

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

**М.Н. Бобов, В.К. Конопелько, А.А. Корбут**

## ***КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ***

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
для студентов специальности I-45 01 03  
«Сети телекоммуникаций»  
заочной формы обучения

Минск 2005

УДК 004.7(075.8)  
ББК 32.973.202 я73  
Б72

Рецензент:  
доцент кафедры информатики МГВРК,  
канд. техн. наук Ю.А. Скудняков

**Бобов М. Н.**

Б 72 Компьютерные сети: Метод. пособие для студ. спец. I-45 01 03  
«Сети телекоммуникаций» заоч. формы обуч./М.Н. Бобов, В.К. Конопелько,  
А.А. Корбут. – Мн.: БГУИР, 2005. – 28 с.: ил.  
ISBN 985-444-839-8.

В методическом пособии приведена программа изучения дисциплины «Компьютерные сети» с указанием основных разделов изучения компьютерных сетей и источников информации по каждому разделу, а также краткая информация об основных топологиях, технологиях и протоколах локальных сетей.

По каждой теме приведены вопросы для самопроверки. Указаны темы лабораторных и практических занятий, курсовых проектов, а также задания и варианты контрольной работы.

УДК 004.7(075.8)  
ББК 32.973.202 я73

ISBN 985-444-839-8

© Бобов М.Н., Конопелько В.К.,  
Корбут А.А., 2005  
© БГУИР, 2005

## ВВЕДЕНИЕ

Компьютерная техника прочно вошла в жизнь как общества, так и отдельного образованного человека, стала помощником во многих делах, а главное, в получении необходимой и ранее трудно доступной информации. Эффективное использование этой техники невозможно без познания основ построения компьютерных сетей, представления о возможностях и принципах функционирования, без навыков практической работы в сети.

В настоящее время существует несколько типов компьютерных сетей, таких, как Ethernet, Token Ring, FDDI, 100VG-Any LAN, ATM, Internet и их высокоскоростные модификации. Каждая из них обладает своими достоинствами и недостатками. Владеть информацией о топологии сетей, об операционных системах и необходимом оборудовании – задача специалиста телекоммуникационных сетей.

Имеется много источников информации как по всем основным вопросам построения и функционирования компьютерных сетей, так и по отдельным технологиям.

Сначала рекомендуется ознакомиться с общим представлением о сетях по [1].

В результате должны сформироваться первоначальные сведения:

- о концепции вычислительных сетей, локальных и расширительных сетях;
- назначении компьютерной сети;
- типах сетей: одноранговых, серверных, комбинированных;
- компоновке и топологии сети (шина, звезда, кольцо, звезда-шина, звезда-кольцо);
- физической среде сети (кабель, витая пара, оптоволокно, беспроводные сети, плата сетевого адаптера);
- сетевых моделях OSI и семиуровневой архитектуре; о методах доступа к сети;
- сетевой операционной системе и протоколах;
- стандартах IEEE;
- о предупреждении потери данных в сети и администрировании.

Имея общее представление о компьютерной сети, можно переходить к конкретному изучению дисциплины «Компьютерные сети».

### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом изучения дисциплины "Компьютерные сети" является ознакомление с технологией построения компьютерных сетей, приобретение навыков работы в простых локальных сетях, изучение основных характеристик программных и аппаратных компонентов, образующих локальную компьютерную сеть, коммуникационной аппаратуры, операционных систем.

Программой дисциплины предусматривается изучение и усвоение основных принципов построения, функционирования и взаимодействия локальных сетей; принципов работы коммуникационной аппаратуры различных типов: мостов, коммутаторов, повторителей, шлюзов, маршрутизаторов; знакомство с функциональным назначением основных элементов сетевых операционных систем; овладение методами мониторинга и обеспечения безопасности сети.

Теоретические занятия ведутся путем рассмотрения вопросов от общего к частному. Теоретические занятия углубляются и закрепляются на лабораторно-практических занятиях, а также во время прохождения специальной эксплуатационной практики. После изучения дисциплины студент должен знать принципы разработки, эксплуатации и обслуживания компьютерных сетей.

Для изучения дисциплины "Компьютерные сети" необходимо усвоение основных вопросов по методам преобразования сигналов, принципов построения каналообразующей аппаратуры и организации микропроцессорных устройств, методам передачи информации в системах и сетях ПДС, структуре и алгоритмическому обеспечению информационного обмена в сетях ПДС.

Дисциплина " Компьютерные сети " базируется на знании студентами разделов обязательных курсов: "Теория электрической связи", "Передачи дискретных сообщений", "Цифровые системы коммутации", "Системы документальной электросвязи".

## **ПРОГРАММА ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

Введение. Цели и задачи дисциплины. Рекомендуемая литература. Основные задачи сетей. История возникновения сетей. Основные элементы сетей. Технология сетей [1, с. 21-50],[3, с. 11-15] , [4].

Концепция вычислительных сетей является логическим результатом эволюции компьютерной технологии. Первые компьютеры 50-х годов – большие, громоздкие и дорогие – предназначались для малого числа пользователей и использовались в режиме пакетной обработки. Строились они на базе мэйнфрейма – мощного компьютера универсального назначения. Использовались перфокарты, содержащие данные и команды программ, что приводило к множеству ошибок.

По мере удешевления процессоров в начале 60-х годов появляются новые способы организации вычислительных процессов. Начали развиваться многотерминальные системы разделения времени, что стало первым шагом на пути создания локальных вычислительных сетей. Требовалось соединение компьютеров, находящихся на больших расстояниях друг от друга. Предоставлялся доступ через телефонные линии с помощью терминалов.

В 70-х годах появляются большие интегральные схемы и создаются мини-компьютеры, позволяющие распределять ресурсы предприятий по новому. При этом они работали автономно. Для расширения возможностей

происходило их объединение в местные локальные сети. Доступ к разделяемым ресурсам стал гораздо удобнее.

Компьютерные сети относятся к распределенным вычислительным сетям – сложному комплексу взаимосвязанных и согласованных функционирующих программных и аппаратных компонентов. Основные элементы сети:

- компьютер;
- коммуникационное оборудование;
- операционные системы;
- сетевые приложения.

В настоящее время в сетях широко применяются компьютеры различных классов, соответствующих решаемым задачам.

Коммуникационное оборудование, к которому относятся кабельные системы – это повторители, мосты, коммутаторы, маршрутизаторы и модульные концентраторы. Также к ним можно отнести и специализированные мультипроцессоры, которые конфигурируют и администрируют компьютерные сети.

В зависимости от концепции управления локальными и распределенными ресурсами выбирается операционная система (ОС).

К сетевым приложениям относят базы данных, почтовые системы, средства архивирования данных, системы автоматизации и др.

Технологии сети для объединения компьютеров в сеть Ethernet, Arcnet, Token Ring, FDDI, 100vGAny-LAN – это согласованный минимальный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств, досточных для построения работоспособных сетей. Существенные отличия связаны с используемыми методами доступа к разделяемой среде. Предоставляются возможности улучшения за счет выделения подсетей, когда используются протоколы различных стандартов, т.к. они специально разрабатываются для совместной работы.

Для организации сети выбирается топология – конфигурация графов, вершинам которых соответствуют компьютерные сети или иное оборудование, а ребрам – физические связи между ними. К наиболее часто встречающимся типам относятся: полносвязная топология (рис. В.1,а), ячеистая (рис. В.1,б), общая шина (рис. В.1,в), звезда (рис. В.1,г) кольцевая технология (рис. В.1, д).

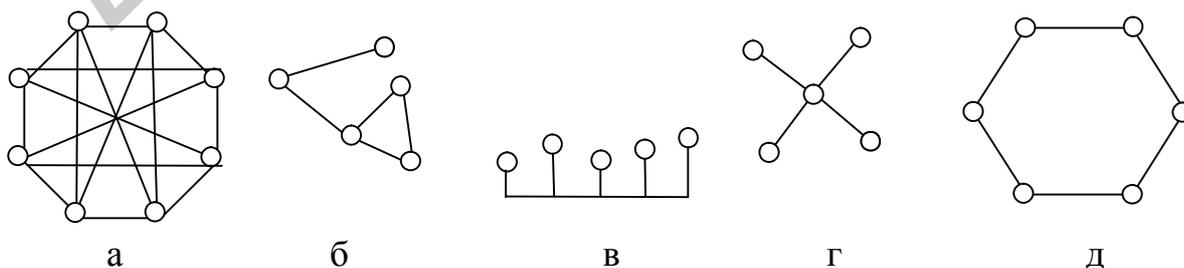


Рис. В. 1. Типовые топологии сетей

## Вопросы для самопроверки

1. Когда появились первые компьютерные сети?
2. Для чего были предназначены такие сети?
3. Как строились системы пакетной обработки?
4. Что такое многотерминальные системы?
5. Как появились глобальные сети?
6. Как появились локальные сети?
7. Что дает предприятию использование сетей?
8. Что такое физическая и логическая структуры локальных сетей?
9. Что представляет собой локальная сеть?
10. Назовите основные компоненты архитектуры локальной компьютерной сети.
11. Что такое топология сети?
12. Что подразумевают под сетевыми техническими средствами?
13. Что представляют собой протоколы? Назовите основные из них.
14. Для чего нужны сетевые программные средства?
15. Что такое передающая среда локальных сетей?
16. Что представляет собой звездообразная сеть?
17. Что представляет собой сеть с шинной топологией?
18. Что такое кольцевая сеть?

## Раздел 1. Архитектура современных сетей

Сети Ethernet [1, с. 201-205].

Сети Token Ring [1, с. 224-227].

Сети FDDI [1, с. 230-237].

Беспроводные сети [7].

Стандарт технологии Ethernet дает описание единственного формата кадра MAC (Media Access Control) (рис. 1.1). Так как в кадре MAC должен отражаться каждый уровень OSI, на практике используются 4 различных типа. Один и тот же тип кадра может иметь разные названия:

- Кадр 802.3/ LLC;
- Кадр Raw 802.3;
- Кадр Ethernet DIX;
- Кадр Ethernet SNAP.

Преамбула 8 байт	Адрес по- лучателя 6 байт	Адрес от- правителя 6 байт	Управ- ление 2 байта	Данные 46...1500 байт	Контроль- ная сумма 4 байта
---------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------------------------------

Рис. 1.1. Кадр Ethernet

Сети Token Ring характеризуются разделением среды передачи данных, которые в данном случае состоят из отрезков кабеля, соединяющих все станции сети в кольцо. Кольцо рассматривается как общий разделяемый ресурс, право передачи передается с помощью маркера. Данная технология более сложная, чем Ethernet, она обладает свойством отказоустойчивости. Для контроля одна из станций выполняет роль активного монитора, который производит инициализацию. В кадр помимо начального и конечного разделителя, входят байт управления пакетом, сетевые адреса приемника и передатчика, данные, контрольные суммы и байт состояния пакета (рис. 1.2.)

Начальный разделитель 1 байт	Управление доступом 1 байт	Управление пакетом 1 байт	Адрес приемника 6 байт	Адрес источника 6 байт	Данные 0... 4096 байт	Контрольная сумма 4 байта	Конечный разделитель 1 байт	Состояние пакета 1 байт
---------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	---------------------------	-----------------------------	------------------------------	--------------------------------	----------------------------

Рис. 1.2. Кадр Token Ring

Оптоволоконный интерфейс распределения данных FDDI является более современным протоколом, чем Ethernet или Token Ring.

Особенности FDDI:

- скорость передачи 100 Мбит/с;
- топология – двойное логическое кольцо;
- среда передачи – оптоволоконные кабели;
- максимальная длина кабеля для сетей с суммарной длиной до 100 км (40 км для мультимодовых волокон) при расстоянии между узлами 2 км или более.

Управление доступом к носителю (MAC (Media Access Control) определяет способ доступа к носителю, включая формат пакета, обработку маркера, адресацию, алгоритм CRC (проверка избыточности цикла) и механизмы устранения ошибок.

Протокол физического уровня PHY ( Physical Layer Protocol) определяет процедуры кодирования/декодирования информации, требования к синхронизации, формированию кадров и другие функции.

Station Management (SMT) (Управление станциями) определяет конфигурацию станций FDDI, конфигурацию кольцевой сети и особенности управления кольцевой сетью, включая вставку и исключение станций, инициализацию, изоляцию и устранение неисправностей, составление графика и набор статистики.

Сети FDDI не имеют себе равных при построении опорных магистралей (backbone) локальных сетей, позволяя реализовать принципиально новые возможности – удаленную обработку изображений и интерактивную графику.

ку. Обычно устройства (DAS – dual attached station) подключаются к обоим кольцам одновременно. Пакеты по этим кольцам движутся в противоположных направлениях. В норме только одно кольцо активно (первичное), но при возникновении сбоя (отказ в одном из узлов) активизируется и второе кольцо, что заметно повышает надежность системы, позволяя обойти неисправный участок. Предусмотрена возможность подключения станций и только к одному кольцу (SAS – single attached station), что заметно дешевле. FDDI устанавливает применение двойных кольцевых сетей. Трафик по этим кольцам движется в противоположных направлениях. В физическом выражении кольцо состоит из двух или более двухточечных соединений между смежными станциями. Одно из двух колец FDDI называется первичным кольцом, другое – вторичным кольцом. Первичное кольцо используется для передачи данных, в то время как вторичное кольцо обычно является дублирующим. Станции класса В, или станции, подключаемые к одному кольцу (SAS), подсоединены к одной кольцевой сети; станции класса А, или станции, подключаемые к двум кольцам (DAS), подсоединены к обоим кольцевым сетям. SAS подключены к первичному кольцу через концентратор, который обеспечивает связи для множества SAS. Концентратор отвечает за то, чтобы отказ или отключение питания в любой из SAS не прерывали кольцо. Это особенно необходимо, когда к кольцу подключен PC или аналогичные устройства, у которых питание часто включается и выключается. Узлы FDDI: DAS, SAS и концентратор (рис. 1.3.) представляют типичную конфигурацию FDDI, включающую как DAS, так и SAS.

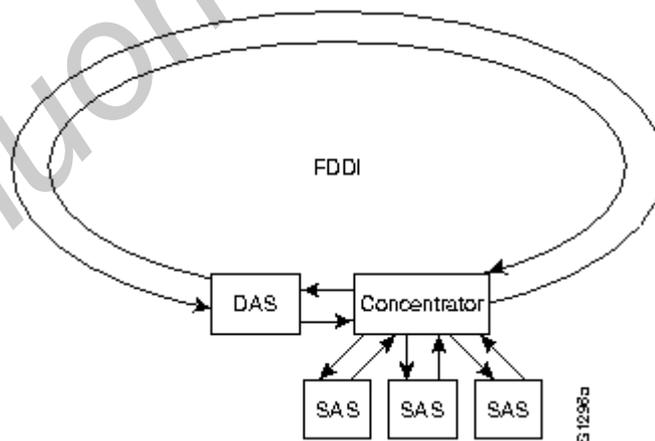


Рис. 1.3. Сеть FDDI

FDDI поддерживает распределение полосы пропускания сети в масштабе реального времени, что является идеальным для ряда различных типов прикладных задач. FDDI обеспечивает эту поддержку путем обозначения двух типов трафика: синхронного и асинхронного.

## Вопросы для самопроверки

1. Какой код используется в сетях Ethernet?
2. Какой метод доступа к среде передачи данных используется в сетях Ethernet?
3. Поясните этапы доступа к среде в сетях Ethernet?
4. Причины возникновения коллизий в сетях Ethernet?
5. Что такое «время двойного оборота» в сетях Ethernet и для чего оно используется?
6. Какие ограничения накладываются на определение расстояния между станциями в сетях Ethernet?
7. Структура кадра 802.3/LLC (Novell 802.2).
8. Структура кадра 802.3 (Novell 802.3).
9. Структура кадра Ethernet DIX (Ethernet II).
10. Структура кадра Ethernet Snap.
11. Расскажите о спецификации физической среды Ethernet.
12. Охарактеризуйте стандарт 10Base -5.
13. Охарактеризуйте стандарт 10Base -2.
14. Охарактеризуйте стандарт 10Base -T.
15. Охарактеризуйте стандарт 10Base -F .
16. Поясните методику расчета сети Ethernet.
17. По какой топологии строятся сети Token Ring?
18. В чем суть маркерного метода доступа?
19. На каких скоростях работают сети Token Ring?
20. Как осуществляется контроль сети Token Ring?
21. Какие форматы кадров в сетях Token Ring вы знаете?
22. Охарактеризуйте кадр «Маркер».
23. Охарактеризуйте кадр данных.
24. Охарактеризуйте кадр «Превышающая последовательность».
25. В чем суть приоритетного доступа к кольцу в сетях Token Ring?
26. Назначение активного концентратора в сетях Token Ring.
27. Назначение пассивного концентратора в сетях Token Ring.
28. Чему равна максимальная длина кольца в сетях Token Ring?
29. Сколько максимально узлов можно включить в сеть Token Ring?
30. Как вы понимаете алгоритм раннего освобождения маркера в сети Token Ring?
31. Какой формат имеет адрес источника и адрес назначения в сетях Token Ring?
32. Какая среда передачи данных используется в сетях FDDI?
33. Какой основной способ повышения отказоустойчивости в сетях FDDI?
34. Что такое «свертывание колец», для чего и как оно осуществляется в сетях FDDI?
35. Как осуществляется доступ к сети FDDI?
36. На какие 2 класса делится трафик сети FDDI?

37. Какое кодирование сигналов используется в сетях FDDI?
38. Чему равна общая максимальная длина кольца в сети FDDI?
39. Какова скорость передачи данных в сетях FDDI?
40. Что происходит на физическом уровне технологии FDDI?
41. Какие типы беспроводных сетей вы знаете?
42. Назовите достоинства и недостатки инфракрасных ЛВС.
43. Что вы знаете об инфракрасных ЛВС, работающих в режиме прямой видимости?
44. Что вы знаете об инфракрасных ЛВС, работающих в режиме рассеянного излучения?
45. Что представляет собой радиочастотная ЛВС с распределенным по спектру сигналом?
46. Проблема помехоустойчивости ЛВС, использующих радиосвязь со спектральной модуляцией.
47. Охарактеризуйте ЛВС с узкополосной передачей.
48. Какой комитет занимается разработкой спецификаций беспроводных ЛВС?
49. Перечислите факторы, задерживающие внедрение беспроводных ЛВС.
50. Расскажите о пакетной передаче данных по сотовой сети (CDPD).

## Раздел 2. Протоколы в компьютерных сетях

Модель взаимодействия открытых систем [3,11-15]

Сетевые стандарты серии 802 [1,66-74];[2,130-135,137];[3]

Стек протоколов TCP/IP [3,83-90];[1,345-367]

Модель открытых систем OSI использует все сетевые продукты. Имеется эталонная модель из следующих уровней (рис. 2.1.)

7. Прикладной уровень
6. Представительский уровень
5. Сеансовый уровень
4. Транспортный уровень
3. Сетевой уровень
2. Канальный уровень
1. Физический уровень

Рис. 2.1. Уровни модели OSI

Все вышестоящие уровни выполняют более сложные, глобальные задачи, используя для этого нижестоящие. В идеале каждый уровень взаимодействует только с теми, которые находятся выше.

Помимо модели OSI существует модель IEEE 802. Ее можно рассматривать как модификатор. Стандарты, определяющие модель, делятся на 12 уровней:

- IEEE 802.1 – объединение сетей;
- IEEE 802.2 – управление логической связью;
- IEEE 802.3 – локальные сети с методом доступа CDMA/CD и топологией «шина» (Ethernet);
- IEEE 802.4 – локальная сеть с топологией «шина» и маркерным доступом;
- IEEE 802.5 – локальная сеть с топологией «кольцо» и маркерным доступом;
- IEEE 802.6 – городская сеть
- IEEE 802.7 – широковещательная технология;
- IEEE 802.8 – оптоволоконная технология;
- IEEE 802.9 – интегрированные сети с возможностью передачи речи и данных;
- IEEE 802.10 – безопасность сетей;
- IEEE 802.11 – беспроводная сеть;
- IEEE 802.12 – локальная сеть с централизованным управлением доступа по приоритетам запросов и топологией «звезда».

Протокол – это набор правил и процедур, регулирующих порядок осуществления связи. Естественно, все компьютеры, участвующие в обмене, должны работать по одинаковым протоколам, чтобы по завершению передачи информация была в первоначальном виде. Связь сетевого адаптера с сетевым программным обеспечением осуществляют драйверы сетевых адаптеров.

Существуют прикладные протоколы, транспортные и сетевые.

Сетевые протоколы управляют адресацией, маршрутизацией, проверкой ошибок и запросами на повторную передачу. Наиболее популярны IP, IPX, NWLink, NetBEUI. Все они сопоставимы с эталоном модели OSI. При этом необходимо учитывать, что различные протоколы разработчиков могут быть несовместимы.

В стеке TCP/IP используется 3 типа адресов:

- локальные – тип адреса, который использует средства базовой технологии для доставки данных в пределах подсети, являющейся элементом составной интeрсети. В различных подсистемах допустимы различные типы локальных адресов;
- IP-адреса – основной тип адресов, на основании которых сетевой уровень передает пакеты между сетями. Эти адреса состоят из 4 байт и назначаются администратором произвольно;
- символьные доменные имена – называются символьные имена в IP-сетях и строятся по иерархическому признаку. Составляющие полного символьного имени в IP-сетях разделяются точкой и перечисляются в поряд-

ке: имя конечного узла, имя группы узлов, имя более крупной группы, и так до домена самого высокого уровня.

IP-адрес имеет длину 4 байта и состоит из номера сети и номера узла в сети, именно они определяют, к какому классу относится IP-адрес (рис. 2.2.):

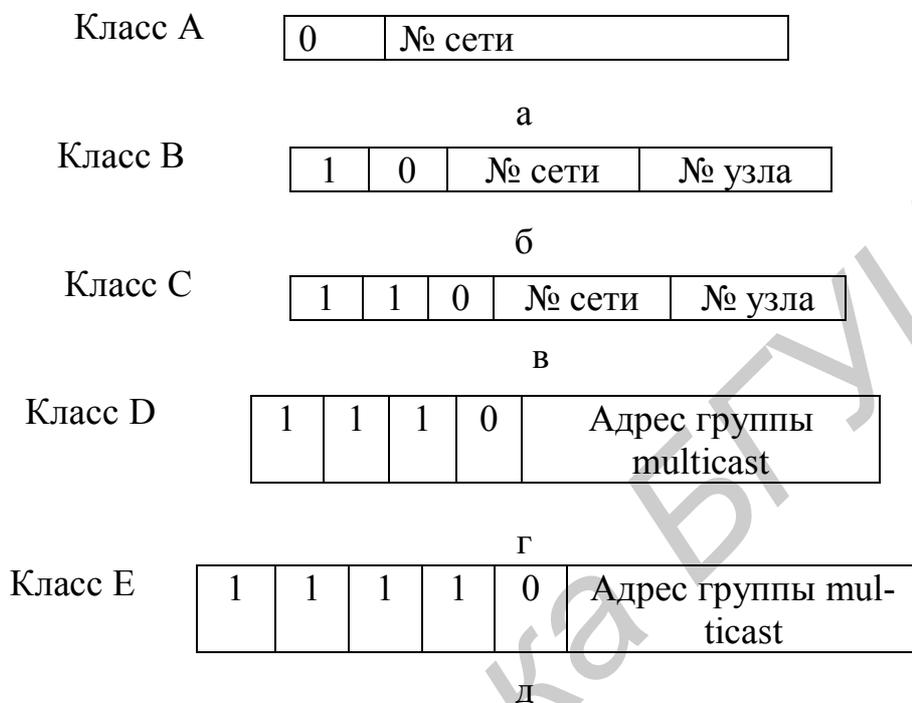


Рис. 2.2. Структура IP-адресов

Протокол TCP/IP - основной протокол Интернета. Стек TCP/IP был разработан по инициативе Министерства обороны США более 20 лет назад для связи экспериментальной сети ARPAnet с другими сетями как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды. Стек TCP/IP на нижнем уровне поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровней: для локальных сетей – это Ethernet, Token Ring, FDDI, для глобальных – протоколы работы на аналоговых коммутируемых и выделенных линиях SLIP, PPP, протоколы территориальных сетей X.25 и 150K. Основными протоколами стека, давшими ему название, являются протоколы IP и TCP. Эти протоколы относятся к сетевому и транспортному уровням соответственно. IP обеспечивает продвижение пакета по составной сети, а TCP гарантирует надежность его доставки.

Маршрутизация - это одна из наиболее важных функций IP. Упрощенная модель того, что реализуется на IP уровне (рис. 2.3.). Датаграммы, которые должны быть маршрутизированы, могут генерироваться как локальным хостом, так и каким-либо удаленным хостом. В последнем случае наш хост должен быть сконфигурирован как маршрутизатор, иначе датаграммы, получаемые через сетевые интерфейсы и не предназначенные нашему хосту, будут молча удалены.

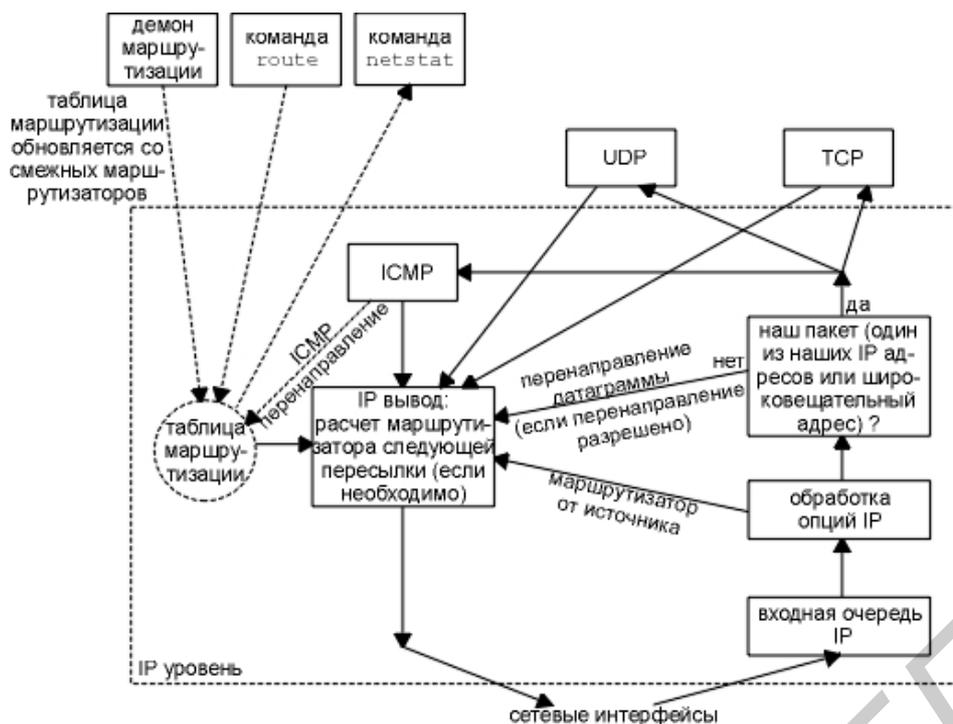


Рис. 2.3. Действия, выполняемые IP-уровнем

На рис. 2.3 также показан демон маршрутизации, который обычно является пользовательским процессом. Наиболее часто в Unix-системах используются демоны `routed` и `gated`. Термин демон (daemon) означает, что процесс работает «в фоновом режиме» и его функционирование не оказывает влияние на систему в целом. Демоны обычно стартуют, когда система загружается, и живут все время, пока система работает. Протоколы маршрутизации, используемые на конкретном хосте, определяют, как будет происходить обмен информацией о маршрутах с удаленными маршрутизаторами.

IP-уровень обращается к таблице маршрутизации (см. рис. 2.3), на загруженных хостах подобное обращение может происходить несколько сот раз в секунду, однако демон маршрутизации обновляет таблицу значительно реже (примерно один раз каждые 30 секунд). Команда `route` обычно выполняется при загрузке системы и устанавливает некоторые исходные маршруты. Также используется команда `netstat` для просмотра таблиц маршрутизации.

Информация, содержащаяся в таблице маршрутизации, необходима IP-уровню для принятия решения о маршрутизации. IP просматривает свою таблицу маршрутизации следующим образом:

- 1) поиск совпадающего адреса хоста;
- 2) поиск совпадающего адреса сети;
- 3) поиск пункта по умолчанию (пункт по умолчанию обычно указывается в таблице маршрутизации как сеть с идентификатором сети, равным нулю.)

Совпавший адрес хоста используется всегда перед совпавшим адресом сети.

Маршрутизация, осуществляемая IP-процесс поиска в таблице маршрутизации, определение интерфейса, куда будет послан пакет, называется механизмом маршрутизации. С другой стороны, политика маршрутизации устанавливает правила, по которым решается, какой маршрут будет внесен в таблицу маршрутизации. IP осуществляет механизм маршрутизации, тогда как маршрутизирующий демон обычно определяет политику маршрутизации.

### Вопросы для самопроверки

1. Для чего была разработана эталонная модель взаимодействия открытых систем?
2. Что представляет собой эталонная модель взаимодействия открытых систем?
3. Что представляет собой прикладной уровень?
4. Для чего необходим представительный уровень?
5. Что называют сеансовым уровнем?
6. Что такое транспортный уровень?
7. Что такое сетевой уровень?
8. Что такое канальный уровень?
9. Что такое физический уровень?
10. Назовите протоколы и интерфейсы в эталонной модели OSI.
11. Какие стандарты серии IEEE вы знаете?
12. Когда было принято семейство стандартов IEEE 802.x?
13. Пояснить, для чего используется стандарт IEEE 802.1.
14. Что определяет стандарт IEEE 802.2?
15. Что определяет стандарт IEEE 802.3?
16. Что определяет стандарт IEEE 802.4?
17. Что определяет стандарт IEEE 802.5?
18. Что определяет стандарт IEEE 802.6?
19. Что определяет стандарт IEEE 802.7?
20. Что определяет стандарт IEEE 802.8?
21. Что определяет стандарт IEEE 802.9?
22. Что определяет стандарт IEEE 802.10?
23. Что определяет стандарт IEEE 802.11?
24. Что определяет стандарт IEEE 802.12?
25. Как реализуется межсетевое взаимодействие средствами TCP/IP?
26. Поясните многоуровневую структуру стека TCP/IP.
27. Поясните термин «уровень меж сетевого взаимодействия».
28. Что понимают под основным уровнем стека?
29. Что понимают под прикладным уровнем?
30. Что такое уровень сетевых интерфейсов?
31. Соответствие уровней стека TCP/IP семиуровневой модели ISO.
32. Назовите типы адресов стека /IP.

33. Протокол IP – объяснить назначение.

34. Протокол TSP в сетях ATM – объяснить назначение.

### Раздел 3. Компоненты компьютерных сетей

Мосты в компьютерных сетях [7]; [1].

Адресование и распределение информации с помощью маршрутизаторов [2, с. 155]; [1, с. 308, 312, 349-353, 367, 369-373, 513-519].

Шлюзы как средство объединения сетей [1]; [2]; [3].

Каждый абонент сети имеет свой уникальный адрес для получения пакетов. Существует две системы присвоения адресов.

В первой каждому абоненту присваивается свой адрес исходя из уравнения  $2^n > N_{\max}$ , где  $n$  – количество разрядов адреса,  $N_{\max}$  – максимально возможное количество абонентов в сети. Достоинством является простота и малый объем служебной информации, а также простота аппаратуры адаптера, распознающей адрес пакета. Недостаток – трудоемкость.

Второй подход был разработан организацией IEEE. В данном случае присваивается уникальный сетевой адрес каждому адаптеру сети еще на этапе его изготовления. Был выбран 48-битный формат.

В любой сети используются методы управления обменом для предотвращения конфликта между абонентами. Методы делятся на две группы:

- централизованные методы;
- децентрализованные методы, к которым также можно отнести детерминированные и случайные методы.

Важнейшей задачей сетевого уровня является маршрутизация – передача пакетов между двумя конечными узлами в составной сети. В сложных сетях используются альтернативные маршруты для передачи пакетов. Маршрут – это последовательность маршрутизаторов, которые должны пройти пакет от отправителя до пункта назначения. В качестве критерия выбора маршрута выступает задержка прохождения, средняя пропускная способность маршрута и количество маршрутизаторов. Для выбора используются специальные информационные таблицы маршрутизации. Так как пакет может быть маршрутизован в любую сеть, то на практике используются специальные записи «маршрутизаторы по умолчанию», которые подразумевают под собой номер составной сети.

Для составления таблиц маршрутизации используются служебные протоколы, которые используют сетевые протоколы как транспортные.

### Вопросы для самопроверки

1. Назовите основные функции мостов.
2. Назовите основные функции маршрутизаторов.
3. Назовите основные функции шлюзов.
4. Чем отличаются мосты от коммутирующих концентраторов?

5. Как происходит соединение разнородных и однородных сегментов сетей с помощью моста?
6. Как происходит выбор оптимального пути с помощью маршрутизатора?
7. Где применяют маршрутизаторы?
8. Что такое гибридные маршрутизаторы?
9. Для чего служат шлюзы?
10. Как происходит преобразование потока информации?
11. На каких уровнях применяют шлюзы?
12. Пояснить алгоритм работы мостов с маршрутизацией от источника.
13. Что объединяет в себя термин «прозрачные» мосты?
14. Объяснить основной принцип работы моста.
15. Пояснить два иерархически связанных уровня маршрутизации.

#### Раздел 4. Глобальные сети

Сети с коммутацией пакетов (X.25) [10]; [2].

Сети frame relay [1]; [10].

Сети ATM [10].

Сети ISDN [1]; [2]; [10].

Виртуальные частные сети [11].

#### Вопросы для самопроверки

1. Что описывает спецификация X.25?
2. Поясните принцип взаимодействия протоколов в сети X.25.
3. Расскажите о трехуровневой модели взаимодействия протоколов в сети X.25.
4. Расскажите о прохождении данных по сети X.25.
5. Как выглядит и что включает в себя заголовок пакета X.25.
6. Расскажите о формате блока данных второго уровня в сети X.25.
7. Какие кадры определены процедурой HDLC?
8. Для чего используется информационный блок данных?
9. Для чего используются блоки данных супервизора?
10. Для чего используются нумерованные блоки данных?
11. Как осуществляется подключение к сети X.25?
12. Как происходит процесс установления соединения в сети X.25?
13. Назовите достоинства и недостатки сети X.25 по сравнению с другими технологиями пакетной коммутации.
14. За счет чего в сетях frame relay увеличена скорость передачи по сравнению с сетями X.25?
15. Почему для сетей frame relay используются только качественные линии связи?
16. Как происходит управление трафиком в сетях frame relay?

17. Когда бит DE в кадре frame relay устанавливается в положение 1?
18. Для передачи какого вида трафика применяется в настоящее время технология frame relay?
19. Какие типы виртуальных каналов – постоянные или коммутируемые – применяются в основном в сетях frame relay?
20. В чем состоит сущность технологии ATM?
21. Почему в технологии ATM выбран фиксированный размер пакета?
22. Что такое временная и семантическая прозрачность сети ATM?
23. Поясните влияние джиттера времени задержки на качество передачи сетью ATM трафика различного типа.
24. Почему в технологии ATM принято решения защищать от ошибок только заголовок пакета?
25. Изобразите модель протоколов ATM.
26. Почему существует несколько типов оборудования уровня адаптации ATM?
27. Для чего в технологии ATM введено понятие «виртуальный путь» и в чем состоит его отличие от «виртуального канала»?
28. Какие системы передачи могут быть использованы для передачи трафика ATM?
29. Назовите функции оборудования физического уровня ATM.
30. Почему в технологии ATM решено отступить от эталонной модели взаимодействия открытых систем? Назовите основные функциональные различия модели протоколов ATM и OSI.
31. История создания ISDN.
32. Основная идея технологии ISDN.
33. Для чего можно использовать сети ISDN?
34. Достоинства технологии ISDN.
35. Недостатки ISDN.
36. Перечислите основные виды служб, которые поддерживает архитектура сети.
37. Как организуется пользовательский интерфейс в сетях ISDN?
38. На каких типах каналов организуется пользовательский интерфейс в сети ISDN?
39. Объясните, что такое VPN?
40. Какие компоненты включают в себя VPN?
41. В каких случаях применима технология VPN?
42. Расскажите о полезных свойствах VPN.
43. Что представляет собой VPN на основе брандмауэра?
44. Что представляет собой VPN на основе черного ящика?
45. Что представляет собой VPN на основе маршрутизатора?
46. Что представляет собой VPN на основе удаленного доступа?
47. Что представляет собой VPN на основе программного обеспечения?
48. Что представляет собой VPN с мультисервисным приложением?

## Раздел 5. Управление сетями

Протоколы управления сетями [7].

Программные продукты администрирования [9].

Сетевые операционные системы [7]; [1,с. 40-41]; [2,с. 303-306]; [4].

В существующую сеть необходимо внесение изменений, это установка нового оборудования, подключение новых пользователей, предоставление права пользователя – все это права, ассоциированные с ресурсом, обычно каталогом, файлом или принтером.

Сетевое администрирование распространяется на место основных областей, с которыми необходимо быть знакомым администратору:

- управление пользователями;
- управление доступом пользователей к ресурсам;
- управление ресурсами;
- управление конфигурацией;
- управление производительностью;
- поддержка.

В обязанности администратора включаются:

- создание учетных записей пользователей и управление ими;
- защита данных;
- обучение и поддержка пользователей;
- модернизация ПО;
- предупреждение потери данных;
- мониторинг свободного пространства;
- максимальная производительность;
- резервное копирование данных;
- защита сети от вирусов;
- диагностика;
- модернизация компонентов сети;
- добавление в сеть новых компьютеров.

### Вопросы для самопроверки

1. Какие протоколы управления сетями вы знаете?
2. Охарактеризуйте простой протокол управления сетью SNMP.
3. Причины появления протокола SNMPv2.
4. С какой целью был разработан протокол CMOT?
5. Протокол общей управляющей информации CMIP. Краткая характеристика.
6. В чем заключается основное различие между CMIP и SNMP?
7. С какой целью разрабатывалась среда распределенного управления PME?
8. Windows NT, ее значение и перспективы.

9. Особенности построения Windows NT.
10. Какие файловые системы поддерживает Windows NT?
11. Преимущества и недостатки файловой системы NTFS.
12. Системные требования к аппаратным средствам для инсталляции Windows NT.
13. Перечислите обязанности сетевого администратора.
14. Назовите основные задачи администрирования сети.
15. Назначение прав и полномочий в Windows NT.
16. Как осуществляется контроль доступа к файлам и каталогам в Windows NT?
17. Обеспечение безопасности системы Windows NT.
18. Диагностика и восстановление Windows NT.
19. Какие сетевые операционные системы вы знаете?
20. Охарактеризуйте Windows 98.
21. Дать характеристику Windows NT Workstation.
22. Сравнительный анализ файловых систем FAT 32 и NTFS.
23. Охарактеризуйте сетевую операционную систему клиент–сервер.
24. Как обеспечивается доступность и целостность данных в операционной системе клиент–сервер?
25. Дать характеристику Novell Netware.
26. В чем различие между NDS и Active Directory?
27. В каких случаях Windows NT предпочтительнее UNIX?
28. В каких случаях UNIX предпочтительнее Windows NT?
29. Что такое одноранговая операционная система? Приведите пример такой сети.
30. Преимущества Windows NT Server.
31. Что представляет собой диалоговое окно?
32. С помощью чего обеспечивается безопасность на уровне пользователей?
33. Приведите примеры стандартных категорий пользователей NT.
34. Как осуществляется подключение к сети Windows NT Workstation?
35. Какие протоколы системы NetWare вы знаете?
36. Как обеспечивается безопасность в NetWare?
37. Приведите пример иерархии файлов системы.
38. Где используется операционная система UNIX?
39. Что позволяет делать утилита ifconfig и route?
40. Что позволяет делать утилита netstat?
41. Приведите пример списка соединений.
42. Как можно получить информацию о буферах?
43. Как обеспечивается безопасность в UNIX?
44. На какие моменты следует обратить внимание при планировании сети?
45. Опишите процесс планирования сети.
46. Как правильно составить перечень приобретаемого оборудования?

47. Для чего необходимо провести анализ совместимости используемого оборудования?
48. Что представляет собой список имен компьютеров?
49. Что представляет собой список каталогов сервера?
50. Что представляет собой список пользователей сервера?
51. Что представляет собой список принтеров?
52. Как настроить аппаратное обеспечение?
53. Как установить программное обеспечение?
54. Как провести тестирование?

## Раздел 6. Безопасность информации в компьютерных сетях

Архитектура безопасности модели взаимосвязи открытых систем [8]; [9].

Аутентификация при сетевом взаимодействии [8]; [9].

Разграничение доступа к информации в компьютерных сетях [6]; [8].

Механизмы обеспечения целостности и конфиденциальности данных в сетях [6]; [8].

Стандарты в области безопасности информации в компьютерных сетях [8].

### Вопросы для самопроверки

1. Какими способами сеть может идентифицировать пользователей, имеющих права доступа?
2. Назовите примеры систем, основанных на идентификации личности пользователя.
5. Как осуществляется защита файл-сервера?
6. Какой длины должны быть пароли?
7. Для чего необходимо изменять пароли?
8. Кто имеет наибольшую власть над системой?
9. Кем устанавливаются права доступа к данным?
10. Как администратор назначает права доступа к системе?
11. Что такое брандмауэр? Для чего используется?
12. Какие способы несанкционированного доступа вы знаете?
13. Недостатки административного управления сетью.
14. Недостатки аутентификации пользователя.
15. Недостатки разграничения доступа к компьютерным ресурсам.
16. Недостатки защиты от компьютерных вирусов.
17. Что такое криптографическая защита информации?
18. Недостатки криптографической защиты информации.
19. Недостатки контроля целостности данных и программ.
20. Что понимают под аутентификацией пользователя?
21. Метод парольной защиты и его модификации.
22. Недостатки метода парольной защиты.

23. Перечислите основные пути повышения эффективности парольной защиты.

24. Что вы понимаете под биометрическими средствами аутентификации и контроля доступа?

25. Поясните сущность метода автоматической генерации обратного вызова.

26. Какие существуют методы аутентификации приемника данных?

27. Как вы понимаете термин «электронный ключ»?

28. Расскажите о системе аутентификации пользователей «Керберос».

29. В чем сущность избирательного контроля доступа?

30. В чем сущность мандатного контроля доступа?

31. Какие вы знаете методы предотвращения повторного использования информации?

32. Основные требования к системам разграничения доступа.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Лабораторная работа №1. Изучение основных операций по использованию сетевых протоколов.

Лабораторная работа №2. Изучение ПО платы сетевого адаптера .

Лабораторная работа №3. Изучение принципов функционирования мостов и маршрутизаторов.

Лабораторная работа №4. Проектирование ЛВС предприятия с использованием пассивных и активных устройств телекоммуникаций.

Лабораторная работа №5. Изучение основных правил управления сетями, реализованных в сетевых операционных системах.

Лабораторная работа №6. Изучение процессов администрирования безопасности в сетях.

Лабораторная работа №7. Разработка фрагмента защищённой сети на основе использования шлюза с функциями межсетевого экрана.

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Распределение адресов устройств в IP-сетях.
2. Маршрутизация сообщений в глобальных сетях.
3. Построение VPN-сетей.
4. Подтверждение подлинности сообщений в корпоративной сети.
5. Описание электронных моделей топологии различных сетей.

## ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

1. Выделение IP-подсетей класса В.
2. Выделение IP-подсетей класса С.
3. Маршрутизация сообщений с помощью мостов-маршрутизаторов.

4. Построение VPN для одноуровневых абонентов.
5. Система цифровой подписи для корпоративной сети.
6. Моделирование на ЭВМ процессов исполнения отдельных функций и операций в компьютерных сетях.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА И ЕЕ ВЫПОЛНЕНИЕ

ДКР (домашняя контрольная работа) выполняется студентом самостоятельно после изучения программы дисциплины и ответа на контрольные вопросы. Вариант заданий определяется исходя из номера студенческого билета и года выполнения в зависимости от номеров заданий на ДКР.

Первая страница должна содержать название дисциплины, номер группы, фамилию, имя и отчество студента, номер варианта.

Ответы на вопросы должны быть развернутыми и полными. Разделы ответа выделяются. В конце работы следует указать список использованной литературы. При цитировании источников следует оформлять подстрочные сноски в соответствии с правилами библиографического описания. Ссылки на сайты сети Internet должны быть полными и рабочими.

При оформлении необходимо оставлять поля не менее 3 см. Последняя страница оставляется для рецензии.

### Перечень вопросов к контрольной работе

1. Представить структуру простой компьютерной сети. Перечислить ресурсы, которые могут совместно использовать компьютеры, входящие в сеть.
2. Представить структуры локальных вычислительных сетей с минимальным и максимальным количеством компьютеров в сети. Привести возможные размеры физической длины кабеля таких сетей.
3. Представить структуру одноранговой сети. Описать основные характеристики и преимущества. Перечислить общие компоненты такой сети.
4. Представить структуру сети на основе сервера. Описать основные преимущества и перечислить основные компоненты сети.
5. Перечислить основные факторы, влияющие на выбор типа сети. Привести примеры сетей и показать их различие из-за влияния перечисленных факторов.
6. Перечислить базовые технологии компьютерных сетей, а также факторы, влияющие на выбор той или иной технологии.
7. Показать структуру сети шинной топологии со стыковыми устройствами кабеля, повторителями, терминаторами. Обусловить необходимость устройств и их характеристики.
8. Показать структуру сети звездной топологии с необходимыми компонентами. Показать достоинства и недостатки.

9. Показать структуру сети кольцевой топологии. Описать способы передачи данных по сети.

10. Показать структуру сети типа «звезда – шина». Описать роль концентратора. Привести перечень типов концентраторов и дать указания по их использованию.

11. Показать структуру сети типа «звезда – кольцо» и необходимость главного концентратора. Описать преимущества такой технологии.

12. Описать основные проблемы и преимущества, возникающие в сетях разных топологий.

13. Перечислить компоненты физической среды. Показать на рисунке виды кабелей, витой пары, оптоволокна. Дать стандартные характеристики и варианты практического использования.

14. Описать оборудование для подключения кабеля в сеть, привести стандартные обозначения и фирмы. Описать требования пожарной безопасности при использовании кабеля.

15. Показать на рисунке виды модуляции сетевого сигнала. Привести примеры кодов.

16. Описать необходимость физического интерфейса между компьютером и средой передачи. Показать на примерах процесс подготовки данных преобразования параллельных потоков в последовательный побитно. Обусловить роль трансивера.

17. Привести параметры настройки платы сетевого адаптера, показать прерывания (IRQ), а также номера базовых портов ввода/вывода.

18. Показать необходимость совместимости компьютеров и сети и чем она обеспечивается. Показать архитектуру шины данных ISA, EISA, MCA, PCI.

19. Описать сетевую топологию OSI. Показать многоуровневую архитектуру взаимодействия программного и аппаратного обеспечений сеанса связи.

20. Описать сетевую технологию IEEE Project 802. Показать необходимость деления канального уровня на подуровни. Привести категории стандартов для каждого уровня.

21. Охарактеризовать сетевое программное обеспечение (ПО). Цели и задачи ПО. Пояснить необходимость координации отладочного и программного обеспечения, клиентского и серверного ПО.

22. Показать с использованием окон компьютера все операции по установке сетевой операционной системы.

23. Описать структуры кадров, пакетов, их функции. Показать особенности синхронной и асинхронной передачи данных.

24. Обосновать необходимость стандартных протоколов, стеков протоколов. Привести распространенные типы протоколов.

25. Описать назначение методов доступа к сети. Дать краткую характеристику каждому из них и свое предпочтение одному из них с полным обоснованием выбора.

26. Показать структуру сети Ethernet. Дать характеристику.

27. Показать структуру сети TokenRing. Описать оборудование сети.
28. Показать структуры сетей AppleTalk и Arc Net и их модификаций, а также аппаратное обеспечение.
29. Описать сетевые приложения для различных сетей.
30. Показать преимущества и недостатки централизованных и клиент-серверных моделей сетей, их архитектуру.
31. Обосновать необходимость администрирования сети, объяснить обязанности администратора, права и обязанности клиента сети.
32. Описать с помощью окон компьютера процесс управления учетными записями клиента сети.
33. Обосновать необходимость защиты сети и предупреждения потери данных. Перечислить основные методы и модели защиты.
34. Обосновать необходимость расширения сети и специального оборудования для больших сетей. Привести основные характеристики таких сетей и оборудования.
35. Показать структуру модема. Привести типы модемов и описать их функции.
36. Показать структуру сети с повторителем, с мостом, с удаленным мостом. Описать принцип их работы, достоинства и недостатки.
37. Показать структуру сети с маршрутизатором. Дать характеристику основных типов маршрутизаторов, широковещательных пакетов, множественного пути.
38. Показать структуру сети со шлюзами. Показать отличие шлюза от моста и маршрутизатора.
39. Описать процесс передачи в глобальных вычислительных сетях (ГВС) с конкретизацией процесса мультиплексирования, деления каналов, цифровой связи, виртуальных каналов.
40. Описать направления передовых технологий ГВС с конкретизацией FDDI, ATM.
41. Охарактеризовать мониторинг сети с описанием утилит мониторинга.
42. Описать всемирную сеть Internet с конкретизацией стандартов сети, протоколов и видов услуг.
43. Описать процессы планирования сети с конкретизацией обоснования плана, схемы, типа сети, архитектуры сети.
44. Описать алгоритм реализации сети и ее модернизацию.
45. Описать программные среды Novell, Microsoft и IBM, а также других известных фирм.
46. Показать стандартные и классические методы шифрования данных.
47. Описать правила выбора конфигурации сетей Ethernet, Fast Ethernet по моделям 1 и 2.
48. Описать основные требования, предъявляемые к современным вычислительным сетям с конкретизацией безопасности, масштабируемости, прозрачности, совместимости.

49. Описать методы логического кодирования с конкретизацией избыточных кодов, скремблирования.

50. Описать специальные виды сетевых протоколов с конкретизацией символьно- и бит-ориентированных протоколов, полнодуплексных протоколов.

## ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ НА ДКР

ДКР выполняется студентом самостоятельно после изучения программы дисциплины и ответа на контрольные вопросы. Вариант заданий определяется исходя из номера студенческого билета и года выполнения в зависимости от номеров заданий на ДКР ( см. приложение).

Первая страница должна содержать название дисциплины, номер группы, фамилию, имя и отчество студента, номер варианта.

Ответы на вопросы должны быть развернутыми и полными. Каждый раздел контрольной работы рекомендуется начинать с нового листа. В конце работы следует указать список использованной литературы. При цитировании источников следует оформлять подстрочные сноски в соответствии с правилами библиографического описания. Ссылки на сайты сети internet должны быть полными и рабочими.

При оформлении контрольной работы необходимо оставлять поля не менее 3см. Последняя страница оставляется для рецензии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 1999.
2. Компьютерные сети: Учебный курс /Пер. с англ. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Русская редакция TOO Channel Trading Ltd., 1998.
3. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. – М.: ЭКОМ, 2001.
4. Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. Взаимосвязи сетей. Справочник. – М.: Кудиц-образ, 2000.
5. Шмалько А.В. Цифровые сети связи; основы планирования и построения. – М.: Эко-Трендз, 2001.
6. Грир Т. Сети интранет: Пер. с англ. –М.: Русская редакция, 2000.
7. Стэн Шатт. Мир компьютерных сетей. – М.: ВHV, 1999.
8. Домарев В.В. Защита информации и безопасность компьютерных сетей. – Киев, 1999.
9. Назаров С.В. Администрирование локальных сетей. – М., 1999.
10. Ходасевич О.Р. Системы пакетной коммутации. Учеб. пособие. – Мн.: Бестпринт, 2002.
11. Браун С. VPN (частные сети). – М., 2003.

Номера заданий для ДКР

Приложение

	№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Вариант	2004\05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	2005\06	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	24
	2006\07	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	2007\08	23	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	2008\09	22	23	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	2009\10	21	22	23	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2010\11	20	21	22	23	24	25	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Окончание приложения

	№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
Вариант	2004\05	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	2005\06	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
	2006\07	49	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	2007\08	48	49	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
	2008\09	47	48	49	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	2009\10	46	47	48	49	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	2010\11	45	46	47	48	49	50	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44

Учебное издание

**Бобов Михаил Никитич,  
Конопелько Валерий Константинович,  
Корбут Антон Антонович**

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ**

Методическое пособие  
для студентов специальности I-45 01 03  
«Сети телекоммуникаций»  
заочной формы обучения

Редактор Т.Н. Крюкова  
Корректор Е.Н. Батурчик

Подписано в печать 31.05.05  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 1,4.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,86  
Заказ № 79.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.  
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0131518 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6