



# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

The background is a vibrant blue and purple digital landscape. It features a central globe showing the Americas, surrounded by glowing circuit traces, data streams, and abstract geometric shapes. The overall aesthetic is high-tech and futuristic.

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

# Раздел 1

## Общие сведения о компьютерной сети





# Тема 1.1. Понятие компьютерной сети

# Понятие компьютерной сети

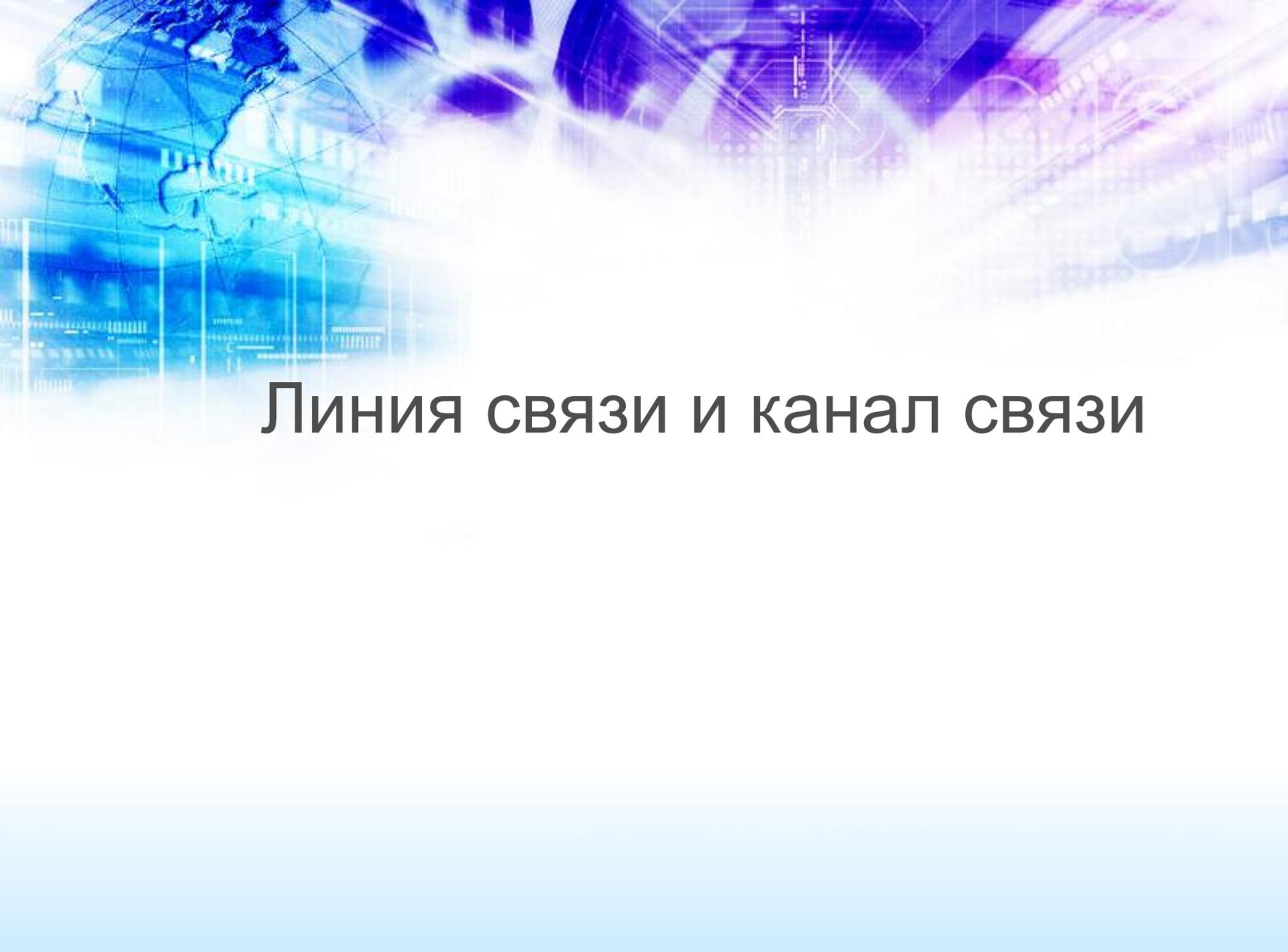
**Компьютерная сеть** (вычислительная сеть, сеть передачи данных) — система связи компьютеров или компьютерного оборудования (серверы, маршрутизаторы и другое оборудование).



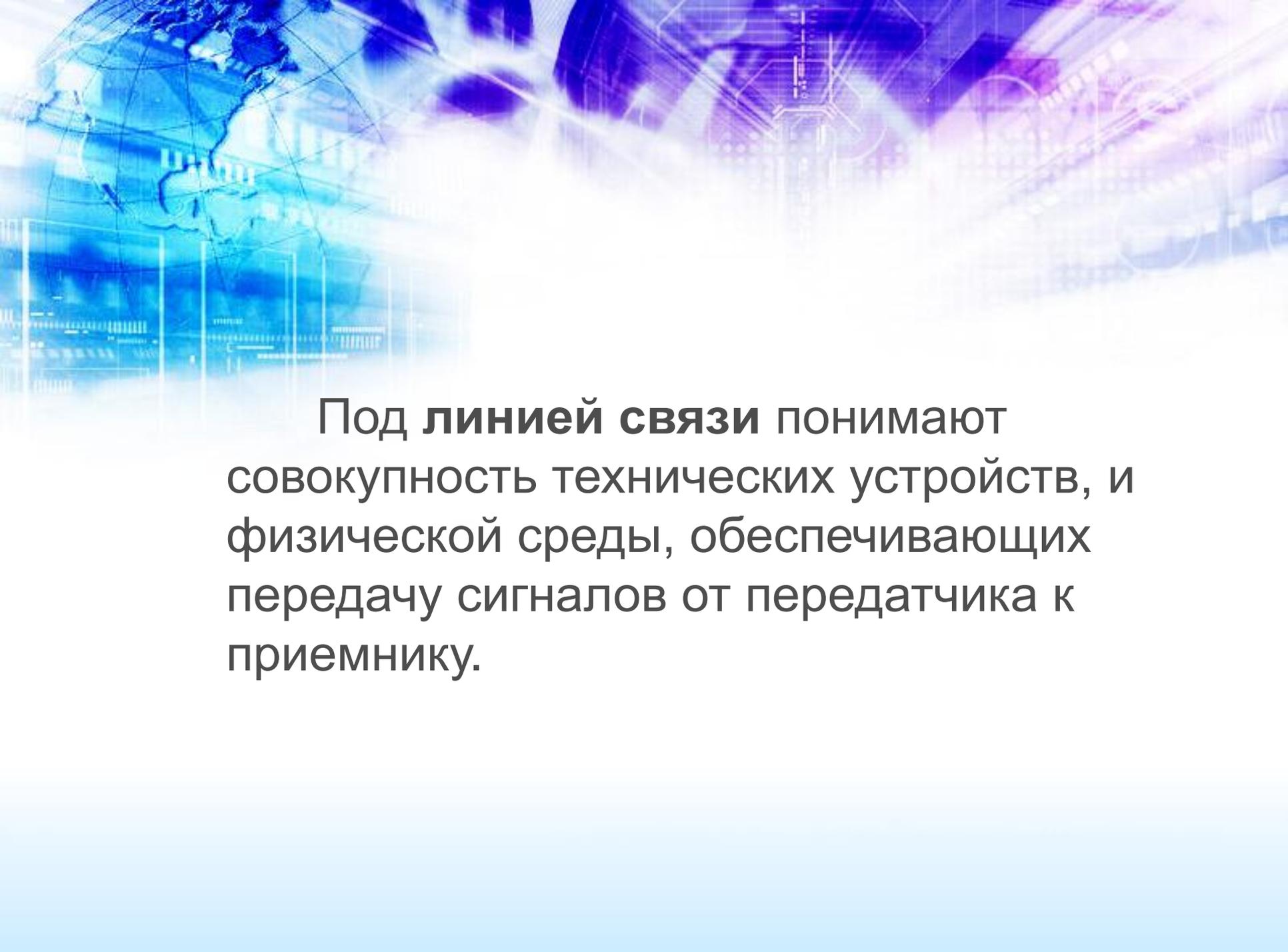


## Понятие компьютерной сети

Для передачи информации могут быть использованы различные физические явления - электрические сигналы, световые сигналы или электромагнитное излучение.



# Линия связи и канал связи



Под **линией связи** понимают совокупность технических устройств, и физической среды, обеспечивающих передачу сигналов от передатчика к приемнику.



В реальной жизни примерами линий связи могут служить участки кабеля и усилители, обеспечивающие передачу сигналов между коммутаторами телефонной сети.

На основе линий связи строятся каналы связи.



**Каналом связи** называют систему технических устройств и линий связи, обеспечивающую передачу информации между абонентами.



Соотношение между понятиями "канал" и "линия" описывается следующим образом: канал связи может включать в себя несколько разнородных линий связи, а одна линия связи может использоваться несколькими каналами

Канал связи



Линия связи

Линия связи

Линия связи



Канал связи

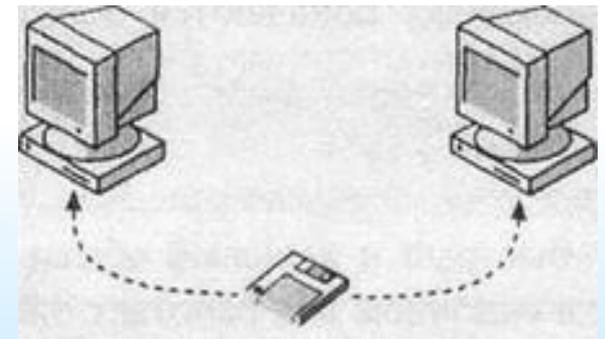
## Понятие компьютерной сети

Рождение компьютерных сетей было вызвано практической потребностью - иметь возможность для совместного использования данных.



# Понятие компьютерной сети

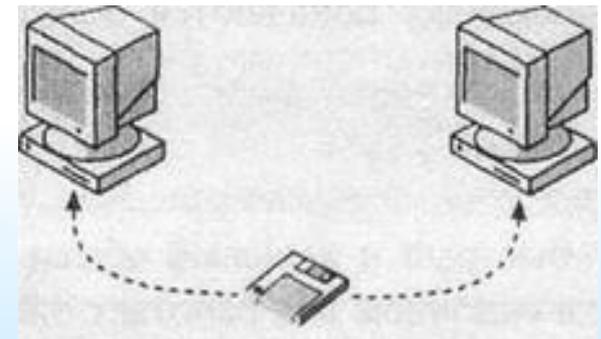
Персональный компьютер (традиционно) не имел возможности быстро поделиться своей информацией с другими ПК.



# Понятие компьютерной сети

Когда не было сетей, приходилось или распечатывать каждый документ или копировать информацию на дискеты.

Одновременная обработка документов несколькими пользователями исключалась.



# Понятие компьютерной сети

Подобная схема работы называется работой в автономной среде.



# Понятие компьютерной сети

Сетью называется группа соединенных компьютеров и других устройств

Концепция соединенных и совместно использующих ресурсы компьютеров носит название сетевое взаимодействие.



# Понятие компьютерной сети

*В настоящее время ВС получили  
широкое распространение.*





# Тема 1.2. Классификация компьютерных сетей





# Классификация компьютерных сетей

Сети подразделяются на:

1. локальные - располагаются в пределах одного здания или группы зданий и принадлежат одной организации.

*Примером такой сети может служить сеть техникума.*



# Классификация компьютерных сетей

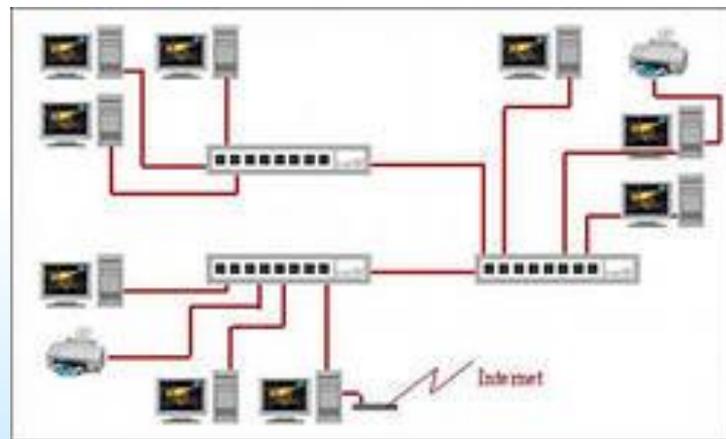
2. глобальные - охватывают большую территорию и обслуживают огромное число пользователей.  
Пример – Internet.

# 1. Локальные сети.



# Локальные сети

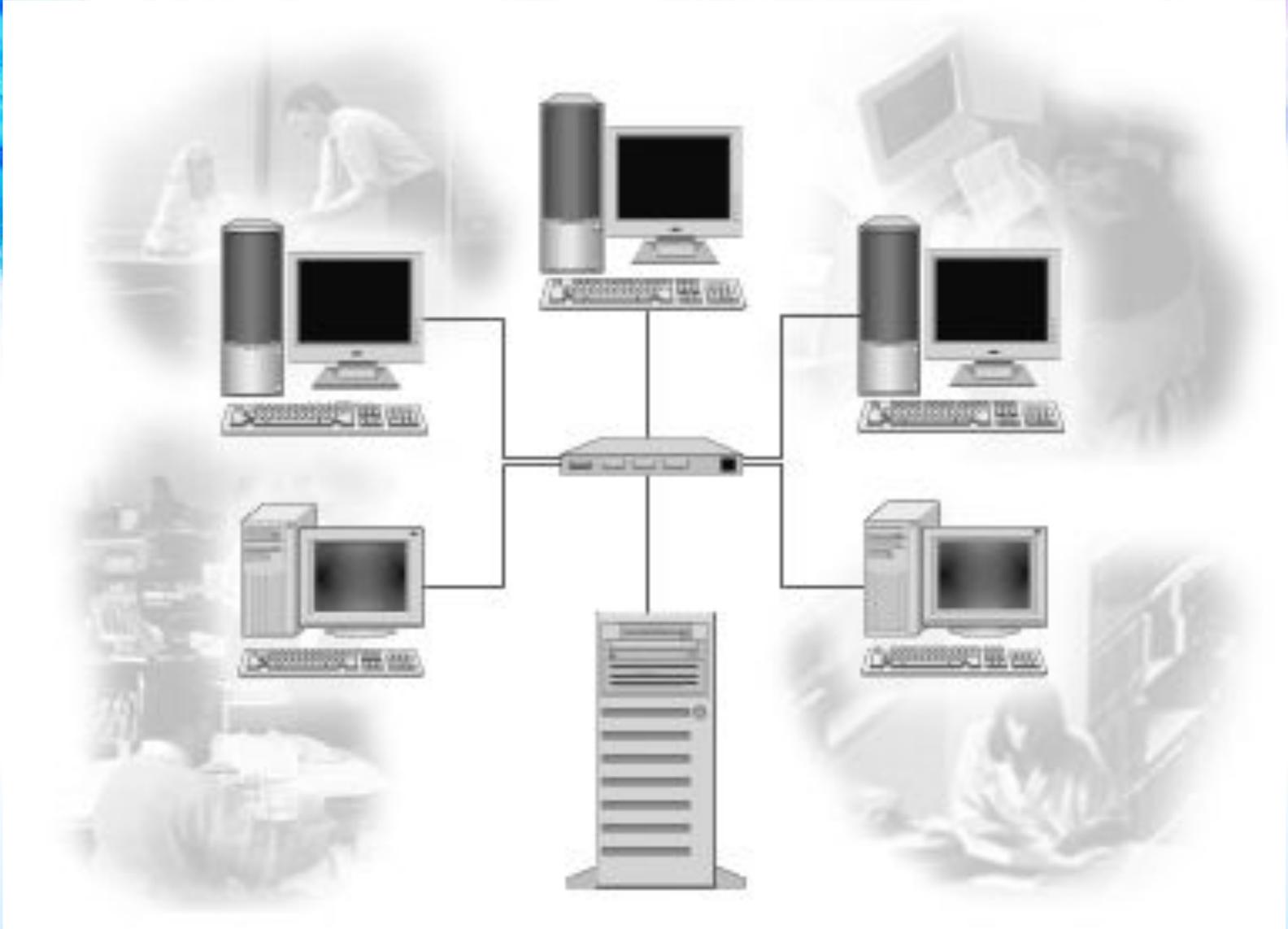
*Локальная вычислительная сеть (ЛВС, LAN) – это система передачи данных, которая позволяет независимым устройствам взаимодействовать между собой.*





# Локальные сети

Как правило, ЛВС состоит из: сетевого адаптера для каждого ПК в сети, кабеля, соединяющего отдельные ПК в сеть, сетевой операционной системы и программ управления сетью, а также прикладных программ, способных использовать разделяемые ресурсы сети.





# Локальные сети

Современные ЛВС часто имеют в своем составе сервер, который обычно функционирует как центральный архив данных и обслуживает периферийные устройства.

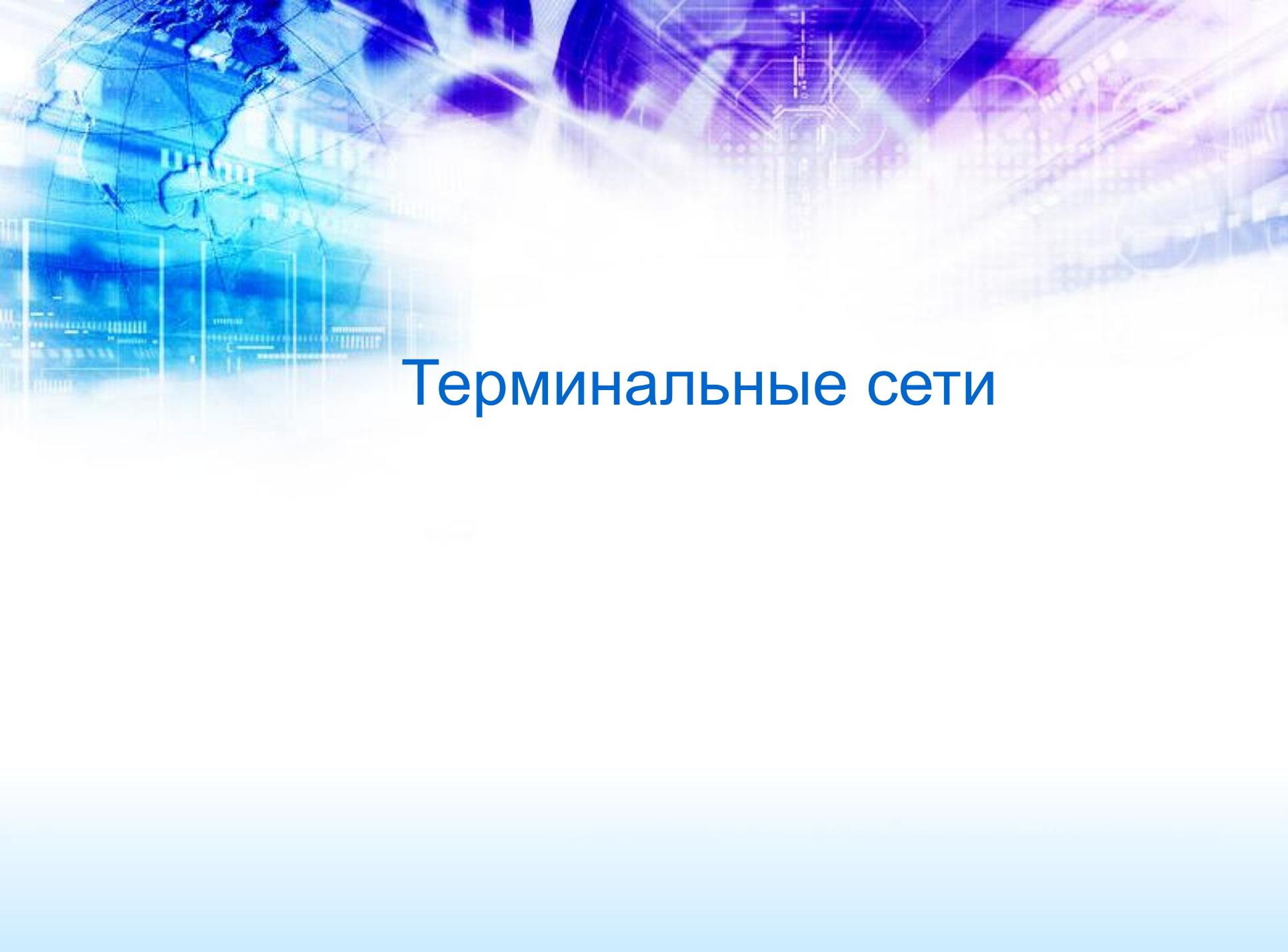
## 2. История развития вычислительных сетей



# История развития ВС

Кроме компьютерных сетей в области ИТ применяются терминальные сети.

Терминальные сети строятся на других, чем компьютерные сети, принципах и на другой вычислительной технике.



# Терминальные сети



# Терминальные сети

**Терминальный комплекс** – вычислительная структура, предназначенная для организации массового доступа удаленных и локальных пользователей к ресурсам компьютерной системы.

# Терминальные сети

Терминальные комплексы применяются:

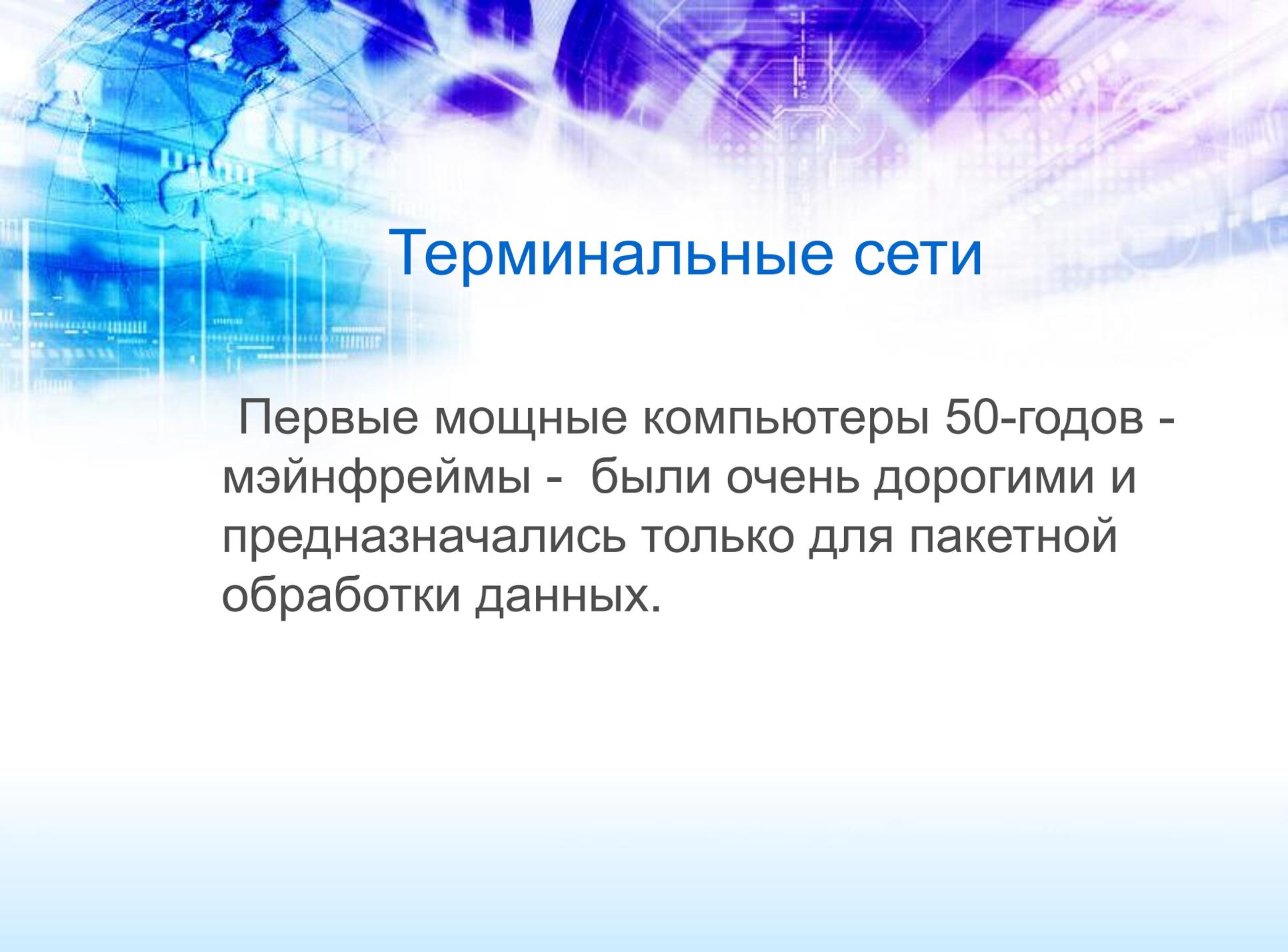
- для сбора и централизованной обработки информации (*например, обработка результатов переписи населения или выборов*);

# Терминальные сети

- для массового доступа удаленных пользователей к информации, размещенной в вычислительной системе *(например, доступ пользователей к электронной библиотеке или система бронирования и продажи авиа или железнодорожных билетов)*;

# Терминальные сети

- для разграничения массового доступа пользователей (*например, проходные или турникеты на транспорте*).



## Терминальные сети

Первые мощные компьютеры 50-годов - мейнфреймы - были очень дорогими и предназначались только для пакетной обработки данных.



## Терминальные сети

Поэтому начали развиваться интерактивные терминальные системы разделения времени на базе мейнфреймов, позволяющие работать на ЭВМ нескольким пользователям.

Терминальные сети связывали мейнфреймы с терминалами.

# Терминальные сети

Терминал - это устройство для взаимодействия с вычислительной машиной, которое состоит из средства ввода (например, клавиатуры) и средств вывода информации (например, дисплея).





## Терминальные сети

Сами терминалы практически никакой обработки данных не осуществляли, а использовали возможности мощной и дорогой центральной ЭВМ.



## Терминальные сети

Эта организация работы называлась “режимом разделения времени”, так как центральная ЭВМ последовательно во времени решала задачи множества пользователей и дорогие вычислительные ресурсы использовались совместно.



## Терминальные сети

Удаленные терминалы соединялись с компьютерами через телефонные сети с помощью модемов.

Затем мощные ЭВМ объединялись между собой, так появились глобальные вычислительные сети.

# Терминальные сети

Современное применение терминальных сетей нашло развитие в технологиях «тонких» клиентов.



# Локальные сети





# Локальные сети

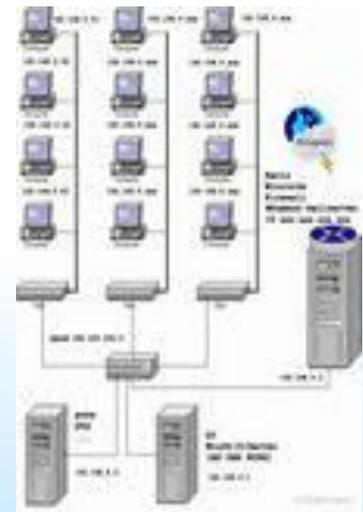
Первые ЛВС появились в начале 70-х годов, когда были выпущены мини-компьютеры.

Мини-компьютеры были намного дешевле мэйнфреймов, что позволило использовать их в структурных подразделениях предприятий.

# Локальные сети

Появилась необходимость обмена данными между машинами разных подразделений.

Для этого многие предприятия стали соединять свои мини-компьютеры и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для их взаимодействия. В результате появились первые ЛВС.



# Локальные сети

Появление достаточно дешевых ПК послужило стимулом для дальнейшего развития ЛВС.

ПК были и являлись идеальными элементами для построения сетей.

Были разработаны стандартные технологии объединения компьютеров в сети: Ethernet, Arcnet, Token Ring.



# Локальные сети

Появление качественных линии связи обеспечили достаточно высокую скорость передачи данных – 10 Мбит/с, тогда как глобальные сети, использовали только плохо приспособленные для передачи данных телефонные каналы связи, имели низкую скорость передачи – 1200 бит/с.

# Локальные сети

Из-за такого различия в скоростях многие технологии, применяемые в ЛВС, были недоступны для использования в глобальных сетях.





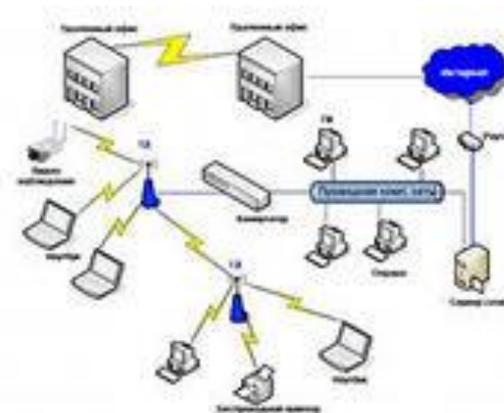
# Локальные сети

История возникновения глобальных сетей начинается в конце 50-х годов.

В разгар холодной войны МО США требовалась сеть, которая могла бы выдержать ядерный удар, поскольку при уничтожении телефонных станций, существующая сеть распадалась.

# Локальные сети

Был разработан проект высоконадежной распределенной сети и к 1969 году удалось запустить первую экспериментальную сеть, состоящую из 4 - х узлов, расположенных в ведущих университетах США.



# Локальные сети

Сеть называлась ARPANET, и к 1972 году уже охватывала несколько десятков штатов.



# Локальные сети

В 80-х годах появились первые из компьютерных сетей, которые являлись уникальными разработками, т.к. отсутствовали сетевые стандарты.

Стоимость ВТ оставалась высокой, поэтому количество сетей было невелико.



# Локальные сети

С появлением ПК техника стала значительно более дешевой и доступной.

Сетевые технологии стали применяться уже в большинстве университетов и в бизнесе благодаря выпуску фирмой IBM сетей *PC Network* и *Token-Ring*.

# Локальные сети

PC Network была широковещательной ЛВС, ПК в ней соединялись по *коаксиальному* кабелю.



# Локальные сети

Token-Ring – это сеть с прямой передачей и соединением *телефонным* кабелем.



# Локальные сети

Сеть Token-Ring в отличии от PC Network, предоставляла *межсетевое взаимодействие*,

т. о., PC Network предназначалась для связывания ПК внутри учреждения, а Token-Ring - обеспечивала связь между учреждениями.



## Локальные сети

К середине 90-х существовало огромное количество различных LAN (Local Area Network) и WAN (Wide Area Network).

К 2003 году широко распространенной системой, построенной на проводочной технологии, становится сеть Ethernet стандарта 802.3, и беспроводная сеть Ethernet 802.11.

# Локальные сети

Преимущества локальной сети:

- Каждая станция имеет собственный процессор, и расширение сети увеличивает производительность системы;
- Локальные рабочие места обладают собственными носителями данных, что упрощает обмен и снимает часть нагрузки с центральной машины;
- ЛВС допускают объединение;
- Независимость ПО на каждом рабочем месте;
- Возможность автономной работы.



этап	время
Первые глобальные связи компьютеров, первые эксперименты с пакетными сетями	Конец 60-х
Начало передач по телефонным сетям голоса в цифровой форме	Конец 60-х
Появление больших интегральных схем. первые мини-компьютеры. Первые нестандартные локальные сети	Начало 70-х
Стандартизация технологии X.25	1974
Появление персональных компьютеров, создание Интернета в современном виде, установка на всех узлах стека TCP/IP	Начало 80-х
Появление стандартных технологий локальных сетей (Ethernet - 1984 г., Token Ring - 1985 г., FDDI -1989 г)	Середина 80-х
Начало коммерческого использования Интернета	Конец 80-х
Изобретение Web	1991

# Классификация компьютерных сетей

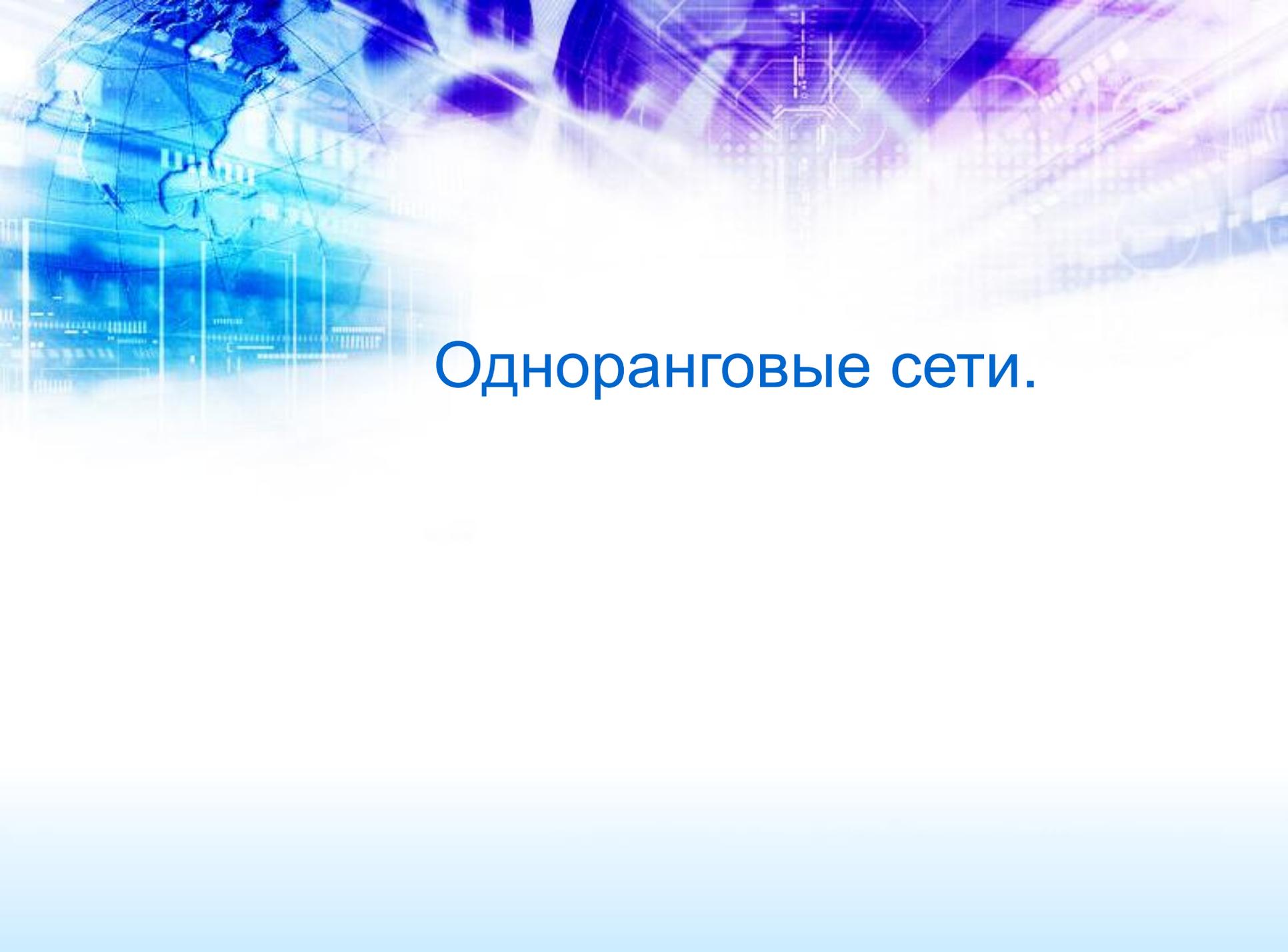


# Классификация компьютерных сетей

Различие сетей по архитектуре:

- Одноранговые сети;
- Сети на основе выделенного сервера.





Одноранговые сети.



## Одноранговые сети

В одноранговой сети все компьютеры равноправны, нет отдельного компьютера, ответственного за всю сеть.

Пользователи сами решают, какие данные на своем компьютере сделать доступными по сети.



## Одноранговые сети

Одноранговые сети, чаще всего, объединяют не более 10 компьютеров.

Отсюда их другое название - рабочая группа, т.е. небольшой коллектив пользователей.



## Одноранговые сети

Одноранговые сети относительно просты и этим объясняется меньшая стоимость одноранговых сетей по сравнению со стоимостью сетей на основе серверов.

# Одноранговые сети

В одноранговой сети требование к производительности и защищенности сетевого ПО ниже, чем те же требования к ПО выделенных серверов.

# Одноранговые сети

Операционные системы Microsoft Windows NT Workstation, Microsoft Windows for Workgroups и Microsoft Windows 95/2000/XP/Vista имеют встроенную поддержку одноранговых сетей.



# Одноранговые сети

Недостатки одноранговой сети :

- отсутствие централизованного сетевого администрирования;
- выделение части вычислительной мощности сетевым пользователям для поддержки доступа к своим ресурсам;

# Одноранговые сети

- отсутствие централизованной защиты сети;
- каждый пользователь в одноранговой сети должен обладать достаточным уровнем знаний для администрирования своего компьютера.

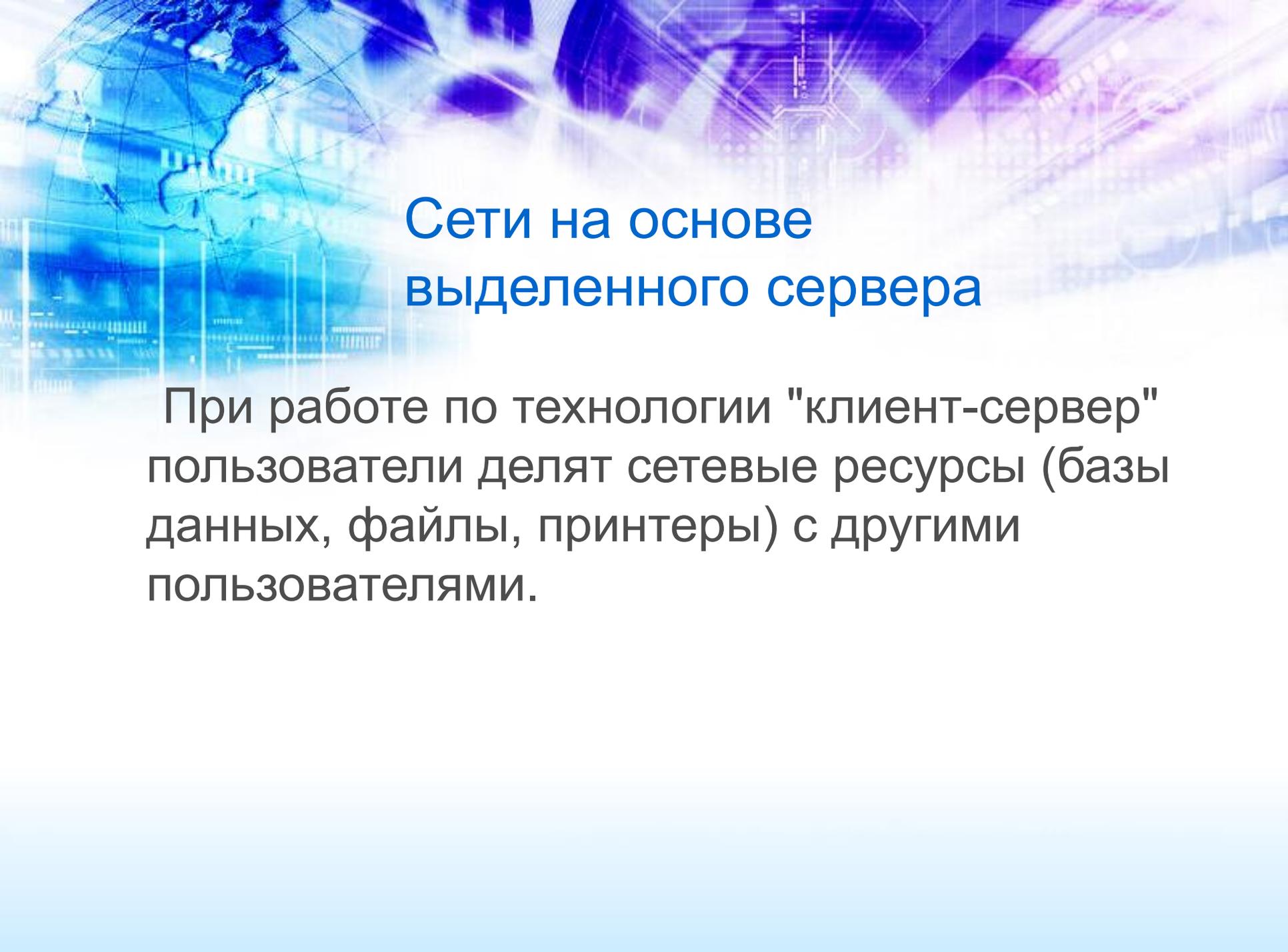
# Сети на основе выделенного сервера





## Сети на основе выделенного сервера

Подавляющее большинство современных компьютерных сетей используют технологию "клиент-сервер" (client-server).



## Сети на основе выделенного сервера

При работе по технологии "клиент-сервер" пользователи делят сетевые ресурсы (базы данных, файлы, принтеры) с другими пользователями.



## Сети на основе выделенного сервера

Под сервером понимается комбинация аппаратных и программных средств, которая служит для управления сетевыми ресурсами общего доступа.



## Сети на основе выделенного сервера

Сервер обслуживает другие станции, предоставляя общие ресурсы и услуги для совместного использования.



## Сети на основе выделенного сервера

При увеличении размеров сети и объема сетевого трафика необходимо увеличивать количество серверов.

Распределение задач среди нескольких серверов гарантирует, что каждая задача будет выполняться наиболее эффективно.



## Сети на основе выделенного сервера

Чтобы серверы отвечали современным требованиям пользователей, в больших сетях их делают специализированными.

Например, в сети Windows NT могут работать различные типы серверов:



## Сети на основе выделенного сервера

1. Серверы файлов и печати управляют доступом пользователей к файлам и принтерам.



## Сети на основе выделенного сервера

### 2. Серверы приложений для выполнения прикладных задач клиент-серверных приложений.

*Например, чтобы ускорить поиск данных серверы хранят большие объемы информации в структурированном виде. Из сервера приложений на клиентский компьютер пересылаются только результаты запроса. Вместо всей базы данных на Ваш компьютер с сервера загружается только результаты запроса.*

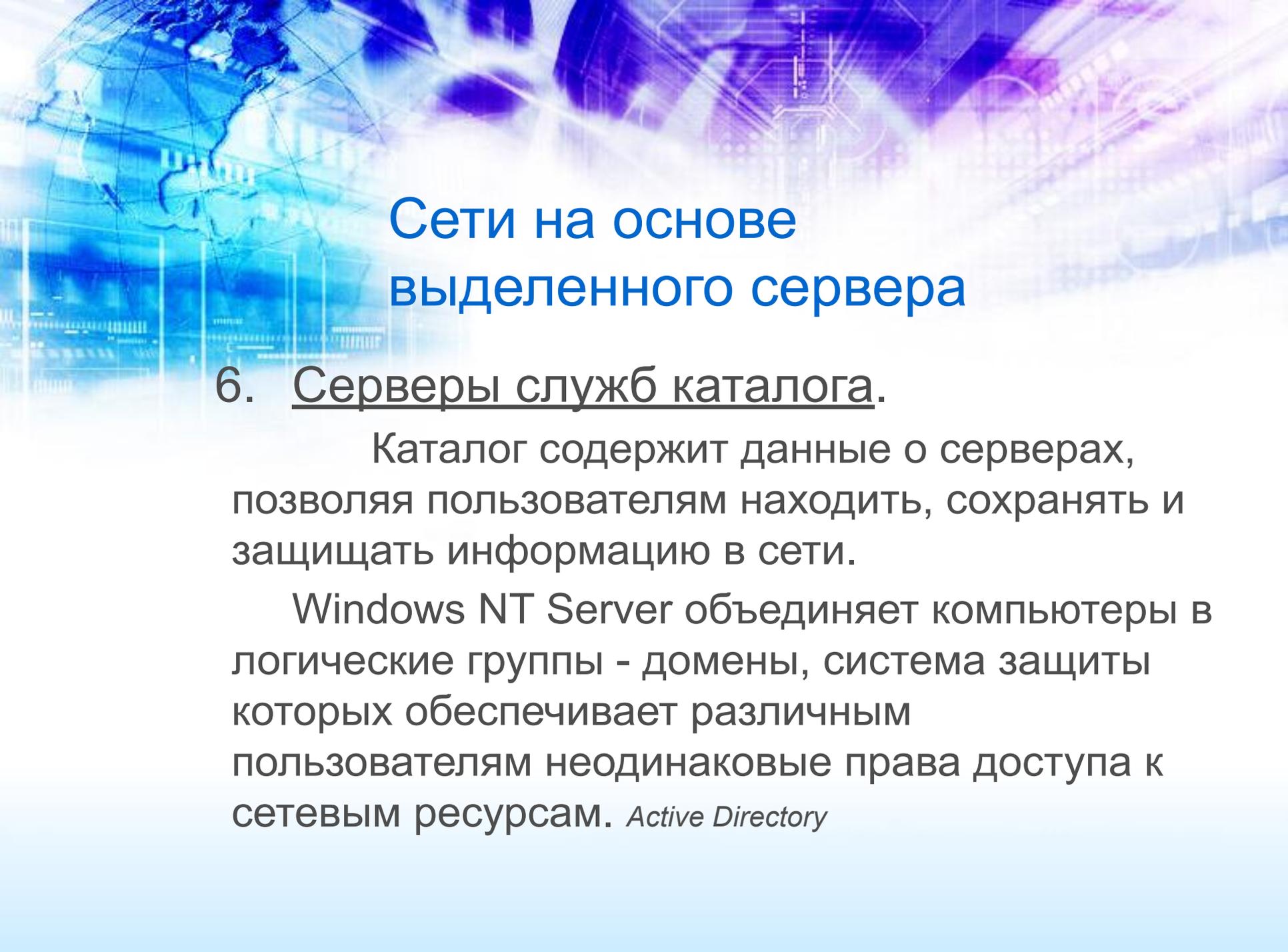
## Сети на основе выделенного сервера

3. Почтовые серверы управляют сообщениями электронной почты между серверами сети.
4. Серверы факсов управляют потоком входящих и исходящих факсимильных сообщений через один или несколько факс-модемов.



## Сети на основе выделенного сервера

5. Коммуникационные серверы - серверы связи управляют проходящим через модем и телефонную линию потоком данных и почтовых сообщений между своей сетью и другими сетями, мэйнфреймами или удаленными пользователями.



## Сети на основе выделенного сервера

### 6. Серверы служб каталога.

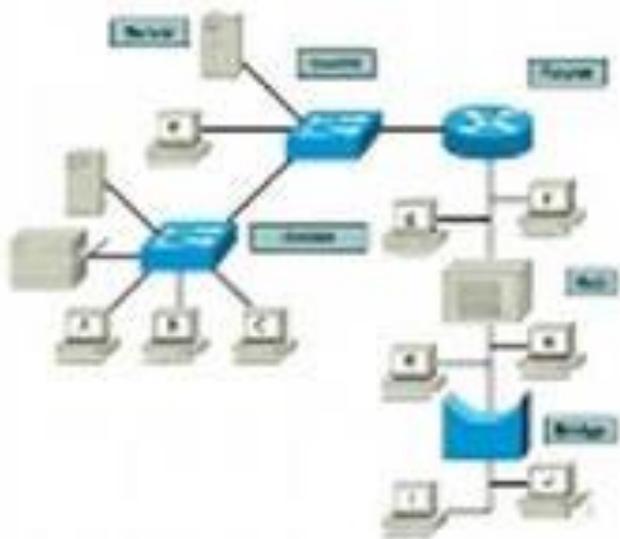
Каталог содержит данные о серверах, позволяя пользователям находить, сохранять и защищать информацию в сети.

Windows NT Server объединяет компьютеры в логические группы - домены, система защиты которых обеспечивает различным пользователям неодинаковые права доступа к сетевым ресурсам. *Active Directory*

# Сети на основе выделенного сервера

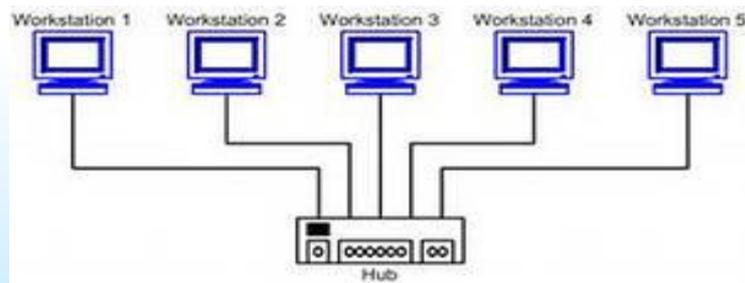
7. Веб-сервер - сервер, принимающий HTTP-запросы от клиентов, обычно веб-браузеров, и выдающий им HTTP-ответы вместе с HTML-страницей, изображением, файлом, медиа-потокком или другими данными.

# Топологии ЛВС



# Топология ЛВС

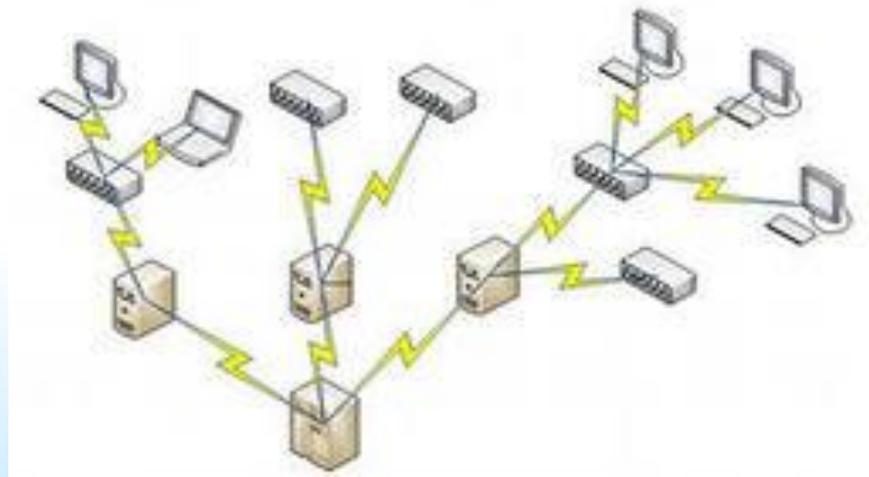
Топология сети определяет размещение узлов и соединений между ними. Вместе с логическим объединением она определяет основные показатели функционирования сети.



# Топология ЛВС

Все сети стоятся на основе трех базовых топологий:

- Звезда;
- Кольцо;
- Шина.

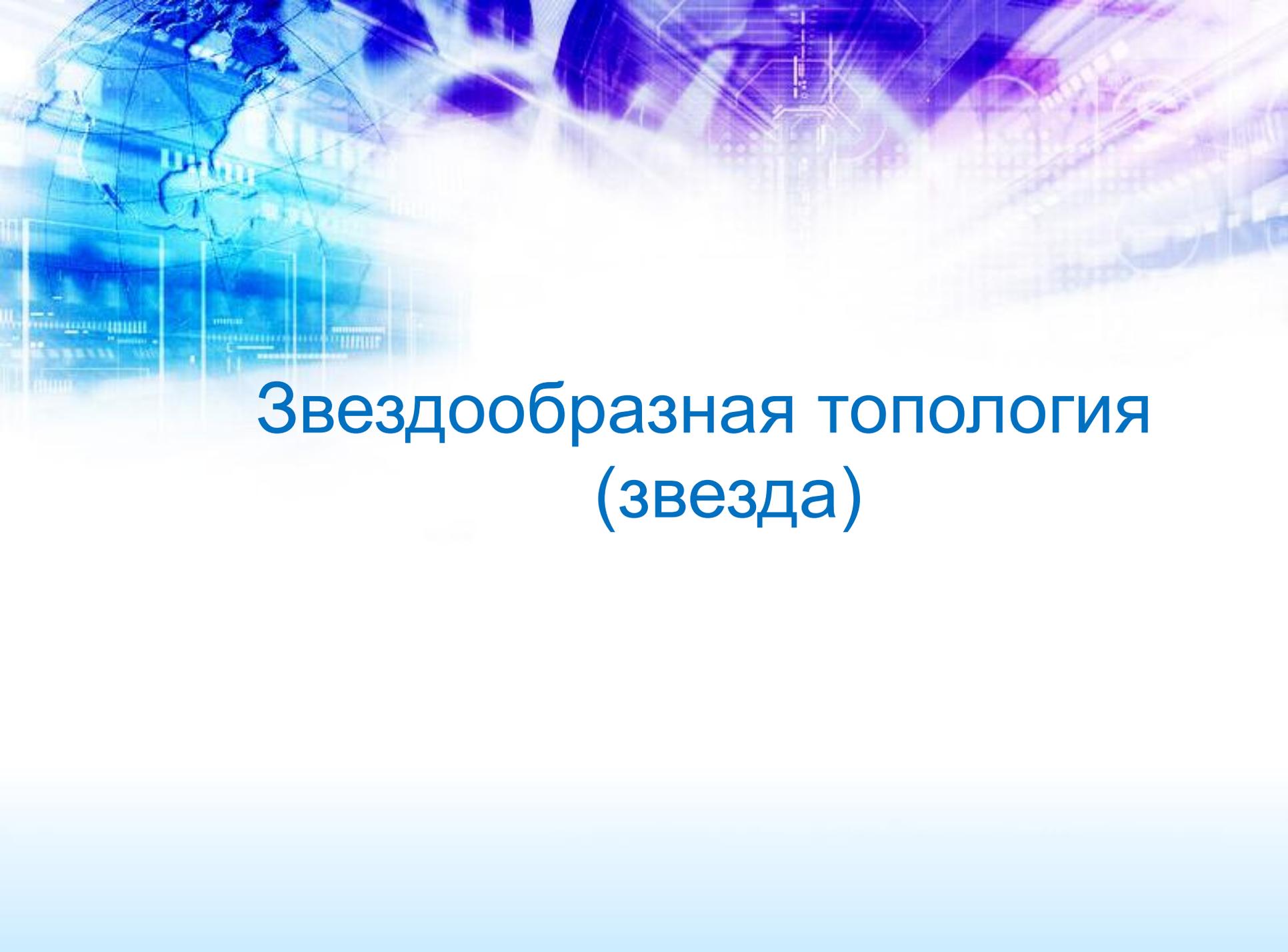




## Топология ЛВС

Существуют другие топологии ЛВС:

- Петлевая,
- Древовидная,
- Смешанная,
- Полносвязная.

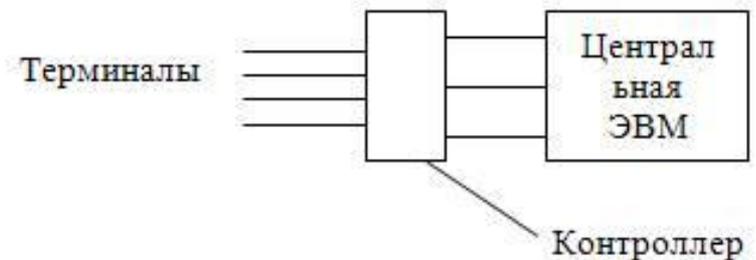
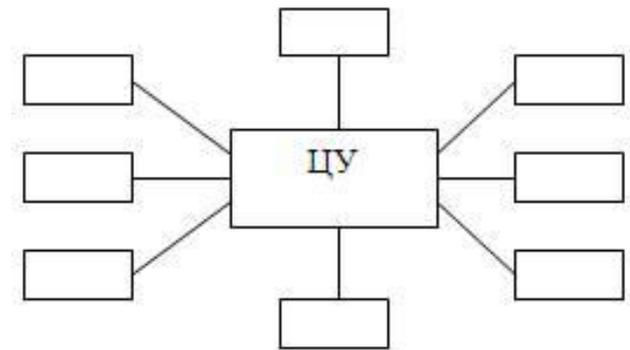


# Звездообразная топология (звезда)

# Звездообразная топология (звезда)

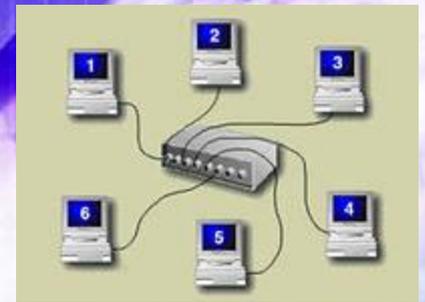
Содержит центральный узел, к которому присоединяются станции.

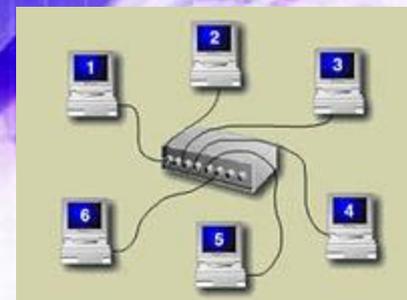
Примерами такой сети могут служить сеть с центральной ЭВМ или сеть телефонной системы с коммутатором.



# Звездообразная топология

Управление сетью осуществляет контроллер - он опрашивает радиальные устройства, чтобы определить наличие данных для передачи.





## Звездообразная топология

Терминалы (или компьютеры) могут начать передачу только тогда, когда будет получено разрешение от центрального узла.

# Звездообразная топология

В таких сетях применяются два типа коммутации:

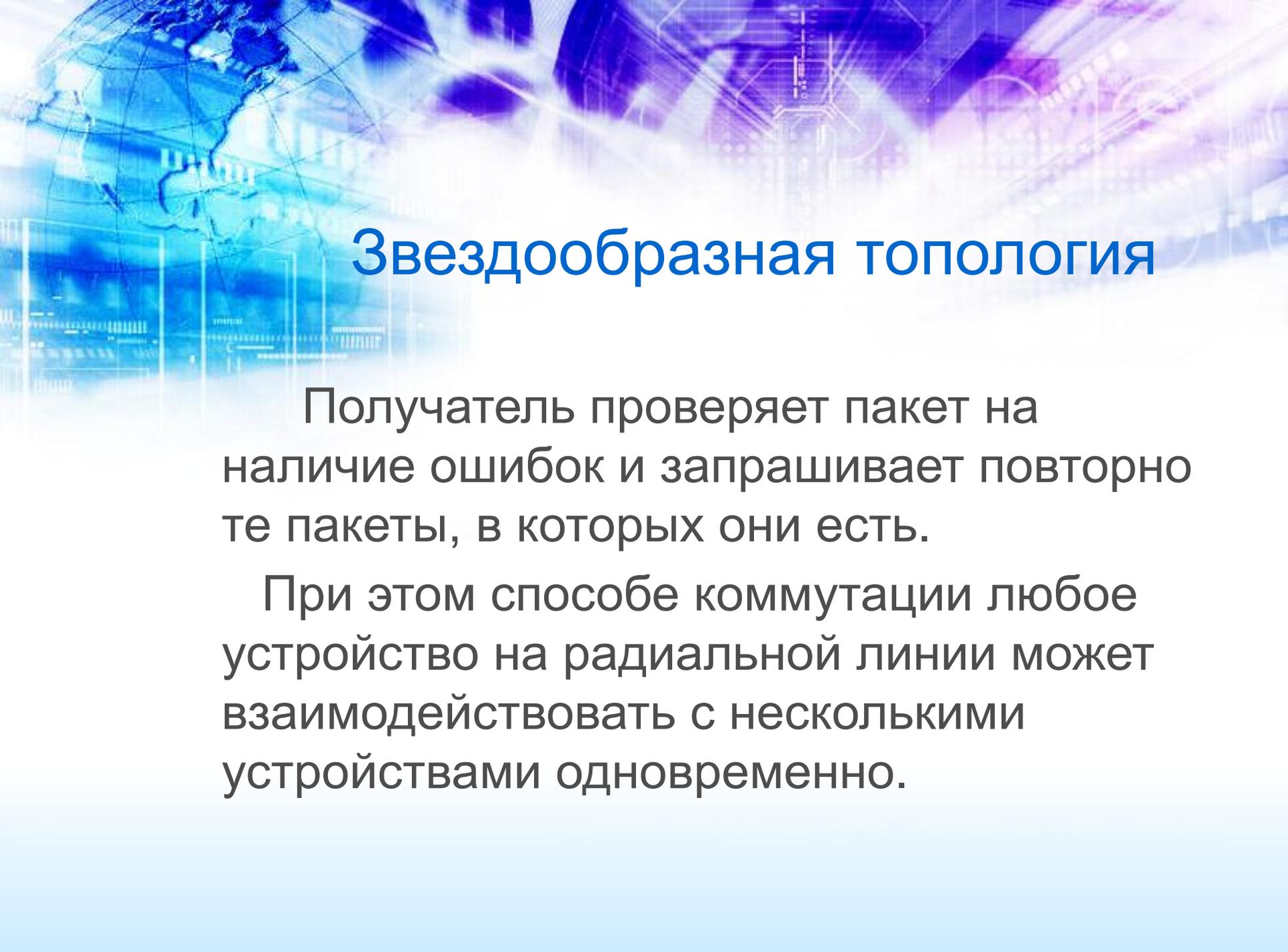
1. Коммутация каналов в основном применяется в телефонии. На основании номера, полученного от абонента, производится соединение линий.

Канал существует до тех пор, пока клиенты не отключатся. К уже существующему каналу другие абоненты подключиться не могут, поэтому одновременный доступ нескольких устройств к одному затруднен.

## Звездообразная топология

2. Коммутация пакетами: сообщения разбиваются на блоки и упаковываются в пакет, содержащий адреса отправителя и получателя.

Пакеты отправляются на узел коммутации, который рассылает их по адресам, используя свободные каналы.



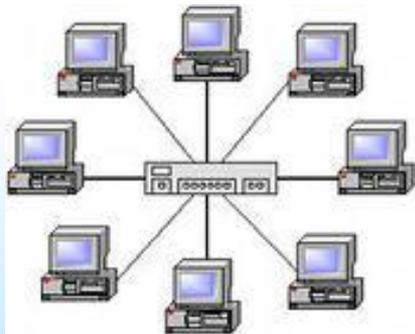
## Звездообразная топология

Получатель проверяет пакет на наличие ошибок и запрашивает повторно те пакеты, в которых они есть.

При этом способе коммутации любое устройство на радиальной линии может взаимодействовать с несколькими устройствами одновременно.

# Звездообразная топология

В ЛВС *последнего* поколения топология «звезда» получила широкое распространение. Это связано с внедрением архитектуры «клиент-сервер» и появлением недорогих, надежных и высокопроизводительных ЭВМ.



С этого времени роль центрального узла в сетях стали играть коммутаторы, HUB (концентраторы), мосты и др.

# Звездообразная топология

## Достоинства звездообразных ЛВС:

- простой доступ станции к центральному узлу;
- высокая надежность;
- возможно использование на разных радиальных направлениях различных передающих сред и скоростей передачи;
- высокий уровень защиты информации;
- высокая ремонтпригодность;

# Звездообразная топология

## Недостатки звездообразных ЛВС:

- высокая степень зависимости работоспособности от надежности центрального узла;
- значительные затраты на монтаж;
- интенсивность потоков данных ниже, чем в кольце или шине.

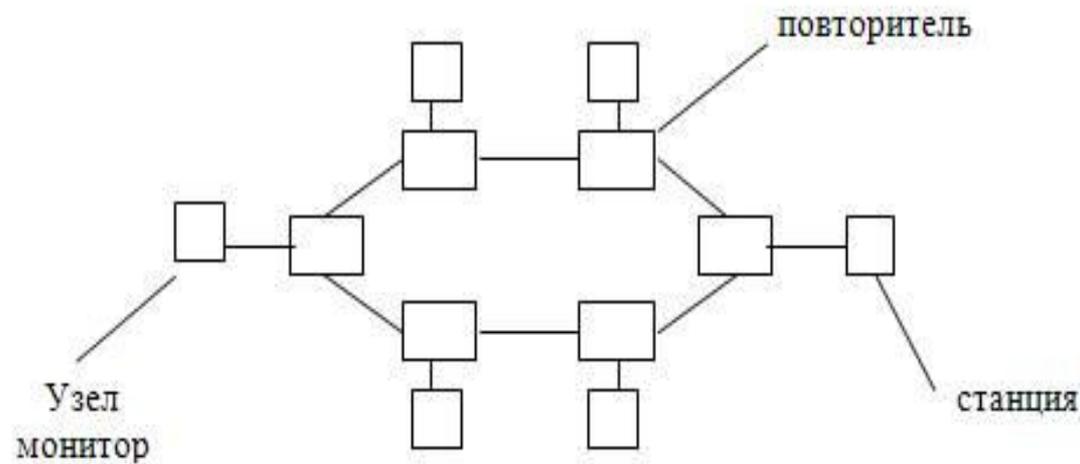


# Кольцевая топология

## Кольцевая топология

В кольцевой топологии ЛВС рабочие станции связаны друг с другом по кругу: первая со второй, третья с четвертой и так далее.

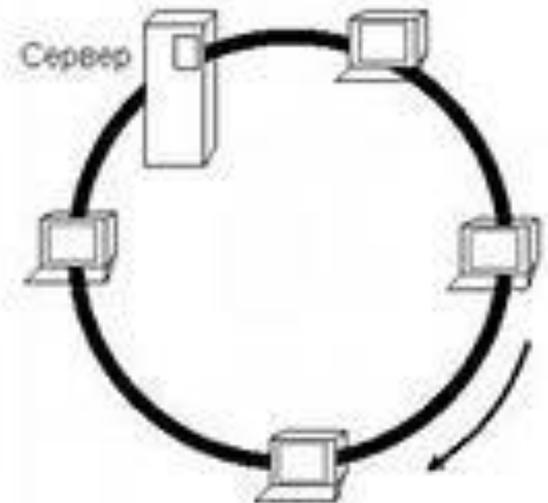
Последняя станция связывается с первой, замыкая кольцо.



# Кольцевая топология

Передача информации осуществляется по кругу.

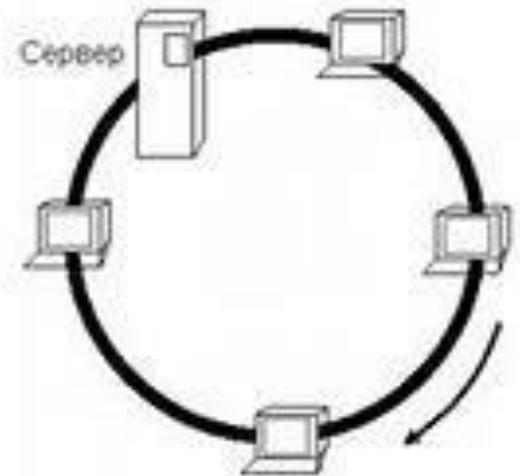
Рабочая станция получает запрос из кольца, а затем отправляет информацию по конкретному адресу.



# Кольцевая топология

Сообщения можно отправлять друг за другом достаточно быстро, кроме того легко отправить запрос на все рабочие станции кольца.

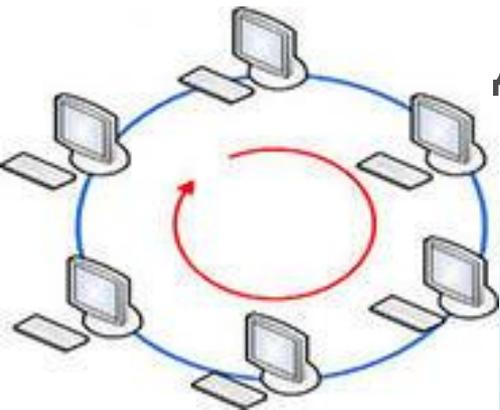
Время передачи информации растет с увеличением количества станций в ЛВС.



## Кольцевая топология

Кольцо состоит из нескольких повторителей (приемопередатчиков) и оконечных устройств (станций), присоединенных к повторителям.

Работа повторителя обеспечивает получение и передачу данных и доступ к рабочей станции.



# Кольцевая топология

Классическим примером сетей этого типа является сеть Token-Ring.



# Кольцевая топология

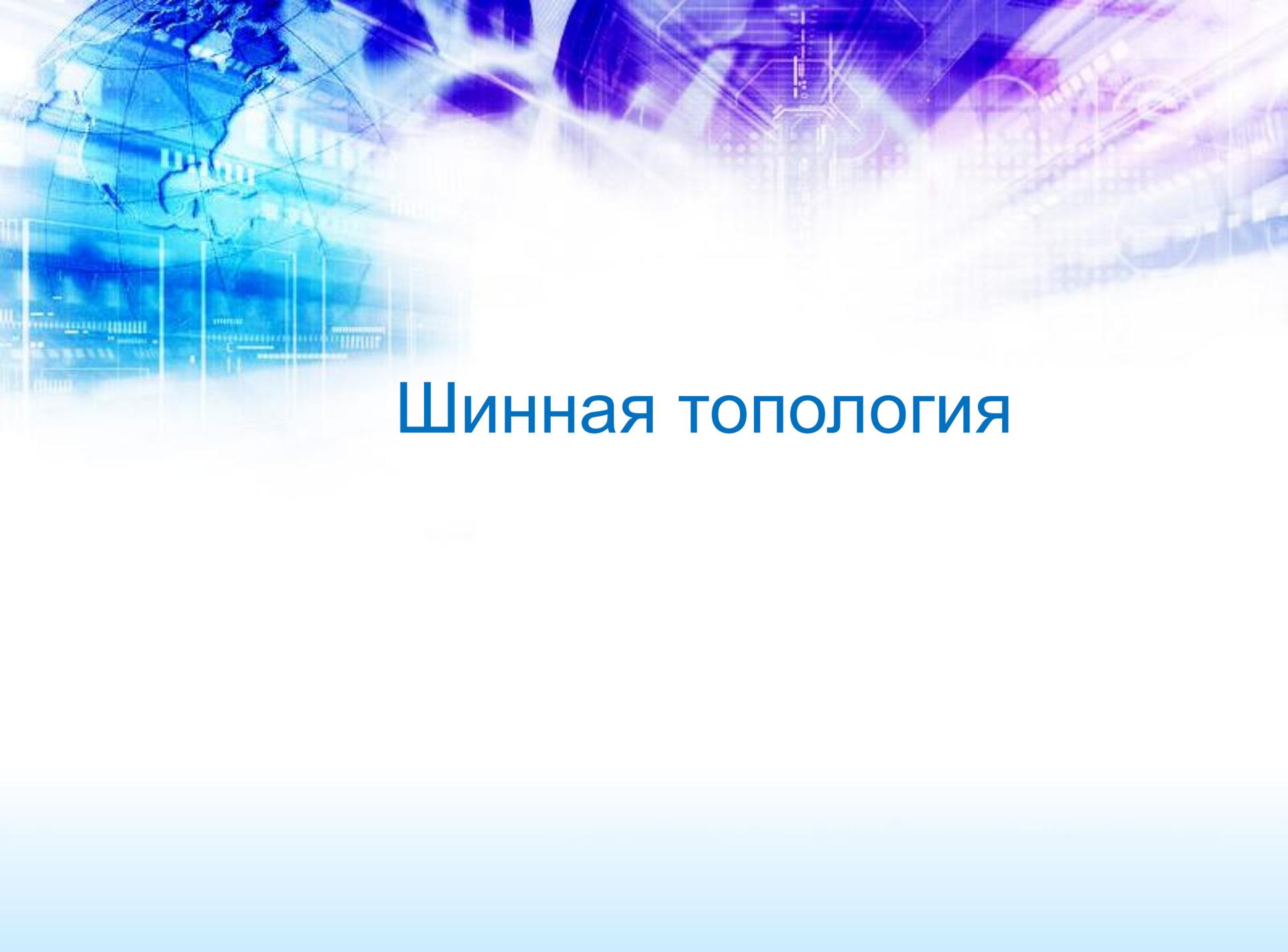
## Достоинства кольцевых ЛВС:

- отсутствует зависимость от центрального узла;
- простое обнаружение отказа узлов;
- скорость передачи выше, чем у “звезды”;
- простая маршрутизация;
- малая вероятность ошибок;
- возможность использования смешанной среды передачи.

# Кольцевая топология

## Недостатки кольцевых ЛВС :

- повторители вносят задержку сигнала;
- ограниченное расстояние между повторителями;
- трассировка кабеля может быть сложной;
- при поломке одного узла сеть становится неработоспособной;
- остановка сети при добавлении новой станции.



# Шинная топология

# Шинная топология



Такая сеть представляет собой сегмент кабеля не замкнутый в кольцо.

Устройства подключены к шине с некоторыми интервалами.

Места врезки в кабель и подключения и подключения устройств называются узлами



## Шинная топология

В такой сети временной интервал для передачи сигнала разделяется между всеми пользователями, в каждый момент передачу может вести только один узел.

Если это не соблюдается, то информация будет искажена.



## Шинная топология

Передающей средой в таких сетях является обычно коаксиальный кабель, который позволяет производить врезку без разрыва.

# Шинная топология

Среда передачи является полностью пассивной и в ней нет активных элементов, таких как преобразователи, повторители и т.п.

На обоих концах кабеля обычно располагаются терминаторы (сопротивления) препятствующих появлению паразитных (отражённых) волн.

# Шинная топология

## Достоинства:

- среда передачи пассивна;
- легко подключаются новые устройства;
- к одному интерфейсному модулю могут быть подключены несколько медленно действующих устройств;
- монтаж сети прост.

# Шинная топология

## Недостатки:

- имея соответствующее оборудование можно скрытно «прослушивать» обмен;
- для связи со средой требуется интеллектуальное” устройство;
- обычные терминалы подключаются только через сложные модули;
- иногда происходит интерференция (наложение) сообщений в шине;
- нет автоматического подтверждения приема.

Топология	Преимущества	Недостатки
Звезда	<p>Легко модифицировать сеть, добавляя новые компьютеры.</p> <p>Централизованный контроль и управление.</p> <p>Выход из строя одного компьютера не влияет на работоспособность сети.</p>	<p>Выход из строя центрального узла парализует всю сеть</p>
Кольцо	<p>Все компьютеры имеют равный доступ. Количество пользователей не оказывает сколько-нибудь значительного влияния на производительность.</p>	<p>Выход из строя одного компьютера может вывести из строя всю сеть. Трудно локализовать проблему.</p> <p>Изменение конфигурации сети требует остановки всей сети.</p>
Шина	<p>Экономный расход кабеля. Сравнительно недорогая и несложная в использовании среда передачи. Простота, надежность. Легко расширяется.</p>	<p>При значительных объемах трафика уменьшается пропускная способность сети. Трудно локализовать проблемы. Выход из строя кабеля останавливает работу многих пользователей.</p>

## Раздел 2

# Аппаратные компоненты компьютерных сетей





# Тема 2.1. Сетевой кабель - физическая среда передачи





## Среда передачи

Любая физическая среда, способная передавать информацию с помощью электромагнитных колебаний может использоваться в локальной сети.



## Среда передачи

Чаще всего применяются витые пары проводов, коаксиальные и волоконно-оптические кабели.



## Среда передачи

При выборе конкретного вида передающей среды важную роль играют такие критерии как стоимость монтажа, скорость передачи, максимальная длина линии без повторителей, информационная безопасность и т.п.

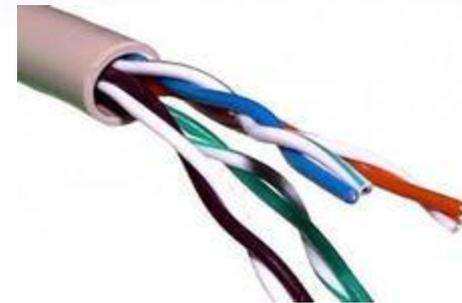


Витая пара

## Витая пара

Витая пара первоначально использовалась в телефонных соединениях.

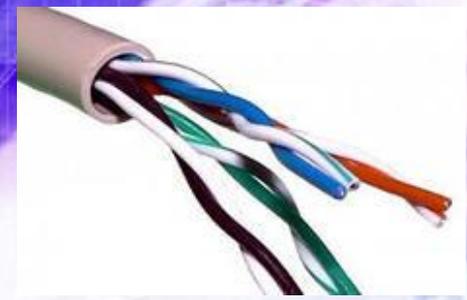
Внутри изоляционной оболочки кабеля находится четыре пары проводников. Каждая пара свита в виде спирали для обеспечения защиты канала от помех.





## Витая пара

Витая пара используется в телекоммуникациях и в компьютерных сетях в качестве физической среды передачи сигнала во многих сетевых технологиях, таких как Ethernet, Arcnet и Token ring.



## Витая пара

В настоящее время, благодаря своей дешевизне и лёгкости в монтаже, является самым распространённым решением для построения проводных (кабельных) локальных сетей.



## Витая пара

Скорость передачи может быть 10 и 100 Мбит/с в зависимости от качества витой пары.

В настоящее время существуют экранированные (и нет) тонкие витые пары 3-й и 5-й категории, предназначенные для внутренней проводки. Чем выше категория кабеля, тем выше помехоустойчивость.

## Витая пара

Для внешней проводки и соединения в монтажных шкафах применяют толстый экранированный кабель, содержащий до 150-и и более витых пар.



## Витая пара

Недостатком витой пары является то, что даже заключенная в экранирующую оболочку, она подвержена влиянию электрических полей, что ограничивает применение такого кабеля в промышленности.



# Витая пара

Например, расстояние между силовым кабелем и параллельно идущей витой парой должно быть не меньше 1м. При изгибе на 90 градусов радиус изгиба должен быть больше 3-х (8) радиусов кабеля.



## Витая пара

Для соединения витой пары применяется коннектор **8P8C**, чаще называемый **RJ-45**, в соответствии с цветовой схемой, соответствующей назначению кабеля.

Коннектор RJ-45





# Коаксиальный кабель

# Коаксиальный кабель

Кабель состоит из центрального проводника, окруженного слоем изоляционного материала, который отделяет центральный проводник от внешнего проводящего экрана, покрытого слоем изоляции.



# Коаксиальный кабель

Экран представляет собой сплошной металлический цилиндр, или один или больше слоев плетеной проволоки.



# Коаксиальный кабель

Центральный провод может быть одножильным или многожильным.



*Кабель с многожильным центральным проводником лучше подходит для монтажа врезкой и имеет меньшее сопротивление.*



## Ethernet-кабель

Одна из разновидностей коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом называется Ethernet-кабель.

По другому его называют **толстый Ethernet** (англ. thick) или **желтый кабель** (англ. yellow cable).

## Ethernet-кабель

Является более дорогой альтернативой обычным коаксиальным кабелям.

Средняя скорость передачи данных 10 Мбит/с.

Максимально доступное расстояние без повторителя не превышает 500 м., а общее расстояние сети Ethernet – около 3000 м.

## Cheapernet–кабель.

Более дешевым, чем Ethernet–кабель является соединение Cheapernet-кабель (RG–58) или, как его часто называют, **тонкий** (англ. thin) **Ethernet**.

Это также 50-ом коаксиальный кабель со скоростью передачи информации в 10 Мбит/с. При соединении сегментов Cheapernet–кабеля также требуются повторители.



## Cheapernet–кабель.

ВС с Cheapernet–кабелем имеют меньшую стоимость и минимальные затраты при наращивании.

Расстояние между двумя рабочими станциями без повторителей может составлять максимум 300 м, а минимум – 0,5 м, общее расстояние для сети на Cheapernet–кабеля – около 1000 м.



## Chearernet–кабель.

Приемопередатчик Chearernet расположен на сетевой плате как для гальванической развязки между адаптерами, так и для усиления внешнего сигнала.

# Коаксиальный кабель

Коаксиальный кабель легко поддается разрезанию на куски и прокладыванию специальными врезками, причем это не влияет на его электрические характеристики.

Коаксиальный кабель дороже витой пары, поскольку имеет лучшие электрические свойства.

Простота монтажа позволяют использовать его в большинстве сетей.



## Коаксиальный кабель

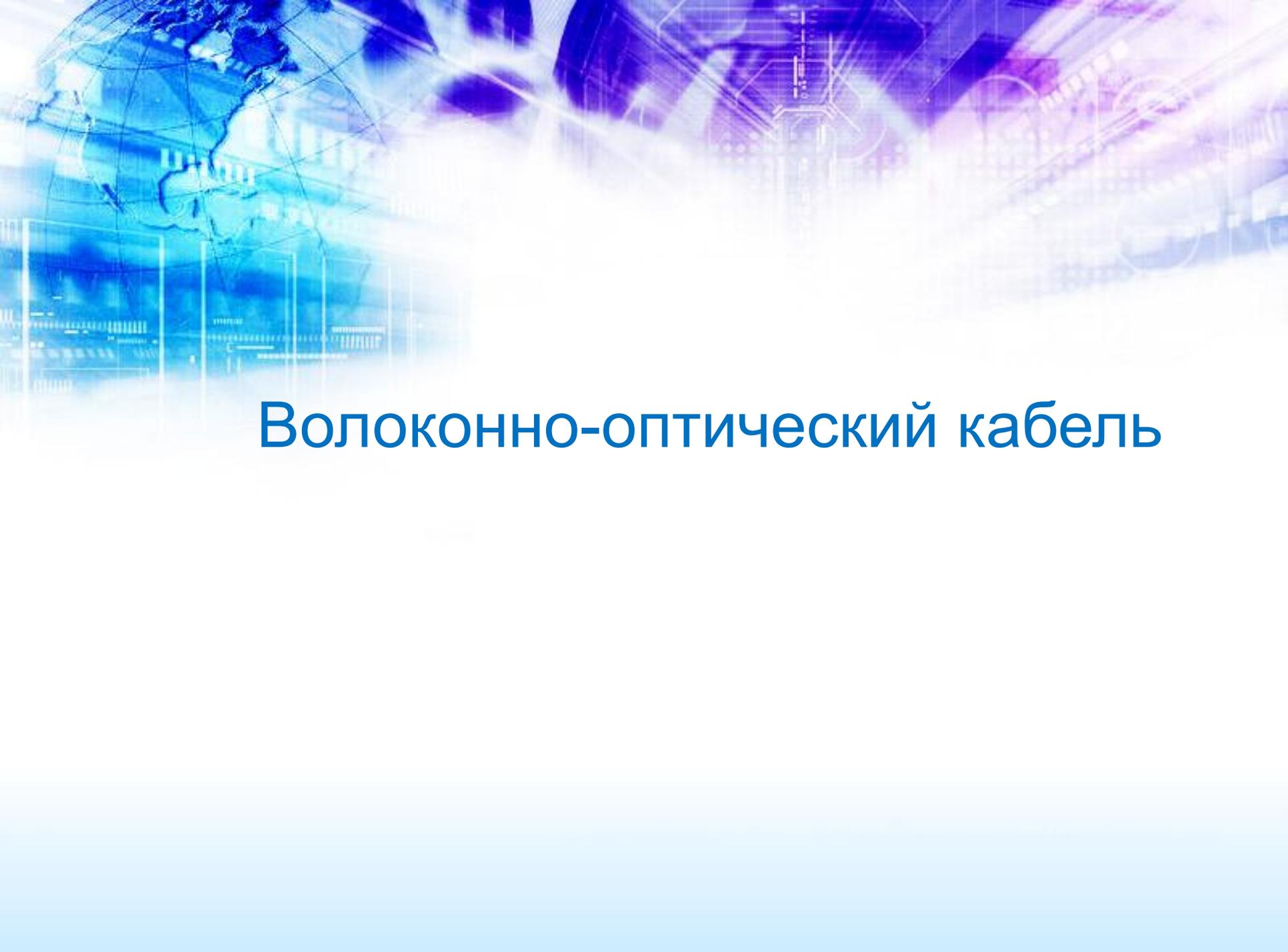
Для соединения коаксиальных кабелей чаще всего используются BNC-коннекторы и T-коннекторы.



## Коаксиальный кабель

BNC-коннекторы бывают нескольких видов:

- "Под пайку". Это разъемы часто российского производства (отечественное название СР-50). Их сборка достаточно затруднительна и требует навыков радиомонтажника.
- Обжимные BNC-коннекторы. Для их установки требуется специальный инструмент для зачистки кабеля и обжимные клещи.
- Накручивающиеся BNC-коннекторы (наиболее удобны в установке).



# Волоконно-оптический кабель

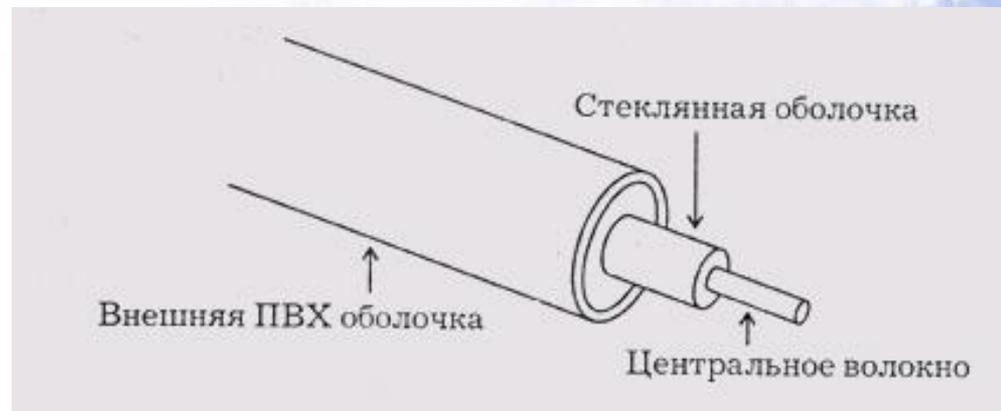


# Волоконно-оптический кабель

Кабель состоит из светопроводящего наполнителя на кремниевой или пластмассовой основе, который заключается в материал с низким коэффициентом преломления светового луча.

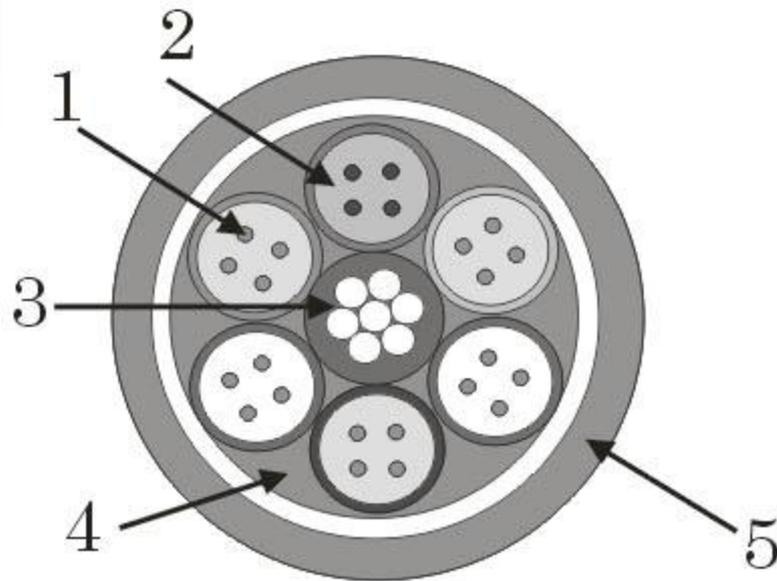
Передача осуществляется при помощи видимого или инфракрасного излучения.

# Оптоволокно



Устройство оптоволоконного кабеля похоже на структуру коаксиального кабеля, только вместо центрального медного провода здесь используется тонкое (диаметром порядка 1-10 мкм) стекловолокно, а вместо внутренней изоляции - стеклянная или пластиковая оболочка, не позволяющая свету выходить за пределы стекловолокна.

# Оптоволокно



1 - оптическое волокно; 2,4- наполнитель;  
3 - центральный силовой элемент  
(стальной трос); 5 - защитная оболочка



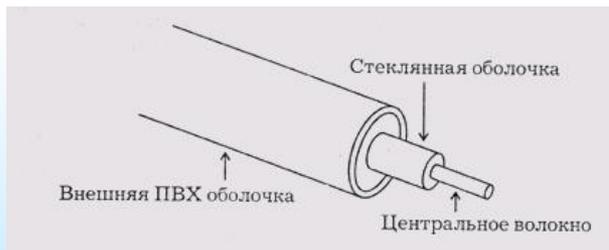
# Волоконно-оптический кабель

Оптоволоконные кабели используются для внутренней проводки и прокладки внешней трассы между зданиями.

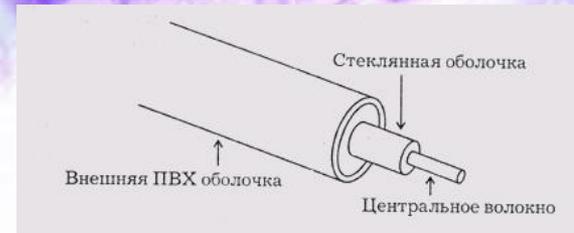
Кабеля для внешнего монтажа как и витая пара могут быть многожильными и оснащаются внутри стальным тросом с усилием разрыва в несколько тонн.

# Оптоволокно

Передача сигналов основана на физические явления полного внутреннего отражения света от границы двух веществ с разными коэффициентами преломления (у стеклянной оболочки коэффициент преломления значительно ниже, чем у центрального волокна).



# Оптоволокно



Металлическая оплетка кабеля обычно отсутствует, так как экранирование от внешних электромагнитных помех не требуется. Такую оболочку иногда применяют для механической защиты от окружающей среды (такой кабель иногда называют броневым, он может объединять под одной оболочкой несколько оптоволоконных кабелей).

# Оптоволокно

Выделяют несколько классов оптоволокон по особенностям структуры и принципа действия:

- Одномодовые оптоволоконна;
- Многомодовые оптоволоконна;
- Оптоволоконна с градиентным показателем преломления;
- Оптоволоконна со ступенчатым профилем распределения показателей преломления.



# Оптоволокно

Передаваемая информация преобразуется в излучение с помощью светодиода или лазера, а на противоположном конце кабеля находится фотодетектор с АЦП.



# Оптоволокно

Для увеличения пропускной способности канала возможна передача в одном направлении нескольких лучей (мод-луч) одновременно.



# Оптоволокно

Многомодовый кабель содержит оптические жилы диаметром 50 мкм и может передавать в одном направлении несколько лучей света различной длины волны.

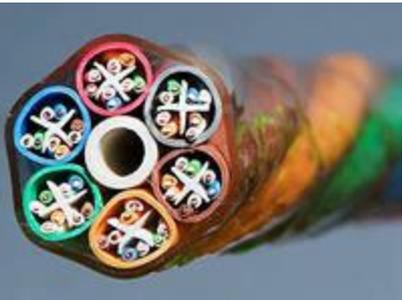


# Оптоволокно

Одномодовый кабель имеет диаметр жилы 8-10 мкм, и передает только один луч.

# Оптоволокно

Одномодовые кабели дороже, но для их подключения не нужны дорогие интерфейсные устройства, способные производить спектральное разделение сигнала, как для многомодовых кабелей.



# Оптоволокно

Скорость передачи в оптоволокне может превышать 50 Гб/с.

Допустимое удаление более 50 км.





# Волоконно-оптический кабель

Минусы оптоволокна: кабели дороже, сложнее монтируются и имеют сложные повторители.



# Волоконно-оптический кабель

Плюсы: огромным преимуществом является то, что оптоволокно не чувствительно к электрическим наводкам и агрессивным внешним средам, а также отвечают высоким требованиям информационной безопасности.



## Оптоволокно (коннекторы)

### Плоские коннекторы (Flat connectors, FC)

Коннектор с полировкой торца наконечника перпендикулярно оси волокна.

Для улучшения характеристик иногда применяется специальный гель, коэффициент преломления которого близок к материалу оптического волокна. Гель заполняет зазор между наконечниками.

## Оптоволокно (коннекторы)

### Коннекторы серии PC

“Физический контакт” (Physically Contact - PC) использует фиксацию оптического волокна в алюминиевом наконечнике.

Торец также полируется с целью достижения полного контакта торцевых поверхностей.

# Разъёмы для оптоволокна



## Оптоволокно (коннекторы)

### Коннекторы SPC (Super Physically Contact)

Для улучшения контакта оптического волокна в качестве материала наконечника использовался более мягкий цирконий.

Благодаря этому снижаются такие дефекты полировки, как скосы.

## Оптоволокно (коннекторы)

### Коннекторы серии UPC (Ultra Physically Contact)

Полировка осуществляется под контролем сложных и дорогостоящих систем управления.

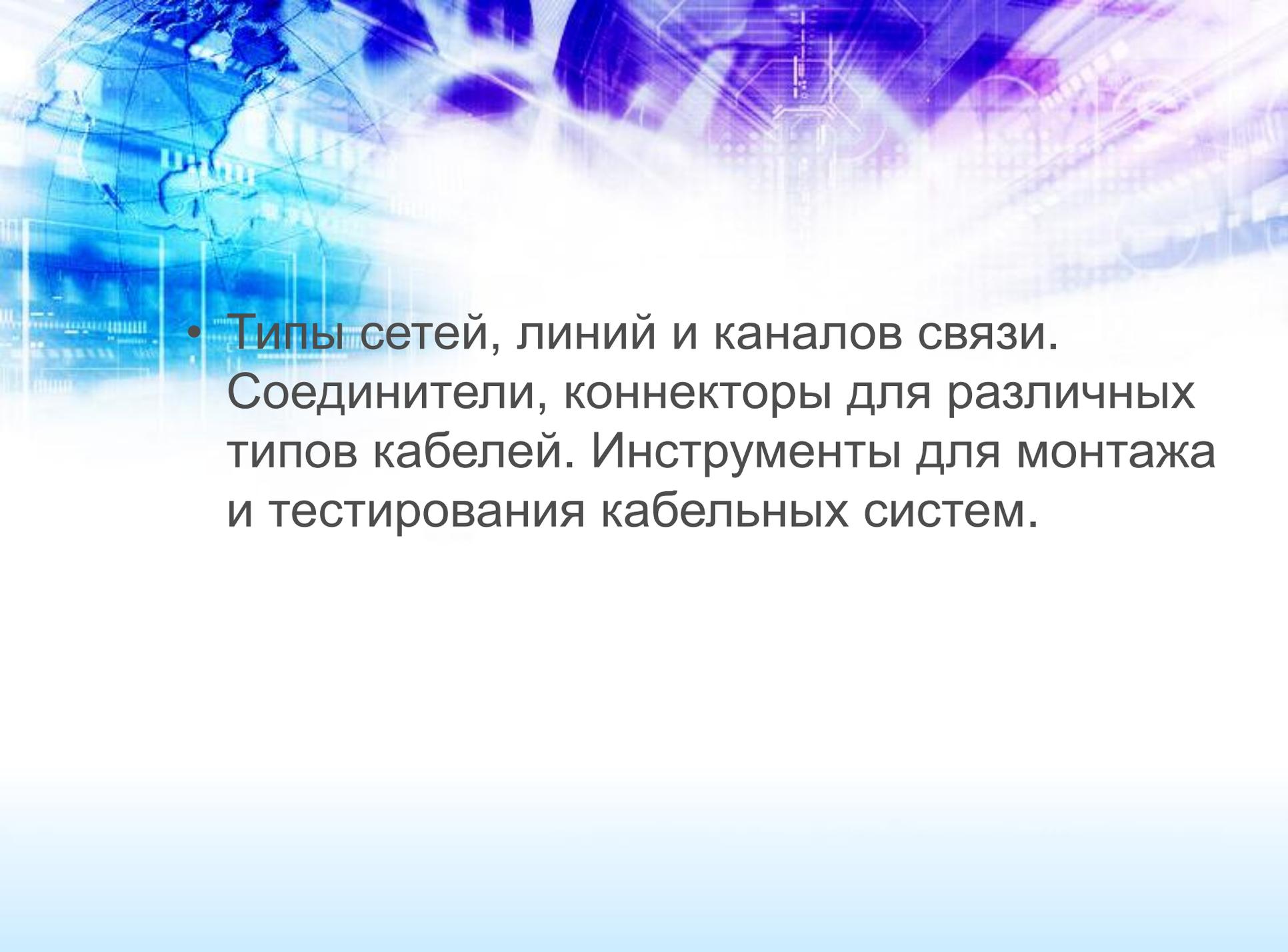
В результате такие коннекторы могут применяться в высокоскоростных системах с пропускной способностью 2,5 Гбит/с и выше.

# Оптоволокно (коннекторы)

## Коннекторы серии APC

В коннекторах используется метод полировки торцов оптических волокон под углом  $8-12^\circ$  от перпендикуляра к оси волокна (Angled Physically Contact - APC).

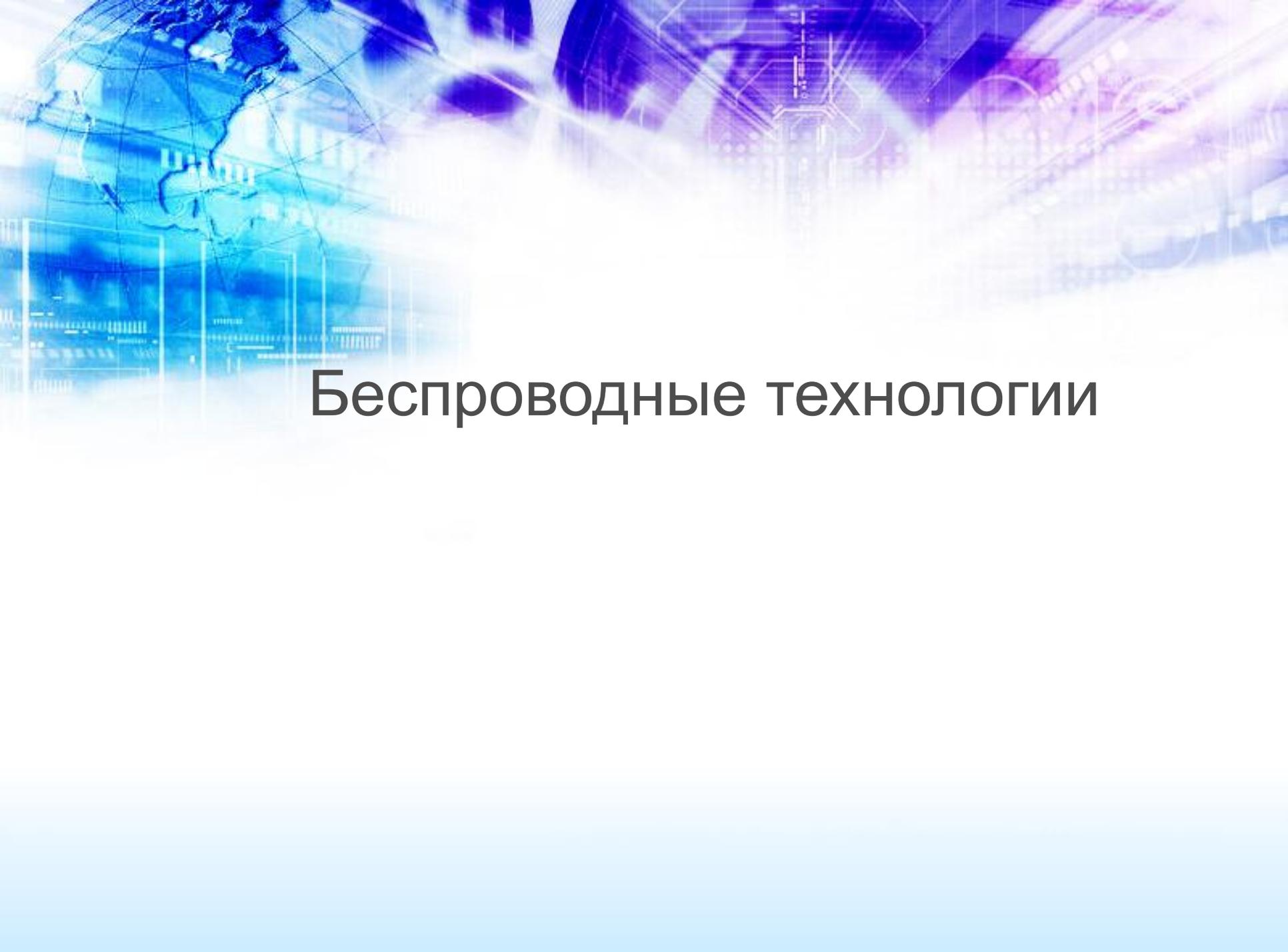
	<b>Витая пара</b>	<b>Коаксиал</b>	<b>Оптоволокно</b>
Цена	Низкая	Средняя	Высокая
Возможность наращивания	Просто	Просто	Сложно
Защита от прослушивания	Хорошая	Слабая	Высокая
Скорость передачи мбит/с	10-100	100-300	1000 и более
Заземление	Проблема	Просто	Не требуется
<b>Помехозащищенность</b>	невысокая	средняя	высокая

- 
- Типы сетей, линий и каналов связи. Соединители, коннекторы для различных типов кабелей. Инструменты для монтажа и тестирования кабельных систем.



## Тема 2.2

# Беспроводная среда передачи данных



# Беспроводные технологии



## **Беспроводные технологии**

**Беспроводные технологии** — подкласс информационных технологий (ИТ), служат для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами.



## **Беспроводные технологии**

Для передачи информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение.



## Беспроводные технологии

Существует множество беспроводных технологий, известных пользователям по их маркетинговым названиям, таким как Wi-Fi, WiMAX, Bluetooth.

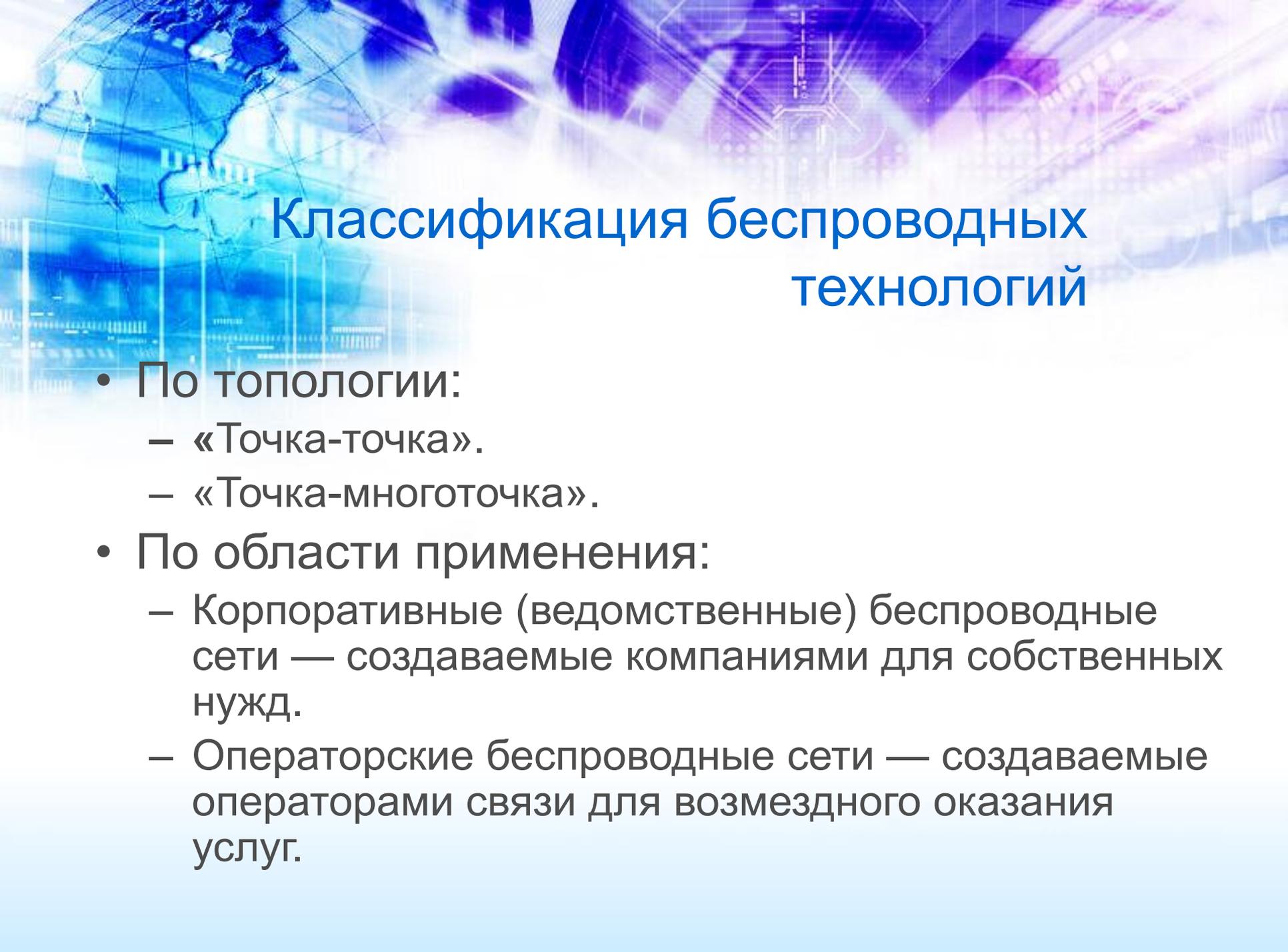
Каждая технология обладает определёнными характеристиками, которые определяют её область применения.



# Подходы к классификации беспроводных технологий

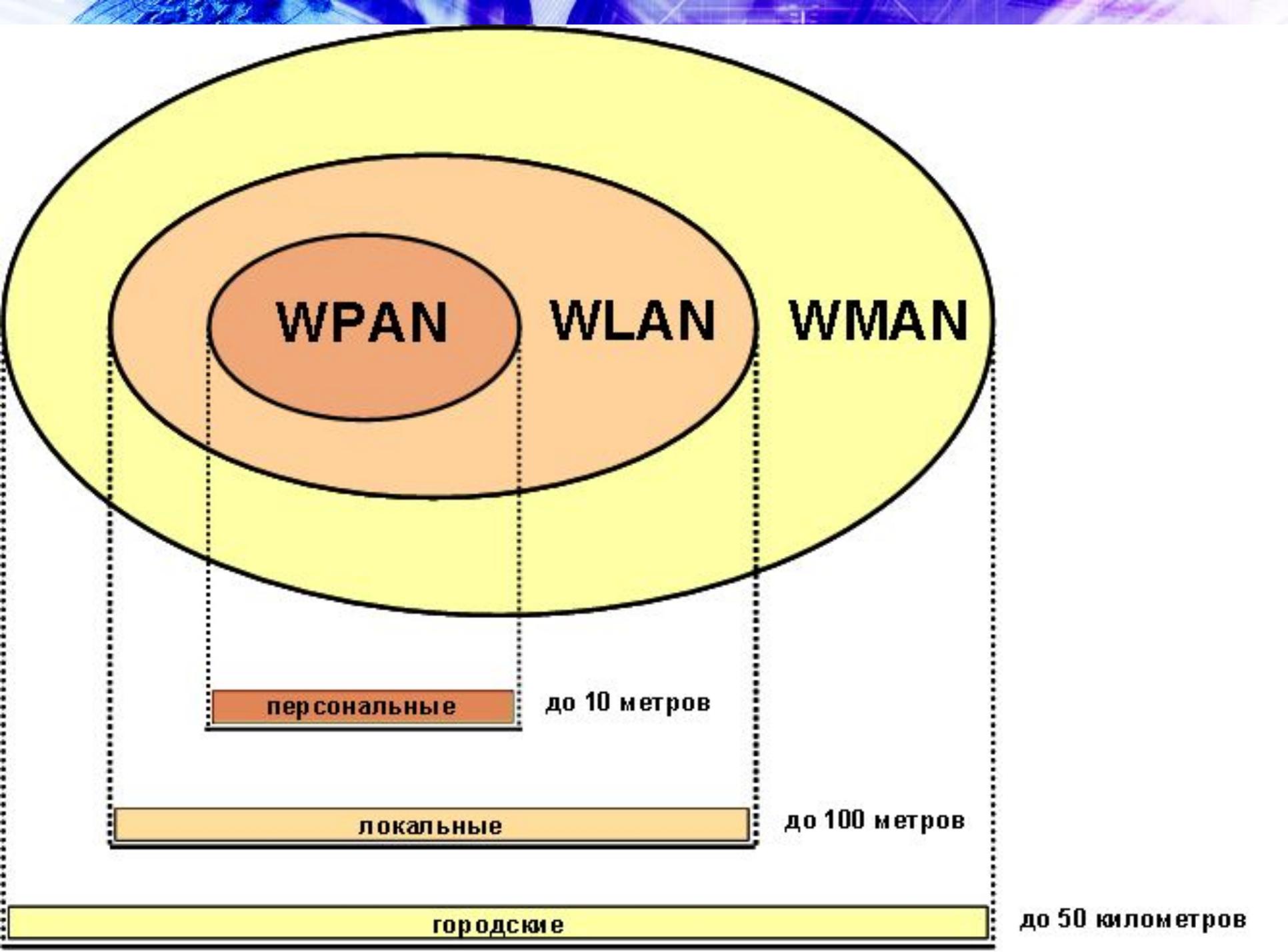
# Классификация беспроводных технологий

- По дальности действия:
  - Беспроводные персональные сети (WPAN — Wireless Personal Area Networks). Примеры — Bluetooth.
  - Беспроводные локальные сети (WLAN — Wireless Local Area Networks). Примеры технологий — Wi-Fi.
  - Беспроводные сети масштаба города (WMAN — Wireless Metropolitan Area Networks). Примеры — WiMAX.
  - Беспроводные глобальные сети (WWAN — Wireless Wide Area Network). Примеры технологий — CSD, GPRS, EDGE, EV-DO, HSPA.



# Классификация беспроводных технологий

- По топологии:
  - «Точка-точка».
  - «Точка-многоточка».
- По области применения:
  - Корпоративные (ведомственные) беспроводные сети — создаваемые компаниями для собственных нужд.
  - Операторские беспроводные сети — создаваемые операторами связи для возмездного оказания услуг.



**WPAN**

**WLAN**

**WMAN**

персональные

до 10 метров

локальные

до 100 метров

городские

до 50 километров



# Классификация беспроводных технологий

Кратким способом классификации служит одновременное отображение двух характеристик беспроводных технологий на двух осях: максимальная скорость передачи информации и максимальное расстояние.



## Беспроводная среда

Радиоканал используется обычно для связи между локальными сетями, а инфракрасное излучение – в пределах одного помещения в “поле зрения” другой машины.

*В вакууме все электромагнитные волны распространяются с одинаковой скоростью независимо от частоты. Это скорость света, приблизительно равная  $3 \cdot 10^8$  м/с (или 300 000 км/с).*



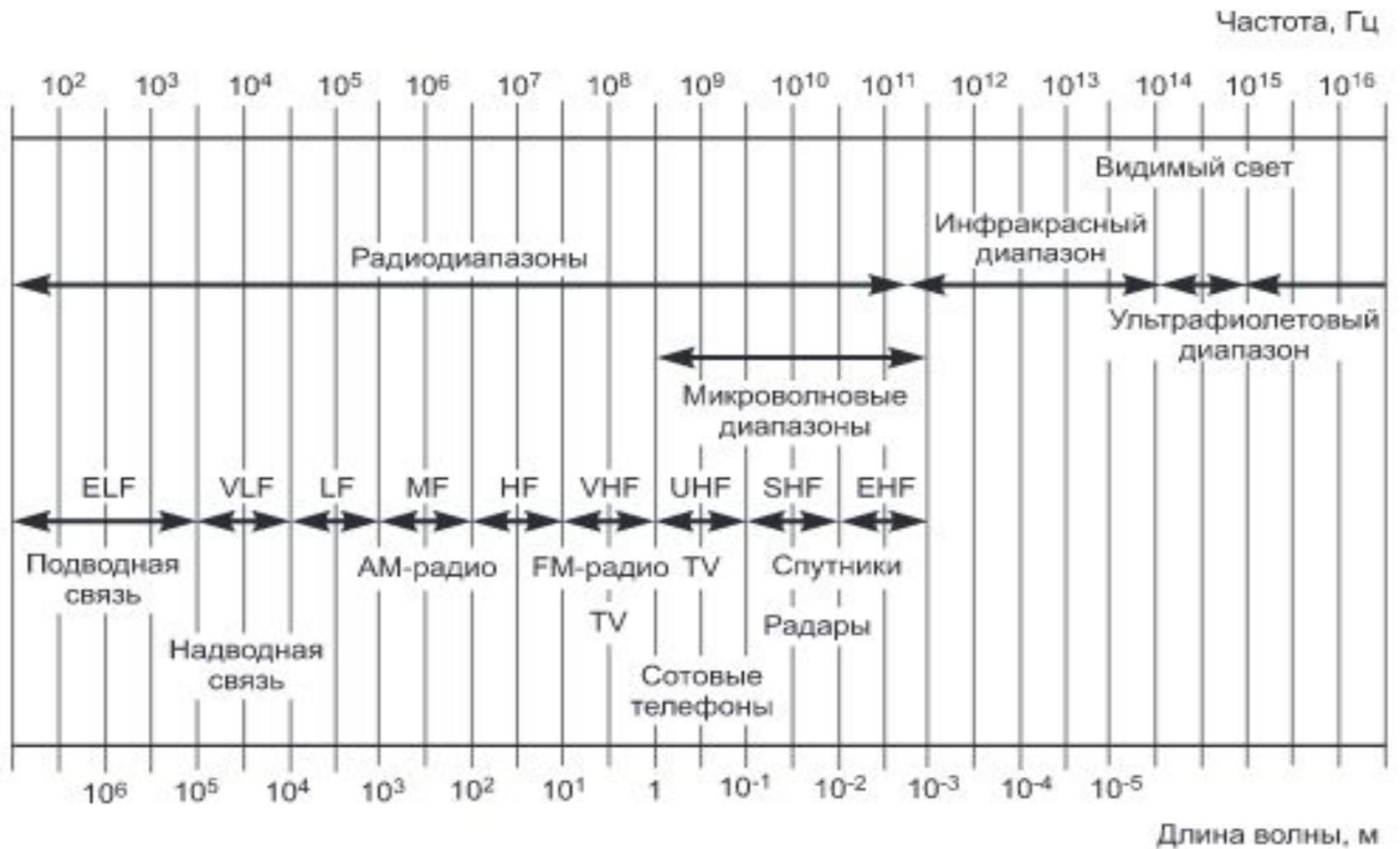
## Беспроводная среда

Радио, микроволновый и инфракрасный диапазон могут быть использованы для передачи информации с помощью амплитудной, частотной или фазовой модуляции волн.



## Беспроводная среда

Ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучения для создания сетей были бы лучше благодаря их высоким частотам, однако, их сложно генерировать и модулировать, они плохо проходят через здания и опасны для всего живого.



Диапазоны электромагнитного спектра



# Микроволновые ЛВС

# Микроволновые ЛВС

Передача в микроволновом диапазоне отличается тем, что на частотах свыше 100 мГц радиоволны распространяются почти по прямой и могут быть сфокусированы в узкие пучки при помощи параболической антенны.

# Микроволновые ЛВС

Это приводит к улучшенному соотношению сигнал/шум, но при этом антенны должны быть точно направлены друг на друга.



## Микроволновые ЛВС

Допускается установка нескольких параллельных приемопередатчиков на одной вышке без риска возникновения взаимных помех.

# Микроволновые ЛВС

До появления оптики микроволны (УКВ) были основой междугородной связи.

Микроволны распространяются строго по прямой, и чем выше ретрансляторы, тем большее расстояние сигнал может преодолеть.

# Микроволновые ЛВС

В отличие от радиоволн микроволны не проходят через здания, но могут отражаться от атмосферных слоев. В результате отраженные волны запаздывают, отличаются по фазе и это приводит к искажению сигнала.

Это явление называется многолучевым затуханием и является серьезной проблемой для микроволновых ЛВС.



# Инфракрасные ЛВС

# Инфракрасные ЛВС

Существуют три разновидности инфракрасных ЛВС работающих в различных режимах:

1. Режим прямой видимости. Область применения - без физических препятствий. Дальность связи – до 30м, скорость передачи высокая.

# Инфракрасные ЛВС

2. Режим рассеянного излучения. В этом случае рассеянные сигналы, отражаясь от стен и потолка, охватывают площадь  $\approx 30\text{м}^2$ .  
Скорость передачи мала.

# Инфракрасные ЛВС

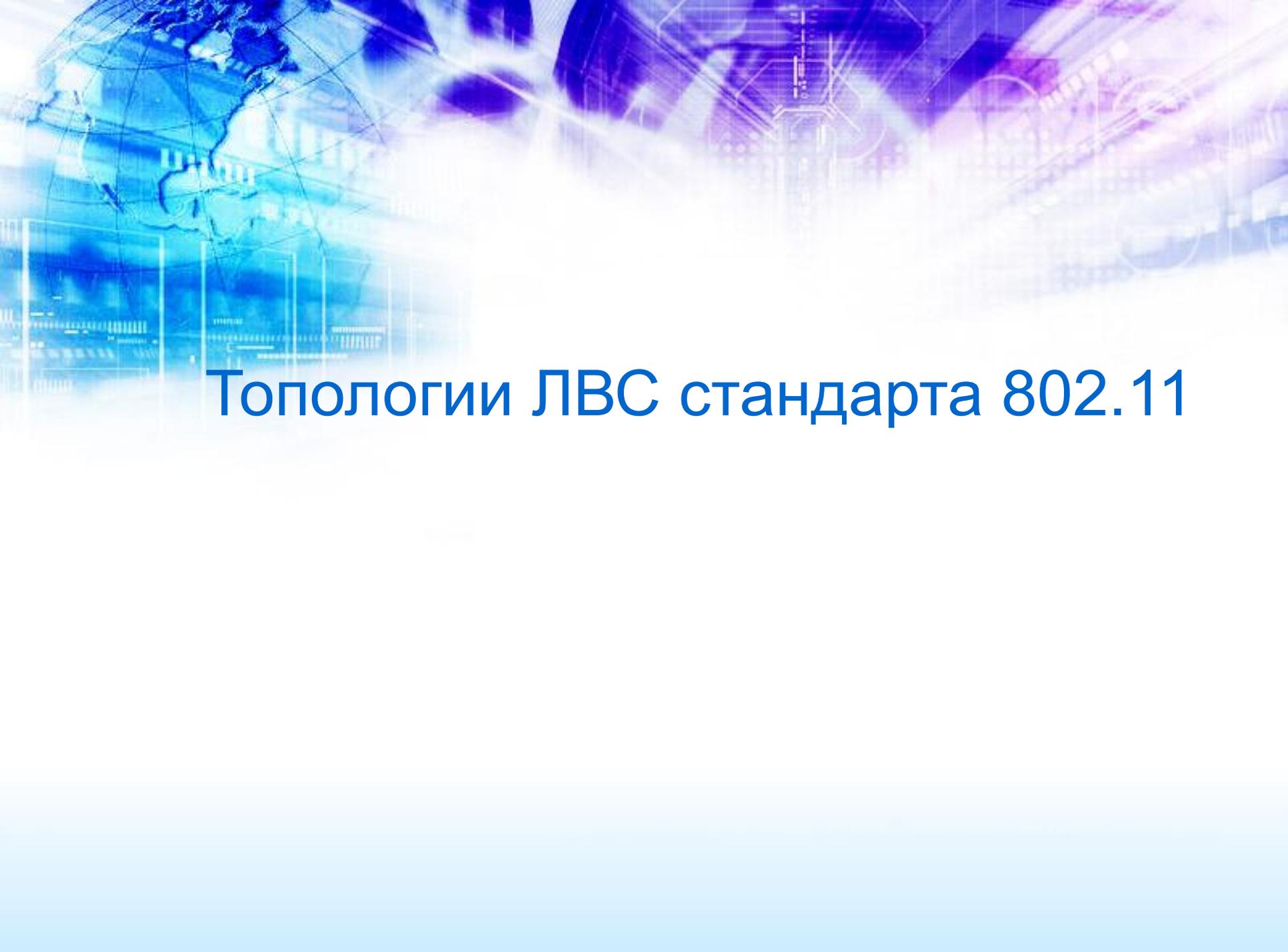
3. Режим отраженного излучения. В системах отраженного излучения оптические приемопередатчики, установленные рядом с ПК-станциями, направлены в одну общую точку (отражатель на потолке). Такие сети хорошо работают в помещении с высокими потолками. Показатели характеристик немного лучше, чем у сетей с рассеянным излучением.

# Инфракрасные ЛВС

Преимуществами таких ЛВС являются:

- хорошая скорость передачи, сравнимая с проводными ЛВС;
- более высокая степень безопасности связи.

Главный недостаток таких ЛВС - требование прямой видимости между источником и приемником сигнала.



# Топологии ЛВС стандарта 802.11

# Стандарт 802.11

IEEE 802.11 - набор стандартов связи, для коммуникации в беспроводной локальной сетевой зоне частотных диапазонов 0.9, 2.4, 3.6, и 5 Гц.

# Стандарт 802.11

Пользователям более известен по названию Wi-Fi, фактически являющемуся брендом, предложенным и продвигаемым организацией **Wi-Fi Alliance**.

Широко применяется в мобильных электронно-вычислительных устройствах: КПК, ноутбуках, планшетах.

# Стандарт 802.11

«Wi-Fi» — торговая марка «Wi-Fi Alliance». Технологию назвали Wireless-Fidelity (дословно «беспроводная точность» ) по аналогии с Hi-Fi.

# Стандарт 802.11

- **WECA** (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance* или другими словами **Wi-Fi Alliance**) — альянс совместимости беспроводного оборудования Ethernet.
- **Wi-Fi Alliance** — объединение крупнейших производителей компьютерной техники и беспроводных устройств Wi-Fi. Альянс разрабатывает семейство стандартов Wi-Fi-сетей (спецификации IEEE 802.11) и методы построения локальных беспроводных сетей.
- Этот альянс представляет собой промышленную группу, в которую входят все основные производители беспроводного оборудования Wi-Fi.

# Стандарт 802.11

Существует два основных направления применения беспроводных компьютерных сетей:

- Работа в замкнутом объеме (офис, выставочный зал и т.п.);
- Соединение удаленных локальных сетей (или удаленных сегментов локальной сети).

## Стандарт IEEE 802.11

Для организации беспроводной сети в замкнутом пространстве применяются передатчики со всенаправленными антеннами.

Стандарт IEEE 802.11 определяет два режима работы сети — Ad-hoc и Hot-spot (клиент-сервер).

## Стандарт IEEE 802.11

Режим Ad-hoc (иначе называемый «точка-точка») - это простая сеть, в которой связь между станциями (клиентами) устанавливается напрямую, без использования специальной точки доступа.

## Стандарт IEEE 802.11

В режиме клиент-сервер беспроводная сеть состоит, как минимум, из одной точки доступа, подключенной к проводной сети, и некоторого набора беспроводных клиентских станций.

## Стандарт IEEE 802.11

Для соединения удаленных локальных сетей или ее сегментов используется оборудование с направленными антеннами, что позволяет увеличить дальность связи до 20 км (а при использовании специальных усилителей и большой высоте размещения антенн — до 50 км).



## Стандарт IEEE 802.11

В качестве подобного оборудования могут выступать и устройства Wi-Fi со специальными антеннами. Комплексы для объединения локальных сетей по топологии делятся на «точку-точку» и «звезду».

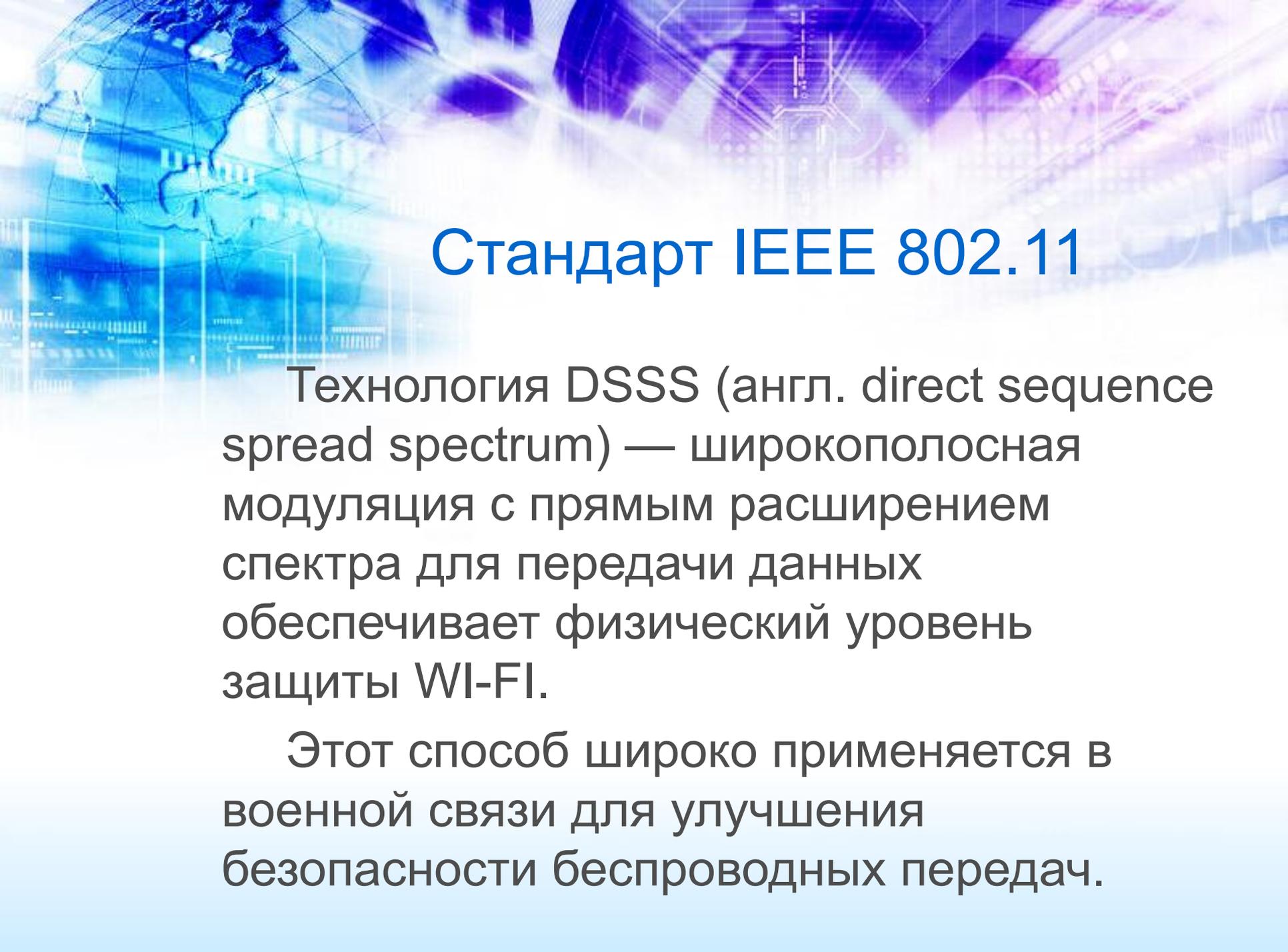
## Стандарт IEEE 802.11

В настоящее время существует четыре технологии этого стандарта: 802.11b, 802.11a, 802.11g и 802.11n. Различие заключается в параметрах передачи: скорости, частоте, радиусе действия, максимальном количестве пользователей и др.

## Стандарт IEEE 802.11

Для защиты информации в стандарте предлагаются четыре уровня средств безопасности:

- Физический;
- идентификатор набора служб (SSID — Service Set Identifier);
- идентификатор управления доступом к среде (MAC ID — Media Access Control ID);
- Шифрование (WEP или WPA).



## Стандарт IEEE 802.11

Технология DSSS (англ. direct sequence spread spectrum) — широкополосная модуляция с прямым расширением спектра для передачи данных обеспечивает физический уровень защиты WI-FI.

Этот способ широко применяется в военной связи для улучшения безопасности беспроводных передач.

## Стандарт IEEE 802.11

В рамках схемы DSSS поток требующих передачи данных «разворачивается» по каналу шириной 20 МГц с помощью схемы ключей дополнительного кода (Complementary Code Keying, ССК).

Для декодирования принятых данных получатель должен установить правильный частотный канал и использовать ту же самую схему ССК.



## Стандарт IEEE 802.11

В Wi-Fi предусмотрены как аутентификация, так и шифрование.

Шифрование значительно снижает скорость передачи данных, и, зачастую, оно осознанно отключается администратором для оптимизации трафика.

# Стандарт IEEE 802.11

Первоначальный стандарт шифрования назывался WEP (Wired Equivalency Privacy).

В 2004 Wi-Fi Alliance выпустили стандарт WPA2, который представляет собой улучшенный WPA.

# Стандарт IEEE 802.11

Идентификатор SSID позволяет различать отдельные беспроводные сети, которые могут действовать в одном и том же месте или области. Он представляет собой уникальное имя сети, включаемое в заголовки пакетов данных и управления IEEE 802.11.



## Стандарт IEEE 802.11

Пользователь не сможет обратиться к точке доступа, если только ему не предоставлен правильный SSID.

# Стандарт IEEE 802.11

Возможность принятия или отклонения запроса к сети может зависеть также от значения идентификатора MAC.

## Стандарт IEEE 802.11

MAC ID — это уникальное число, присваиваемое в процессе производства каждой сетевой карте. Когда клиентский ПК пытается получить доступ к беспроводной сети, точка доступа должна сначала проверить адрес MAC для клиента. Точно так же и клиентский ПК должен знать имя точки доступа.



## Стандарт IEEE 802.11

Один из главных конкурентов 802.11 — стандарт HiperLAN2 (High Performance Radio LAN), разрабатываемый при поддержке компаний Nokia и Ericsson.

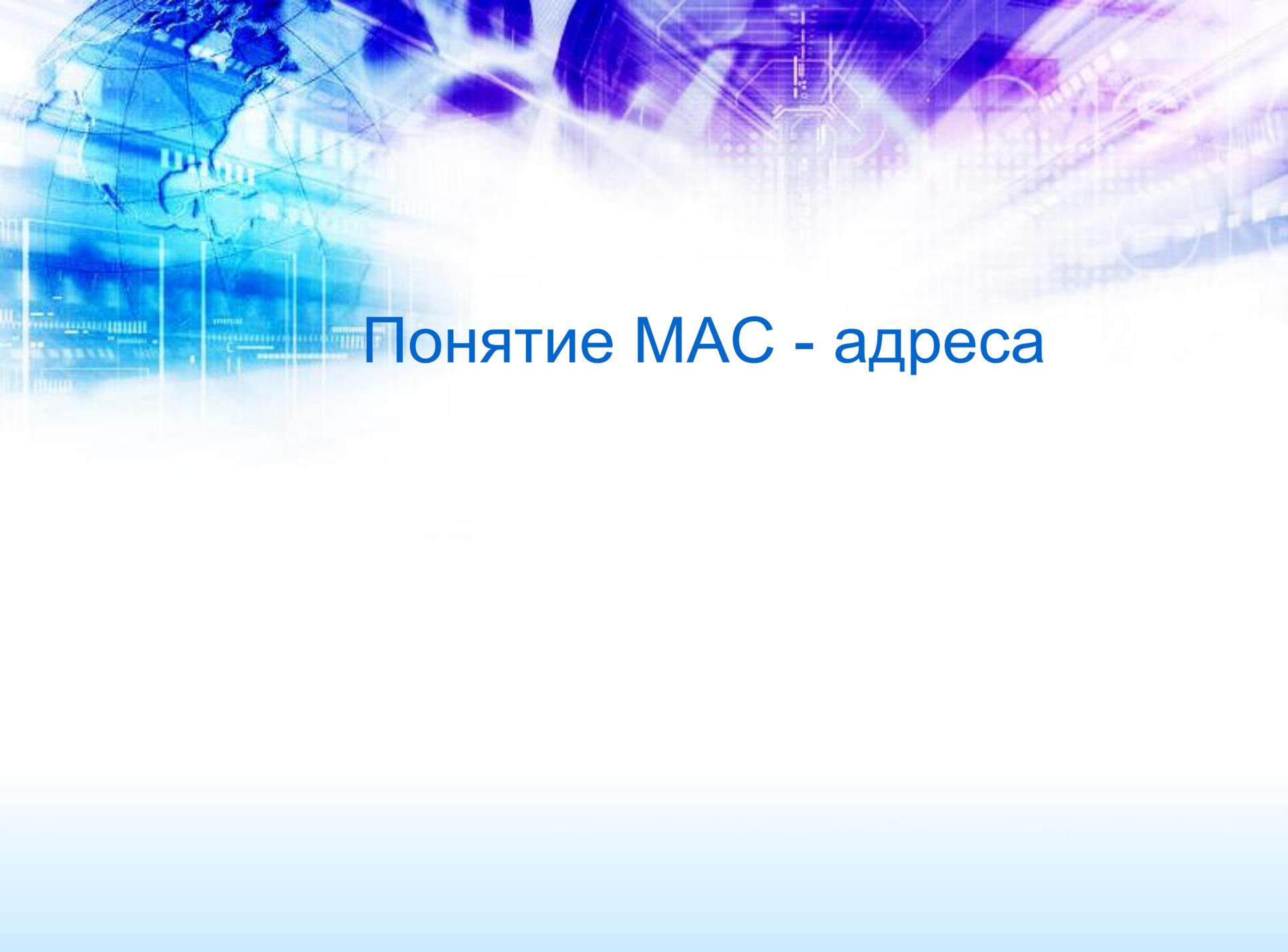
Разработка HiperLAN2 ведется с учетом обеспечения совместимости данного оборудования с системами стандарта 802.11.



# Тема 2.3

## Сетевое оборудование





# Понятие MAC - адреса

# MAC - адрес

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

## MAC - адрес

Большинство сетевых протоколов используют одно из трёх пространств MAC-адреса, которые теоретически должны быть глобально уникальными, *хотя не все протоколы используют MAC-адреса, и не все протоколы, использующие MAC-адреса, нуждаются в подобной уникальности этих адресов.*



## MAC - адрес

В большинстве сетей (например, сети на основе Ethernet) MAC-адрес позволяет уникально идентифицировать каждый узел сети и доставлять данные только этому узлу.

## MAC - адрес

MAC-адреса состоят из 48 бит, таким образом, адресное пространство MAC-48 насчитывает  $2^{48}$  (или 281 474 976 710 656) адресов.

Согласно подсчётам IEEE, этого запаса адресов хватит по меньшей мере до 2100 года.



Стандарты IEEE определяют 48-разрядный MAC-адрес, который разделен на четыре части, но записывается октетами (побайтно), например, **11-A0-17-3D-BC-01**.

Первые 24-бита содержат уникальный идентификатор организации (OUI), или (Код MFG — Manufacturing, производителя), который производитель получает в IEEE.



При этом используются только младшие 22 разряда, 2 старшие имеют специальное назначение:

- первый бит указывает, для одиночного (0) или группового (1) адресата предназначен кадр;
- следующий бит указывает, является ли MAC-адрес глобально (0) или локально (1) администрируемым.



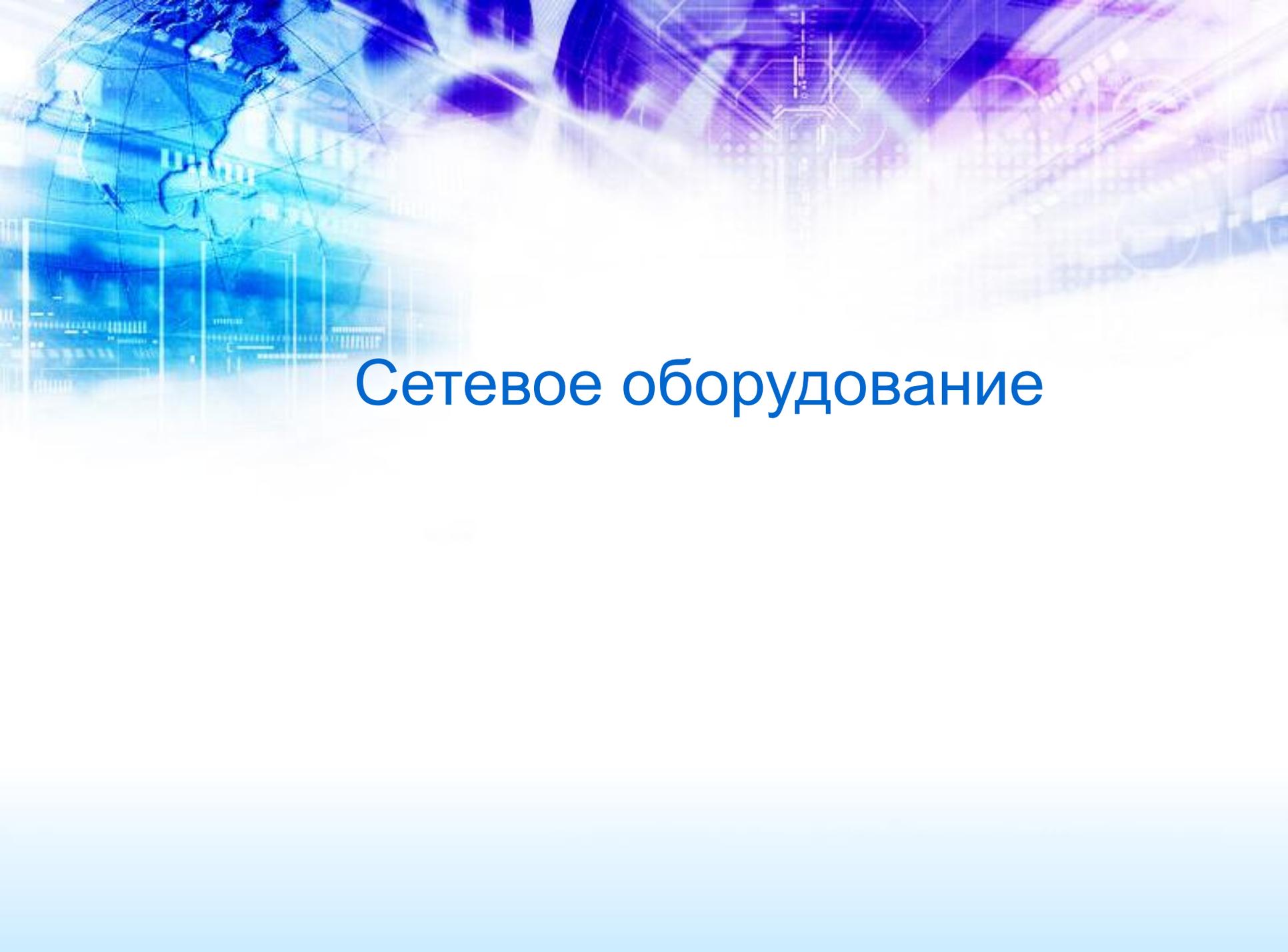
Следующие 24 бита выбираются изготовителем для каждого экземпляра устройства - **глобальный MAC-адрес** устройства **глобально уникален** и обычно «зашит» в аппаратуру.

## MAC - адрес

Существует мнение, что MAC-адрес жестко вшит в сетевую карту и сменить его нельзя или можно только с помощью программатора.

## MAC - адрес

На самом деле MAC-адрес легко меняется программным путем, так как значение, указанное через драйвер, имеет более высокий приоритет, чем зашитое в плату, хотя существует оборудование, в котором смену MAC-адреса произвести невозможно без специальных средств.



# Сетевое оборудование

# Сетевое оборудование

Для соединения устройств в сети используется специальное оборудование:

- Сетевые интерфейсные адаптеры или сетевые платы для приёма и передачи данных;



# Сетевое оборудование

- Трансиверы;
- Коннекторы (соединители) и терминаторы для подключения кабелей к компьютеру, разъёмы для соединения отрезков кабеля;



# Сетевое оборудование

- Хаббы (концентраторы) и коммутирующие хаббы (коммутаторы) расширяют топологические, функциональные и скоростные возможности компьютерных сетей;
- Свичи;
- Маршрутизаторы (роутеры) — специализированные сетевые устройства для пересылки пакетов данных между различными сегментами сети;



# Сетевое оборудование

- Повторители (репитеры) усиливают сигналы, передаваемые по кабелю при его большой длине;
- Сетевые кабели.

# Сетевые карты

Сетевая карта (**Network Adapters**)- это устройство, устанавливаемое в компьютер и предоставляющее ему возможность взаимодействия с сетью в соответствии с определённым протоколом.

Размещаются в системных блоках компьютеров, подключенных к сети.

К разъёмам адаптеров подключается сетевой кабель.

# Сетевые карты

В настоящее время выпускается большое количество разнообразных сетевых карт. Часто встречающиеся карты имеют вид печатной платы, устанавливаемой в разъем расширения материнской платы компьютера.



# Коннекторы

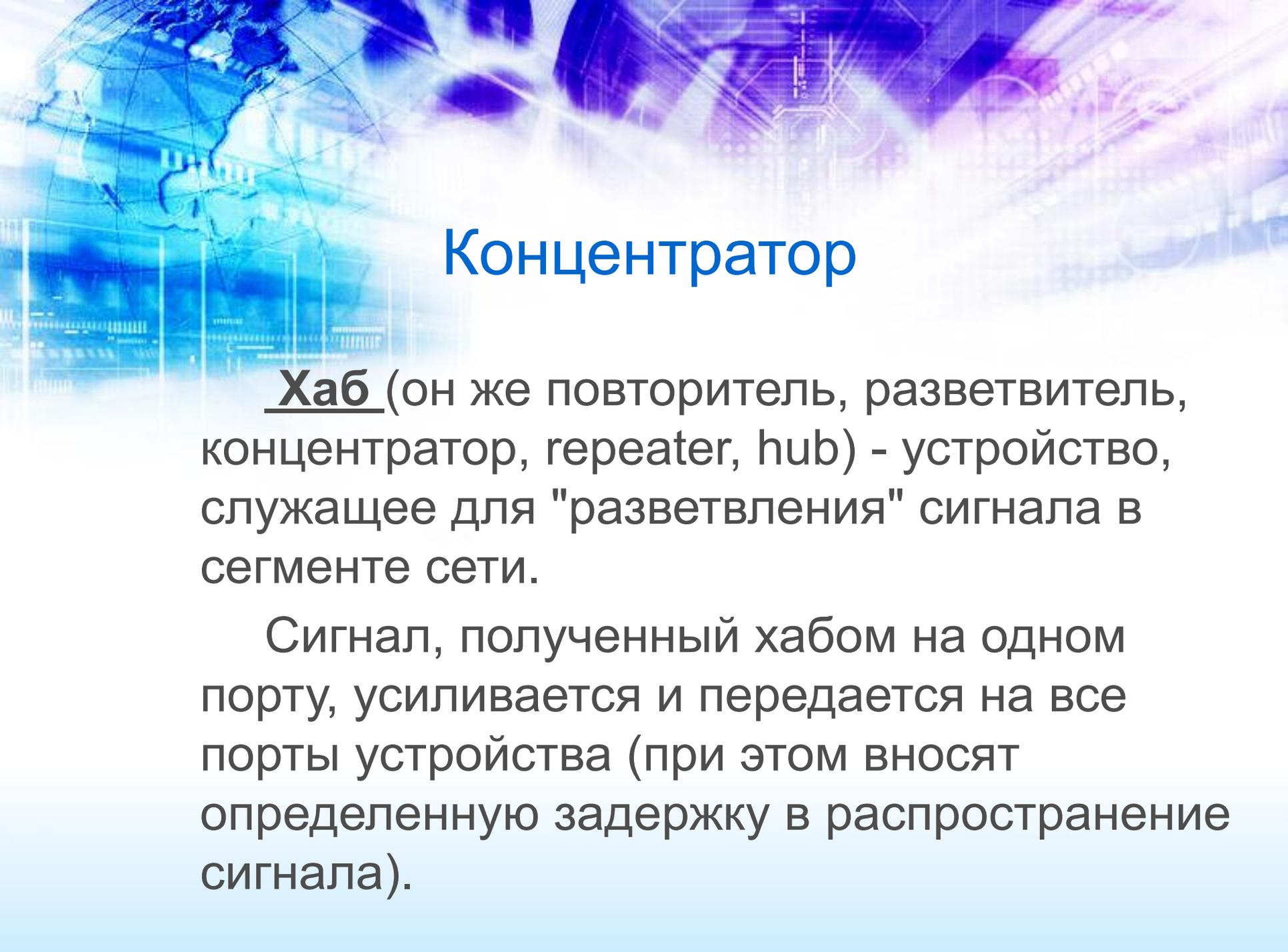
**Разъемы** для соединения сетевой карты и среды передачи данных, зависящие от этой среды. Являются механическими устройствами, предназначенными для сборки компонентов локальной компьютерной сети, и представляют собой разъемы, состоящие из двух частей - вилки и розетки.

Используются для соединения отрезков кабеля или подсоединения кабеля к какому-либо устройству.

# Трансивер

Трансивер - это специальное устройство, используемое для подключения РС, например, к локальной компьютерной сети, создаваемой на **толстом кабеле**, т.е. устройство для передачи и приёма сигнала между двумя физически разными средами системы связи.

*Устаревший термин, использовавшийся во времена коаксиальных сетей.*



# Концентратор

Хаб (он же повторитель, разветвитель, концентратор, repeater, hub) - устройство, служащее для "разветвления" сигнала в сегменте сети.

Сигнал, полученный хабом на одном порту, усиливается и передается на все порты устройства (при этом вносят определенную задержку в распространение сигнала).

# Концентратор

Портов может быть минимум 2, тогда это называется "повторитель" (repeater), чаще всего такие 2х-портовые хабы применялись в коаксиальных сетях и служили для "удлинения" сети (усилители сигналов).



## Концентратор

Хабы, как и сетевые карты, являются устройствами 1-го уровня, т.е. работают с сетью на уровне сигналов. Концентраторы выпускаются на разное количество портов, чаще всего на 8, 12, 16, 24.

# Концентратор





## Концентратор

Концентраторы можно объединять, образуя каскадную структуру сети. При этом надо придерживаться следующих правил:

- не должно получаться закольцованных путей;
- между любыми двумя станциями должно быть не более 4 концентраторов.



# СВИТЧ

СВИТЧ (он же сетевой коммутатор, мост, switch, bridge) -устройство, служащее для разделения сети на отдельные сегменты, которые могут содержать хабы и сетевые карты.

# СВИТЧ

Свичи работают с содержимым сетевых пакетов - читают поле физического адреса назначения (MAC) пакета, пришедшего на один из портов, и в зависимости от его значения и таблицы MAC-адрес - порт "ретранслируют" пакет на другой порт (или не ретранслируют).



7 12 2008

# СВИТЧ

Т.е. свитч работает по заранее составленной **таблице соответствия MAC-адресов и портов.**

Свитч с 2-мя портами называется мостом (bridge), при этом порты могут иметь разные сетевые стандарты: Ethernet и Token Ring, 10Base-T и 100Base-T, и другие вариации.

# СВИТЧ

Порты N-портового свитча работают независимо друг от друга, в общем случае, в каждый момент времени одновременно может происходить обмен данными по  $N/2$  направлениям.

Поскольку свичу требуется время на анализ адреса пакета, свитчи вносят большую задержку в распространение сигнала чем хабы.

## СВИТЧ

Сложные коммутаторы можно объединять в одно логическое устройство - стек - с целью увеличения числа портов. Например, можно объединить 4 коммутатора с 24 портами и получить коммутатор с 96 портами.



# Маршрутизатор

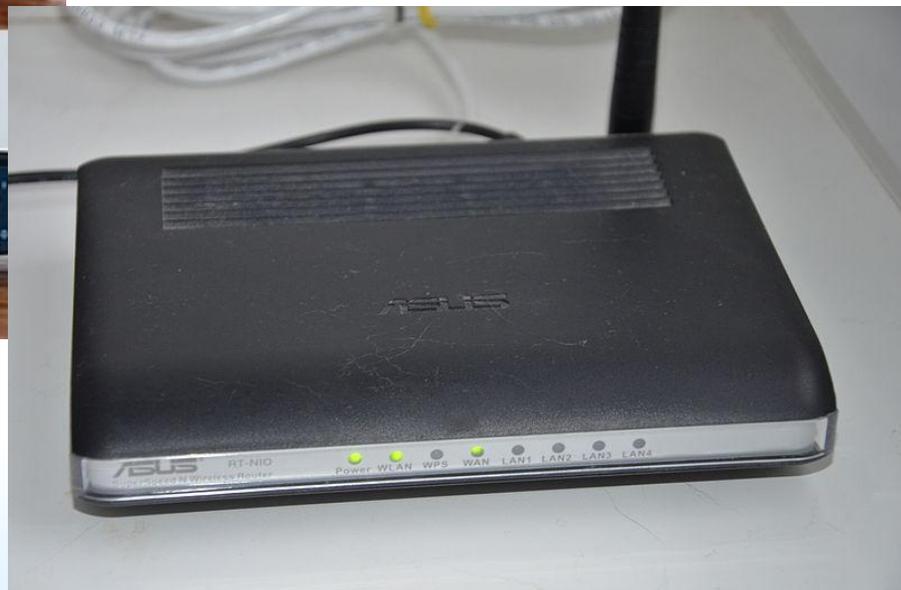
**Маршрутизатор** (то же самое, что роутер, router) - это специальное устройство, или компьютер с соответствующим программным обеспечением.

Служит для разделения сети на подсети, которые могут содержать свичи, хабы и сетевые карты.

# Маршрутизатор

Маршрутизаторы работают с содержимым пакетов на уровне **сетевых адресов** (в отличие от свичей с MAC-адресами) и перенаправляют пакеты на другие порты.

# Маршрутизатор



# Маршрутизатор

Таблицы при этом имеют более сложные структуры, чем у свичей и занимают больше места.

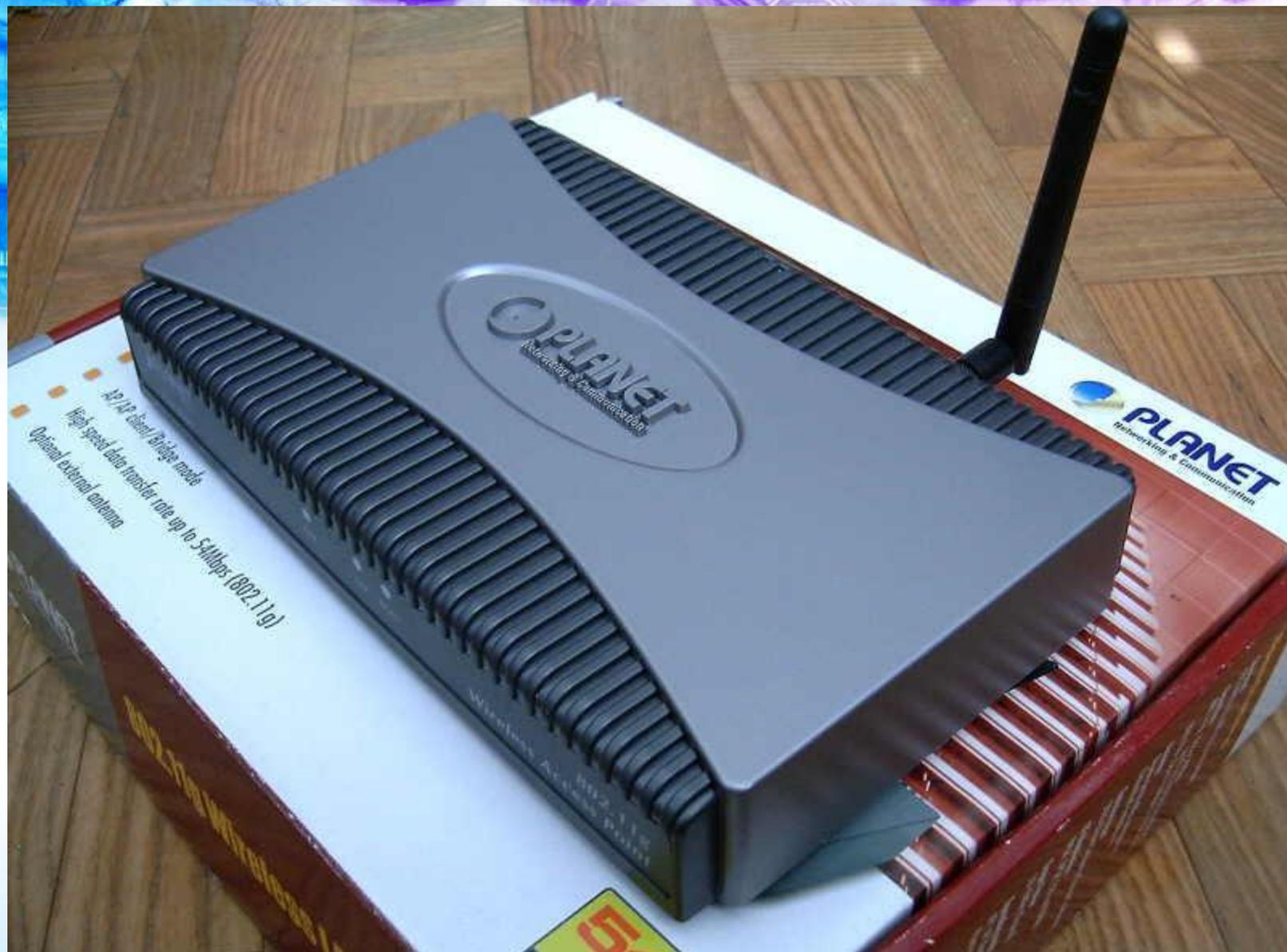
Помимо "чистой маршрутизации" маршрутизаторы обычно выполняют функции NAT, FireWall и оптимизации потоков данных.



## Точка Доступа (Access Point)

Точка Доступа - это "прозрачный" мост, предоставляющий беспроводной доступ станциям, оборудованным беспроводными сетевыми картами к компьютерам, объединенным в сеть с помощью проводов.

С помощью Точек Доступа беспроводные рабочие станции объединяются в сеть.





# Точка Доступа

Современные устройства, организующие точки доступа представляют собой комбинированные устройства, интегрирующие в себе функции беспроводного сетевого адаптера (платы, карты, контроллера), маршрутизатора и, например, кабельного модема.



# Медиаконвертер

Медиаконвертеры - это устройства, предназначенные для преобразования типа среды передачи сигнала и имеющие независимое электропитание.

# Медиаконвертер

Иначе, Медиаконвертер - это устройство, позволяющее соединить медный порт коммутатора с оптоволоконном.

В результате коммутатор даже «не знает», что он работает не с медной линией. :)

# Медиаконвертер

Например, медиаконвертер для преобразования сигнала из стандарта 100BASE-TX Fast Ethernet на витой паре в сигнал стандарта 100BASE-FX Fast Ethernet по многомодовому оптическому кабелю.

