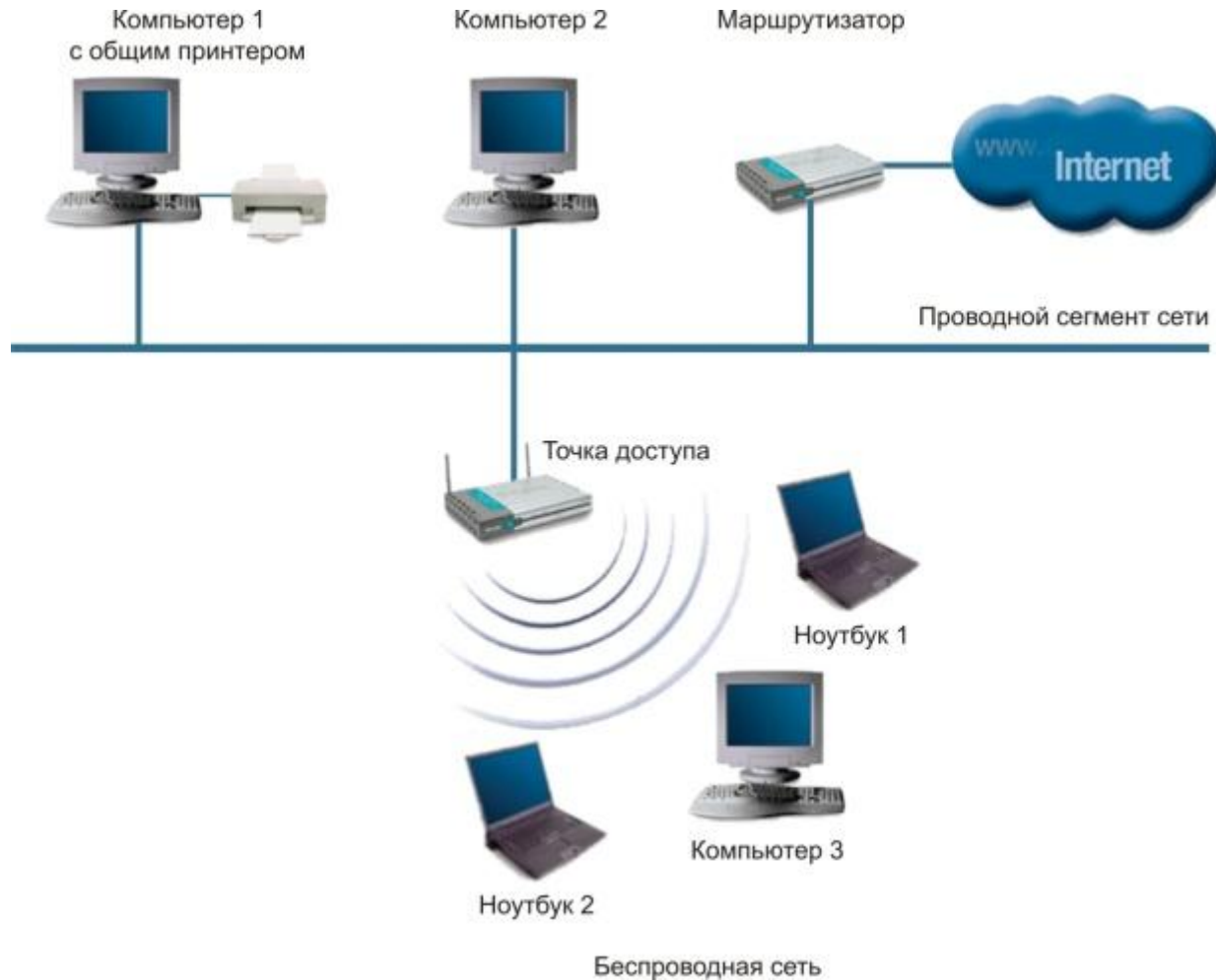


сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi

Инфраструктурный режим

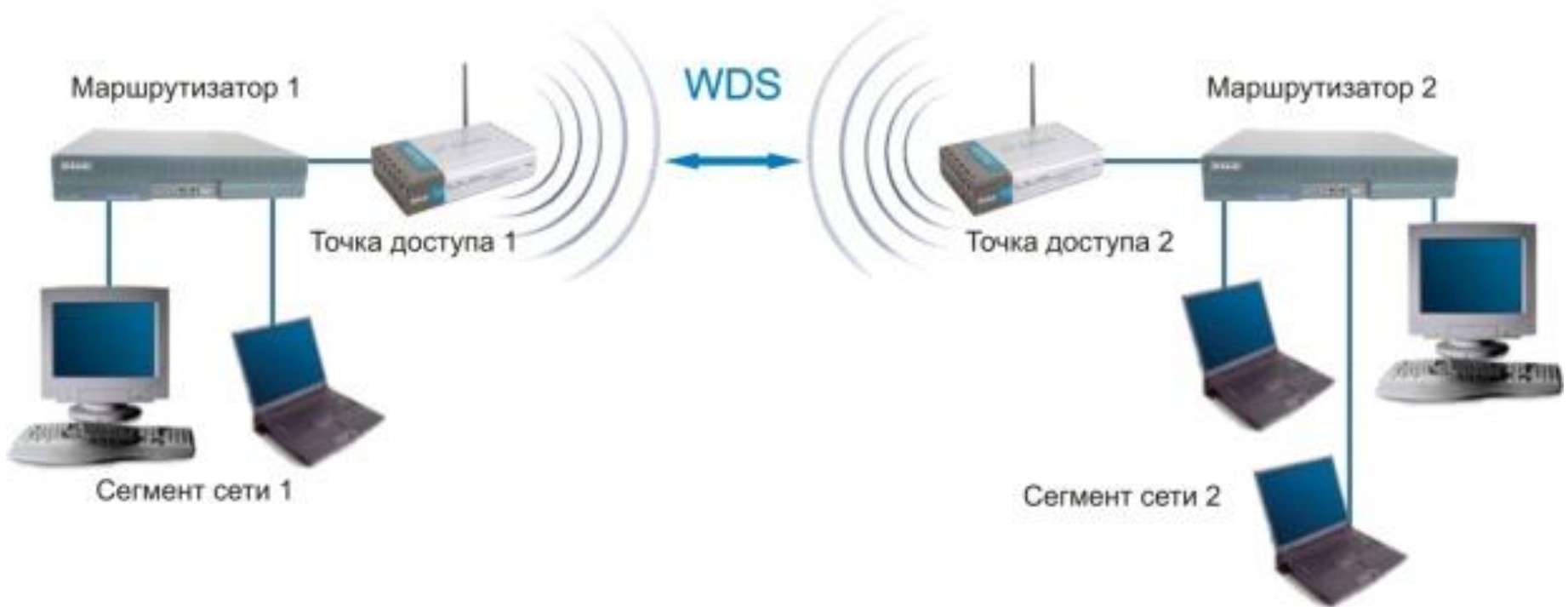


сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi

Режимы WDS

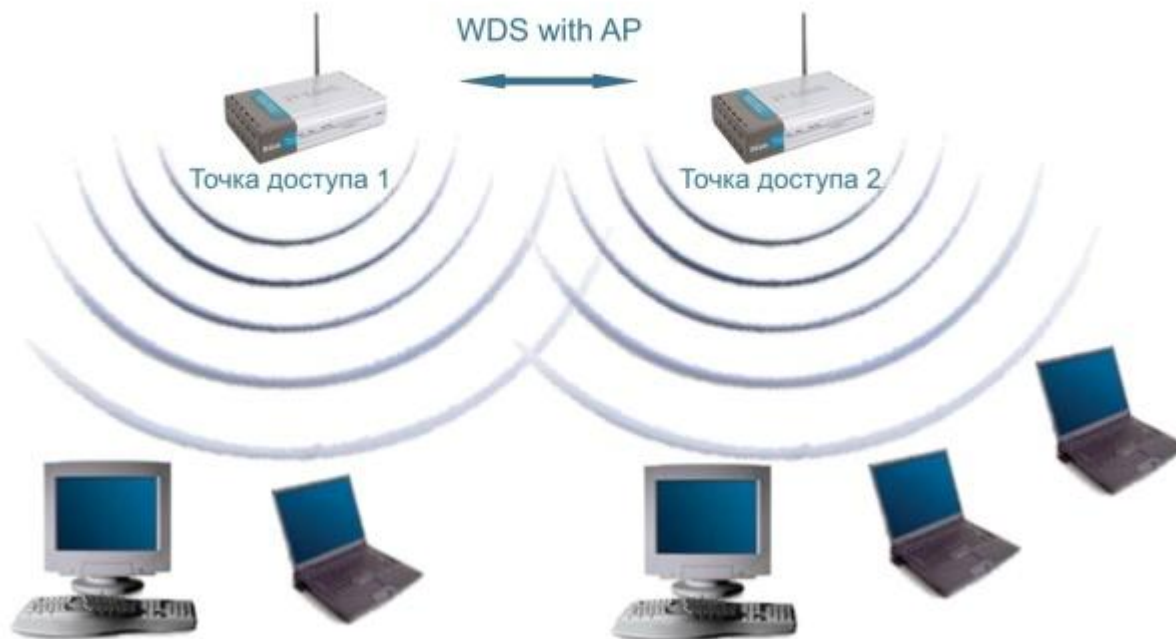


сети и телекоммуникации

Аппаратное обеспечение вычислительных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi

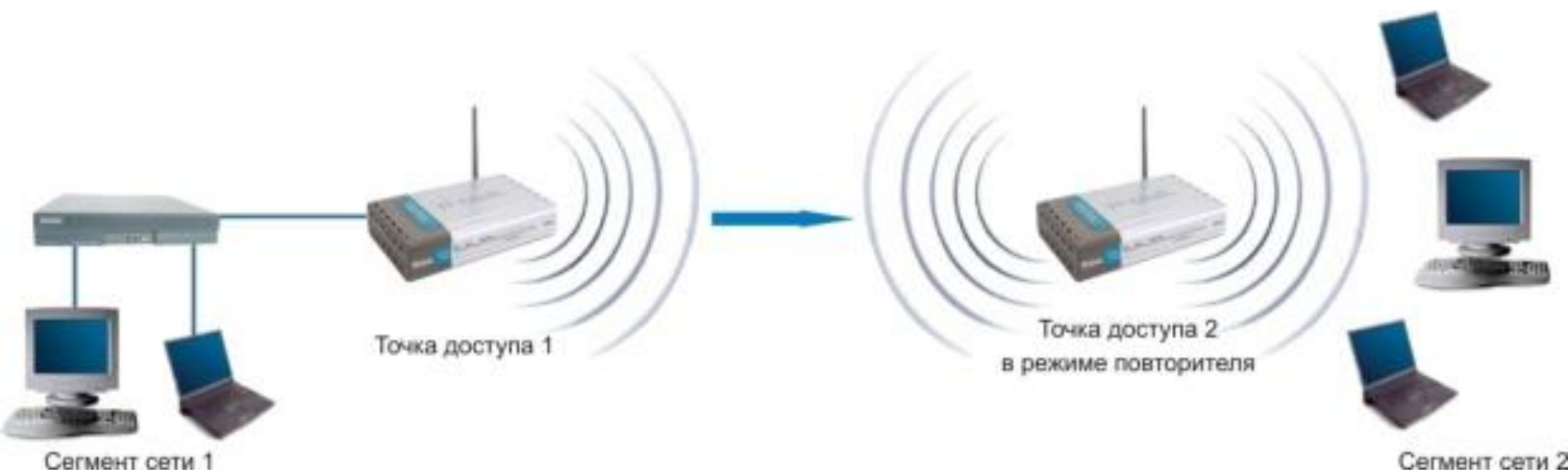
Режим WDS WITH AP



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)

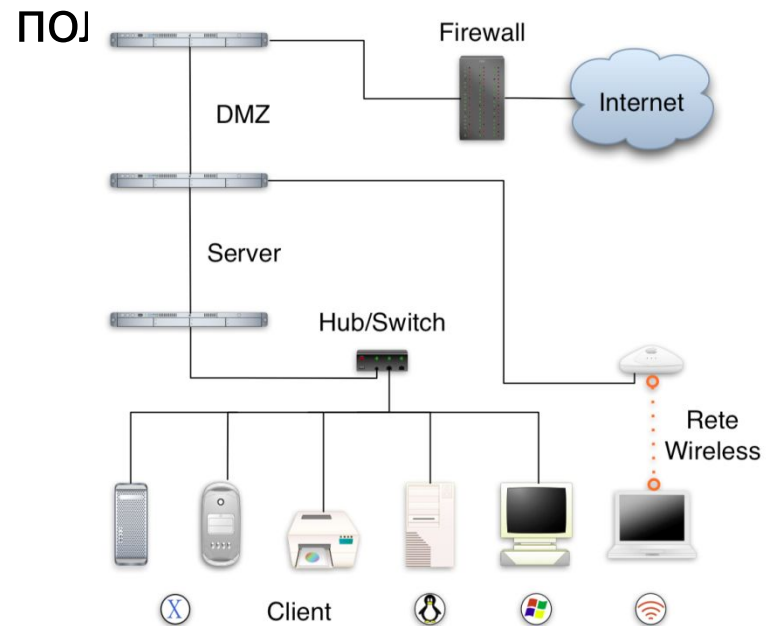
WAN

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

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 ОСИ (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 экраный 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.

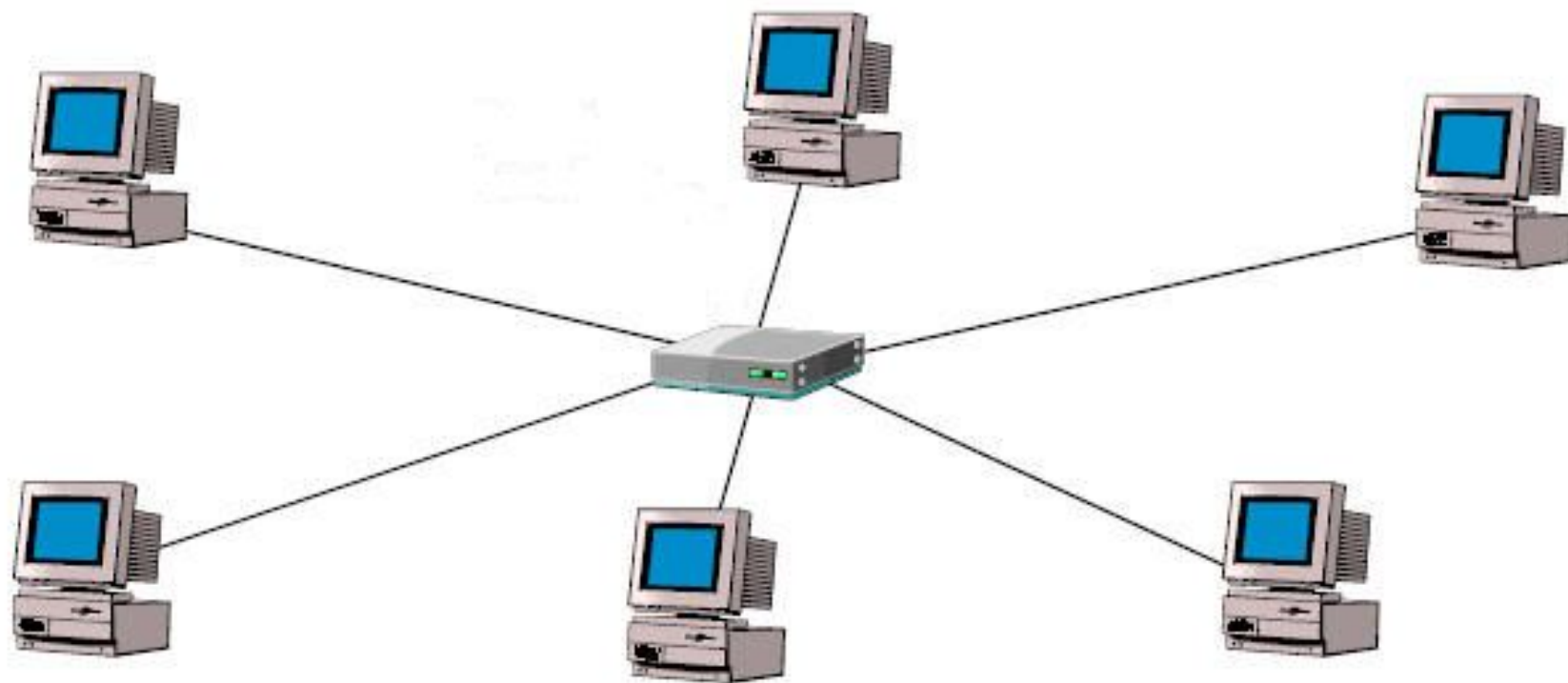
Общая классификация сетей



**Одноранговая
сеть**

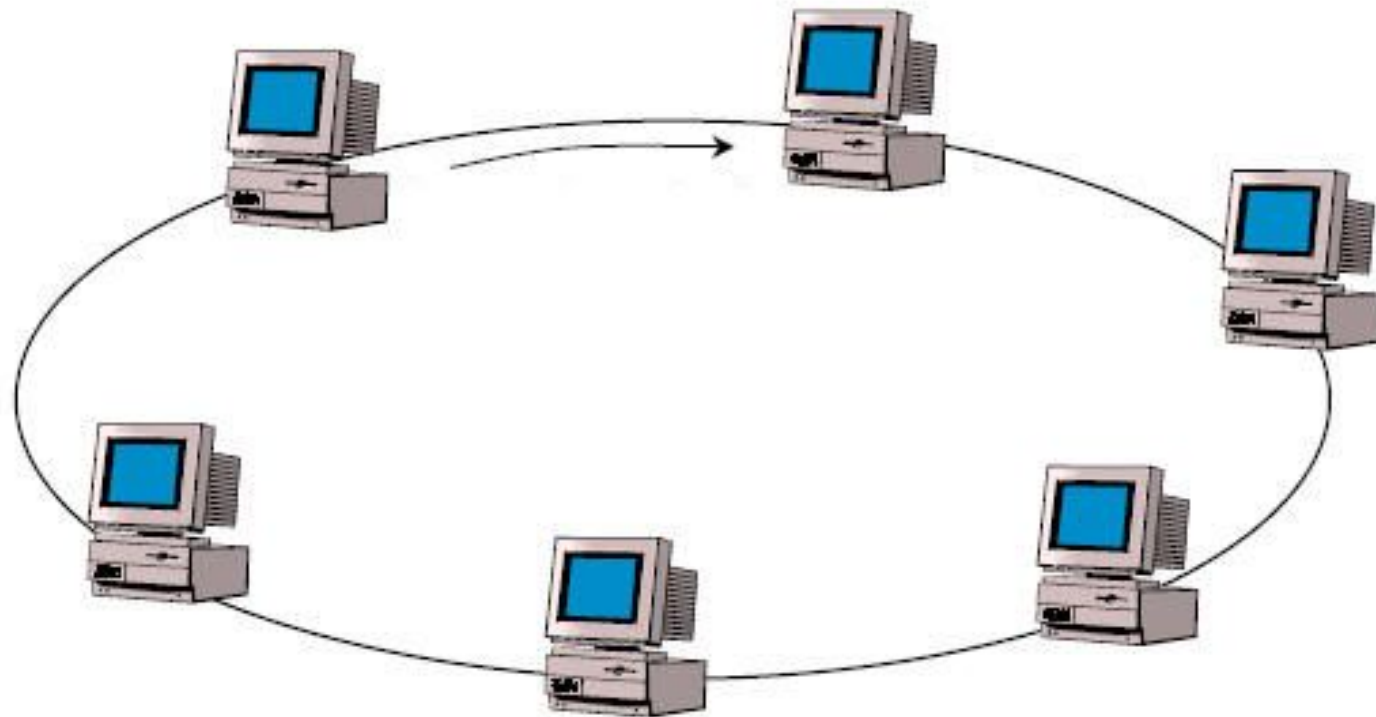
**Сеть на основе
сервера**

Топологии сетей



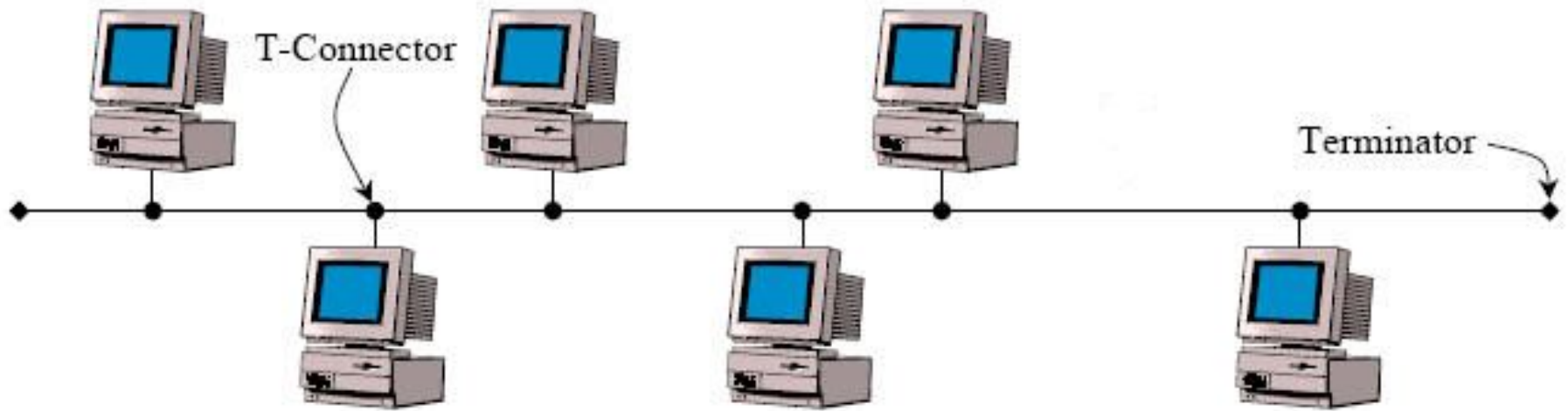
Топология «звезда»
(Star)

Топологии сетей



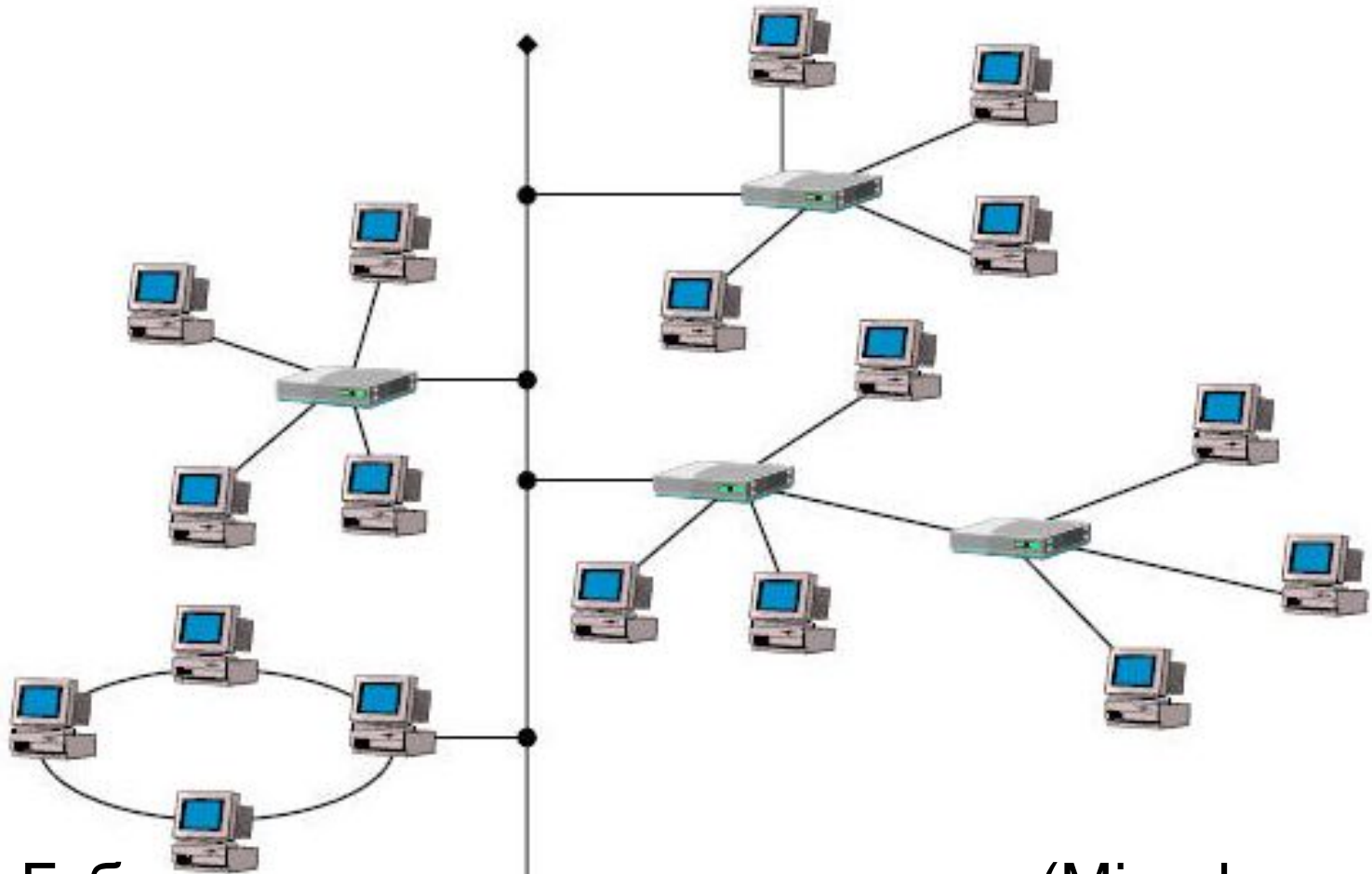
Топология «кольцо»
(Ring)

Топологии сетей



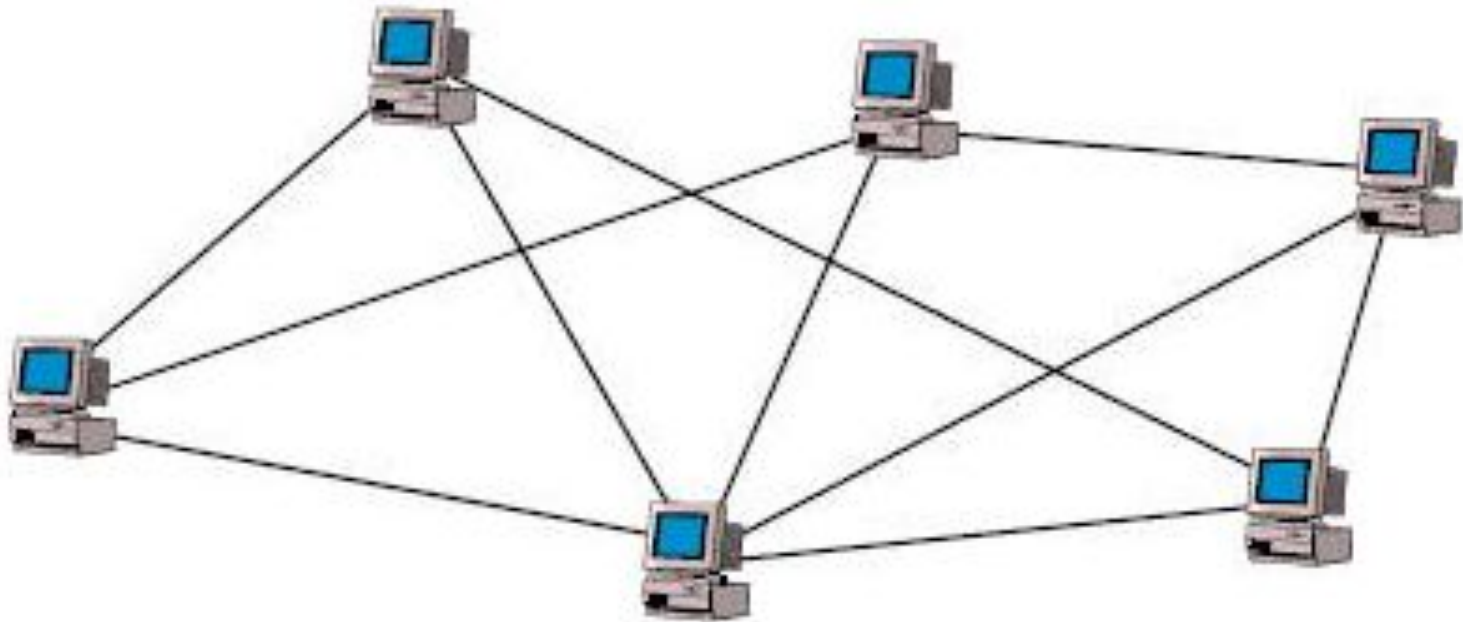
Топология «шина»
(Bus)

Топологии сетей



Гибридная, смешанная топология (Mixed, Hybrid)

Топологии сетей

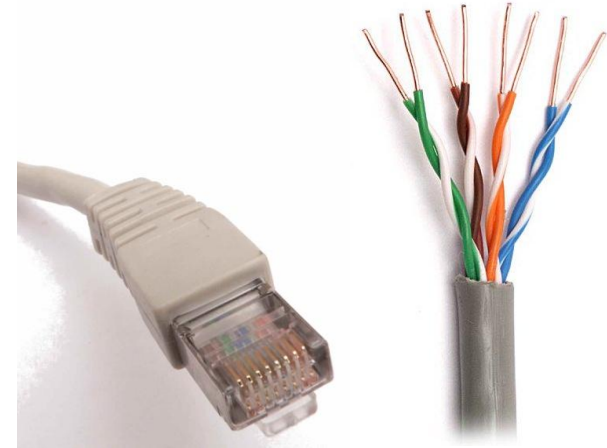


Ячеистая (связанная) топология
(Mesh)

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:

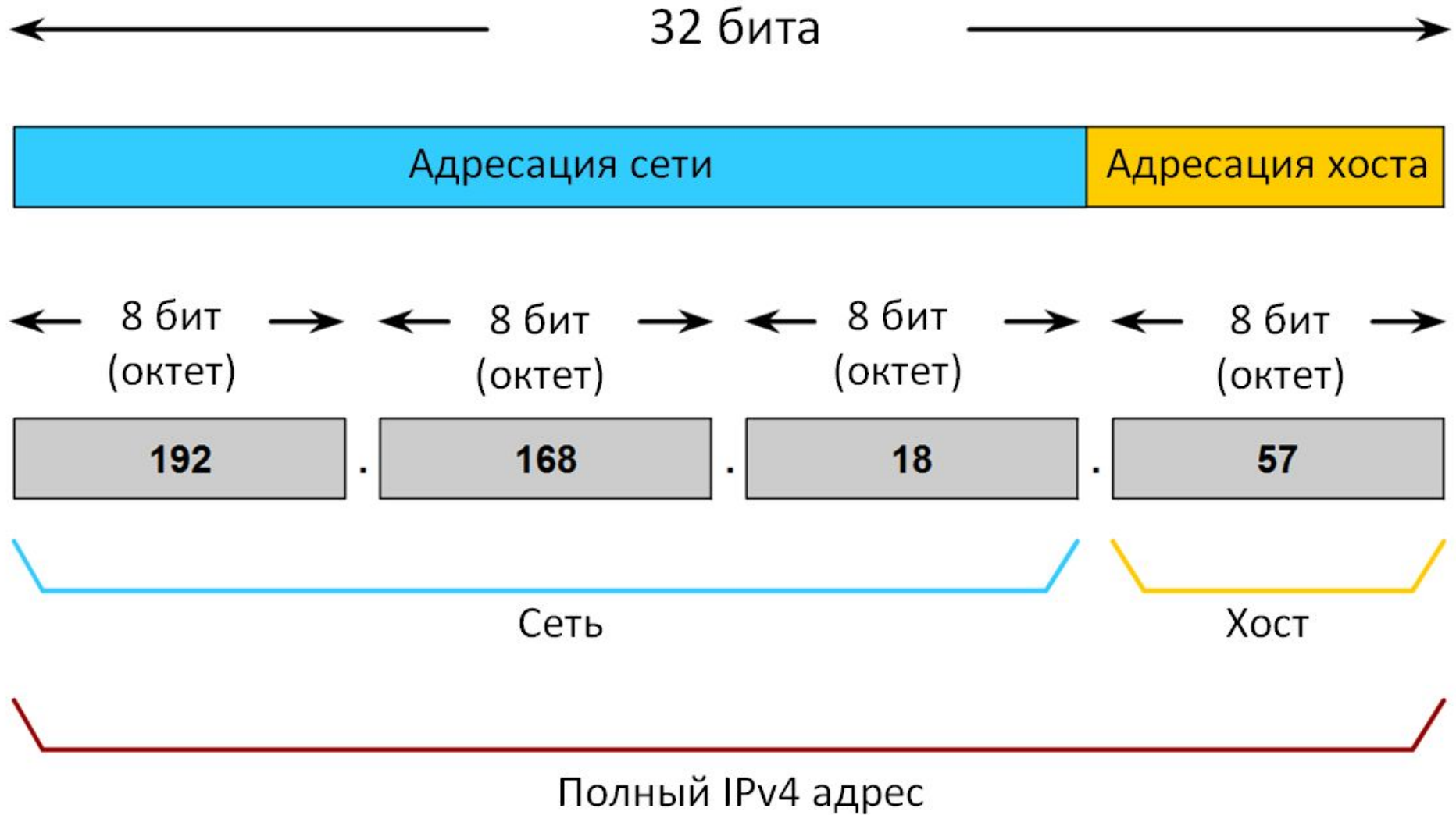
- сетевой адаптер на каждой рабочей станции
- коммутатор
- коммутационные кабели

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)	.8 (.9 - .10)	
.12					.12 (.13-.14)	
.16					.16 (.17-.30)	.16 (.17-.18)
.20			.20 (.21-.22)			
.24			.24 (.25-.26)			
.28			.28 (.29-.30)			
.32			.32 (.33-.46)	.32 (.33-.34)		
.36				.36 (.37-.38)		
.40		.40 (.41-.46)		.40 (.41-.42)		
.44				.44 (.45-.46)		
.48				.48 (.49-.50)		
.52		.48 (.49-.62)	.52 (.53-.54)			
.56			.56 (.57-.58)			
.60			.60 (.61-.62)			
.64		.64 (.65-.126)	.64 (.65-.94)	.64 (.65-.78)	.64 (.65-.70)	.64 (.65-.66)
.68					.68 (.69-.70)	.68 (.69-.70)
.72				.72 (.73-.78)	.72 (.73-.74)	.72 (.73-.74)
.76					.76 (.77-.78)	.76 (.77-.78)
.80	.80 (.81-.86)				.80 (.81-.82)	.80 (.81-.82)
.84			.84 (.85-.86)	.84 (.85-.86)		
.88			.88 (.89-.90)	.88 (.89-.90)		
.92	.88 (.89-.94)		.92 (.93-.94)	.92 (.93-.94)		
.96			.96 (.97-.98)	.96 (.97-.98)		
.100			.96 (.97-.110)	.100 (.101-.102)	.100 (.101-.102)	
.104	.104 (.105-.106)	.104 (.105-.106)				
.108	.96 (.97-.126)	.104 (.105-.110)	.108 (.109-.110)	.108 (.109-.110)		
.112			.112 (.113-.114)	.112 (.113-.114)		
.116		.112 (.113-.126)	.116 (.117-.118)	.116 (.117-.118)		
.120	.120 (.121-.122)		.120 (.121-.122)			
.124			.124 (.125-.126)	.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*

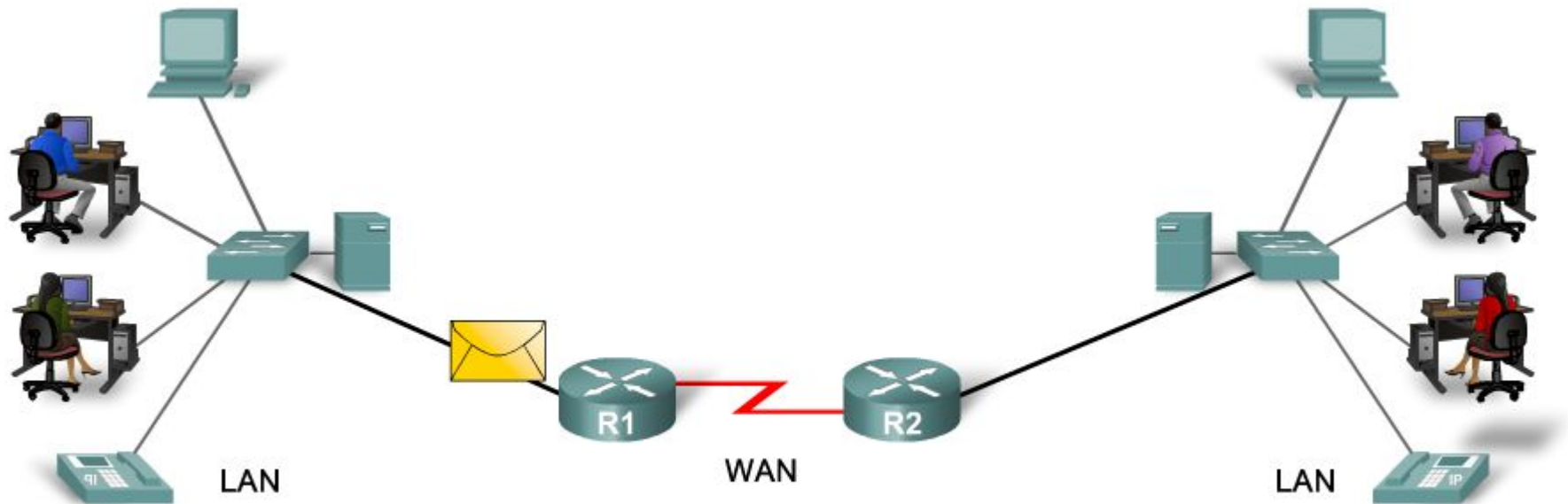
Маршрутизация

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

Виды маршрутов:

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

Маршрутизация



Протоколы маршрутизации

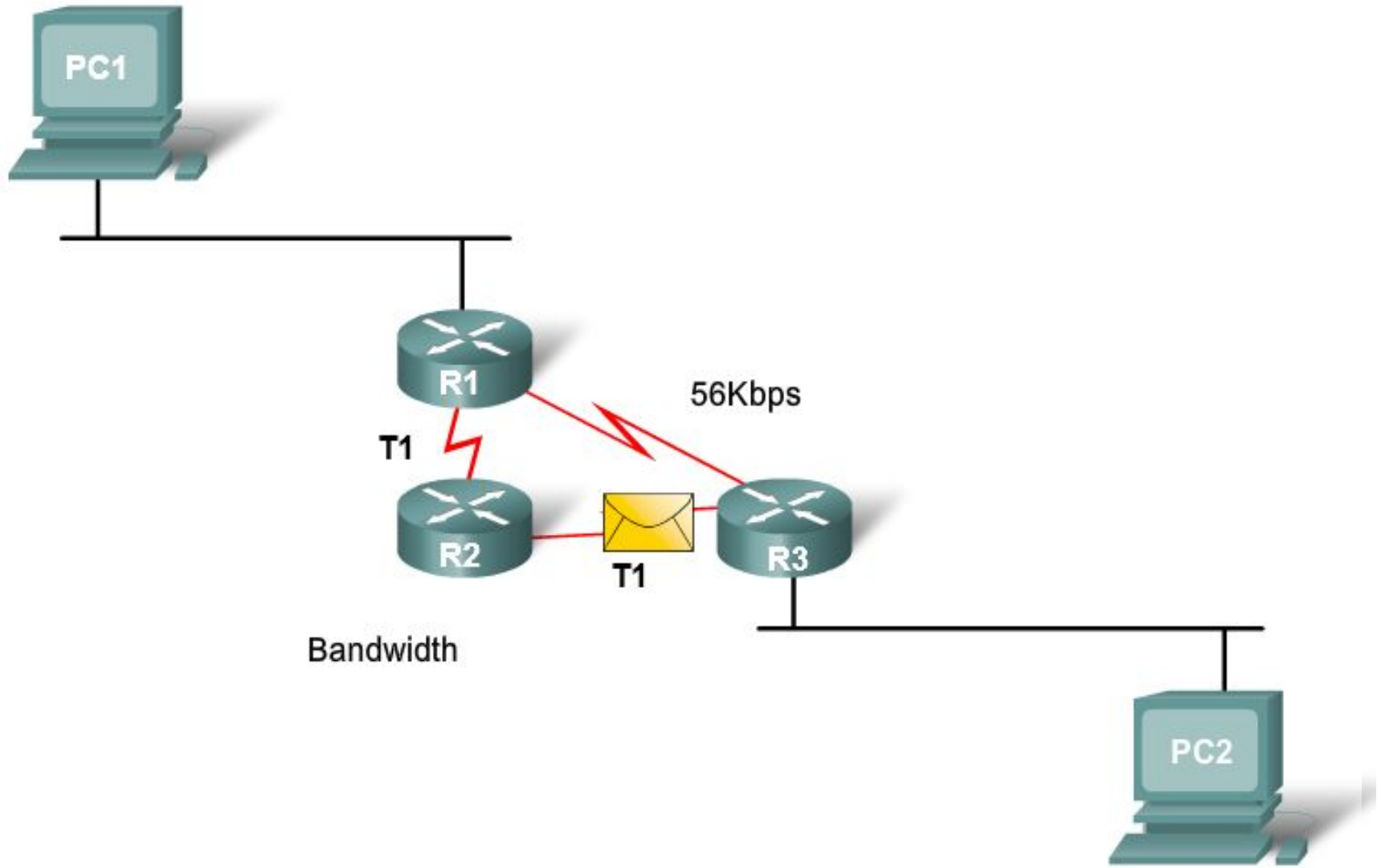
Протокол маршрутизации — сетевой протокол, используемый маршрутизаторами для определения возможных маршрутов следования данных в составной компьютерной сети.

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)

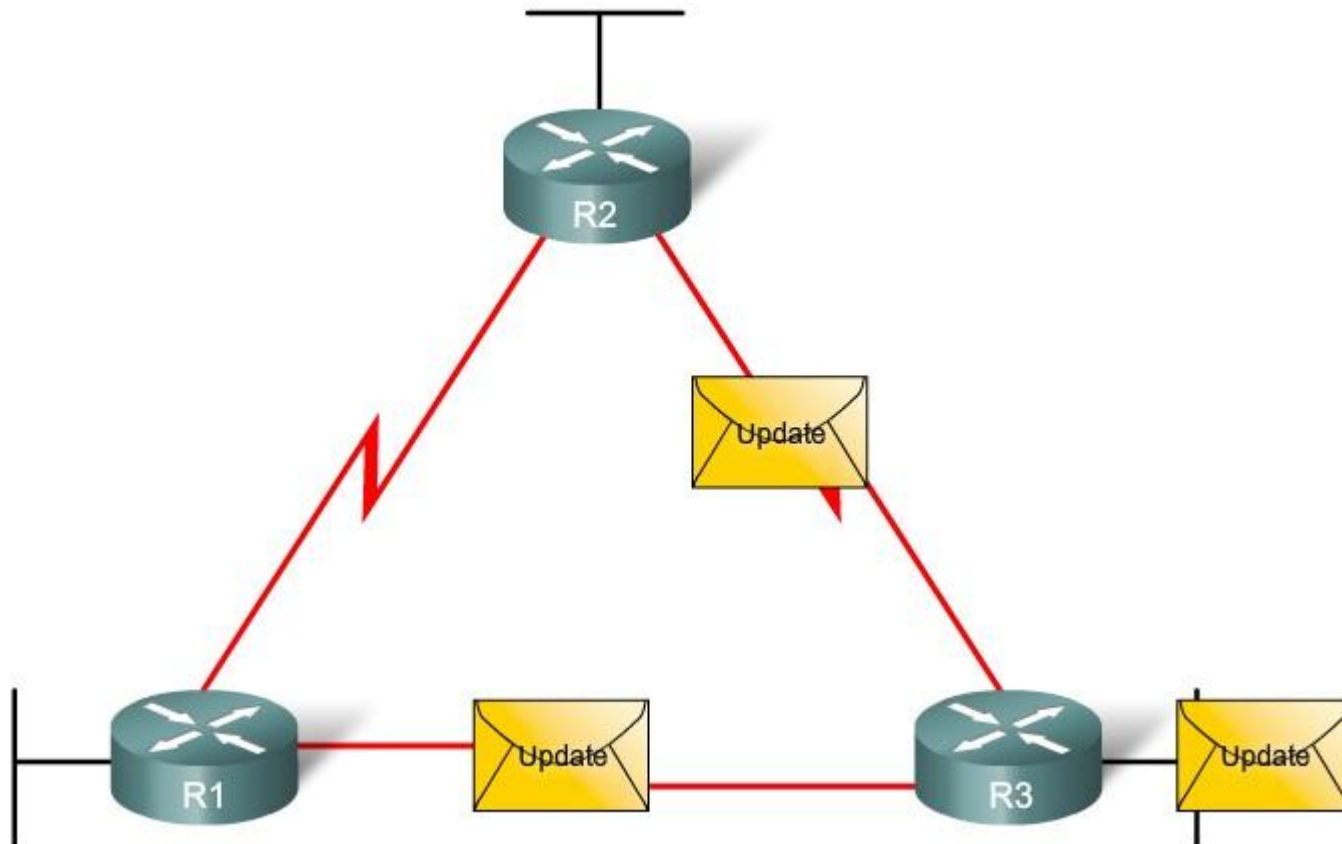
RIP — протокол дистанционно-векторной маршрутизации, который оперирует транзитными участками в качестве метрики маршрутизации.

Протокол маршрутной информации (Routing Information Protocol)

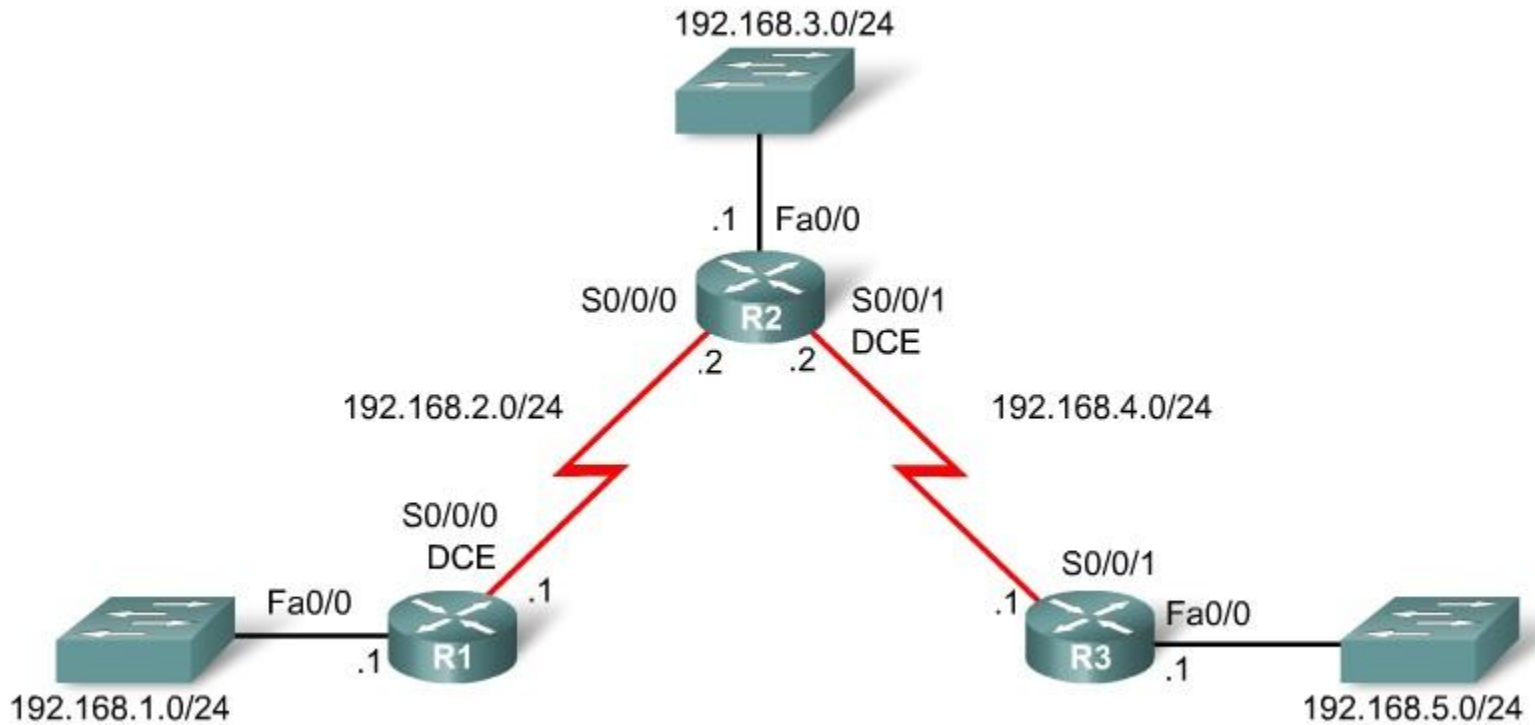
Недостатки протокола RIP v1:

- 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
```