

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

**Н.Б. Розен**

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ**

Учебное пособие  
для курсантов специальности 25.05.03  
«Техническая эксплуатация  
транспортного радиооборудования»  
дневной и заочной форм обучения

Калининград  
Издательство БГАРФ  
2021

**БГАРФ**

УДК 004.7 (075)

**Розен, Н.Б. Компьютерные сети и интернет-технологии:** учебное пособие для курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» дневной и заочной форм обучения / Н.Б. Розен; БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ». – Калининград: Издательство БГАРФ, 2021. – 39 с.: ил. 16. – Библиограф.: с. 39. – ISBN 978-5-7481-0468-5. – Текст: непосредственный.

Пособие содержит базовые знания по организации и функционированию компьютерных сетей. В нем содержатся общие понятия, связанные с компьютерными сетями, их структурами и компонентами. Описаны типы сетевых устройств, их назначение и принципы работы, виды топологий, физические среды передачи данных, методы доступа к каналу связи. Передача данных в сети рассматривается на основе эталонной базовой модели, разработанной Международной организацией по стандартам взаимодействия открытых сетей. Рассматриваются принципы межсетевого взаимодействия.

Учебное пособие написано на основе образовательных стандартов третьего поколения и соответствует образовательной программе по дисциплине «Компьютерные сети и интернет-технологии» для курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

Ил. 16, табл. 2, библиогр. 10.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

**Рецензенты:** *Топоркова О.М.*, канд. техн. наук, доцент кафедры СУ и ВТ «КГТУ»;

*Рудинский И.Д.*, д-р пед. наук, канд. техн. наук, профессор, профессор Института образования ФГАОУ ВО БФУ им. И. Канта

**ISBN 978-5-7481-0468-5**

УДК 004.7 (075)

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021

БГАРФ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Основные определения и термины .....	4
2. Сетевое оборудование.....	7
2.1. Сетевые адаптеры или NIC (Network Interface Card).....	7
2.2. Повторители и концентраторы .....	9
2.3. Мосты и коммутаторы .....	12
2.4. Коммутатор.....	12
2.5. Маршрутизатор .....	13
2.6. Шлюз .....	14
3. Топология вычислительной сети .....	14
3.1. «Общая шина» .....	15
3.2. «Кольцо» .....	16
3.3. «Звезда».....	17
3.4. «Ячеистая» топология.....	18
3.5. «Древовидная» топология .....	19
4. Физическая среда передачи данных. ....	19
4.1. Кабели связи, линии связи, каналы связи.....	19
4.2. Типы кабелей и структурированные кабельные системы .....	20
4.3. Кабельные системы.....	21
4.4. Типы кабелей .....	21
4.4.1. Витая пара .....	22
4.4.2. Коаксиальные кабели .....	23
4.4.3. Оптоволоконный кабель .....	23
4.5. Беспроводные технологии.....	24
5. Методы доступа в сетях.....	25
6. Семиуровневая модель OSI .....	29
7. Архитектура сети.....	33
7.1. Одноранговая архитектура.....	34
7.2. Архитектура «клиент-сервер» .....	36
8. Выбор архитектуры сети .....	38
Список использованных источников .....	39

## ВВЕДЕНИЕ

*Задача пособия* – облегчить изучение дисциплины «Компьютерные сети и интернет-технологии», а также подготовку контрольной работы по этой дисциплине для специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» (очная и заочная формы обучения).

Сети и сетевые технологии – тема, которая достаточно полно представлена в различных источниках. Вместе с тем, объем этих учебников и пособий, как правило, слишком велик. В настоящем пособии содержатся только те темы, которые соответствуют учебному плану и программе по данной специальности.

*Целью* настоящего пособия является рассмотрение основных характеристик компьютерных сетей с позиции качественных характеристик, а также знаний, необходимых для их эксплуатации и ремонта.

### 1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕРМИНЫ

Существует большое количество определений, используемых для определения компьютерных сетей.

Самым простым является представление компьютерной сети как системы распределенной обработки информации, состоящей как минимум из двух компьютеров, взаимодействующих между собой с помощью среды передачи данных и специальных устройств.

Иногда компьютерная сеть определяется как совокупность компьютеров и различных устройств, обеспечивающих информационный обмен без использования каких-либо промежуточных носителей информации.

Международная организация по стандартизации ISO определила вычислительную сеть как *последовательную бит-ориентированную передачу информации между связанными друг с другом независимыми устройствами.*

Считается, что компьютерные сети являются развитием понятия «коммуникационные сети» (телефонные сети, радио-сети и ряд других), которое возникло намного раньше. Отмечается, что современный этап развития сетей характеризуется обратным влиянием, т. е. многие идеи и технологии, характерные для компьютерных сетей, теперь применяются в коммуникационных сетях.

Основные преимущества объединения компьютеров в сеть:

- оперативный обмен информацией между пользователями сети;
- совместное использование аппаратуры, включенной в состав сети (например, лазерных принтеров, профессиональных сканеров; жесткого диска большой ёмкости);
- использование программного обеспечения и данных, хранящихся на разных компьютерах сети, что позволяет экономить дисковую память, не дублируя файлы на каждом из компьютеров;
- возможность объединения вычислительных мощностей для решения сложных задач.

Компьютерные сети принято подразделять на два класса по территориальному признаку: *локальные вычислительные сети* (ЛВС) или Local Area Network (LAN) и *глобальные вычислительные сети* (ГВС) или Wide Area Network (WAN).

В соответствии с Межгосударственным стандартом «Сети локальные вычислительные» (ГОСТ 29099-91) ЛВС определяется как: «Вычислительная сеть, охватывающая небольшую территорию и использующая ориентированные на эту территорию средства и методы передачи данных».

Глобальные сети объединяют ресурсы компьютеров, расположенных на значительном удалении. Иногда подчеркивают необходимость применения специальных устройств, позволяющих передавать данные без затухания и искажения. В качестве примеров распределенных сетей очень большого масштаба можно назвать: Internet, EUNET, Relcom, FIDO.

Еще один класс компьютерных сетей – **городские, региональные** сети (MAN, Metropolitan Area Network), которые обычно по своим характеристикам ближе к глобальным сетям, хотя могут иметь некоторые черты локальных сетей, например, высококачественные каналы связи и сравнительно высокие скорости передачи данных. Городская сеть может быть локальной со всеми ее преимуществами.

Технологии, применяемые в ЛВС и ГВС различны, так как расстояние во многом определяет применяемые технические решения.

Отдельные глобальные и локальные вычислительные сети могут объединяться и образовывать сложную сеть, которая называется *распределенной*.

Изучение сети предполагает знание принципов работы ее отдельных компонентов: *компьютеров, коммуникационного оборудования, операционных систем и сетевых приложений*. Дополнительно любая компьютерная сеть характеризуется топологией, протоколами,

интерфейсами, методами доступа и целым рядом других характеристик, от которых, в конечном итоге, зависит ее производительность, надежность и безопасность.

*Сетевое оборудование* (технические средства) – это различные устройства, обеспечивающие объединение компьютеров в единую компьютерную сеть.

*Сетевые программные средства* осуществляют управление работой компьютерной сети и обеспечивают соответствующий интерфейс с пользователями.

*Клиент* – компьютер (или программа), использующий сетевые ресурсы, которые предоставляет другой компьютер или программу.

*Сервер* – компьютер (или программа) – компонент сети, предоставляющий другим компонентам доступ к сетевым ресурсам.

*Узел сети* – устройство, подключенное к сети и способное взаимодействовать с другими сетевыми устройствами.

*Протоколы* представляют собой правила взаимодействия функциональных элементов сети.

Другие определения этого понятия подчеркивают важные особенности этого понятия, например: *протокол* – строго определенная процедура и формат сообщений, допустимые для коммуникаций между двумя или более системами через общую среду передачи данных или *протокол* – формализованный набор правил, используемый компьютерами для коммуникаций.

*Интерфейсы* – это средства сопряжения функциональных элементов сети. В качестве функциональных элементов могут выступать как отдельные устройства, так и программные модули. Соответственно различают *аппаратные* и *программные* интерфейсы.

*Трафик* – это поток сообщений в сети передачи данных. Под ним понимают количественное измерение в выбранных точках сети числа проходящих блоков данных и их длины, выраженное в битах в секунду.

*Архитектура* – это концепция, определяющая взаимосвязь, структуру и функции взаимодействия рабочих станций в сети. Она предусматривает логическую, функциональную и физическую организацию технических и программных средств сети.

С точки зрения качества компьютерных сетей обычно выделяют их производительность, надежность и безопасность. В интуитивных терминах под производительностью сети понимают скорость передачи данных, под надежностью – отсутствие потерь и искажения данных, под безопасностью – защиту от вирусов и атак злоумышленников.

## 2. СЕТЕВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*Сетевым оборудованием* называют устройства, необходимые для создания и эффективного функционирования сети. Его принято подразделять на *активное* и *пассивное*. К *активному* оборудованию относят то, которое преобразует, направляет и обрабатывает информацию. *Пассивное* – это вспомогательное оснащение и те устройства, которые только передают информацию. К активному оборудованию можно отнести модемы, сетевые карты, коммутаторы, маршрутизаторы и ряд других, к пассивному – кабели, повторители, разветвители, разъёмы, коннекторы, стойки, телекоммуникационные и монтажные шкафы. Некоторые устройства, например, повторитель и концентратор, трудно отнести к конкретной группе. Ранее их относили к пассивному оборудованию, но теперь, так называемые управляемые концентраторы являются 100 %-ным активным оборудованием, так как обладают некоторыми интеллектуальными свойствами и обрабатывают информацию.

По другой классификации в качестве основных аппаратных компонентов сети рассматривают: *абонентские системы*: компьютеры разных типов и назначений; принтеры; сканеры и др; *сетевое оборудование*: сетевые адаптеры, концентраторы, мосты, маршрутизаторы и др.; *коммуникационные каналы*: кабели, разъёмы, устройства передачи и приема данных в беспроводных технологиях.

### 2.1. Сетевые адаптеры или NIC (Network Interface Card)

*Сетевой адаптер* – устройство позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети. Это устройство решает задачи надежного обмена двоичными данными, представленными соответствующими электромагнитными сигналами, по внешним линиям связи. Как и любой контроллер компьютера, сетевой адаптер работает под управлением драйвера операционной системы, и распределение функций между сетевым адаптером и драйвером может изменяться от реализации к реализации. Сетевые адаптеры бывают внутренними, внешними и встроенными в материнскую плату.

Сетевые адаптеры преобразуют параллельные коды, используемые внутри компьютера и представленные маломощными сигналами, в последовательный поток мощных сигналов для передачи данных по внешней сети. Сетевые адаптеры должны быть совместимы с кабельной системой сети, внутренней информационной шиной ПК и сетевой операционной системой.

Для работы ПК в сети необходимо установить и настроить сетевой адаптер. Для адаптеров, отвечающих стандарту *Plug and Play (вставляй и работай)*, настройка производится автоматически. В некоторых случаях требуется специальная настройка, которая требует знания механизма прерывания IRQ (Interrupt Request Line) и адресов ввода/вывода (Input/Output address).

Сетевые карты поддерживают различные типы сетевых соединений. Физический интерфейс между самой сетевой картой и сетью называют *трансивером* (transceiver) – это устройство, которое как получает, так и посылает данные. Трансиверы на сетевых картах могут получать и посылать цифровые и аналоговые сигналы. Тип интерфейса, который использует сетевая карта, часто может быть физически определен на сетевой карте. *Перемычки*, или *джамперы* (маленькие перемычки, соединяющие два контакта), могут быть настроены для указания типа трансивера, который должна использовать сетевая карта в соответствии со схемой сети. Например, перемычка в одном положении может включить разъем RJ-45 для поддержки сети типа витая пара, в другом – поддержку внешнего трансивера.

Функции сетевых адаптеров:

1. **Гальваническая развязка** с коаксиальным кабелем или витой парой. Для этой цели используются *импульсные трансформаторы*. Иногда для развязки используются *оптроны*.

2. **Прием (передача) данных**. Данные передаются из оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) ПК в адаптер или из адаптера в память ПК через программируемый канал ввода/вывода, канал прямого доступа или разделяемую память.

3. **Буферизация**. Для согласования скоростей пересылки данных в адаптер или из него со скоростью обмена по сети используются буферы. Во время обработки в сетевом адаптере, данные хранятся в буфере.

4. **Формирование пакета**. В режиме передачи сетевой адаптер должен разделить данные на блоки и оформить их в виде специальной последовательности – «кадра» определенного формата. Кадр включает несколько служебных полей, среди которых имеется адрес компьютера назначения и контрольная сумма кадра, по которой сетевой адаптер станции назначения делает вывод о корректности доставленной по сети информации. В режиме приема адаптер специальным образом преобразует кадры в обратном порядке.

5. **Доступ к каналу связи**. Набор правил, обеспечивающих доступ к среде передачи данных. Выявление конфликтных ситуаций и контроль состояния сети.

6. **Идентификация своего адреса** в принимаемом пакете. Физический адрес адаптера может определяться установкой переключателей, храниться в специальном регистре или прошиваться в ППЗУ.

7. **Преобразование** параллельного кода в последовательный код при передаче данных, и из последовательного кода в параллельный при приеме. В режиме передачи данные передаются по каналу связи в последовательном коде.

8. **Кодирование и декодирование данных.** На этом этапе должны быть сформированы электрические сигналы, используемые для представления данных. Большинство сетевых адаптеров для этой цели используют манчестерское кодирование.

9. **Передача или прием импульсов.** В режиме «передачи» закодированные электрические импульсы передаются через кабель (при приеме импульсы направляются на декодирование).

Выбирая сетевые адаптеры, следует учитывать тип и разрядность используемой в компьютере внутренней шины данных, выбранную сетевую технологию, а также тип среды передачи данных. Иногда сетевой адаптер может поддерживать одновременно несколько сред передачи данных. Если сетевой адаптер поддерживает только одну среду передачи данных, а необходимо использовать другую, применяются трансиверы и конверторы.

Различные типы сетевых адаптеров отличаются по: скорости передачи данных, объему буфера для пакета данных, типом шины, быстродействию шины, совместимостью с различными микропроцессорами, использованием разных типов доступа к памяти, адресацией портов ввода/вывода и запросов прерывания, конструкцией разъемов.

## 2.2. Повторители и концентраторы

Основная функция *повторителя* (repeater) – повторение сигналов, поступающих на его порт. Повторитель улучшает электрические характеристики сигналов и их синхронность, и за счет этого появляется возможность увеличивать общую длину кабеля между самыми удаленными в сети компьютерами.

Многопортовый повторитель часто называют *концентратором* (concentrator) или *хабом* (hub), т. е. данное устройство реализует не только функцию повторения сигналов, но и концентрирует в одном устройстве функции объединения компьютеров в сеть. Практически

во всех современных сетевых стандартах концентратор является необходимым элементом сети.

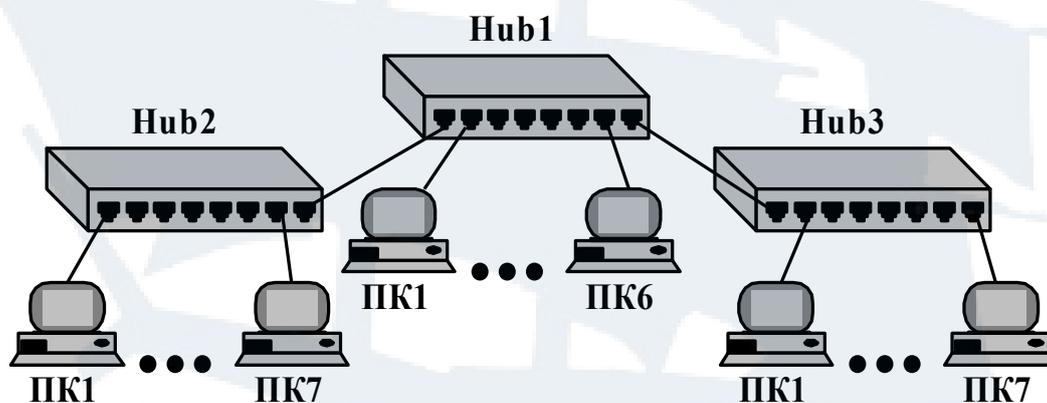
Отрезки кабеля, соединяющие два компьютера или какие-либо два других сетевых устройства, называются *физическими сегментами*, поэтому концентраторы и повторители, которые используются для добавления новых физических сегментов, являются средством физической структуризации сети.

*Концентратор* – устройство, у которого суммарная пропускная способность входных каналов выше пропускной способности выходного канала. Так как потоки входных данных в концентраторе больше выходного потока, то главной его задачей является концентрация данных. При этом возможны ситуации, когда число блоков данных, поступающее на входы концентратора, превышает его возможности. Тогда концентратор ликвидирует часть этих блоков.

Современные (модульные) концентраторы позволяют выбирать их компоненты и имеют порты для подключения к разнообразным средам передачи данных.

В концентраторе для каждого узла (ПК, принтеры, серверы доступа, телефоны и пр.) должен быть предусмотрен отдельный порт.

Короткое замыкание на одном из отрезков не выведет из строя всю ЛВС.



*Рис. 1. Логический сегмент, построенный с использованием концентраторов*

Концентраторы образуют из отдельных физических отрезков кабеля общую среду передачи данных – *логический сегмент*. Какую бы сложную структуру ни образовывали концентраторы, например, путем иерархического соединения (рис. 1), все компьютеры, подключенные к ним, образуют единый логический сегмент, в котором лю-

бая пара взаимодействующих компьютеров полностью блокирует возможность обмена данными для других компьютеров.

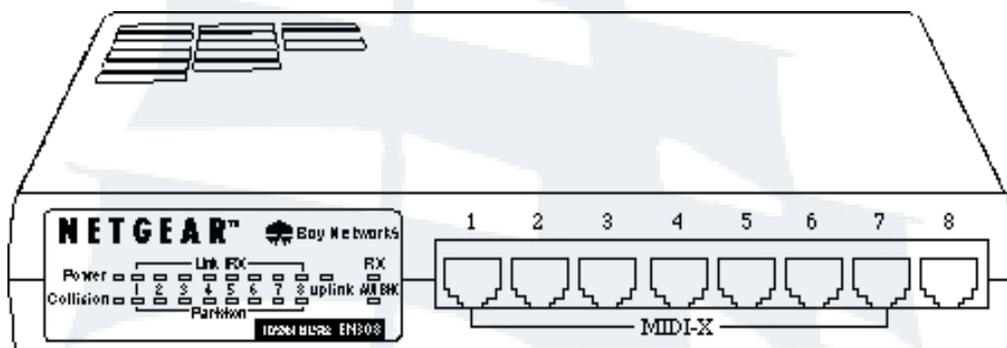


Рис. 2. Внешний вид концентратора

На рис. 2 показан внешний вид концентратора или хаба (англ. hub). Концентраторы поддерживают технологию plug and play и не требуют какой-либо установки параметров. Необходимо просто спланировать свою сеть и вставить разъемы в порты хаба и компьютеров.

При выборе места для установки концентратора важны следующие аспекты: местоположение, расстояния, питание.

Выбор места установки концентратора является наиболее важным этапом планирования небольшой сети. Его можно расположить вблизи геометрического центра сети (на одинаковом расстоянии от всех компьютеров). Такое расположение позволит минимизировать расход кабеля. Длина кабеля от концентратора до любого из подключаемых к сети компьютеров или периферийных устройств не должна превышать 100 м.

Концентратор можно поставить на стол или закрепить его на стене с помощью входящих в комплект скоб. Установка на стене позволяет упростить подключение кабелей, если они уже проложены в офисе.

Производители концентраторов реализуют в своих устройствах дополнительные функции, но наиболее часто встречаются следующие:

- объединение сегментов с различными физическими средами (например, коаксиальный кабель, витая пара и оптоволокно) в единый логический сегмент;
- автосегментация портов – автоматическое отключение порта при его некорректном поведении (повреждение кабеля, интенсивная генерация пакетов ошибочной длины и т. п.);
- поддержка между концентраторами резервных связей, которые используются при отказе основных.

Недостатком концентратора является то, что он не может фильтровать сетевой трафик, т. е. не контролируются такие показатели сети как адрес источника, адрес получателя. В концентраторе данные, поступившие на один порт, передаются дальше на все порты независимо от того, должны ли они туда направляться.

### 2.3. Мосты и коммутаторы

*Мост* (bridge), а также его быстродействующий аналог – *коммутатор* (switching hub), делят общую среду передачи данных на логические сегменты. Логический сегмент образуется путем объединения нескольких физических сегментов (отрезков кабеля) с помощью одного или нескольких концентраторов. Каждый логический сегмент подключается к отдельному порту моста/коммутатора. При поступлении кадра на какой-либо из портов мост/коммутатор повторяет этот кадр, но не на всех портах, как это делает концентратор, а только на том порту, к которому подключен сегмент, содержащий компьютер-адресат.

Разница между мостом и коммутатором состоит в том, что мост в каждый момент времени может осуществлять передачу кадров только между одной парой портов, а коммутатор одновременно поддерживает потоки данных между всеми своими портами. Другими словами, мост передает кадры последовательно, а коммутатор параллельно. Следует отметить, что в последнее время локальные мосты полностью вытеснены коммутаторами.

Мосты (bridges) предназначены для соединения сетевых сегментов, имеющих различные физические среды, например, для соединения сегмента с оптоволоконным кабелем и сегмента с коаксиальным кабелем. Мосты могут соединять сети с разными методами доступа к каналу.

### 2.4. Коммутатор

*Коммутатор* (switch) – устройство, осуществляющее выбор одного из возможных вариантов направления передачи данных (рис. 3).

В коммуникационной сети коммутатор является ретрансляционной системой (система, предназначенная для передачи данных или преобразования протоколов), обладающей свойством прозрачности (т. е. коммутация осуществляется здесь без какой-либо обработки данных). Коммутатор не имеет буферов и не может накапливать данные. Поэтому при использовании коммутатора скорости передачи сигналов в соединяемых

каналах передачи данных должны быть одинаковыми. Канальные процессы, реализуемые коммутатором, выполняются специальными интегральными схемами. В отличие от других видов ретрансляционных систем, здесь, как правило, не используется программное обеспечение.

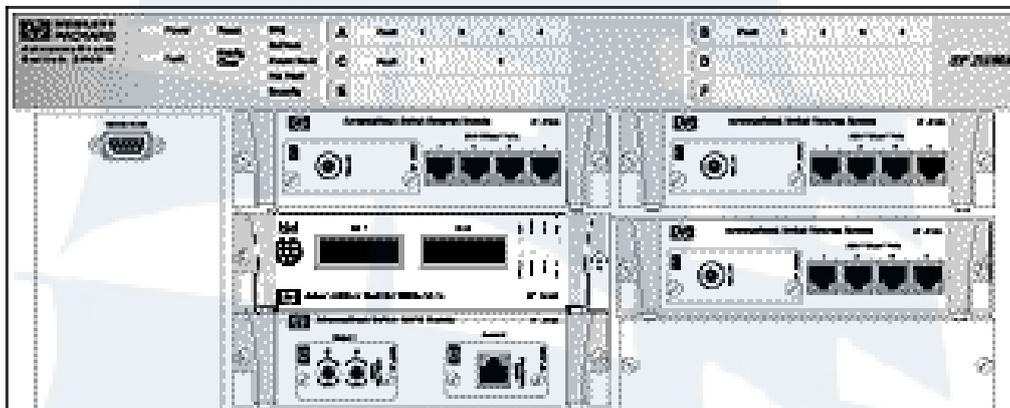


Рис. 3. Внешний вид коммутатора

Вначале коммутаторы использовались лишь в глобальных сетях. Затем они появились и в локальных сетях, например, частные учрежденческие коммутаторы. Позже появились коммутируемые локальные сети. Их ядром стали коммутаторы локальных сетей.

## 2.5. Маршрутизатор

*Маршрутизатор* (router) – ретрансляционная система, соединяющая две коммуникационные сети, либо их части. Маршрутизатор работает с несколькими каналами, направляя в какой-нибудь из них очередной блок данных.

Маршрутизаторы обмениваются информацией об изменениях структуры сетей, трафике и их состоянии. Благодаря этому, выбирается оптимальный маршрут следования блока данных в разных сетях от абонентской системы-отправителя к системе-получателю. Они обеспечивают также соединение административно независимых коммуникационных сетей.

Маршрутизаторы превосходят мосты своей способностью фильтровать и направлять пакеты данных на сети. Так как маршрутизаторы работают на сетевом уровне, они могут соединять сети, использующие разную сетевую архитектуру, методы доступа к каналам связи и протоколы.

Маршрутизаторы не обладают такой способностью к анализу сообщений как мосты, но зато могут принимать решение о выборе оптимального пути для данных между двумя сетевыми сегментами.

Мосты принимают решение по поводу адресации каждого из поступивших пакетов данных, переправлять его через мост или нет, в зависимости от адреса назначения. Маршрутизаторы же выбирают из таблицы маршрутов наилучший для данного пакета.

В поле зрения маршрутизаторов находятся только пакеты, адресованные к ним предыдущими маршрутизаторами, в то время как мосты должны обрабатывать все пакеты сообщений в сегменте сети, к которому они подключены.

Необходимо запомнить, что для работы маршрутизаторов требуется один и тот же протокол во всех сегментах, с которыми он связан. При связывании сетей с различными протоколами лучше использовать мосты. Для управления загруженностью трафика сегмента сети также можно использовать мосты.

## 2.6. Шлюз

*Шлюз (gateway)* – ретрансляционная система, обеспечивающая взаимодействие информационных сетей. Шлюз является наиболее сложной системой, обеспечивающей взаимодействие сетей с различными наборами протоколов всех семи уровней. В свою очередь, наборы протоколов могут опираться на различные типы физических средств соединения.

В качестве шлюза обычно используется выделенный компьютер, на котором запущено программное обеспечение шлюза и производятся преобразования, позволяющие взаимодействовать нескольким системам в сети. Другой функцией шлюзов является преобразование протоколов. Шлюзы сложны в установке и настройке, они работают медленнее, чем маршрутизаторы.

## 3. ТОПОЛОГИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Термин *топология (конфигурация) сети* характеризует физическое расположение компьютеров, узлов коммутации и каналов связи в сети. Тип топологии определяет стоимость, защищенность, производительность и надежность эксплуатации.

Более общее определение рассматривает сетевую топологию как конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные

узлы сети, а рёбрам соответствуют физические или информационные связи между вершинами. Под вершинами понимают компьютеры и коммуникационное оборудование.

Сетевая топология может быть: физической (описывает реальное расположение и связи между узлами сети), логической (описывает прохождение сигнала в рамках физической топологии), информационной (описывает направление потоков информации, передаваемых по сети), управления обменом (это принцип передачи права на пользование сетью).

### Виды топологий

Существуют пять основных топологий (рис. 1): «Общая шина» (Bus), «Кольцо» (Ring), «Звезда» (Star), «Древовидная» (Tree), «Ячеистая» (Mesh). Общие схемы топологий приведены на рис. 4.

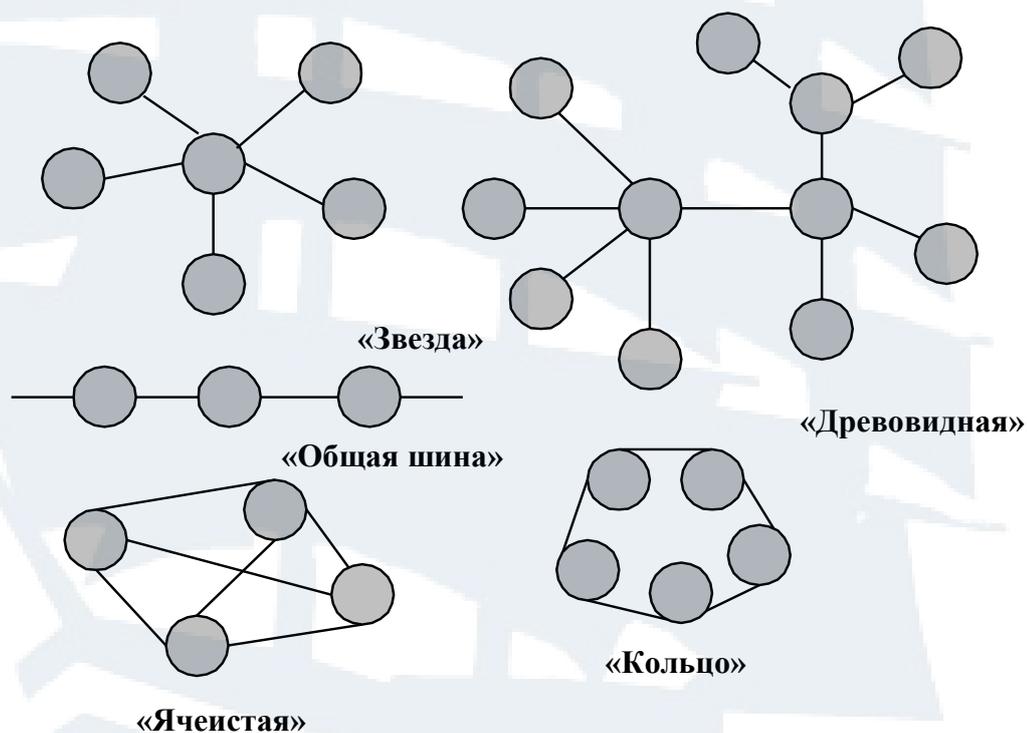
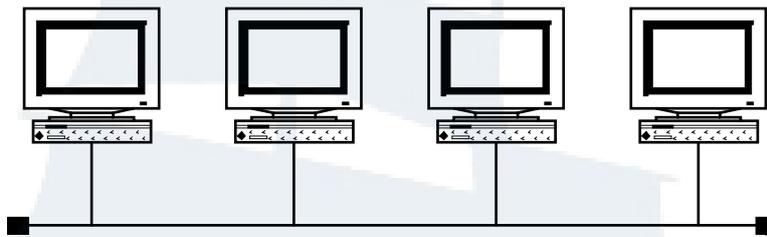


Рис. 4. Типы топологий

### 3.1. «Общая шина»

«Общая шина» – это тип сетевой топологии, в которой рабочие станции расположены вдоль одного участка кабеля, называемого *сегментом*.

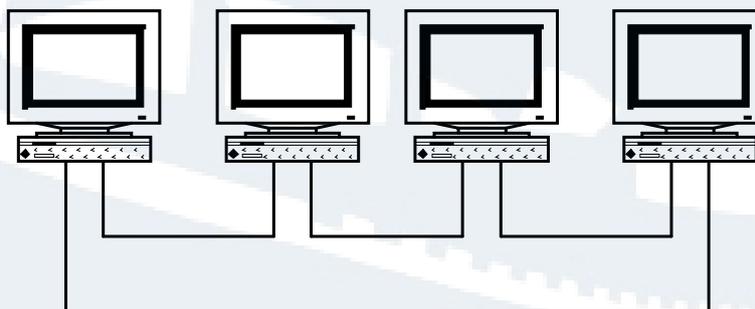


*Рис. 5. Топология «Общая шина»*

Топология «Общая шина» (рис. 5) использует один кабель, к которому подключаются все компьютеры сети. На концах кабеля присутствуют специальные устройства – терминаторы, препятствующие отражению сигнала. Кабель используется всеми станциями по очереди. Принимаются специальные меры для того, чтобы при работе с общим кабелем компьютеры не мешали друг другу передавать и принимать данные. Все сообщения, посылаемые отдельными компьютерами, принимаются и прослушиваются всеми остальными компьютерами, подключенными к сети. Рабочая станция отбирает адресованные ей сообщения, пользуясь информацией об адресе.

Надежность относительно высокая, так как выход из строя отдельных компьютеров не нарушит работоспособность сети в целом. Поиск неисправности в сети затруднен. Кроме того, так как используется только один кабель, в случае обрыва нарушается работа всей сети. Шинная топология – это наиболее простая и распространенная.

### 3.2. «Кольцо»



*Рис. 6. Топология «Кольцо»*

«Кольцо» – это топология ЛВС, в которой каждая станция соединена с двумя другими станциями, образуя кольцо (рис. 6). Данные передаются от одной рабочей станции к другой в одном направлении

(по кольцу). Каждый ПК работает как повторитель, ретранслируя сообщения к следующему ПК, т. е. данные, передаются от одного компьютера к другому как бы по эстафете. Если компьютер получает данные, предназначенные для другого компьютера, он передает их дальше по кольцу, в ином случае они дальше не передаются. Очень просто делается запрос на все станции одновременно. Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации, и в случае выхода из строя хотя бы одной из них, вся сеть парализуется. Подключение новой рабочей станции требует краткосрочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто. Топология «Кольцо» имеет хорошо предсказуемое время отклика, определяемое числом рабочих станций.

Чистая кольцевая топология используется редко. Вместо этого кольцевая топология играет транспортную роль в схеме метода доступа. Кольцо описывает логический маршрут, а пакет передается от одной станции к другой, совершая в итоге полный круг. В сетях Token Ring кабельная ветвь из центрального концентратора называется MAU (Multiple Access Unit). MAU имеет внутреннее кольцо, соединяющее все подключенные к нему станции, и используется как альтернативный путь, когда оборван или отсоединен кабель одной рабочей станции. Когда кабель рабочей станции подсоединен к MAU, он просто образует расширение кольца: сигналы поступают к рабочей станции, а затем возвращаются обратно во внутреннее кольцо.

### 3.3. «Звезда»

«Звезда» – это топология ЛВС (рис. 7), в которой все рабочие станции присоединены к центральному узлу (например, к концентратору), который устанавливает, поддерживает и разрывает связи между рабочими станциями. Преимуществом такой топологии является возможность простого исключения неисправного узла. Однако, если неисправен центральный узел, вся сеть выходит из строя.

В этом случае каждый компьютер через специальный сетевой адаптер подключается отдельным кабелем к объединяющему устройству. При необходимости можно объединять вместе несколько сетей с топологией «Звезда», при этом получаются разветвленные конфигурации сети. В каждой точке ветвления необходимо использовать специальные соединители (распределители, повторители или устройства доступа).

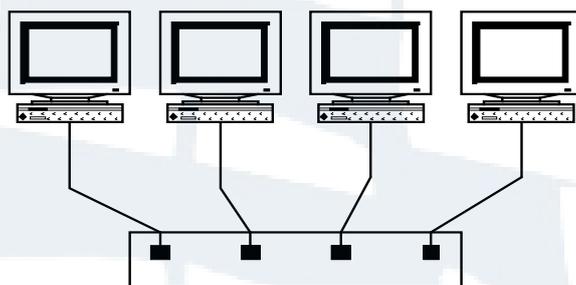


Рис. 7. Топология «Звезда»

Примером звездообразной топологии является топология Ethernet с кабелем типа «витая пара». Центром такой топологии обычно является концентратор.

Звездообразная топология обеспечивает защиту от разрыва кабеля. Если кабель рабочей станции будет поврежден, это не приведет к выходу из строя всего сегмента сети. Она позволяет также легко диагностировать проблемы подключения, так как каждая рабочая станция имеет свой собственный кабельный сегмент, подключенный к концентратору. Для диагностики достаточно найти разрыв кабеля, который ведет к неработающей станции. Остальная часть сети продолжает нормально работать.

Однако звездообразная топология имеет и недостатки. Во-первых, она требует много кабеля. Во-вторых, концентраторы довольно дороги. В-третьих, кабельные концентраторы при большом количестве кабеля трудно обслуживать. В большинстве случаев в такой топологии используется недорогой кабель типа «витая пара». Новые концентраторы включают в себя средства тестирования и диагностики, что делает их, а следовательно и всю сеть, еще более дорогими.

### 3.4. «Ячеистая» топология

«Ячеистая» топология (*mesh-сеть*) – построена на принципе ячеек, в которой рабочие станции сети соединяются друг с другом и способны принимать на себя роль коммутатора для остальных участников.

Такая организация сети является достаточно сложной в настройке, однако, при такой топологии реализуется высокая надежность. Как правило, узлы соединяются по принципу «каждый с каждым». Таким образом, большое количество связей обеспечивает широкий выбор маршрута трафика внутри сети, следовательно, обрыв одного соединения не нарушит функционирования сети в целом.

Ячеистые сети изначально разрабатывались в военных целях.

### 3.5. «Древовидная» топология

«Древовидная» топология предполагает, что каждый узел более высокого уровня связан с узлами более низкого уровня звездообразной связью, образуя комбинацию звезд. Также дерево называют иерархической звездой.

Название «дерево» пришло из теории графов. Первый узел «дерева» принято называть *корнем*, следующие узлы высокого уровня – *родительскими*, а узлы более низкого уровня – *дочерними*. Таким образом, каждый дочерний узел, который имеет связь с более низкими узлами, является для этих узлов родительским.

Таким образом, эта топология объединяет в себе свойства двух других топологий: «Шина» и «Звезда».

К достоинствам данной топологии можно отнести то, что сеть с данной топологией легко увеличить и легко её контролировать (поиск обрывов и неисправностей). Недостатками является то, что при выходе из строя родительского узла, выйдут из строя и все его дочерние узлы.

## 4. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Физическая среда является основой, на которой строятся физические средства соединения. В качестве физической среды широко используются эфир, металлы, оптическое стекло и кварц. На физическом уровне находится носитель, по которому передаются данные.

Среда передачи данных может включать кабельные и беспроводные технологии. Физические кабели являются наиболее распространенными носителями для сетевых коммуникаций. Беспроводные технологии становятся все более популярными благодаря их способности связывать глобальные сети.

Для физических кабелей определяются механические и электрические (оптические) свойства, которые зависят от типа кабелей и разъемов и способа разводки контактов в разъемах, а также от схемы кодирования сигналов, определяющих значения 0 и 1.

### 4.1. Кабели связи, линии связи, каналы связи

Для организации связи в сетях используются следующие понятия: *кабели связи, линии связи и каналы связи*.

*Кабель связи* – это длинномерное изделие электротехнической промышленности. Из кабелей связи и других элементов (монтаж, крепеж, кожухи и т. д.) строят *линии связи*. Для прокладки линии связи требуется выполнение большого объема разнообразных работ: прокладка траншей, рытье колодцев, соединение муфтами, создание переходов через реки, моря и океаны, а также грозозащита, другие виды защиты линий. Дальнейшая эксплуатация предполагает охрану, эксплуатационные работы, ремонт линий связи; содержание кабелей связи под избыточным давлением, профилактика (в снег, дождь, на ветру, в траншее и в колодце, в реке и на дне моря). Большую сложность представляют собой юридические вопросы, включающие согласование прокладки линий связи, особенно в городе. Таким образом, понятие «линии связи» отличается от понятия «кабель».

После создания линий связи организуют *каналы связи*. Для этого применяют аппаратуру каналообразования (уплотнение линии), что позволяет обеспечить связь сотням или тысячам абонентов. Так, по одной коаксиальной паре в междугородном кабеле, может быть образовано до 10 800 каналов тональной частоты.

#### **4.2. Типы кабелей и структурированные кабельные системы**

В качестве среды передачи данных используются различные виды кабелей: *коаксиальный кабель, кабель на основе экранированной и неэкранированной витой пары и оптоволоконный кабель*.

Наиболее популярным видом среды передачи данных на небольшие расстояния (до 100 м) является *неэкранированная витая пара*, которая включена практически во все современные стандарты и технологии локальных сетей и обеспечивает пропускную способность до 100 Мб/с (на кабелях категории 5).

*Оптоволоконный кабель* широко применяется как для построения локальных связей, так и для образования магистралей глобальных сетей. Оптоволоконный кабель может обеспечить очень высокую пропускную способность канала (до нескольких Гб/с) и передачу на значительные расстояния (до нескольких десятков километров без промежуточного усиления сигнала).

В качестве среды передачи данных в вычислительных сетях используются также электромагнитные волны различных частот – КВ, УКВ, СВЧ. Однако пока в локальных сетях радиосвязь используется только в тех случаях, когда оказывается невозможной прокладка кабеля, например, в зданиях. Это объясняется недостаточной надежно-

стью сетевых технологий, построенных на использовании электромагнитного излучения. Для построения глобальных каналов этот вид среды передачи данных используется шире – на нем построены спутниковые каналы связи и наземные радиорелейные каналы, работающие в зонах прямой видимости в СВЧ-диапазонах.

Кабельная система – это фундамент сети. В последнее время в качестве такой надежной основы все чаще используется *структурированная кабельная система*.

*Структурированная кабельная система* (Structured Cabling System – SCS) – это набор коммутационных элементов (кабелей, разъемов, коннекторов, кроссовых панелей и шкафов), а также методика их совместного использования, которая позволяет создавать регулярные, легко расширяемые структуры связей в вычислительных сетях.

Преимущества структурированной кабельной системы является *универсальность, увеличение срока службы, уменьшение стоимости добавления новых пользователей и изменения их мест размещения*. Стоимость кабельной системы в основном определяется не технических, а стоимостью работ по его прокладке.

### **4.3. Кабельные системы**

Выделяют два больших класса кабелей: электрические и оптические, которые принципиально различаются по способу передачи по ним сигнала.

Отличительная особенность оптоволоконных систем – высокая стоимость самого кабеля и специализированных установочных элементов (розеток, разъемов, соединителей и т. п.). В стоимость сети вносит свой вклад цена активного сетевого оборудования для оптоволоконных сетей.

Оптоволоконные кабели в последнее время составляют реальную конкуренцию медным высокочастотным. Это обусловлено тем, что стоимость чистой меди растет в связи с истощением запасов, а кварцевого песка для производства оптоволокна, значительно больше.

### **4.4. Типы кабелей**

Существует несколько различных типов кабелей, используемых в современных сетях. Ниже приведены наиболее часто используемые типы кабелей. Множество разновидностей медных кабелей составляют класс электрических кабелей, используемых как для прокладки те-

лефонных сетей, так и для инсталляции ЛВС. По внутреннему строению различают кабели на витой паре и коаксиальные кабели.

#### **4.4.1. Витая пара**

*Витой парой* называется кабель, в котором изолированная пара проводников скручена с небольшим числом витков на единицу длины. Скручивание проводов уменьшает электрические помехи извне при распространении сигналов по кабелю, а *экранированные витые пары* еще более увеличивают степень помехозащищенности сигналов.

Кабели на витой паре подразделяются на: *неэкранированные* (UTP – Unshielded Twisted Pair) и *экранированные* медные кабели. Последние подразделяются на две разновидности: с экранированием каждой пары и общим экраном (STP – Shielded Twisted Pair) и с одним только общим экраном (FTP – Foiled Twisted Pair). Наличие или отсутствие экрана у кабеля вовсе не означает наличия или отсутствия защиты передаваемых данных, а говорит лишь о различных подходах к подавлению помех. Отсутствие экрана делает неэкранированные кабели более гибкими и устойчивыми к изломам. Кроме того, они не требуют дорогостоящего контура заземления для эксплуатации в нормальном режиме, как экранированные. Неэкранированные кабели идеально подходят для прокладки в помещениях внутри офисов, а экранированные лучше использовать для установки в местах с особыми условиями эксплуатации, например, рядом с очень сильными источниками электромагнитных излучений.

Кабели классифицируются по категориям, указанным в табл. 1. Основанием для отнесения кабеля к одной из категорий служит максимальная частота передаваемого по нему сигнала.

Таблица 1

<b>Категория</b>	<b>Частота передаваемого сигнала, (МГц)</b>
3	16
4	20
5	100
5+	300
6	200
7	600

#### 4.4.2. Коаксиальные кабели

Коаксиальные кабели используются в радио и телевизионной аппаратуре. Коаксиальные кабели могут передавать данные со скоростью 10 Мбит/с на расстояние от 185 до 500 метров. Они бывают двух типов – *толстые* и *тонкие*. Типы коаксиальных кабелей приведены в табл. 2.

Кабель Thinnet (RG-58), широко используется. Сети при этом не требуют дополнительного оборудования и больших затрат. Тонкий коаксиальный кабель позволяет передачу на меньшее расстояние, чем толстый, но для соединений с тонким кабелем применяются стандартные разъемы BNC типа CP-50 и ввиду его небольшой стоимости он становится широко используемым.

Толстый коаксиальный кабель имеет большую степень помехозащищенности, большую механическую прочность, но требует специального приспособления для прокладывания кабеля, чтобы создать ответвления для подключения к ЛВС. Он более дорогой и менее гибкий, чем тонкий и фактически стал стандартным для офисных ЛВС.

Таблица 2

Тип	Название, значение сопротивления
RG-8 и RG-11	Thicknet, 50 Ом
RG-58/U	Thinnet, 50 Ом, сплошной центральный медный проводник
RG-58 A/U	Thinnet, 50 Ом, центральный многожильный проводник
RG-59	Broadband/Cable television (широковещательное и кабельное телевидение), 75 Ом
RG-59 /U	Broadband/Cable television (широковещательное и кабельное телевидение), 50 Ом
RG-62	ARCNet, 93 Ом

#### 4.4.3. Оптоволоконный кабель

Оптоволоконный кабель (Fiber Optic Cable) обеспечивает высокую скорость передачи данных на большом расстоянии. Они также невосприимчивы к интерференции и подслушиванию. В оптоволоконном кабеле для передачи сигналов используется свет. Волокно, применяемое

в качестве световода, позволяет передачу сигналов на большие расстояния с большой скоростью, но оно дорого, и с ним трудно работать.

Для установки разъемов, создания ответвлений, поиска неисправностей в *оптоволоконном кабеле* необходимы специальные приспособления и высокая квалификация. *Оптоволоконный кабель* состоит из центральной стеклянной нити толщиной в несколько микрон, покрытой сплошной стеклянной оболочкой. Все это, в свою очередь, спрятано во внешнюю защитную оболочку.

Оптоволоконные линии очень чувствительны к плохим соединениям в разъемах. В качестве источника света в таких кабелях применяются *светодиоды (LED – Light Emitting Diode)*, а информация кодируется путем изменения интенсивности света. На приемном конце кабеля детектор преобразует световые импульсы в электрические сигналы.

Существуют два типа оптоволоконных кабелей – *одномодовые* и *многомодовые*. Одномодовые кабели имеют меньший диаметр, большую стоимость и позволяют передачу информации на большие расстояния. Поскольку световые импульсы могут двигаться в одном направлении, системы на базе оптоволоконных кабелей должны иметь входящий кабель и исходящий кабель для каждого сегмента. Оптоволоконный кабель требует специальных коннекторов и высококвалифицированной установки.

#### **4.5. Беспроводные технологии**

Методы беспроводной технологии передачи данных (Radio Waves) являются удобным, а иногда незаменимым средством связи. Беспроводные технологии различаются по типам сигнала, частоте (большая частота означает большую скорость передачи) и расстоянию передачи. Большое значение имеют помехи и стоимость. Можно выделить три основных типа беспроводной технологии: радиосвязь, связь в микроволновом диапазоне, инфракрасная связь.

##### ***Радиосвязь***

Технологии радиосвязи пересылают данные на радиочастотах и практически не имеют ограничений по дальности. Она используется для соединения локальных сетей на больших географических расстояниях. Радиопередача в целом имеет высокую стоимость и чувствительна к электронному и атмосферному наложению, а также подвер-

жена перехватам, поэтому требует шифрования для обеспечения безопасности.

### ***Связь в микроволновом диапазоне***

Передача данных в микроволновом диапазоне (Microwaves) использует высокие частоты и применяется как на малых, так и на больших расстояниях. Главное ограничение в том, чтобы обеспечить «прямую видимость» передатчика и приемника. Используется в местах, где использование физического носителя затруднено. Передача данных в микроволновом диапазоне при использовании спутников может быть очень дорогой.

### ***Инфракрасная связь***

Инфракрасные технологии (Infrared transmission), функционируют на очень высоких частотах, приближающихся к частотам видимого света. Они могут быть использованы для установления двусторонней или широкоэмиттерной передачи на близких расстояниях. При инфракрасной связи обычно используют светодиоды (LED – *Light Emitting Diode*) для передачи инфракрасных волн приемнику. Инфракрасная передача ограничена малым расстоянием в прямой зоне видимости и может быть использована в офисных зданиях.

## **5. МЕТОДЫ ДОСТУПА В СЕТЯХ**

*Метод доступа* – это способ определения, какая из рабочих станций получит доступ к среде передачи данных ЛВС. Как сеть управляет доступом к каналу связи, существенно влияет на ее характеристики. Примерами методов доступа являются:

- множественный доступ с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD);
- множественный доступ с передачей полномочия (Token Passing Multiple Access – TPMA) или метод с передачей маркера;
- множественный доступ с разделением во времени (Time Division Multiple Access – TDMA);
- множественный доступ с разделением частоты (Frequency Division Multiple Access – FDMA) или множественный доступ с разделением длины волны (Wavelength Division Multiple Access – WDMA).

## CSMA/CD

*Метод множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (CSMA/CD)* устанавливает следующий порядок: если рабочая станция хочет воспользоваться сетью для передачи данных, она сначала должна проверить состояние канала: начинать передачу станция может, если канал свободен. В процессе передачи рабочая станция продолжает прослушивание сети для обнаружения возможных конфликтов. Если возникает конфликт из-за того, что два узла пытаются занять канал, то выдается специальный сигнал и обе станции одновременно прекращают передачу. Принимающая станция отбрасывает частично принятое сообщение, а все рабочие станции, желающие передать сообщение, в течение некоторого, случайно выбранного промежутка времени, выжидают, прежде чем начать сообщение.

Все сетевые интерфейсные платы запрограммированы на разные псевдослучайные промежутки времени. Если конфликт возникнет во время повторной передачи сообщения, этот промежуток времени будет увеличен.

## ТРМА

*Метод с передачей маркера* – это метод доступа к среде, в котором от рабочей станции к рабочей станции передается маркер, дающий разрешение на передачу сообщения. При получении маркера рабочая станция может передавать сообщение, присоединяя его к маркеру, который переносит это сообщение по сети. Каждая станция между передающей станцией и принимающей видит это сообщение, но только станция-адресат принимает его. При этом она создает новый маркер.

Маркер (token), или полномочие, – уникальная комбинация битов, позволяющая начать передачу данных.

Каждый узел принимает пакет от предыдущего, восстанавливает уровни сигналов до номинального уровня и передает дальше. Передаваемый пакет может содержать данные или являться маркером. Когда рабочей станции необходимо передать пакет, ее адаптер ждет поступления маркера, а затем преобразует его в пакет, содержащий данные, отформатированные по протоколу соответствующего уровня, и передает результат далее по ЛВС.

Пакет распространяется по ЛВС от адаптера к адаптеру, пока не найдет своего адресата, который установит в нем определенные биты

для подтверждения того, что данные достигли адресата, и ретранслирует его вновь в ЛВС. После чего пакет возвращается в узел из которого был отправлен, где происходит его проверка на наличие ошибок, затем узел освобождает ЛВС, выпуская новый маркер. Таким образом, в ЛВС с передачей маркера невозможны конфликты. Этот метод обычно используется в кольцевой топологии.

К достоинствам метода можно отнести: гарантированное время доставки блоков данных в сети, возможность предоставления различных приоритетов передачи данных. Вместе с тем отмечаются существенные недостатки: возможность потери маркера, появление нескольких маркеров (при этом сеть прекращает работу), включение новой рабочей станции и отключение связаны с изменением адресов всей системы.

### TDMA

Множественный доступ с разделением во времени основан на распределении времени работы канала между системами (рис. 5).

Доступ TDMA основан на использовании специального устройства, называемого *тактовым генератором*. Этот генератор делит время канала на повторяющиеся циклы. Каждый из циклов начинается сигналом-«Разграничителем». Цикл включает  $n$  пронумерованных временных интервалов, называемых *ячейками*. Интервалы предоставляются для загрузки в них блоков данных. На рис. 8 представлена схема структуры множественного доступа с разделением во времени.

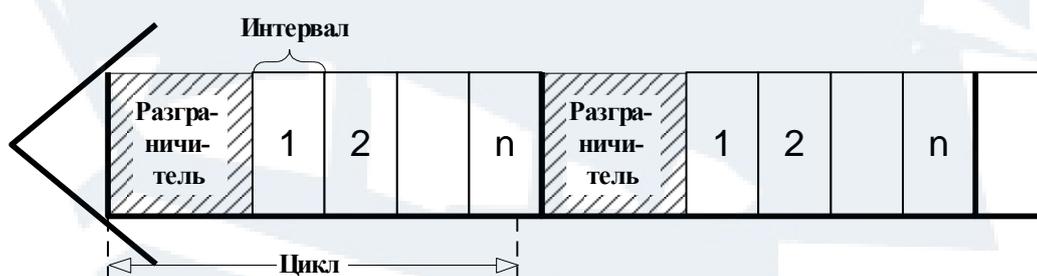


Рис. 8. Структура множественного доступа с разделением во времени

Простейший вариант использования интервалов заключается в том, что их число ( $n$ ) делается равным количеству абонентских систем, подключенных к рассматриваемому каналу. Тогда во время цикла каждой системе предоставляется один интервал, в течение которого она может передавать данные. При использовании рассмотренного метода доступа часто оказывается, что в одном и том же цик-

ле одним системам нечего передавать, а другим не хватает выделенного времени. В результате – неэффективное использование пропускной способности канала.

Второй, более сложный, но высокоэкономичный вариант заключается в том, что система получает интервал только тогда, когда у нее возникает необходимость в передаче данных, например, при асинхронном способе передачи. Для передачи данных система может в каждом цикле получать интервал с одним и тем же номером. В этом случае передаваемые системой блоки данных появляются через одинаковые промежутки времени и приходят с одним и тем же временем запаздывания. Это режим передачи данных с имитацией коммутации каналов. Способ особенно удобен при передаче речи.

### FDMA

Доступ FDMA основан на разделении полосы пропускания канала на группу полос частот (рис. 6), образующих логические каналы.

Широкая полоса пропускания канала делится на ряд узких полос, разделенных защитными полосами. Размеры узких полос могут быть различными.

При использовании FDMA, именуемого также множественным доступом с разделением волны WDMA, широкая полоса пропускания канала делится на ряд узких полос, разделенных защитными полосами (рис. 9). В каждой узкой полосе создается логический канал. Размеры узких полос могут быть различными. Передаваемые по логическим каналам сигналы накладываются на разные несущие и поэтому в частотной области не должны пересекаться. Вместе с этим, иногда, несмотря на наличие защитных полос, спектральные составляющие сигнала могут выходить за границы логического канала и вызывать шум в соседнем логическом канале.

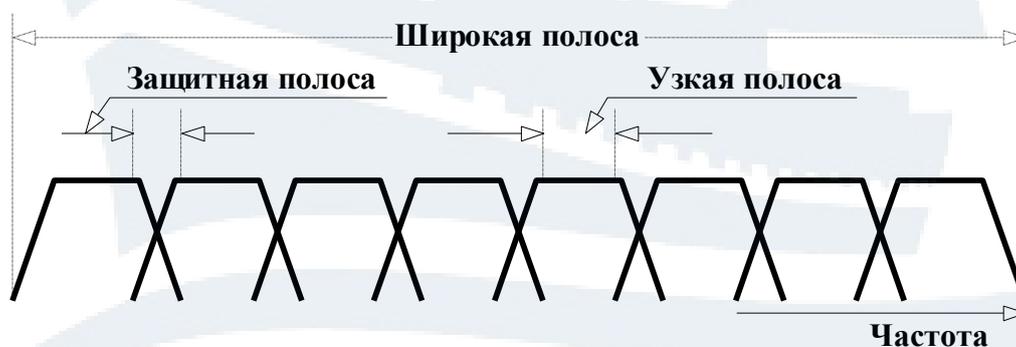


Рис. 9. Схема выделения логических каналов

В оптических каналах разделение частоты осуществляется направлением в каждый из них лучей света с различными частотами. Благодаря этому пропускная способность физического канала увеличивается в несколько раз. При осуществлении этого мультиплексирования в один световод свет попадает из нескольких лазеров, работающих на различных частотах. Через световод излучение каждого из них проходит независимо от другого. На приемном конце разделение частот сигналов, прошедших физический канал, осуществляется путем фильтрации выходных сигналов.

Метод доступа FDMA относительно прост, но для его реализации необходимы передатчики и приемники, работающие на различных частотах.

## 6. СЕМИУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ OSI

Для единого представления данных в сетях с неоднородными устройствами и программным обеспечением международная организация по стандартам ISO (International Standardization Organization) разработала базовую модель взаимодействия открытых систем OSI (Open System Interconnection), которая в настоящее время является концептуальной основой *стандартизации* в области вычислительных сетей. В соответствии с моделью *OSI* этой организацией был разработан стандартный *стек коммуникационных протоколов OSI*.

Эта модель описывает правила и процедуры передачи данных в различных сетевых средах при организации сеанса связи. Основными элементами модели являются уровни, прикладные процессы и физические средства соединения. На рис. 10 представлена структура базовой модели. Каждый уровень модели *OSI* выполняет определенную задачу в процессе передачи данных по сети. Базовая модель является основой для разработки сетевых протоколов. *OSI* разделяет коммуникационные функции в сети на семь уровней, каждый из которых обслуживает различные части процесса области взаимодействия открытых систем.

Модель *OSI* описывает только системные средства взаимодействия, не касаясь приложений конечных пользователей. Приложения реализуют свои собственные протоколы взаимодействия, обращаясь к системным средствам. Если приложение может взять на себя функции некоторых верхних уровней модели *OSI*, то для обмена данными оно обращается напрямую к системным средствам, выполняющим функции оставшихся нижних уровней модели *OSI*.

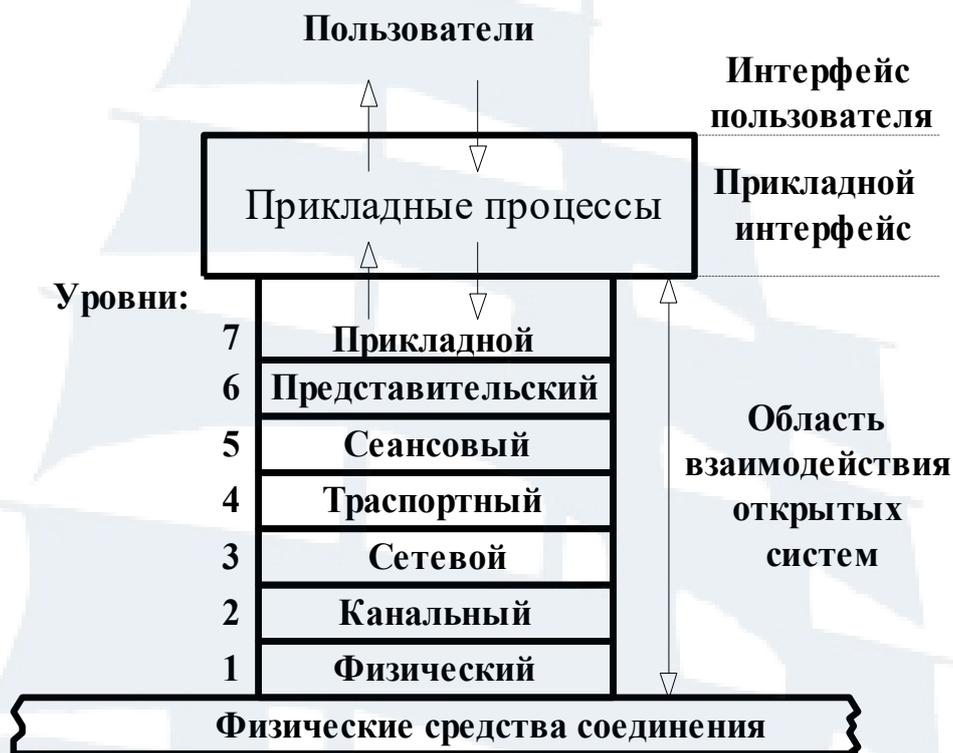


Рис. 10. Модель OSI

Модель OSI можно разделить на две различных модели, как показано на рис. 11 – горизонтальную модель на базе протоколов, обеспечивающую механизм взаимодействия программ и процессов на различных машинах и вертикальную модель на основе услуг, обеспечиваемых соседними уровнями друг другу на одной машине.

Каждый уровень компьютера-отправителя взаимодействует с таким же уровнем компьютера-получателя, как будто он связан напрямую. Такая связь называется *логической* или *виртуальной связью*. В действительности взаимодействие осуществляется между смежными уровнями одного компьютера.

Итак, информация на компьютере-отправителе должна пройти через все уровни. Затем она передается по физической среде до компьютера-получателя и опять проходит сквозь все слои, пока не доходит до того же уровня, с которого она была послана на компьютере-отправителе.

В горизонтальной модели двум программам требуется общий протокол для обмена данными. В вертикальной модели соседние уровни обмениваются данными с использованием интерфейсов прикладных программ API (Application Programming Interface).



Рис. 11. Схема взаимодействия компьютеров в базовой эталонной модели OSI

Перед подачей в сеть данные разбиваются на пакеты. Пакет (packet) – это единица информации, передаваемая между станциями сети. При отправке данных пакет проходит последовательно через все уровни программного обеспечения. На каждом уровне к пакету добавляется управляющая информация данного уровня (заголовок), которая необходима для успешной передачи данных по сети, как это показано на рис. 12, где *Заг* – заголовок пакета, *Кон* – конец пакета.

На принимающей стороне пакет проходит через все уровни в обратном порядке. На каждом уровне протокол этого уровня читает информацию пакета, затем удаляет информацию, добавленную к пакету на этом же уровне отправляющей стороной, и передает пакет следующему уровню. Когда пакет дойдет до Прикладного уровня, вся управляющая информация будет удалена из пакета, и данные примут свой первоначальный вид (рис. 12).

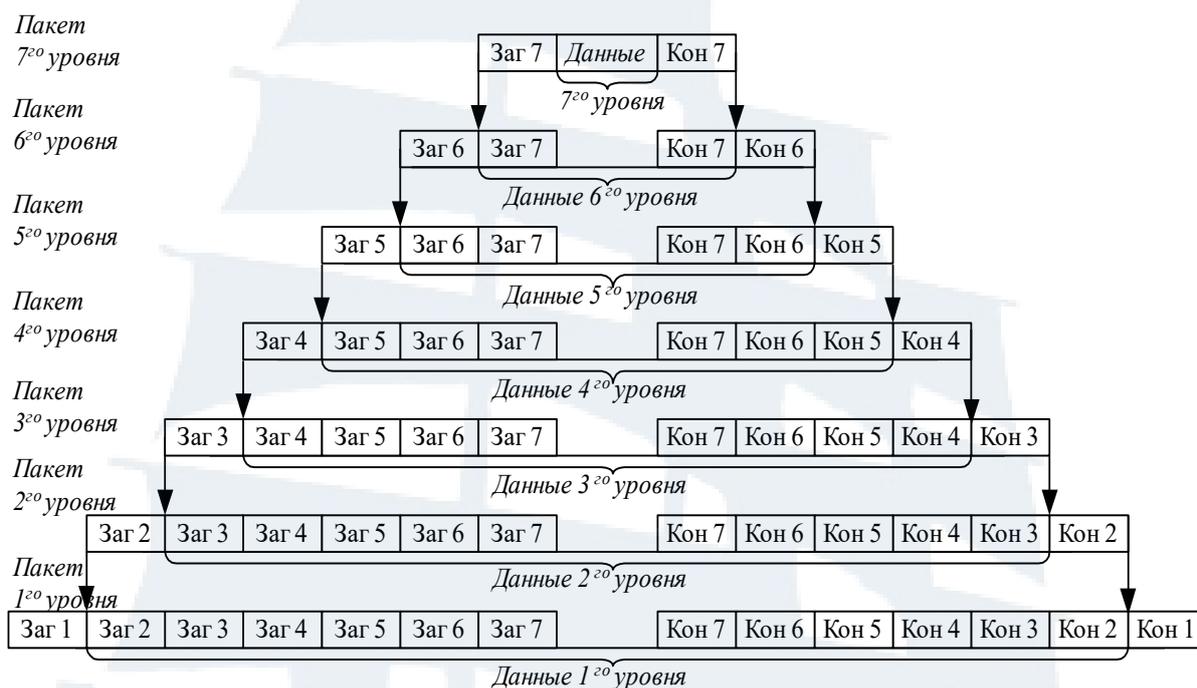


Рис. 12. Формирование пакета каждого уровня семиуровневой модели

Каждый уровень модели выполняет свою функцию. Чем выше уровень, тем более сложную задачу он решает.

Отдельные уровни модели OSI удобно рассматривать как группы программ, предназначенных для выполнения конкретных функций. Один уровень, к примеру, отвечает за обеспечение преобразования данных из ASCII в EBCDIC и содержит программы, необходимые для выполнения этой задачи.

Каждый уровень обеспечивает сервис для вышестоящего уровня, запрашивая, в свою очередь, сервис у нижестоящего уровня. Верхние уровни запрашивают сервис почти одинаково: как правило, это требование маршрутизации каких-то данных из одной сети в другую. Практическая реализация принципов адресации данных возложена на нижние уровни.

Рассматриваемая модель определяет взаимодействие открытых систем разных производителей в одной сети. Поэтому она выполняет для них координирующие действия по взаимодействию прикладных процессов; формам представления данных; единообразному хранению данных; управлению сетевыми ресурсами; безопасности данных и защите информации; диагностике программ и технических средств.

Краткое описание функций каждого уровня приведено на рис. 13.

<p><b>7. Прикладной</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определяет методы взаимодействия приложений в сети;</li> <li>– отвечает за передачу служебной информации, предоставляет приложениям; информацию об ошибках и формирует запросы к уровню представления;</li> <li>– протоколы этого уровня определяют круг прикладных задач, реализуемых в данной вычислительной сети;</li> </ul>
<p><b>6. Представления</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определяет синтаксис данных в модели коды (ASCII, EBCDIC);</li> <li>– гарантирует представление данных в кодах и форматах принятых в данной системе;</li> <li>– не меняет содержимое информации (только способ представления);</li> <li>– обеспечивает шифрование и дешифрование;</li> </ul>
<p><b>5. Сеансовый</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– реализует установление и поддержку сеанса связи между двумя абонентами через коммуникационную сеть;</li> <li>– фиксирует какая сторона является активной;</li> <li>– позволяет производить обмен данными в режиме, определенном прикладной программой или предоставляет возможность выбора режима обмена;</li> </ul>
<p><b>4. Транспортный</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечивает передачу данных с требуемым уровнем надежности;</li> <li>– отображает транспортный адрес на сетевой;</li> <li>– обеспечивает установление и расторжение транспортных соединений;</li> <li>– исправление ошибок;</li> <li>– обеспечивает сегментирование, блокирование и сцепление данных;</li> </ul>
<p><b>3. Сетевой</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работает с пакетами (заголовок пакета содержит адрес назначения пакета);</li> <li>– работает с сетевыми адресами (адреса уникальные в пределах составной сети);</li> <li>– определяет маршрут (описывает последовательность маршрутизаторов до адресата);</li> <li>– убирает нежелательный трафик;</li> </ul>
<p><b>2 Канальный</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работает с «кадрами»;</li> <li>– обеспечивает доставку кадра между любыми узлами сети (в LAN);</li> <li>– обнаруживает и корректирует ошибки (добавляет контрольную сумму кадра);</li> <li>– определяет доступность среды передачи данных;</li> <li>– исправляет ошибки путем повторной передачи кадра;</li> </ul>
<p><b>1. Физический</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечивает механические, электрические, функциональные и процедурные средства активизации, поддержания и деактивизации физических соединений для передачи данных;</li> <li>– реализуются электрический, оптический, механический и функциональный интерфейсы с кабелем;</li> <li>– определяет способ соединения сетевого кабеля с платой сетевого адаптера, в частности, количество контактов в разъемах и их функции</li> </ul>

*Рис. 13. Краткое описание функций всех уровней*

## 7. АРХИТЕКТУРА СЕТИ

Архитектура терминал – главный компьютер (terminal – host computer architecture) – это концепция информационной сети, в которой вся обработка данных осуществляется одним или группой главных компьютеров (рис. 11).

Рассматриваемая архитектура предполагает два типа оборудования:

- главный компьютер, на котором осуществляется управление сетью, хранение и обработка данных;

– терминалы, предназначенные для передачи главному компьютеру команд на организацию сеансов и выполнение заданий, для ввода данных и получения результатов.

Главный компьютер через *мультиплексоры* передачи данных (МПД) взаимодействует с терминалами, как представлено на рис. 14.

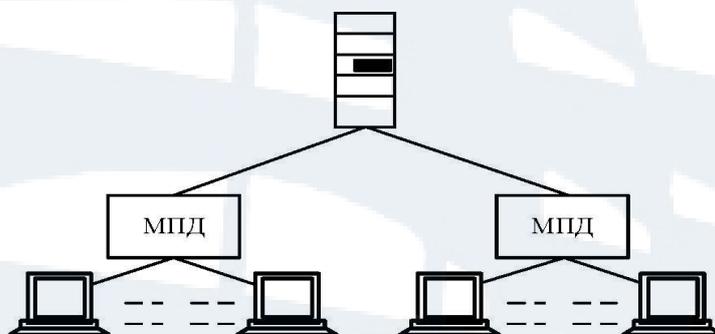


Рис. 14. Архитектура «терминал-главный компьютер»

### 7.1. Одноранговая архитектура

**Одноранговая архитектура (peer-to-peer architecture)** – это концепция информационной сети, в которой ее ресурсы рассредоточены по всем взаимодействующим между собой системам. Данная архитектура характеризуется тем, что в ней все системы равноправны (рис. 15).

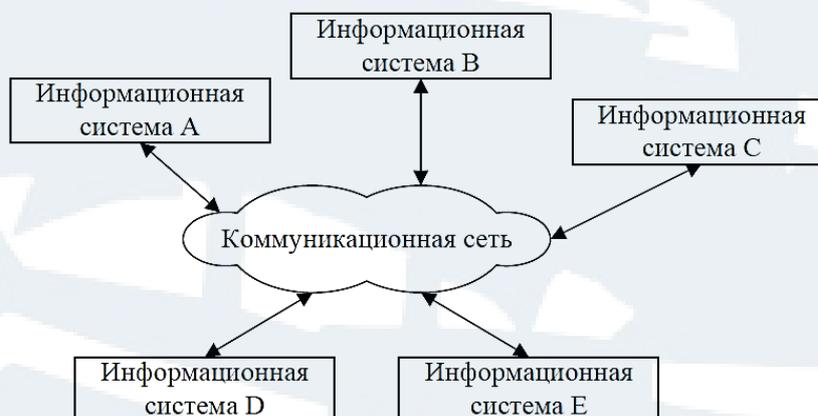


Рис. 15. Архитектура одноранговой сети

В таких сетях все компьютеры равноправны и нет выделенного сервера. Каждый компьютер функционирует и как клиент, и как сервер. Нет отдельного ПК, ответственного за администрирование всей сети. Пользователи самостоятельно решают, какие данные на своем ПК сделать доступными всей сети. Чтобы ресурс стал общим, его

необходимо отдать в общее пользование, используя службы удаленного доступа сетевых одноранговых операционных систем.

Одноранговая сеть эффективна там, где число пользователей не превышает 10 человек, пользователи расположены компактно, защита данных не критична. При увеличении количества рабочих станций эффективность их использования резко уменьшается. Сеть становится неработоспособной. Это происходит не потому, что сеть не может функционировать правильно, а потому, что пользователи не в состоянии справиться со сложностью сети, а централизованное управление отсутствует.

При достижении определённого критического размера сети наступает такой момент, что в сети одновременно существует множество серверов с одинаковыми функциями.

Одноранговые ЛВС являются наиболее легким и дешевым типом сетей для установки.

Таким образом, одноранговые сети имеют следующие преимущества:

- легки в установке и настройке;
- отдельные ПК не зависят от выделенного сервера;
- пользователи в состоянии контролировать свои ресурсы;
- малая стоимость и легкая эксплуатация;
- минимум оборудования и программного обеспечения;
- нет необходимости в администраторе;
- хорошо подходят для сетей с количеством пользователей, не превышающим десяти.

Проблемой одноранговой архитектуры является ситуация, когда компьютеры отключаются от сети. В этих случаях из сети исчезают виды сервиса, которые они предоставляли. Сетевую безопасность одновременно можно применить только к одному ресурсу, и пользователь должен помнить столько паролей, сколько сетевых ресурсов. При получении доступа к разделяемому ресурсу ощущается падение производительности компьютера. Существенным недостатком одноранговых сетей является отсутствие централизованного администрирования.

Использование одноранговой архитектуры не исключает применения в той же сети также архитектуры терминал – главный компьютер или архитектуры клиент – сервер.

Резюмируя, можно отметить, что одноранговые сети хорошо использовать там, где любая рабочая станция должна выполнять одновременно функции файлового сервера и рабочей станции. Одноранговые ЛВС используются для небольших рабочих групп.

## 7.2. Архитектура «клиент-сервер»

**Архитектура «клиент-сервер» (client-server architecture)** – это концепция информационной сети, в которой основная часть ее ресурсов сосредоточена в серверах, обслуживающих своих клиентов (рис. 16). Рассматриваемая архитектура определяет два типа компонентов: *серверы и клиенты*. В данном случае под *Сервером* понимаем объект, предоставляющий сервис другим объектам сети по их запросам. *Сервис* – это процесс обслуживания клиентов. *Клиентом* – считаются рабочие станции, которые используют ресурсы сервера и предоставляют удобные интерфейсы пользователя. *Интерфейсы пользователя* – это процедуры взаимодействия пользователя с системой или сетью.



Рис. 16. Архитектура «клиент-сервер»

Сервер работает по заданиям клиентов и управляет выполнением их заданий. После выполнения каждого задания сервер посылает полученные результаты клиенту, пославшему это задание.

Сервисная функция в архитектуре «клиент-сервер» описывается комплексом прикладных программ, в соответствии с которым выполняются разнообразные прикладные процессы.

Процесс, который вызывает сервисную функцию с помощью определенных операций, называется *Клиентом*. Им может быть программа или пользователь.

В сетях с выделенным файловым сервером на выделенном автономном ПК (персональном компьютере) устанавливается серверная сетевая операционная система. Этот ПК становится сервером. Программное обеспечение (ПО), установленное на рабочей станции, поз-

воляет ей обмениваться данными с сервером. Наиболее распространенные сетевые операционные системы:

- NetWare фирмы Novell;
- Windows фирмы Microsoft;
- UNIX фирмы AT&T;
- Linux.

Помимо сетевой операционной системы, необходимы сетевые прикладные программы, реализующие преимущества, предоставляемые сетью.

Сети на базе серверов имеют лучшие характеристики и повышенную надежность. Сервер владеет главными ресурсами сети, к которым обращаются остальные рабочие станции.

В современной клиент-серверной архитектуре выделяется четыре группы объектов: клиенты, серверы, данные и сетевые службы. Клиенты располагаются в системах на рабочих местах пользователей. Данные в основном хранятся на серверах. Сетевые службы являются совместно используемыми серверами и данными. Кроме того, службы управляют процедурами обработки данных.

Сети клиент-серверной архитектуры имеют следующие преимущества:

- позволяют организовывать сети с большим количеством рабочих станций;
- обеспечивают централизованное управление учетными записями пользователей, безопасностью и доступом, что упрощает сетевое администрирование;
- эффективный доступ к сетевым ресурсам;
- пользователю нужен один пароль для входа в сеть и для получения доступа ко всем ресурсам, на которые распространяются права пользователя.

Наряду с преимуществами сети клиент-серверной архитектуры имеют и ряд недостатков:

- неисправность сервера может сделать сеть неработоспособной либо, как минимум, привести к потере сетевых ресурсов;
- требуют квалифицированного персонала для администрирования;
- имеют более высокую стоимость сетей и сетевого оборудования.

## 8. ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ СЕТИ

Выбор архитектуры сети зависит от назначения сети, количества рабочих станций и от выполняемых на ней действий.

Следует выбирать одноранговую сеть, если:

- количество пользователей не превышает десяти;
- все машины находятся близко друг от друга;
- имеют место небольшие финансовые возможности;
- нет необходимости в специализированном сервере, таком как сервер БД, факс-сервер или какой-либо другой;
- нет возможности или необходимости в централизованном администрировании.

Следует выбирать клиент-серверную сеть, если:

- количество пользователей превышает десять;
- требуется централизованное управление, безопасность, управление ресурсами или резервное копирование;
- необходим специализированный сервер;
- нужен доступ к глобальной сети;
- требуется разделять ресурсы на уровне пользователей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Демидов, А.Я. Системы и сети связи. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ТУСУР, 2012. – 61 с.
2. Истомин Е.Н., Неклюдов С.Ю. Чертков А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: учебник. – СПб.: ООО «Андреевский вычислительный дом», 2007 г. – 255 с.
3. Информационные системы маркетинга: учеб. пособие / Е.Н. Кикоть, Н.Б. Розен; БГАРФ. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2008. – 225 с.
4. Крухмалев, В.В. Синхронные телекоммуникационные системы и транспортные сети. [Электронный ресурс] / В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов. – Электрон. дан. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 288 с.
5. Кикоть Е.Н., Розен Н.Б. Информационные технологии в коммерческой деятельности (на примере рыбной отрасли): учебное пособие. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2010. – 376 с.
6. Корячко, В.П. Анализ и проектирование маршрутов передачи данных в корпоративных сетях. [Электронный ресурс] / В.П. Корячко, Д.А. Перепелкин. – Электрон. дан. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 236 с.
7. Кузин А.В., Демин В.М. Компьютерные сети: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: ФОРУМ, 2008. – 192 с.
8. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2012.
9. Шаньгин, В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 592 с.
10. Розен Н.Б. Методические указания по выполнению контрольной работы для специальности 162107 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» по дисциплине «Компьютерные сети и интернет-технологии». – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2014.

**Нина Борисовна Розен**

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ И ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ**

Учебное пособие  
для курсантов специальности 25.05.03  
«Техническая эксплуатация  
транспортного радиооборудования»  
дневной и заочной форм обучения

*Ведущий редактор Н.В. Желтухина  
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Компьютерное редактирование  
О.В. Савина*

*Подписано в печать 13.07.2021 г.  
Усл. печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,7.*

*Лицензия № 021350 от 28.06.99.*

*Печать офсетная.*

*Формат 60 x 90 1/16.*

*Заказ № 1683. Тираж 60 экз.*

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:

<https://bgarf.ru/akademia/#biblioteka>

**БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»**

**Издательство БГАРФ,  
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений  
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.**

**БГАРФ**