

# XII. ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ



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



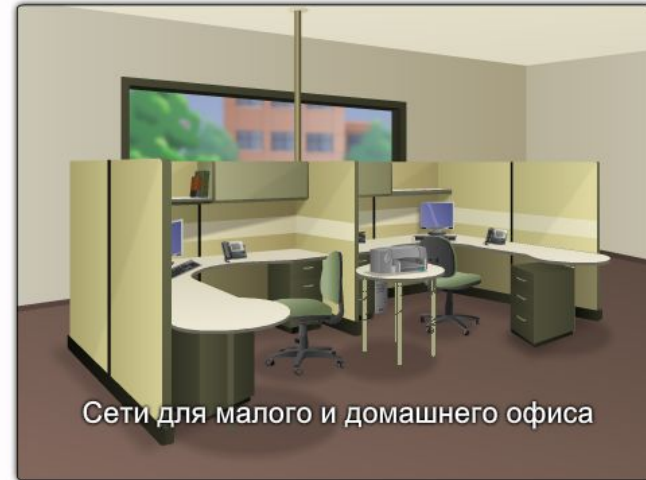
- локальные сети (LAN, Local Area Network);
- глобальные сети (WAN, Wide Area Network);
- городские сети (MAN, Metropolitan Area Network).
- персональные сети (PAN, Personal Area Network)

# Сети различаются размером и принципами установления связи

PAN  
LAN



LAN



MAN



WAN



\* SOHO-сети = Small or Home Office

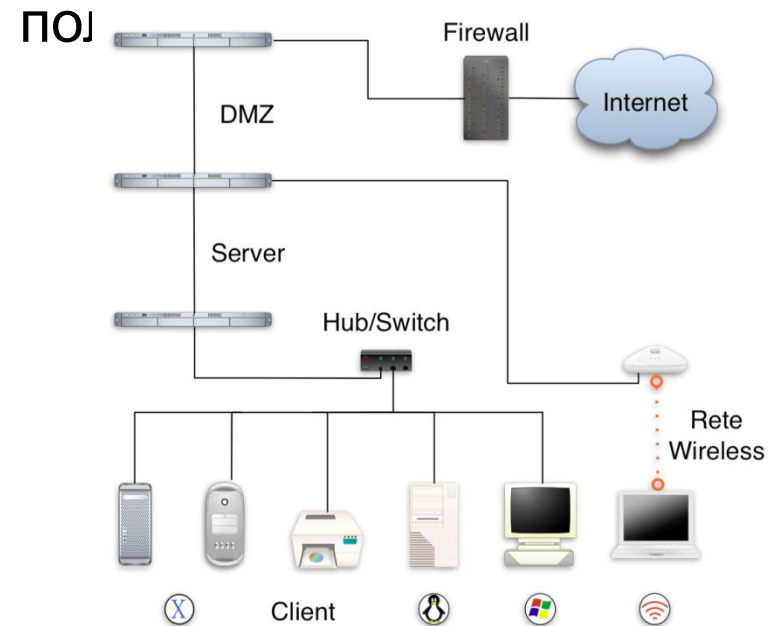
# WAN

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 ПО



# 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 данных	Интерпретация передаваемых данных
Уровень	Прикладной	Пользовательское

# 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. На канальном уровне

# 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 маршрутизации - RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First)

# 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)

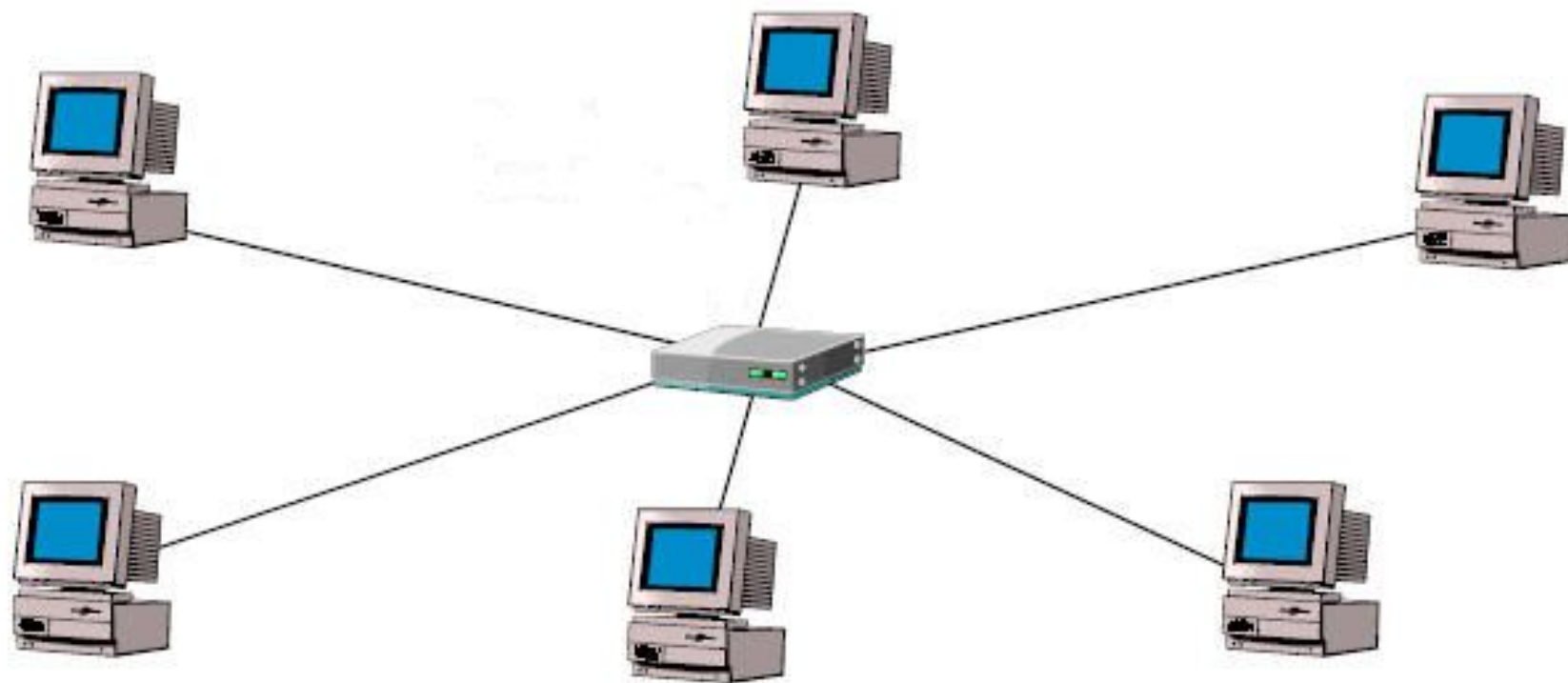
**Уровень 5. Сеансовый.** Сеансовый уровень координирует прием, передачу и выдачу одного сеанса связи. Для координации необходимы: контроль рабочих параметров, управление потоками данных промежуточных накопителей и диалоговый контроль, гарантирующий передачу имеющихся в распоряжении данных. Кроме того, 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 конечной системы.

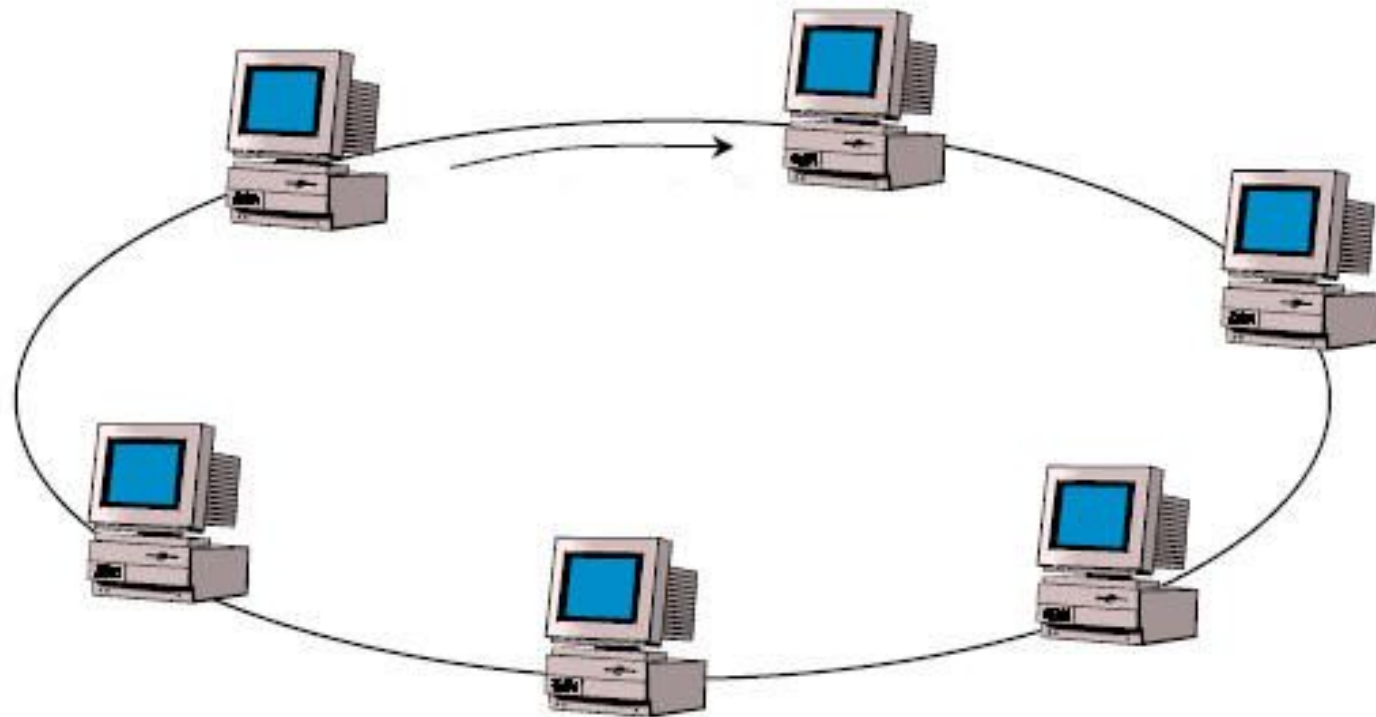
**Уровень 7. Прикладной.** В прикладном уровне необходимо предоставить в распоряжение пользователей уже переработанную информацию. С этим может справиться системное и пользовательское прикладное программное обеспечение.

# Топологии сетей



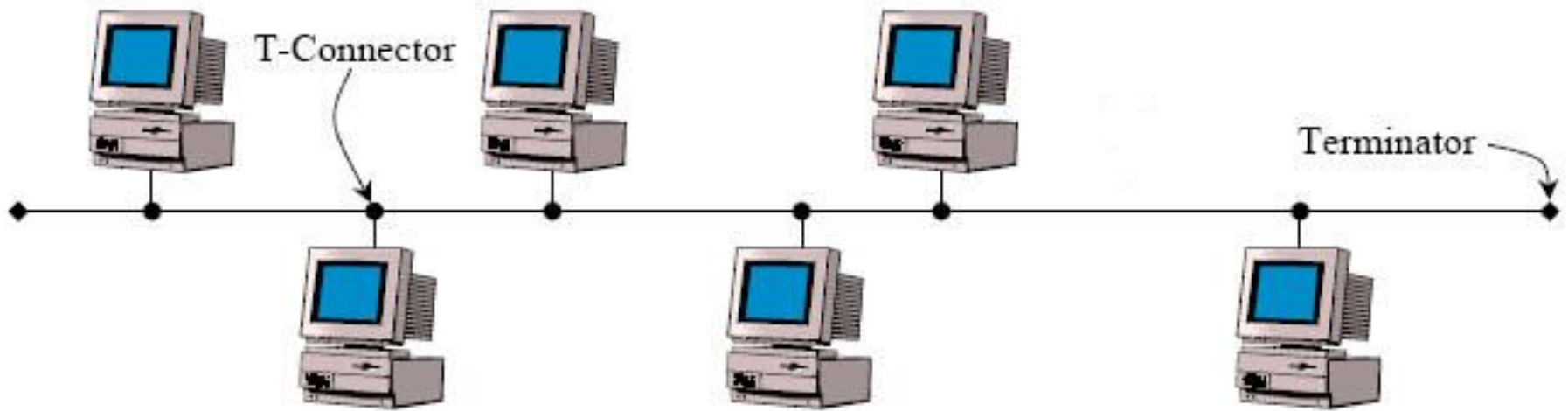
Топология «звезда»  
(Star)

# Топологии сетей



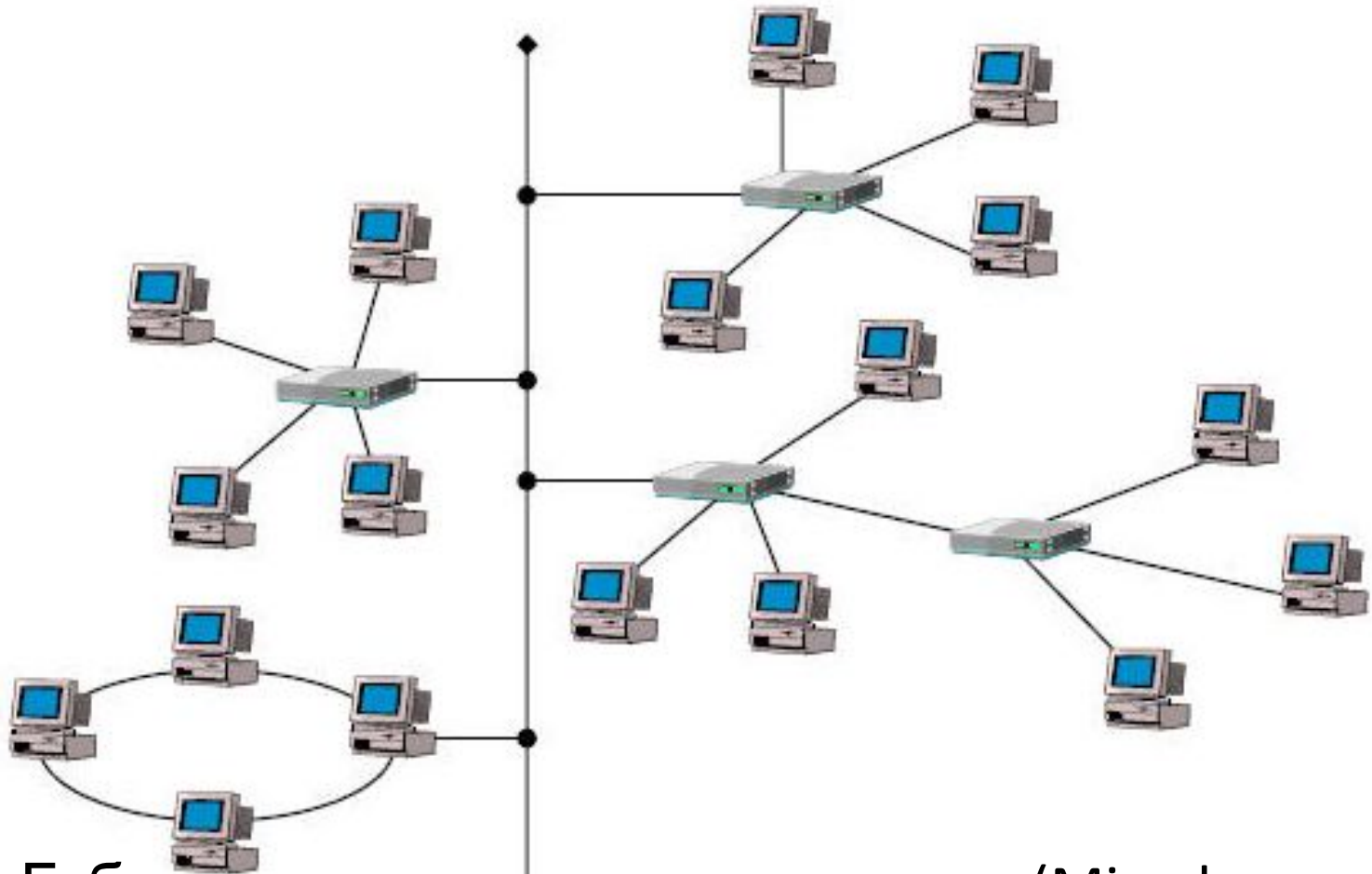
Топология «кольцо»  
(Ring)

# Топологии сетей



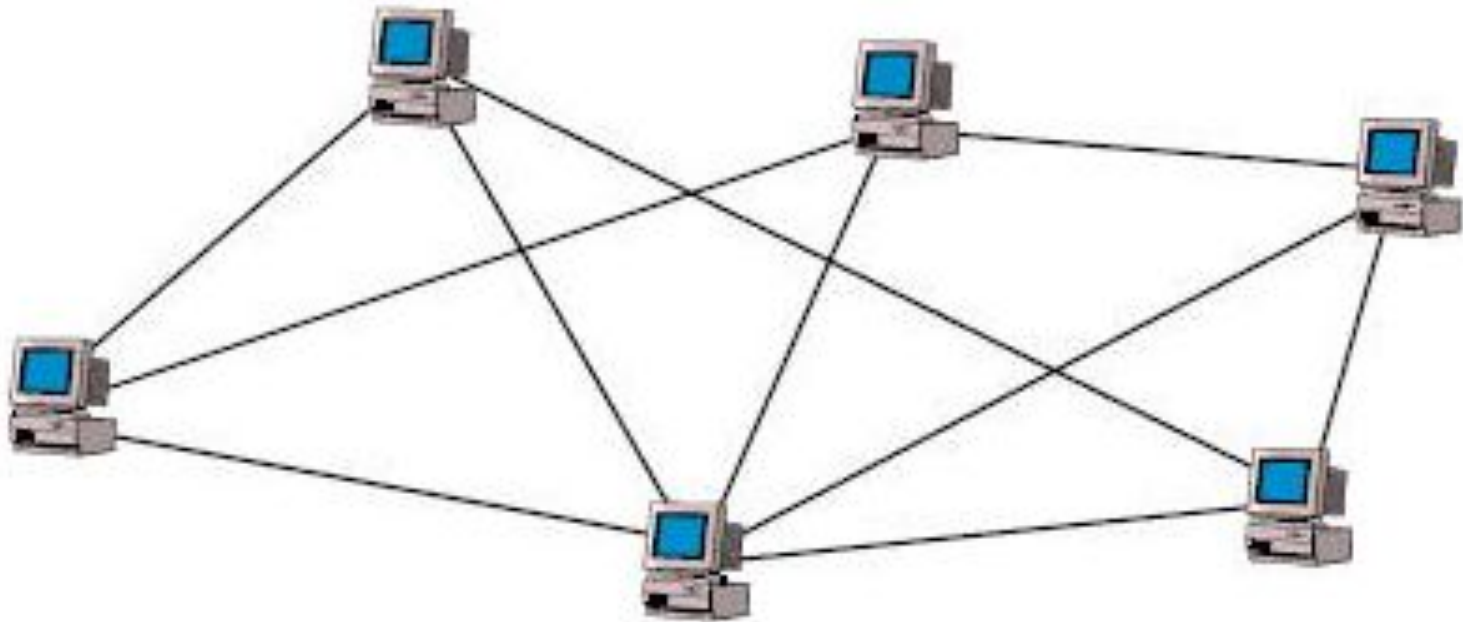
Топология «шина»  
(Bus)

# Топологии сетей



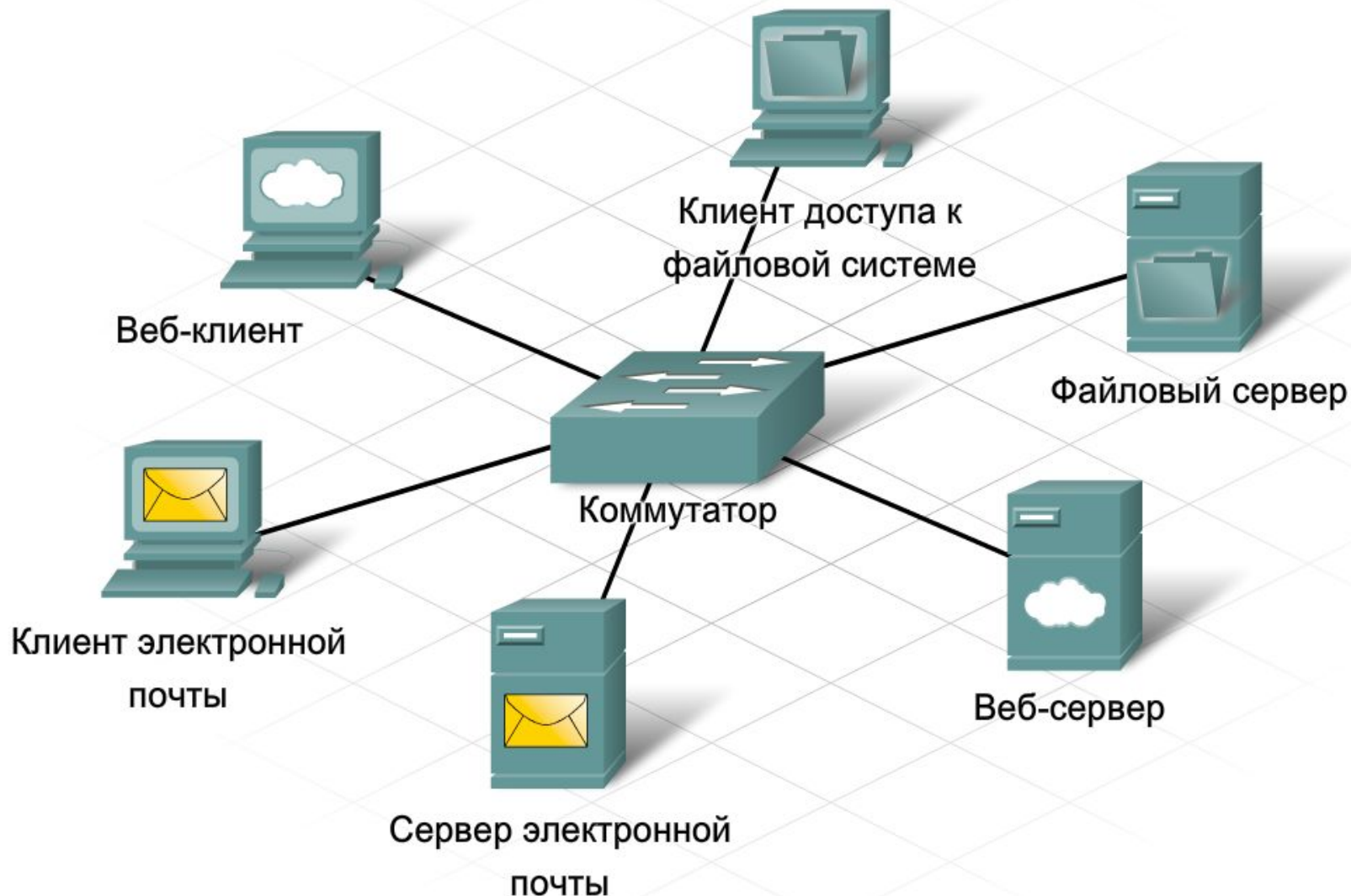
Гибридная, смешанная топология (Mixed, Hybrid)

# Топологии сетей



Ячеистая (связанная) топология  
(Mesh)

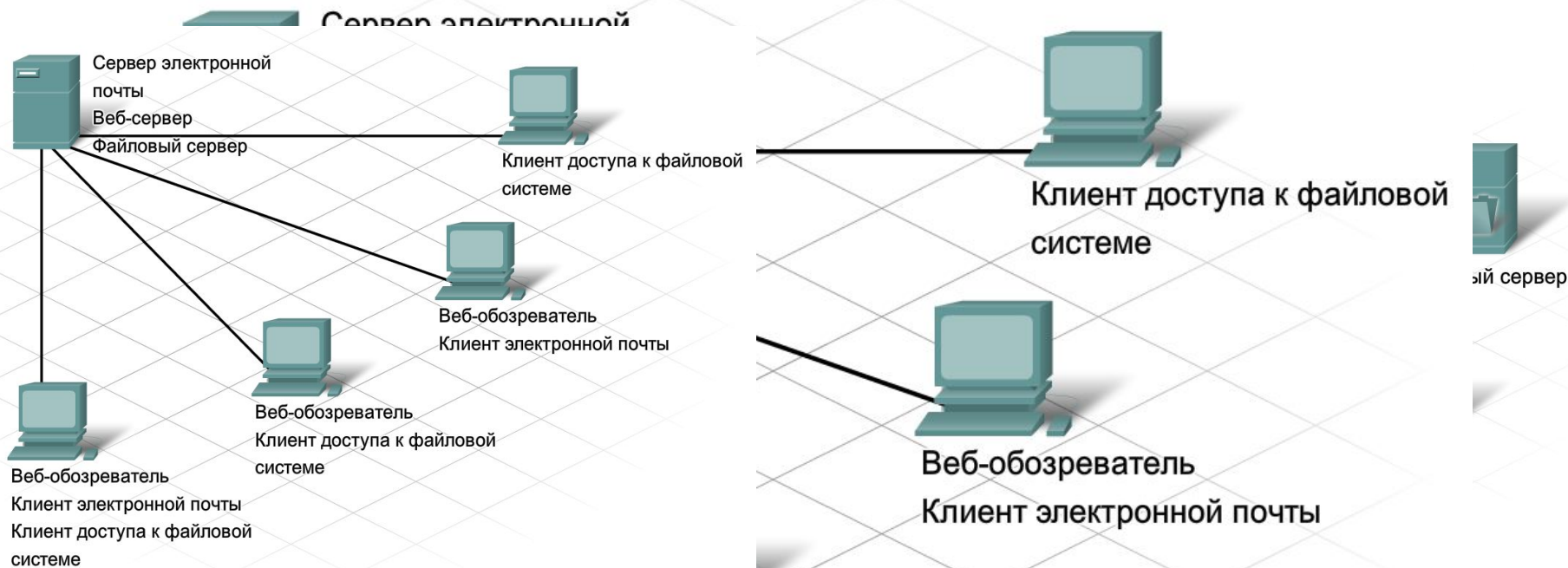
# В компьютерной сети компьютеры выполняют различные роли



**Роль компьютера в общем НЕ ИМЕЕТ отношения к топологии сети!**



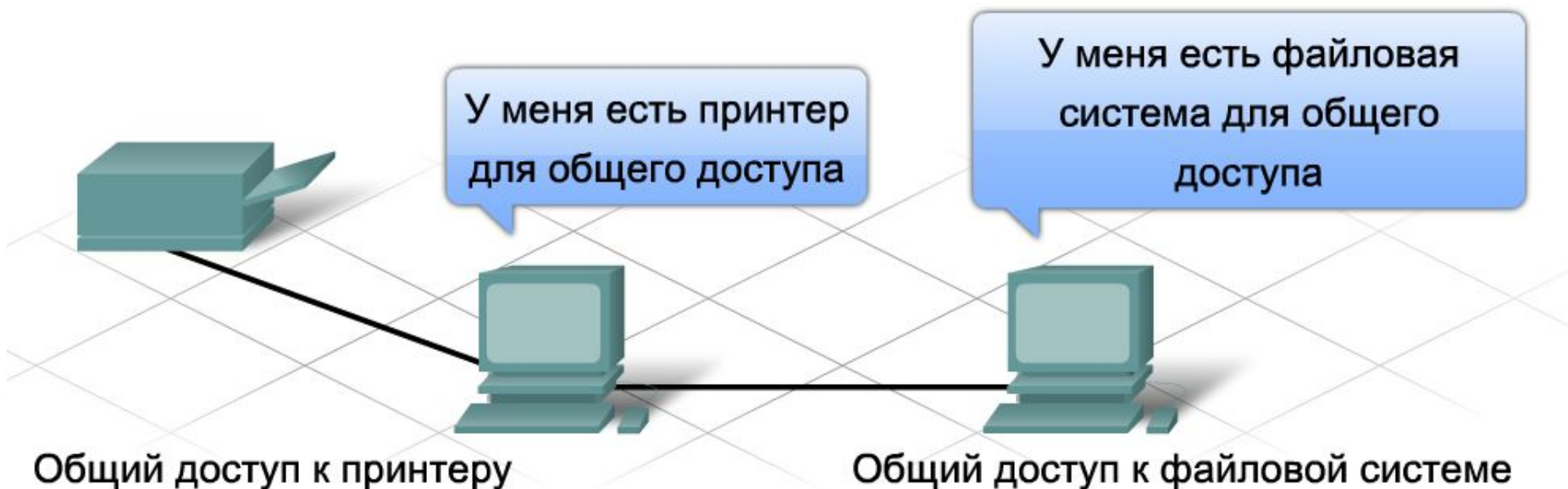
# В компьютерной сети компьютеры выполняют различные роли



Не следует путать архитектуру (структуру) сети и топологию сети! Архитектура – это логическое объединение ее компонентов/устройств, а топология – это физический способ соединения устройств сети

Роль компьютера в общем НЕ ИМЕЕТ отношения к топологии сети!

# Одноранговая сеть



Обычно клиентское и серверное программное обеспечение запускается на разных компьютерах, но эти роли может играть и один компьютер. В небольших корпоративных и домашних сетях многие компьютеры работают и как серверы, и как клиенты. Такие сети называются **одноранговыми**.

# Одноранговая сеть

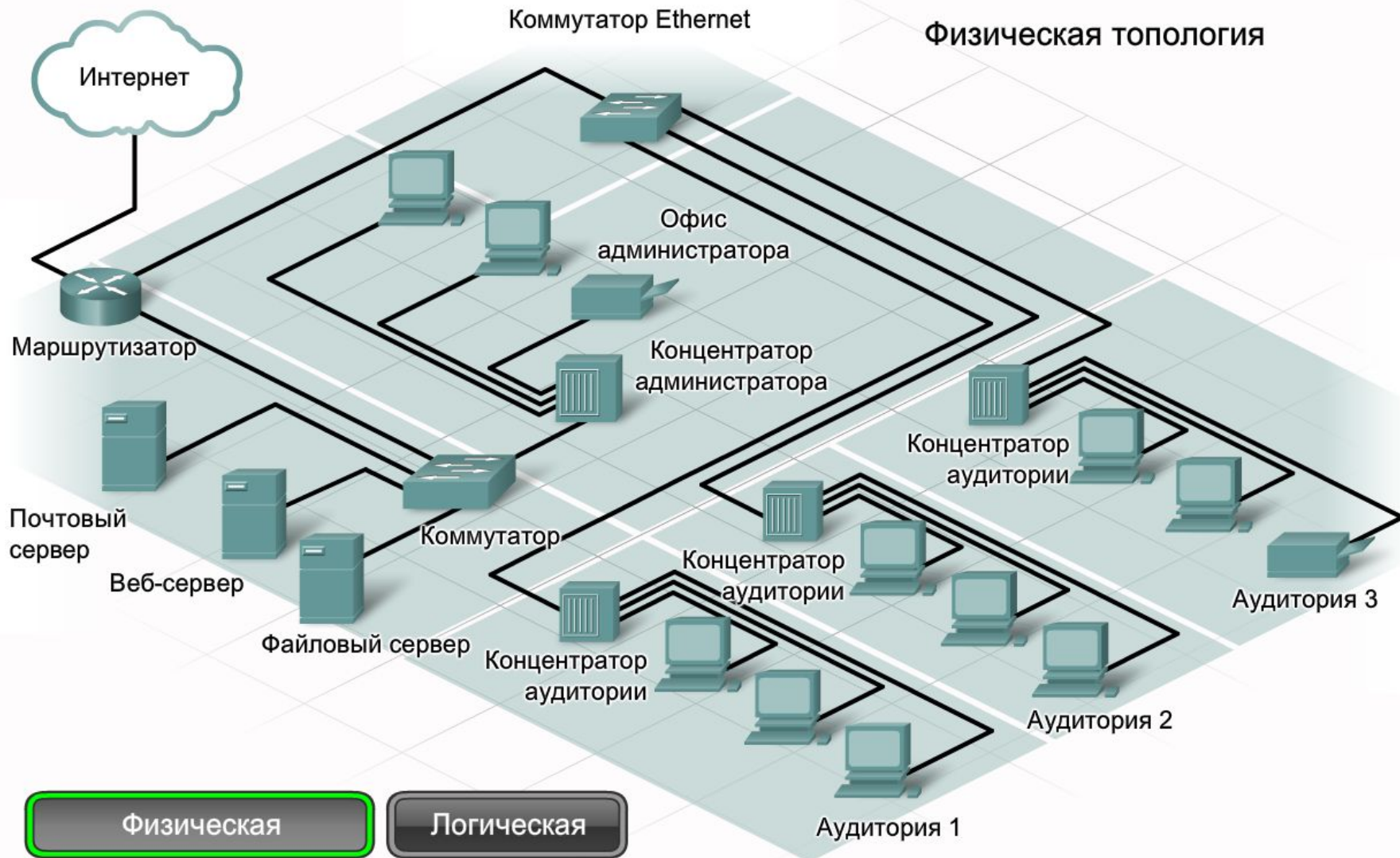
## **Преимущества** организации одноранговой сети:

- ✓ простота развертывания;
- ✓ низкая сложность;
- ✓ более низкая стоимость, т.к. сетевые устройства и выделенные серверы могут не понадобиться;
- ✓ возможность использования для выполнения простых задач, например, передачи файлов и предоставления общего доступа к принтерам.

## **Недостатки** организации одноранговой сети:

- ✓ отсутствие централизованного администрирования;
- ✓ низкий уровень безопасности;
- ✓ невозможность масштабирования;
- ✓ все устройства могут выполнять роль и клиентов, и серверов, что может снизить их производительность.

# Топологии сетей

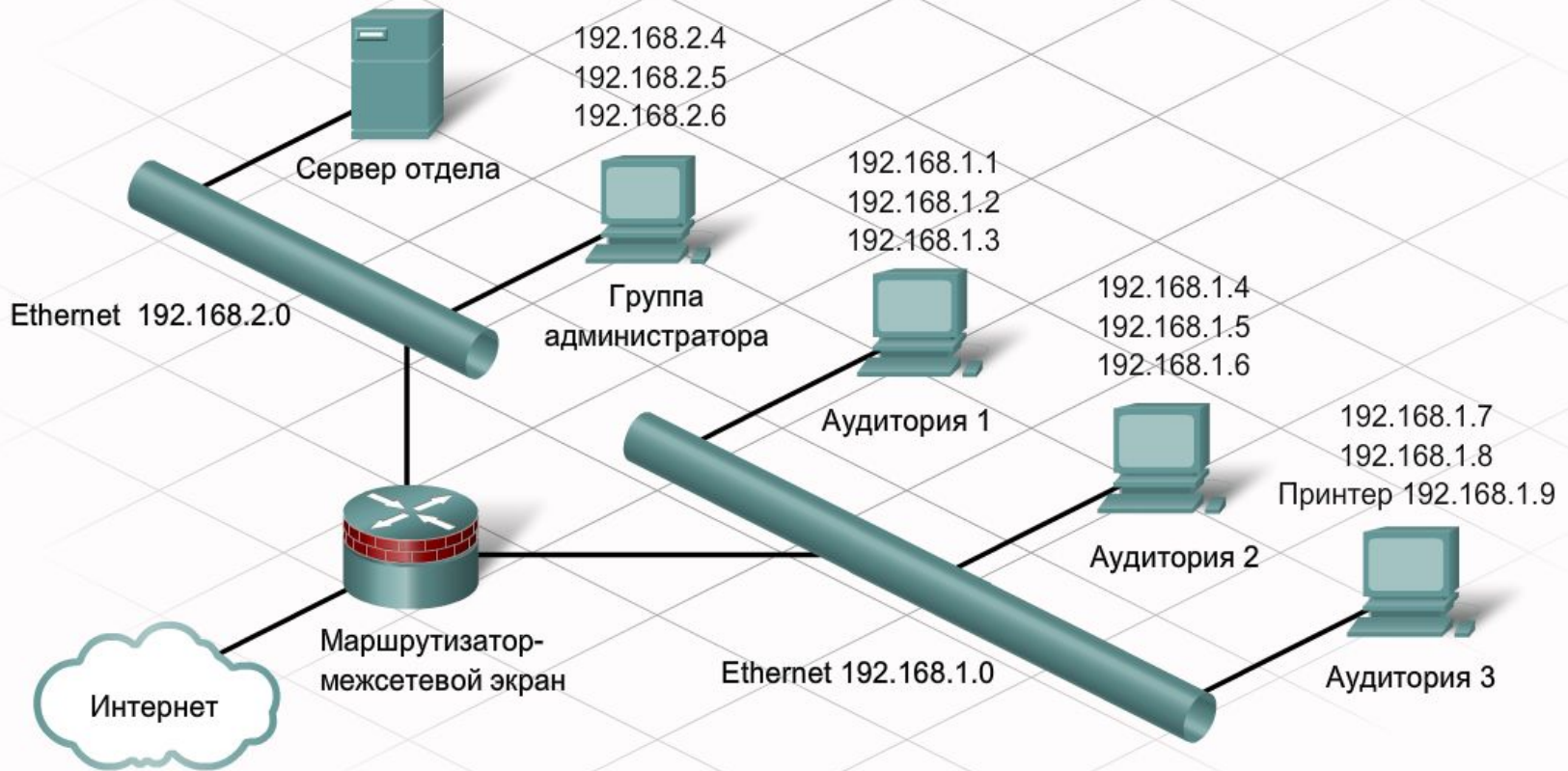




# Топологии сетей

Почтовый сервер 192.168.2.1  
Веб-сервер 192.168.2.2  
Файловый сервер 192.168.2.3

Логическая топология



Физическая

Логическая

# Физическая среда подключения

## **Витая пара (Twisted Pair, TP)**

В современной технологии Ethernet для подключения устройств чаще всего используется тип кабеля с медными проводниками, который называется витой парой. Поскольку Ethernet является основой большинства локальных сетей, витая пара - наиболее распространенный тип сетевого кабеля.

## **Коаксиальный кабель (Coaxial cable)**

Обычно коаксиальные кабели изготавливают из меди или алюминия. Они применяются в кабельном телевидении. Кроме того, таким кабелем соединяются различные компоненты систем спутниковой связи.

## **Оптоволоконный кабель (Fiber optic cable)**

Оптоволоконные кабели изготавливаются из стекла или пластика. У них очень высокая пропускная способность, позволяющая передавать большие объемы данных. Оптоволоконные кабели используются в магистральных сетях, на крупных предприятиях и больших информационных центрах. Кроме того, их активно применяют телефонные компании

# Оборудование

## 1. Для проводной сети:

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

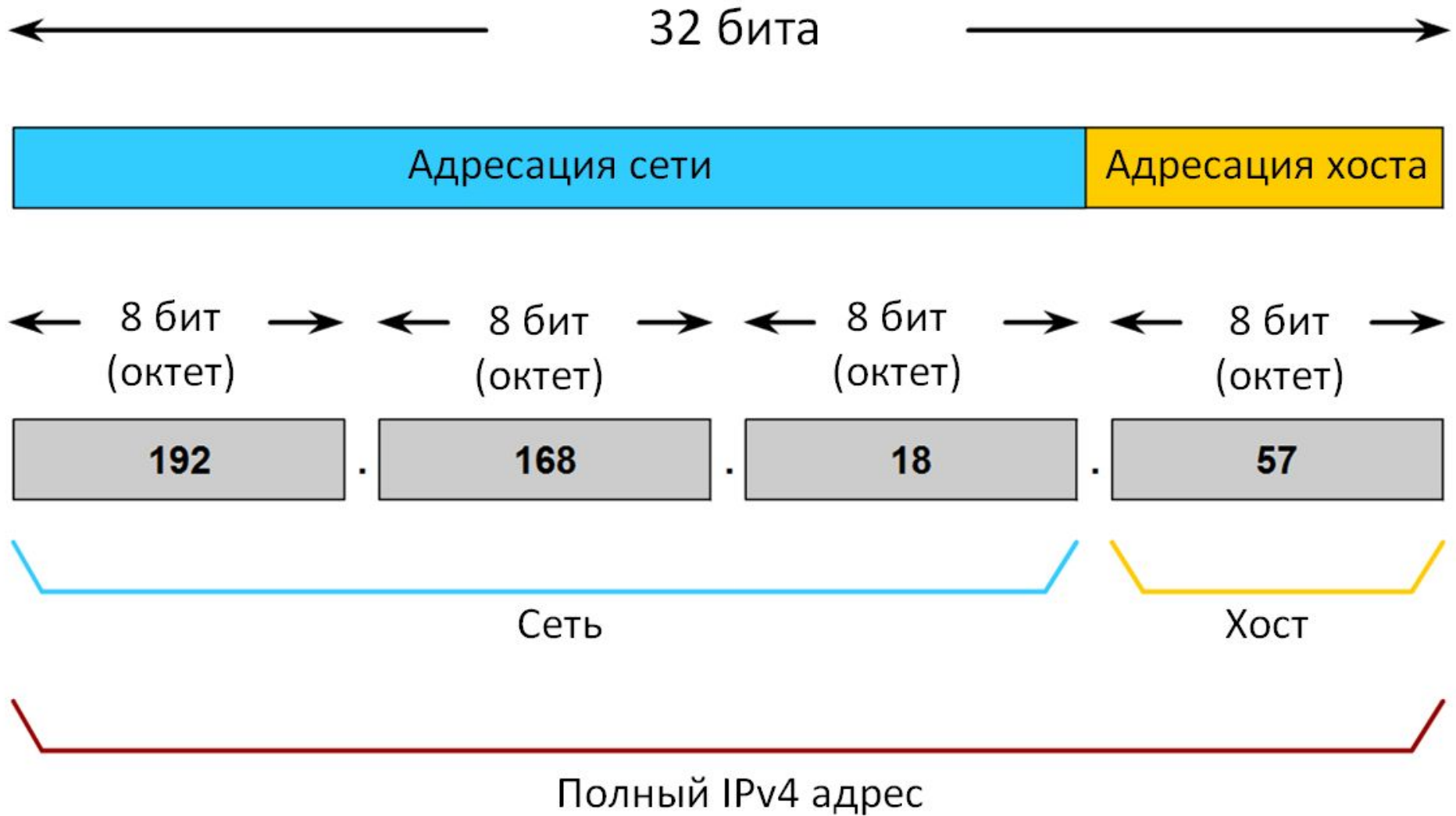
## 2. Для беспроводной сети:

- 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

# Использование маски подсети на примере двоичной арифметики

Адрес хоста	192	168	1	1
Маска подсети	255	255	255	0
Адрес хоста	<b>11000000</b>	<b>10101000</b>	<b>00000001</b>	<b>00000001</b>
	AND	AND	AND	AND
Маска подсети	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>00000000</b>
Адрес подсети	<b>=11000000</b>	<b>=10101000</b>	<b>=00000001</b>	<b>=00000000</b>

24 бита

$2^8=256$  адресов

.0 – подсеть

.255 –  
широковещательный

остается 254 адреса

/24 означает использование 24 бит  
маски подсети для определения адреса  
подсети

# Использование маски подсети на примере двоичной арифметики

Адрес хоста	192	168	1	129
Маска подсети	255	255	255	128
Адрес хоста	<b>11000000</b>	<b>10101000</b>	<b>00000001</b>	<b>10000001</b>
	AND	AND	AND	AND
Маска подсети	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>10000000</b>
Адрес подсети	<b>=11000000</b>	<b>=10101000</b>	<b>=00000001</b>	<b>=10000000</b>

25 бит

$2^7=128$  адресов

/25 означает использование 25 бит

маски подсети для определения адреса

подсети .0 и .128 ... .255

подсеть широковещательный подсеть

широковещательный

.128 – подсеть

.255 –

широковещательный

остается 126 адресов

$256/128 = 2$  диапазона адресов по 128 адресов в каждом

# Использование маски подсети на примере двоичной арифметики

Адрес хоста	192	168	1	253
Маска подсети	255	255	255	252
Адрес хоста	<b>11000000</b>	<b>10101000</b>	<b>00000001</b>	<b>11111101</b>
	AND	AND	AND	AND
Маска подсети	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>11111100</b>
Адрес подсети	<b>=11000000</b>	<b>=10101000</b>	<b>=00000001</b>	<b>=11111100</b>

30 бит

$2^2=4$  адреса

/30 означает использование 30 бит

маски подсети для определения адреса

.252 – подсеть

подсети |.8....11|.12....15|.16....19|.....|.248....251|.252....255

.255 – широковещательный

$256/4 = 64$  диапазона адресов по 4 адреса в каждом

остается 2 адреса

Класс А	0	7-разрядный адрес сети	24-разрядный адрес интерфейса
Класс В	10	14-разрядный адрес сети	16-разрядный адрес интерфейса
Класс С	110	21-разрядный адрес сети	8-разрядный адрес интерфейса

Классы IP-адресов					
Класс	Первые биты	Число байт для № сети	Число байт для № узла	Число сетей	Число узлов
А	0	1	3	128 (-2)	16 777 216 (-2)
В	10	2	2	16 384	65 536 (-2)
С	110	3	1	2 097 152	256 (-2)

Класс	Первые биты	Нумерация IP-сетей	
		Наименьший номер сети	Наибольший номер сети
А	0	1.0.0.0	126.0.0.0
В	10	128.0.0.0	191.255.0.0
С	110	192.0.0.0	223.255.255.0

192.0.2.32/27.

Октеты IP-адреса	192	0	2	32
Биты IP-адреса	1 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 1 0 0 0 0 0
Биты маски подсети	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0
Октеты маски подсети	255	255	255	224

172.16.0.1/12.

Октеты IP-адреса	172	16	0	1
Биты IP-адреса	1 0 1 0 1 1 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1
Биты маски подсети	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Октеты маски подсети	255	240	0	0



## Возможные маски

IP/маска	До последнего IP в подсети	Маска	Количество адресов	Класс
a.b.c.d/32	+0.0.0.0	255.255.255.255	1	1/256 C
a.b.c.d/31	+0.0.0.1	255.255.255.254	2	1/128 C
a.b.c.d/30	+0.0.0.3	255.255.255.252	4	1/64 C
a.b.c.d/29	+0.0.0.7	255.255.255.248	8	1/32 C
a.b.c.d/28	+0.0.0.15	255.255.255.240	16	1/16 C
a.b.c.d/27	+0.0.0.31	255.255.255.224	32	1/8 C
a.b.c.d/26	+0.0.0.63	255.255.255.192	64	1/4 C
a.b.c.d/25	+0.0.0.127	255.255.255.128	128	1/2 C
a.b.c.0/24	+0.0.0.255	255.255.255.000	256	1 C

## Возможные маски

IP/маска	До последнего IP в подсети	Маска	Количество адресов	Класс
a.b.c.0/23	+0.0.1.255	255.255.254.000	512	2 C
a.b.c.0/22	+0.0.3.255	255.255.252.000	1024	4 C
a.b.c.0/21	+0.0.7.255	255.255.248.000	2048	8 C
a.b.c.0/20	+0.0.15.255	255.255.240.000	4096	16 C
a.b.c.0/19	+0.0.31.255	255.255.224.000	8192	32 C
a.b.c.0/18	+0.0.63.255	255.255.192.000	16 384	64 C
a.b.c.0/17	+0.0.127.255	255.255.128.000	32 768	128 C
a.b.0.0/16	+0.0.255.255	255.255.000.000	65 536	256 C = 1 B

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

# Публичные и частные IP-адреса

В соответствии со стандартом RFC 1918 для общения внутри организаций было зарезервировано несколько диапазонов адресов класса А, В и С. Как видно из таблицы, в диапазон частных адресов входит одна сеть класса А, 16 сетей класса В и 256 сетей класса С. Таким образом, сетевые администраторы получили определенную степень свободы в плане предоставления внутренних адресов.

Класс адреса	Число зарезервированных сетевых адресов	Сетевые адреса
А	1	10.0.0.0
В	16	172.16.0.0 - 172.31.0.0
С	256	192.168.0.0 - 192.168.255.0

# 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)

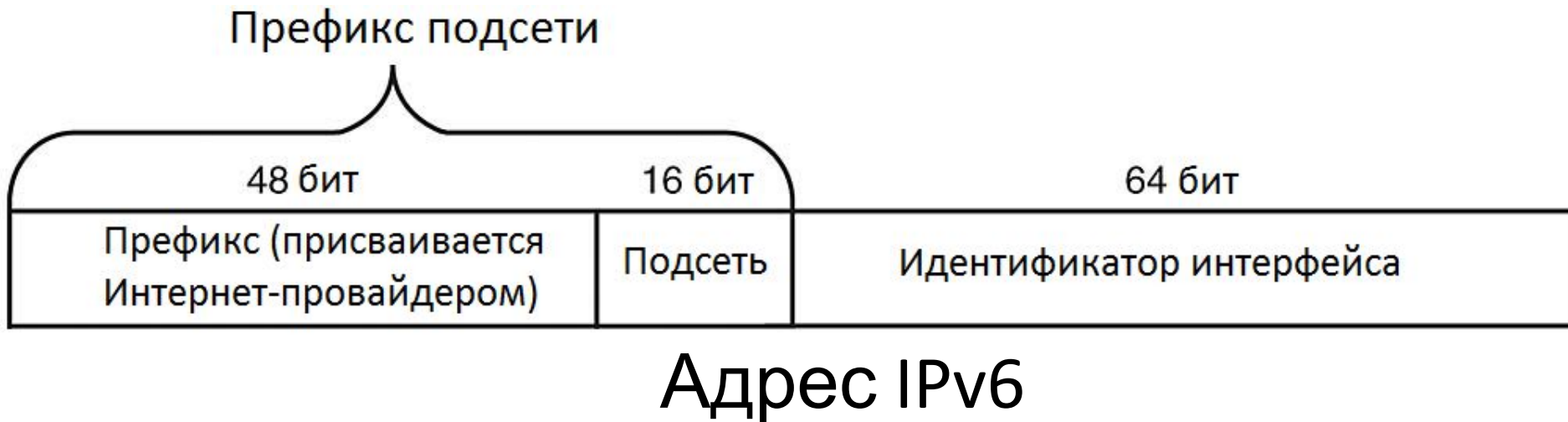


# Общие недостатки протокола IPv4

- 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

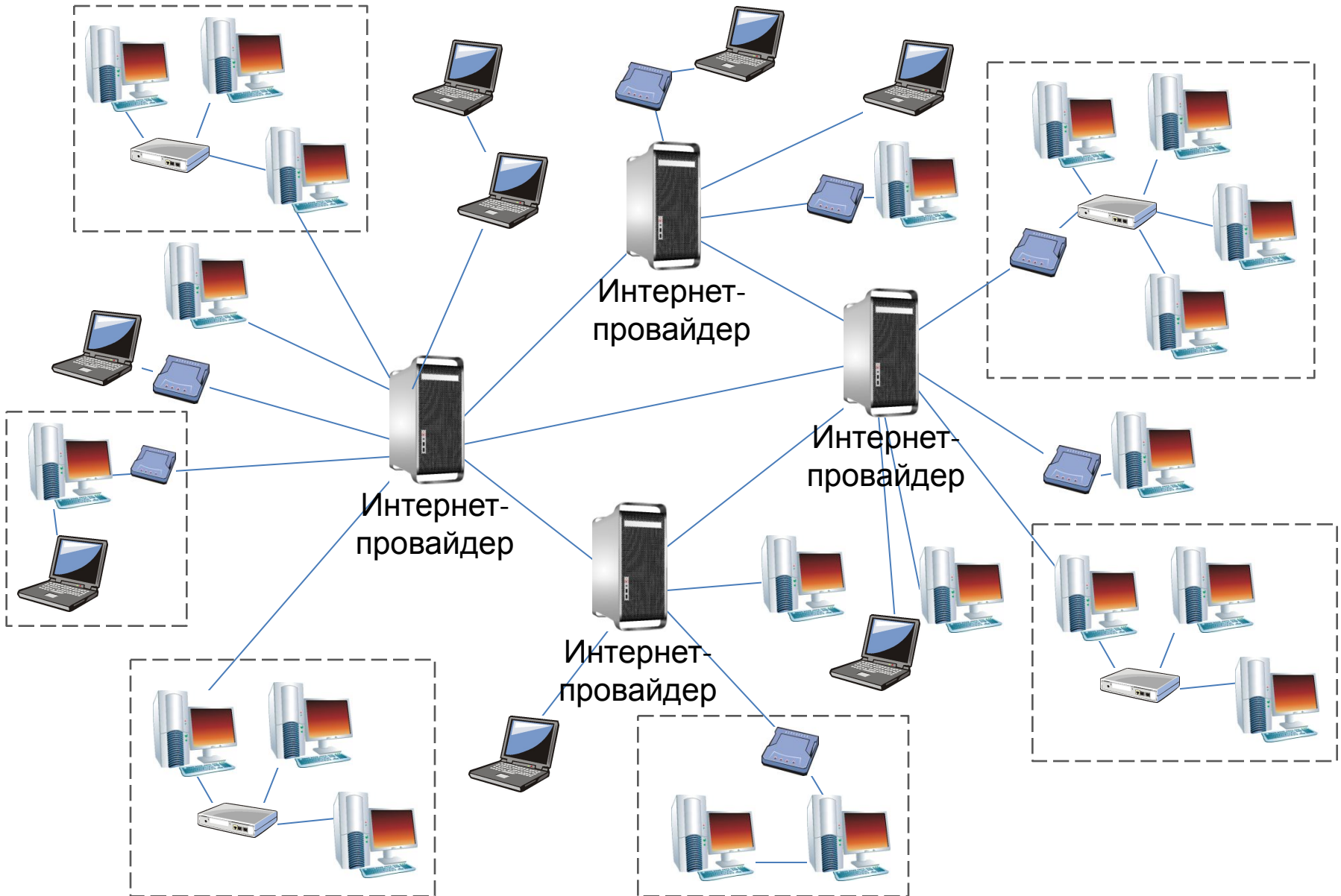
- Возможность автоконфигурирования IP адресов;
- Упрощение маршрутизации;
- Облегчение (упрощение) заголовка пакета;
- Поддержка качества обслуживания (QoS);
- Наличие возможности криптозащиты датаграмм на уровне протокола;
- Повышенная безопасность передачи данных.



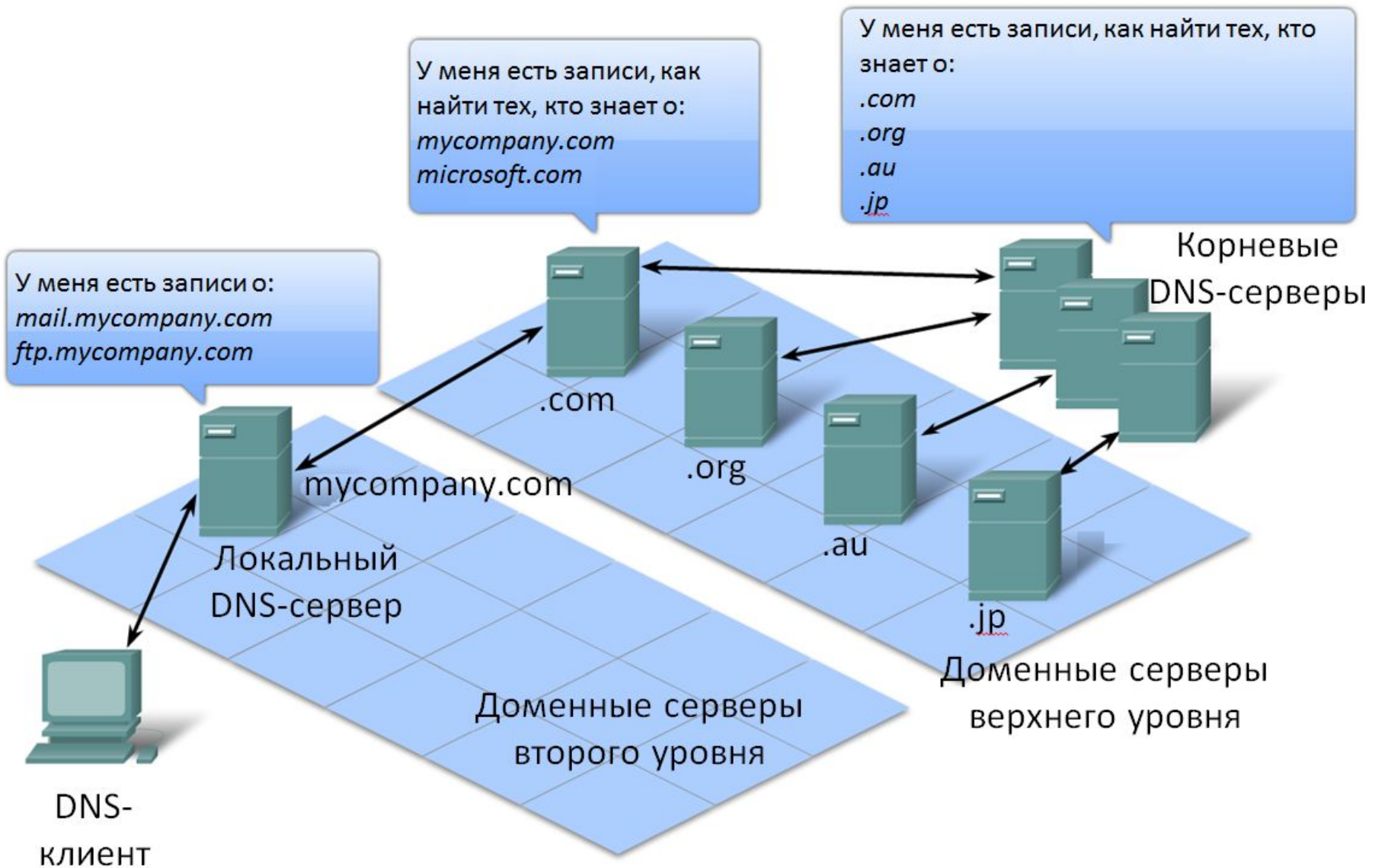
# **Интернет – вкратце о глобальном...**



# Структура сети Интернет



# Доменная система имен - DNS



# Адресация в Интернете

## Примеры доменов первого уровня

Географические	Тематические
<p>.RU – Россия</p> <p>.KZ – Казахстан</p> <p>.BY – Белоруссия</p> <p>.SU – СССР</p> <p>.FR – Франция</p> <p>.DE – Германия</p>	<p>.COM – коммерческие ресурсы</p> <p>.NET – ресурсы, связанные с сетью</p> <p>.ORG – некоммерческие организации</p> <p>.INFO – информационные ресурсы</p> <p>.EDU – образовательные организации</p> <p>.GOV – правительственные организации</p>

# *Адресация в Интернете*

Примеры доменных имён второго уровня:

**yandex.ru** (IP-адрес 77.88.21.11)

**wikipedia.org** (IP-адрес 280.80.152.2)

Примеры доменных имён третьего уровня:

**market.yandex.ru** (IP-адрес 93.158.134.22)

**ru.wikipedia.org** (IP-адрес 91.198.174.232)

# *Способы подключения к Интернету*

- ✓ Модемное соединение – ADSL/Dial-Up
- ✓ Мобильный телефон и GPRS/3G модем
- ✓ Выделенный канал (Ethernet)
- ✓ Спутниковый интернет
- ✓ Радиодоступ (Wi-Fi, WiMax)