

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.О.19**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Компьютерные сети**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
09.03.03 Прикладная информатика

направленность (профиль)  
Разработка программного обеспечения

Форма обучения: заочная

Год набора: 2023

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	4	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	6	6
Практические		
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	10,35	10,35
Самостоятельная работа	161	161
Контроль	8,65	8,65
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Рабочую программу составил:

старший преподаватель Тонких Артём Петрович

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Прикладная математика и информатика»  
(протокол заседания № 1 от «30» августа 2022 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – сформировать у студентов знания и навыки, необходимые для построения, настройки, поддержки и поиска неисправностей сетей от малого до среднего размера.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Цифровая культура, Архитектура компьютеров и операционные системы, Профессиональный иностранный язык, Информационные системы и технологии.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Настройка и администрирование компьютерных сетей.

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
Способен осуществлять оптимизацию управления жизненным циклом распределенных данных с учетом информационной безопасности (ПК-1)	ПК-1.1. Знать технологии управления жизненным циклом распределенных данных с учетом информационной безопасности. ПК-1.2. Умеет осуществлять оптимизацию управления жизненным циклом распределенных данных с учетом информационной безопасности. ПК-1.3. Владеет навыками оптимизации жизненного цикла распределенных данных.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- характеристики и особенности разных физических сред и принципы передачи электромагнитных сигналов в них;</li><li>- сетевые протоколы, иерархию протоколов и режимы их работы;</li><li>- стандарты, соглашения и рекомендации в области компьютерных сетей, методы передачи информации в сетях;</li><li>- теоретические основы архитектурной организации сетей;</li><li>- базовые средства передачи данных в сетях;</li><li>- методы кодирования и защиты от ошибок в сетях</li></ul>
		<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- создавать модели сетей и телекоммуникаций;</li><li>- использовать современные сетевые. программные средства: сетевые операционные. системы, операционные и сетевые оболочки</li></ul>
		<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях</li></ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Введение в компьютерные сети	Ср	Современные сетевые технологии	1	8		-	Тест
	Ср	Сетевые протоколы и коммуникации		8	5	-	Тест
Модуль 2. Физический и канальный уровни модели OSI	Лек	Разработка структурированной кабельной системы локальной компьютерной сети		1		-	Тест
	Ср	Физический уровень модели OSI		10	5	-	Тест
	Лаб	Разработка структурированной кабельной системы локальной компьютерной сети		2	5	-	Отчёт по лабораторной работе 1
	Лек	Расчёт задержек передачи пакетов в телекоммуникационной сети		1		-	Тест
	Ср	Канальный уровень модели OSI		8	5	-	Тест
	Лаб	Расчёт задержек передачи пакетов в телекоммуникационной сети		2	5	-	Отчёт по лабораторной работе 2
	Ср	Ethernet-коммутация		10		-	Тест
Модуль 3. Сетевой уровень модели OSI	Ср	Введение в сетевой уровень модели OSI		8		-	Тест
	Ср	Разрешение адреса		8	5	-	Тест
	Лек	Разработка адресов сети кампуса по стандартам сетевого уровня		2		-	Тест
	Ср	Адресация IPv4		8	5	-	Тест
	Лаб	Разработка адресов сети кампуса по стандартам сетевого уровня		2	5	-	Отчёт по лабораторной работе 3

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Адресация IPv6		8	5	-	Тест
	Ср	ICMP		8		-	Тест
Модуль 4. Верхние уровни модели OSI	Ср	Транспортный уровень модели OSI		8		-	Тест
	Ср	Сеансовый уровень, уровень представления и прикладной уровень модели OSI		8	4	-	Тест
Модуль 5. Основы беспроводных сетей	Ср	Введение в беспроводную связь		8		-	Тест
	Ср	Компоненты WLAN		8		-	Тест
	Ср	Работа WLAN		8	4	-	Тест
Модуль 6. Корпоративные сети	Ср	NAT для IPv4		8		-	Тест
	Ср	Концепции WAN		8		-	Тест
	Ср	Концепции VPN и Ipsec		8		-	Тест
	Ср	Концепции QoS		8		-	Тест
	Ср	Управление сетью		8	4	-	Тест
Анкета					3	-	Анкета
Итоговый тест	ПА			2	40		Тест
Форум				4			
Итого:				180	100		

**Схема расчета итогового балла: сумма всех полученных баллов.**

## **5. Образовательные технологии**

В рамках учебного курса предусмотрена технология дистанционного обучения в форме лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

### **Методические рекомендации для преподавателя по проведению занятий**

#### **Рекомендации по проведению лабораторных занятий**

Лабораторные занятия дисциплины проводятся в специализированных компьютерных классах университета, объединенных в корпоративную локальную вычислительную сеть. Со всех рабочих мест обеспечивается доступ в Интернет.

На первом занятии преподаватель должен напомнить студентам требования техники безопасности при работе в компьютерных классах, процедуру доступа в вычислительную сеть и технологию сохранения результатов выполнения заданий с использованием компьютера.

Лабораторные задания студентам должны формулироваться в проблемной форме, требующей анализа, исследования и моделирования с применением компьютерных программ. При оценивании выполненных заданий следует учитывать достижение результата, эффективность алгоритма решения, индивидуальность работы.

#### **Рекомендации по организации внеаудиторной работы**

Внеаудиторная работа студентов направлена на закрепление и развитие теоретических знаний, практических навыков и умений работы с компьютером как средством обработки, хранения и передачи информации. В рамках внеаудиторной работы студенты самостоятельно изучают теоретический материал, выполняют индивидуальные домашние задания.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Работа в курсе предполагает следующие формы занятий: лабораторные занятия, внеаудиторные занятия.

На занятиях студенты выполняют лабораторные задания по вариантам с использованием методических указаний по выполнению работ. По каждому заданию предусмотрено оформление отчета по работе с последующим собеседованием с преподавателем, в процессе которого студент должен ответить на вопросы по ходу выполнения заданий и полученным результатам. За каждое задание начисляются баллы, сумма которых в конце семестра определит результат работы студента в курсе.

Внеаудиторные занятия являются важной частью работы студента. Студенты самостоятельно работают с теоретическими материалами, изучение которых предусмотрено программой обучения.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ПК-1	Тесты Отчёты по лабораторным работам

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Типовые тестовые задания

##### Типовые примеры заданий

1. Домен – это ...
  - часть адреса, определяющая адрес компьютера пользователя в сети
  - название программы, для осуществления связи между компьютерами
  - название устройства, осуществляющего связь между компьютерами
  - единица скорости информационного обмена
2. Браузер – это ...
  - сервер Интернета
  - средство просмотра и поиска web-страниц
  - устройство для передачи информации по телефонной сети
  - английское название электронной почты
3. Почтовый ящик – это ...
  - специальное техническое соглашения для работы в сети
  - раздел внешней памяти почтового сервера
  - компьютер, использующийся для пересылки электронных писем
  - название программы для пересылки электронных писем
4. Для соединения компьютеров в сетях используются кабели различных типов. Для передачи информации, закодированной в пучке света, предназначен кабель ...
  - витая пара
  - телефонный
  - коаксиальный
  - волоконно-оптический
5. Протокол – это ...
  - устройство для преобразования информации
  - линия связи, соединяющая компьютеры в сеть
  - специальная программа, помогающая пользователю найти нужную информацию в сети
  - специальное техническое соглашения для работы в сети
6. Сетевой адаптер – это ...
  - специальная программа, через которую осуществляется связь нескольких компьютеров
  - специальное аппаратное средство для эффективного взаимодействия персональных компьютеров сети
  - специальная система управления сетевыми ресурсами общего доступа

- система обмена информацией между компьютерами по локальным сетям
7. Адрес 192.168.1.96 в качестве пригодного для использования адреса узла будет содержать подсеть ...
- 192.168.1.64/26
  - 192.168.1.32/27
  - 192.168.1.32/28
  - 192.168.1.64/29
8. Протоколом TCP обеспечивается функция ...
- инкапсуляция данных
  - обнаружение отсутствующих пакетов
  - управление сеансом связи
  - определение пути для пакетов данных
9. Укажите назначение сообщений ICMP.
- сообщить маршрутизаторам об изменениях топологии сети
  - обеспечить доставку IP-пакета
  - предоставить обратную связь о передачах IP-пакета
  - наблюдать за процессом разрешения доменного имени в IP-адрес
10. Укажите утверждение, которое описывает функции протокола разрешения адресов (ARP)?
- ARP используется для обнаружения IP-адреса любого узла в другой сети.
  - ARP используется для обнаружения IP-адреса любого узла в локальной сети.
  - ARP используется для обнаружения MAC-адреса любого узла в другой сети.
  - ARP используется для обнаружения MAC-адреса любого узла в локальной сети.
11. Укажите частные IP-адреса.
- ☐ 10.1.1.1
  - ☐ 172.32.5.2
  - ☐ 192.167.10.10
  - ☐ 172.16.4.4
  - ☐ 192.168.5.5
  - ☐ 224.6.6.6
12. Компьютер в данной сети взаимодействует с определённой группой компьютеров. Укажите тип коммуникации.
- широковещательная рассылка
  - многоадресная рассылка
  - одноадресная рассылка
  - ARP
  - HTTP
13. Укажите метод, который может использоваться двумя компьютерами для предотвращения потери пакетов из-за слишком быстрой передачи большого количества данных.
- инкапсуляция
  - управление потоком
  - метод доступа



- время ожидания ответа

14. Укажите стандарт IEEE, который позволяет беспроводной сетевой плате подключаться к беспроводной точке доступа, разработанной другим производителем?

- 802.1
- 802.11
- 802.3
- 802.2

15. Заполните пустое поле. Используйте десятичный формат с точками. Групповая маска, связанная с сетью 192.168.12.0/24, —

```
R1# configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)# access-list 120 deny ip 192.168.20.0 0.0.3.255 10.0.10.0 0.0.0.255
R1(config)# access-list 120 permit tcp 192.168.22.0 0.0.0.15 10.0.10.0 0.0.0.15 eq 23
R1(config)# access-list 120 permit ip any any
R1(config)# line vty 0 4
R1(config-line)# password admin-in
R1(config-line)# access-class 120 in
R1(config-line)# exit
R1(config)# interface fastEthernet 0/0
R1(config-if)# ip address 10.0.10.1 255.255.255.252
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip access-group 120 in
R1(config-if)# end
R1#

R1# show access-lists
Extended IP access list 120
    deny ip 192.168.20.0 0.0.3.255 10.0.10.0 0.0.0.255 (16 match(es))
    permit tcp 192.168.22.0 0.0.0.15 10.0.10.0 0.0.0.15 eq telnet
    permit ip any any
R1#
```

16. Взгляните на рисунок. Сетевой администратор настраивает ACL-список, чтобы ограничить соединения с VTY-линиями маршрутизатора R1 только рабочими станциями ИТ-подразделения в сети 192.168.22.0/28. Перед применением ACL-списка администратор проверяет работоспособность соединений Telnet между рабочей станцией с IP-адресом 192.168.22.5 и маршрутизатором R1. Но после применения ACL-списка к интерфейсу Fa0/0 соединения Telnet отклоняются. Укажите вероятную причину сбоя соединения.

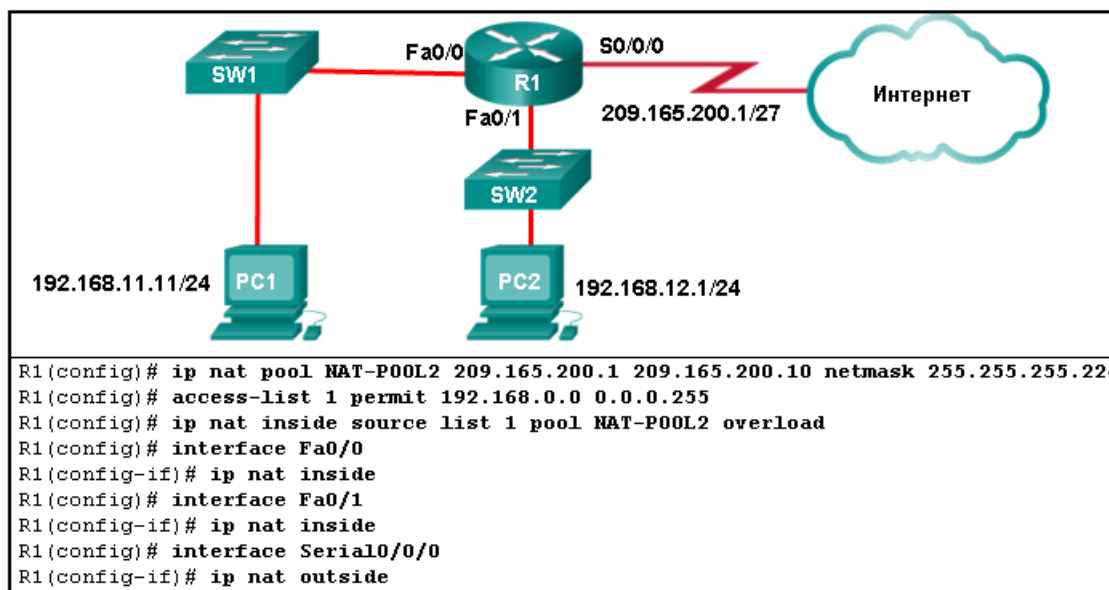
- ACE-запись разрешения задаёт неверный номер порта
- сеть ИТ-подразделения включена в инструкцию отклонения.
- в ACE-записи разрешения требуется указать протокол IP вместо TCP
- на маршрутизаторе R1 не настроена команда enable secret password
- команда login не введена для VTY-линий

17. Когда на нижних уровнях модели OSI используются протоколы без установления соединения, что обычно используется, чтобы обеспечивать подтверждение успешного получения данных и запрашивать повторную отправку утерянных данных?

- подтверждения без установления соединения
- протоколы верхнего уровня с установлением соединения
- IP-протоколы сетевого уровня
- UDP-протоколы транспортного уровня

18. Укажите, какое поле заголовка IPv4 отвечает за определение приоритета пакетов.
- метка потока
  - флаги
  - дифференцированное обслуживание (differentiated services)
  - класс трафика
19. Механизм NAT (преобразование сетевых адресов) не нужен в IPv6, поскольку ...
- IPv6 обладает интегрированными средствами безопасности, нет необходимости скрывать адреса IPv6 внутренних сетей
  - любой узел или пользователь может получить публичный сетевой адрес IPv6, т. к. существует огромное количество доступных адресов IPv6
  - проблемы, вызванные приложениями NAT, решаются, поскольку заголовок протокола IPv6 улучшает обработку пакетов промежуточными маршрутизаторами
  - проблемы со сквозным подключением, вызванные NAT, решаются, т. к. количество маршрутов повышается с увеличением количества узлов, подключенных к Интернету
20. Поле метки потока (Flow Label) заголовка IPv6 ...
- ограничивает время существования пакета
  - определяет общую длину пакета IPv6
  - классифицирует пакеты для управления перегрузками сети
  - информирует устройства, чтобы трафик приложений, работающих в реальном времени, отправлялся по одному и тому же пути
21. Чтобы узлам удостовериться в том, что их пакеты отправлены по верному месту назначения сети ...
- им нужно вести собственную локальную таблицу маршрутизации, которая содержит маршрут к loopback-интерфейсу, маршрут локальной сети, а также удалённый маршрут по умолчанию
  - они всегда направляют свои пакеты к шлюзу по умолчанию, который будет отвечать за доставку пакетов
  - они выполняют поиск маршрута к адресу назначения сети в собственной локальной таблице маршрутизации и передают эти данные шлюзу по умолчанию
  - они отправляют пакет запроса шлюзу по умолчанию, уточняя наилучший маршрут
22. Маршрутизатор в процессе обработки трафика сразу после того, как обнаружит соответствие между IP-адресом назначения и записью о непосредственно подключенной сети в таблице маршрутизации ...
- после изучения таблицы маршрутизации отбросит трафик
  - начнёт искать в таблице адрес следующего перехода (next-hop)
  - направит пакет на непосредственно подключенный интерфейс
  - проанализирует IP-адрес назначения
23. Укажите верное утверждение об интерфейсах маршрутизатора.
- интерфейсы локальной сети маршрутизатора не активированы по умолчанию, при этом активированы интерфейсы внешней сети маршрутизатора
  - после выполнения команды no shutdown интерфейс маршрутизатора активируется и начинает работу
  - команды, настраивающие IP-адрес и маску подсети для интерфейса, вводятся в режиме глобальной конфигурации
  - для правильной работы настроенный и активированный интерфейс маршрутизатора должен быть подключён к другому устройству

24. Укажите команду, которая отображает сводную таблицу всех интерфейсов маршрутизатора, их IP-адресов и их текущее операционное состояние.
- show ip route
  - show version
  - show interfaces
  - show ip interface brief
25. Технический специалист вручную настраивает на компьютере параметры IP, необходимые для обмена данными по корпоративной сети. На компьютере уже имеется IP-адрес, маска подсети и сервер DNS. Для доступа в Интернет ещё необходимо настроить ...
- адрес сервера WINS
  - адрес шлюза по умолчанию
  - MAC-адрес
  - имя домена организации
26. Укажите справедливое утверждение в отношении NAT для IPv6.
- инженерная группа по развитию Интернета (IETF) отказалась от NAT64 в пользу NAT-PT
  - является временной мерой для упрощения перехода с IPv4 на IPv6
  - примером реализации NAT для IPv6 является двойной стек
  - используется для преобразования частных IPv6-адресов в публичные IPv6-адреса



27. Взгляните на рисунок. Маршрутизатор R1 настроен для использования NAT. Назовите возможную причину того, что преобразование адресов в сети не выполняется.
- в качестве внешнего интерфейса NAT должен быть указан интерфейс Fa0/1
  - список access-list 1 настроен неправильно
  - пул NAT-POOL2 не привязан к ACL-списку
  - в качестве внутреннего интерфейса NAT должен быть указан интерфейс S0/0/0

28. Заполните пустое поле. Используйте десятичный формат с точками.  
Групповая маска, связанная с сетью 128.165.216.0/23, —
29. Заполните пустое поле. Используйте десятичный формат с точками.  
Групповая маска, связанная с сетью 192.168.12.96/27, —
30. Заполните пустое поле. Используйте десятичный формат с точками.  
Групповая маска, связанная с сетью 152.115.128.0/17, —

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено», если студент дал правильные ответы;
- оценка «не зачтено», если студент не смог дать правильные ответы.

**7.2.2. Отчёты по лабораторным работам**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРИРОВАННОЙ  
КАБЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ**

**Цель работы:** Освоить методы разработки и получить навыки при создании необходимой для передачи данных телекоммуникационной инфраструктуры.

**Перечень оборудования и программного обеспечения, необходимых для выполнения лабораторной работы:**

ЭВМ с операционной системой Windows XP (или выше версия) или семейства Linux.  
Табличный и текстовый процессоры.

**Краткое изложение основных теоретических и методических аспектов работы**

Структурированная кабельная система (СКС) представляет собой иерархическую кабельную систему здания или группы зданий, разделенную на структурные подсистемы. СКС состоит из набора медных и оптических кабелей, кросс-панелей, соединительных шнуров, кабельных разъемов, модульных гнезд, информационных розеток и вспомогательного оборудования. Все перечисленные элементы интегрируются в единую систему и эксплуатируются согласно определенным правилам.

Структурированная кабельная система (СКС) основа информационной инфраструктуры любого предприятия, масштаба офиса или здания, позволяющая свести в единую систему множество информационных сервисов разного назначения, предназначенных для передачи: компьютерных, телефонных, мультимедийных и видео данных, служебной цифровой и аналоговой информации систем управления, систем безопасности и видео наблюдения и т.д. Именно поэтому так велика роль СКС при построении корпоративной информационной системы: от того, насколько грамотно выполнена СКС, зависят надежность и безопасность различных операций, без которых невозможна деятельность современного предприятия. Основой любой информационной и телекоммуникационной инфраструктуры современного здания является структурированная кабельная система. От работоспособности СКС зависит бесперебойная работа информационных систем предприятия.

Все существующие и создаваемые кабельные системы зданий можно разделить на 2 группы:

- ☐ Кабельные системы «под конкретную технологию передачи данных»
- ☐ Структурированные кабельные системы (СКС)

Примером первых могут служить кабельная система для компьютерной сети и телефонная разводка внутри здания. СКС проектируется и строится для передачи разных

видов информации, но практически в большинстве случаев это ограничивается компьютерными и телефонными сетями.

Существуют два варианта архитектуры проводки:

- традиционная архитектура иерархической звезды ;
- архитектура одноточечного управления.

Архитектура иерархической звезды может применяться как для группы зданий, так и для одного отдельно взятого здания (см. Рисунок 1). В первом случае иерархическая звезда состоит из центрального кросса системы, главных кроссов зданий и горизонтальных этажных кроссов. Центральный кросс связан с главными кроссами зданий при помощи внешних кабелей. Этажные кроссы связаны с главным кроссом здания кабелями вертикального ствола. Во втором случае звезда состоит из главного кросса здания и горизонтальных этажных кроссов, соединенных между собой кабелями вертикального ствола. Архитектура иерархической звезды обеспечивает максимальную гибкость управления и максимальную способность адаптации системы к новым приложениям.

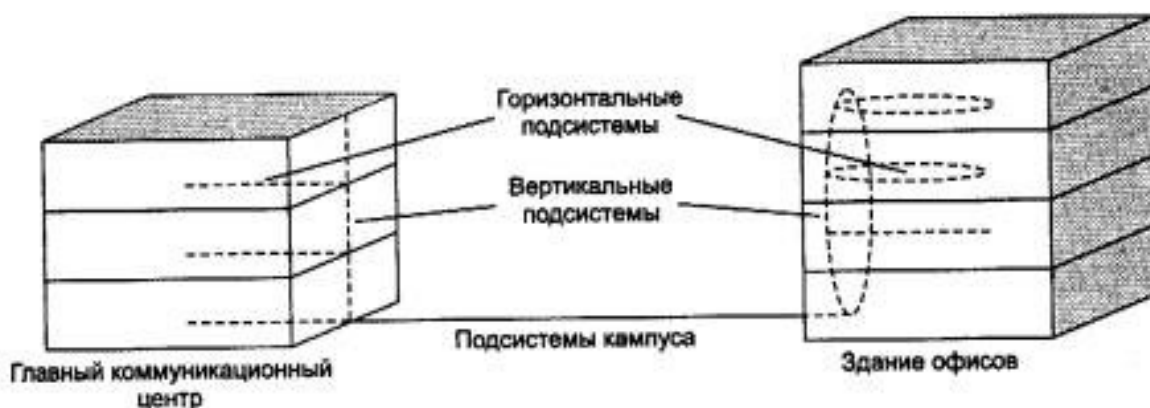


Рисунок 1 Архитектура иерархической звезды

Архитектура одноточечного администрирования разработана для максимальной простоты управления. Обеспечивая прямое соединение всех рабочих мест с главным кроссом, она позволяет управлять системой из одной точки, оптимальной для расположения централизованного активного оборудования. Администрирование в одной точке обеспечивает простейшее управление цепями, возможное благодаря исключению необходимости кроссировки цепей во многих местах. Архитектура одноточечного администрирования не применяется для группы зданий.

Каждая архитектура имеет свои преимущества (см. Таблица 1), которые следует иметь в виду при выборе кабельной системы.

Таблица 1

Преимущества архитектуры проводки	Иерархическая звезда	Одноточечное администрирование
Наиболее гибкое управление	X	
Наибольшая способность к адаптации	X	
Централизованное управление		X
Распределенное оборудование	X	
Централизованное оборудование		X
Наиболее гибкое использование активного оборудования	X	

Простота технического обслуживания		X
Полное соответствие стандартам	X	X при длинах до 100 м

Неструктурированная кабельная система строится быстрее, но ее гораздо сложнее модернизировать. Неструктурированная проводка для локальных сетей и телефонии сохраняется без переоборудования в течение 3-5 лет, для систем наблюдения и контроля — в течение 2-3 лет. В то же время структурированная система строится основательно, как всякое долговременное сооружение. В структурированную кабельную систему закладывается структурная избыточность, предусматривающая дополнительные рабочие места, возможности перемещения оборудования и персонала. Избыточность СКС требует дополнительного количества кабеля, розеток, кросс-панелей. Однако дополнительные капитальные затраты, необходимые для создания СКС, быстро окупаются в процессе ее эксплуатации.

Преимущества СКС над обычными кабельными системами:

- ☐ для передачи данных, голоса и видеосигнала используется единая кабельная система;
- ☐ использование универсальных розеток на рабочих местах позволяет подключать к ним различные виды оборудования;
- ☐ оправдывают капиталовложения за счет длительного использования и эксплуатации сети;
- ☐ обладают модульностью и возможностями внесения изменений и наращивания без замены всей существующей сети;
- ☐ допускают одновременное использование нескольких различных сетевых протоколов;
- ☐ не зависят от изменений технологий и поставщика оборудования;
- ☐ используют стандартные компоненты и материалы;
- ☐ допускают управление и администрирование минимальным количеством обслуживающего персонала;
- ☐ позволяют комбинировать в одной сети волоконно-оптический и медный кабель;

Физически СКС состоит из:

- ☐ кабелей
- ☐ коммутационных панелей
- ☐ информационных розеток
- ☐ коммутационных шнуров

Разработка и создание структурированной кабельной системы (СКС) включает следующие этапы:

- ☐ Инженерное обследование объекта и разработка технического задания с предварительной оценкой стоимости предполагаемых затрат.
- ☐ Проектирование СКС.
- ☐ Монтаж СКС.
- ☐ Тестирование и диагностика кабельной системы (волоконно-оптический и медный сегменты).
- ☐ Расширение или модернизация действующих кабельных систем без нарушения их работоспособности.
- ☐ Гарантийное и постгарантийное обслуживание (администрирование, сертификация,

обучение эксплуатации).

- Изготовление нестандартных коммутационных шнуров (оптика, медь), изготовление разветвителей (Y-адаптеров).

Необходимость создания СКС связана в первую очередь с наличием и состоянием уже имеющихся кабельных коммуникаций.

Проектирование и монтаж СКС экономически оправданы, если:

- кабельная система создается в новом здании, где отсутствует информационная кабельная инфраструктура;
- необходима компьютерная сеть, а телефонная по каким-либо причинам должна быть модернизирована в течение ближайших 2-3 лет;
- назрела необходимость замены существующих кабельных сетей из соображений надежности, производительности или эргономичности.

При проектировании СКС необходимо учитывать ряд требований для того, чтобы построить кабельную систему, отвечающую стандартам. Только при таком подходе к созданию СКС возможно получить систему, которая будет служить долгие годы и не потребует модернизации и замены.

Требования при проектировании СКС:

- СКС должна быть спроектирована с избыточностью по количеству подключений;
- Структурированная кабельная система должна быть выполнена в соответствии стандартам – международным, европейским, американским. Таким как ANSI/EIA/TIA 568, ANSI/EIA/TIA 569 и т.д.
- Рабочее место должно иметь, как минимум, один разъем для подключения к ЛВС и один разъем для подключения к телефонной сети;
- Максимальное расстояние горизонтальной проводки не должно превышать 90м;
- Оборудование, использованное для построения СКС, должно соответствовать, как минимум, пятой категории;
- Каждая линия связи кабельной системы от точки подключения оконечного оборудования до точки подключения к коммутационной панели должна пройти тестирование на принадлежность, как минимум, к пятой категории;
- СКС должна обеспечивать быструю перекоммутацию линий горизонтальной проводки и магистрали здания;
- Прокладку кабелей в коридорах должна осуществляться за фальшпотолком, если таковой имеется, а при его отсутствии - в специализированных кабель-каналах (коробах) или в существующих закладных;
- В рабочих помещениях подвод кабеля к рабочим местам производится в кабель-каналах.

Три основных принципа заложены в СКС:

- Универсальность
- Избыточность и гибкость
- Структурированность, устойчивость

Универсальность

Для передачи данных в ЛВС, организации локальной телефонной сети, передачи видеoinформации или сигналов от датчиков пожарной безопасности или охранных систем используется единая кабельная система. При продуманной интеграции в инфраструктуру

здания структурированные системы позволяют автоматизировать многие процессы по контролю, мониторингу и управлению хозяйственными службами и системами жизнеобеспечения. Универсальность кабельной системы выражается в том, что она строится не для какого-то конкретного применения, а создается в соответствии с принципом открытой архитектуры и на основе соответствующих стандартов. Современные международные стандарты требуют универсальных компонентов в составе СКС. Информационные кабели допускаются только двух видов: волоконно-оптические и на основе витой пары. Кабели на витой паре рекомендуется использовать категорий 5е и 6. Категории 5е вполне достаточно для передачи данных по протоколу Gigabit Ethernet. Категория 6 практически нужна для передачи широкополосного телевидения или иных широкополосных приложений с частотой несущей выше 125 МГц.

Количество информационных розеток на каждом рабочем месте: не менее двух.

Универсальность также подразумевает, что розетки должны иметь модульный восьмиконтактный разъем RJ45 и все 4 пары проводников кабеля должны быть соединены с контактами разъема. Цветовая раскладка пар должна соответствовать схеме 568А или 568В. В случае использования волоконно-оптических разъемов и розеток в настоящее время рекомендуется использовать разъем SC. Разъемы ST и FC, до сих пор предпочитаемые некоторыми предприятиями и заказчиками, исключены из рекомендаций для их использования во вновь создаваемых системах.

#### Избыточность и гибкость

Принцип избыточности в СКС подразумевает введение в состав кабельной системы дополнительных информационных розеток, плотность размещения которых выбирается не текущими потребностями, а исходя исключительно из площади, топологии рабочих помещений и эргономических параметров помещений. Т.е. во всех офисных помещениях, на каждые 5-6 м<sup>2</sup> проектируется и создается одно рабочее место с минимум двумя информационными розетками. При более высокой начальной стоимости принцип избыточности имеет очевидное преимущество: при любых перестановках, перемещениях отдельных сотрудников и целых отделов никаких расходов по переделке кабельной системы не потребуется. СКС позволяют быстро и легко изменять конфигурацию кабельной системы и управлению перемещениями внутри здания и между зданиями. Для этого администратору сети достаточно перекоммутировать контакты на кроссировочных панелях. Это позволяет обеспечить гибкое изменение рабочих мест сотрудников и полное изменение конфигурации системы, включая замену и добавление оборудования, расширение системы. Таким образом, организация новых рабочих мест, приспособление под конкретные потребности заказчика, происходит быстро и без нарушения работы организации. Как показывает практика, уже в процессе монтажа заказчик просит провести дополнительные линии связи, а в течение 1-2 лет эксплуатации кол-во розеток доходит до рекомендуемого в СКС с самого начала.

#### Структурированность, устойчивость

Тщательно спланированная СКС устойчива к внештатным ситуациям и гарантирует высокую надежность и защиту данных в течение многих лет. Так большинство ведущих производителей дают гарантию на поставляемые ими СКС (при выполнении требуемых процедур сертификации) до 25 лет. Таким образом, структурированная кабельная система является универсальным и гибким решением задачи создания коммуникационной инфраструктуры здания или группы зданий.

Структурированность заключается в разбиении кабельной системы на отдельные подсистемы, выполняющие строго определенные функции. Четкое разделение всей кабельной системы на подсистемы: подсистема рабочего места, горизонтальная подсистема (этажа), вертикальная подсистема (магистраль здания), подсистема магистрали комплекса зданий. К компонентам каждой подсистемы стандартами предъявляются различные требования по длине кабелей, пожаробезопасности и т. п. Впервые структурированная



кабельная система (СКС), получившая название SYSTIMAX, была предложена фирмой AT&T в начале 80-х годов. В середине 80-х началась разработка стандартов на телекоммуникационные кабельные системы. В результате усилий Ассоциации электронной промышленности (EIA), Ассоциации телекоммуникационной промышленности (TIA), американской исследовательской организации Underwriters Laboratories (UL), фирмы ANIXTER, Международной организации по стандартизации (ISO) и Международной электротехнической комиссии (IEC) были выпущены ряд стандартов посвященных структурированным кабельным системам.

В настоящее время действуют три основных стандарта, имеющих отношение к СКС:

- Международный ISO/IEC 11801 - Information Technology. Generic cabling for customer premises;
- Американский ANSI/TIA/EIA 568A - Commercial Building Telecommunications Wiring Standard;
- Европейский (для стран Европейского союза) CENELEC EN 50173 - Information Technology. Generic cabling systems.

Во всех трех стандартах заложены одни и те же принципы, т.е. СКС отвечающая требованиям одного из стандартов, будет соответствовать остальным. На территорию России распространяется действие стандарта ISO/IEC 11801, поскольку Россия входит в состав Международной организации по стандартизации (ISO). По критерию пропускной способности подводка на медном кабеле в соответствии со стандартами делится на категории и классы - начиная с категории 1, класс А.

СКС может состоять из любой или всех ниже перечисленных подсистем (Рисунок 8):

- Подсистема рабочего места
- Горизонтальная подсистема
- Магистральная подсистема
- Подсистема оборудования
- Магистраль комплекса зданий (внешняя подсистема)
- Административная подсистема

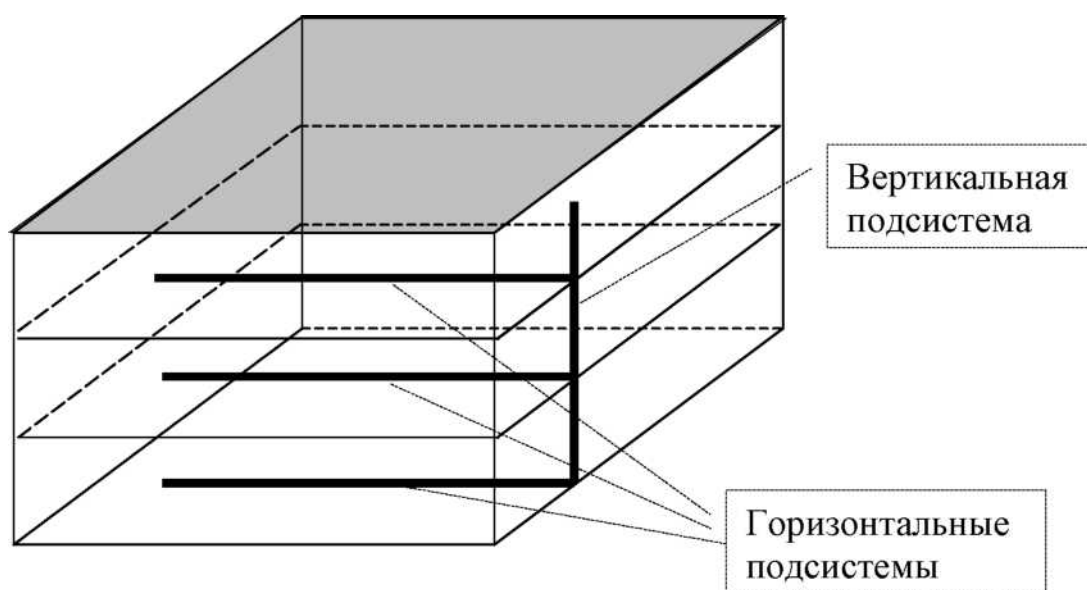


Рисунок 2 Иерархия кабельных подсистем ЛВС в здании

Подсистема рабочего места

Подсистема рабочего места предназначена для подключения конечных потребителей (компьютеров, терминалов, принтеров, телефонов и т. д.) к информационной розетке. Включает в себя коммутационные кабели, адаптеры, а также устройства позволяющие подключать оконечное оборудование к сети через информационную розетку.

#### Горизонтальная подсистема

Горизонтальная подсистема покрывает пространство между Информационной розеткой на рабочем месте и горизонтальным кроссом в телекоммуникационном шкафу. Она состоит из горизонтальных кабелей, информационных розеток и части горизонтального кросса, которая обслуживает горизонтальный кабель. Каждый этаж здания рекомендуется обслуживать своей собственной Горизонтальной подсистемой. Все горизонтальные кабели, независимо от типа передающей среды, не должны превышать 90 м на участке от информационной розетки на рабочем месте до горизонтального кросса. На каждое рабочее место должно быть проложено как минимум два горизонтальных кабеля.

#### Магистральная подсистема

Магистральная подсистема соединяет главный кросс в аппаратной с промежуточными кроссами и с горизонтальными кроссами. Магистральная подсистема должна включать в себя кабель, установленный вертикально между этажными кроссами в многоэтажном здании, а также кабель, установленный горизонтально между кроссами в протяженном здании.

#### Подсистема оборудования

Подсистема оборудования состоит из электронного оборудования связи коллективного (общего) использования, расположенного в аппаратной или в телекоммуникационном шкафу, и передающей среды, необходимой для подключения к распределительному оборудованию, обслуживающему горизонтальную или магистральную подсистемы.

#### Магистраль комплекса зданий

Когда кабельная система охватывает более одного здания, компоненты, обеспечивающие связь между зданиями, составляют Магистраль комплекса зданий. Эта подсистема включает в себя среду, по которой осуществляется передача магистральных сигналов, соответствующее коммутационное оборудование, предназначенное для терминирования данного типа среды, и устройства электрической защиты для подавления опасных напряжений при воздействии на среду грозового и/или высоковольтного электричества, пики которых могут проникать в кабель внутри здания.

#### Административная подсистема

Административная подсистема объединяет вместе, перечисленные выше подсистемы. Состоит из коммутационных кабелей, с помощью которых производится физическое соединение различных подсистем, и маркировки для идентификации кабелей, коммутационных панелей и т.д.

#### Информация, необходимая для составления сметы на построение СКС:

- ☐ поэтажный план помещения, территории объектов, где предполагается развертывание СКС с размерами;
- ☐ размещение рабочих мест на плане помещения и их состав (количество

информационных, телефонных розеток, силовых розеток «чистого» питания, бытовых силовых розеток);

- ☐ Желаемый производитель СКС (Эксалан, Евролан, Nexans, Molex, Signamax и т.п.);
- ☐ Наличие и количество центров коммутации (коммуникационных шкафов и их размер);
- ☐ Технические условия монтажа – тезисы технического задания (ТЗ), а именно (желаемые схемы прокладки кабельных трасс, использование кабельных лотков и каналов с указанием размера, тип установки розеток – внутренний или накладной монтаж, наличие готовых кабельных коммуникаций, шахт, колодцев, магистралей, опор ЛЭП, решаемые задачи, топологию и стандарты СКС);
- ☐ Сроки исполнения.

### Пример выполнения лабораторной работы

Задание на выполнение работы

Таблица 2	Расстояние между зданиями	Количество этажей	Высота этажа	Длина этажа	Кол-во ПК
4	1100	3	3.2	19	20

В сети необходимо установить:

- 1) 4 файл-сервера;
- 2) 4 терминал-сервера;
- 3) принт-сервер на каждом этаже обоих зданий;
- 4) 2 SQL-сервера;
- 5) 1 шлюз в интернет 100 Мбит/с.

Необходимо спроектировать схему сети и рассчитать длину кабеля для соединения всех ПК в СКС.

Исходя из имеющихся размеров помещений будем проектировать вертикальную и горизонтальную подсистемы зданий на основе кабеля UTP-5. Для построения сети на каждом этаже зданий необходимо смонтировать кроссовый шкаф.

Предварительно принято решение о том, что файловые и терминал-сервера будут располагаться на 1 и 3 этажах зданий для более равномерного распределения загрузки сети. SQL-серверы расположены на первых этажах зданий. Перечисленное оборудование подключается с сети при помощи патч-кордов напрямую в коммутаторы.

Компьютеры пользователей подключаются через розетки патч-кордами.

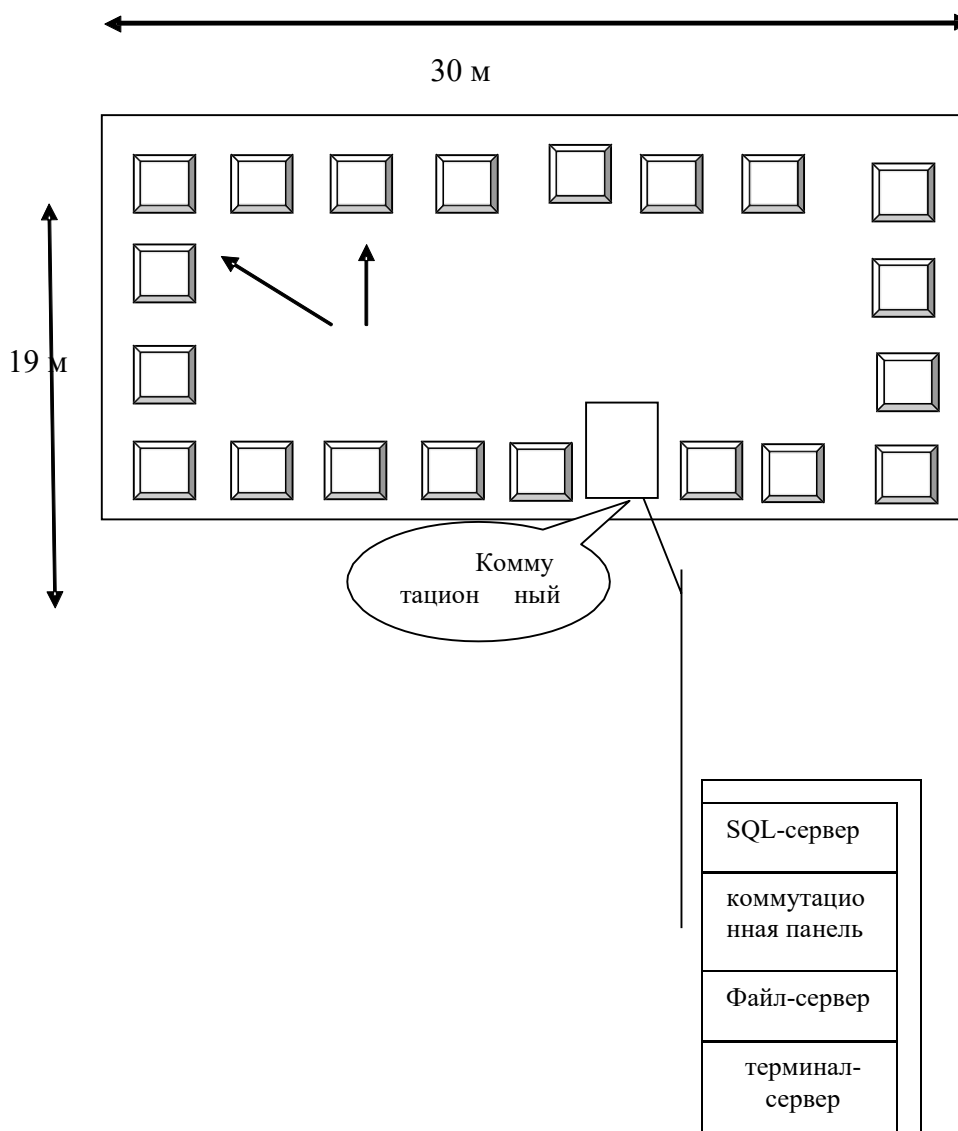


Рисунок 3 Схема расположения узлов сети на этаже

#### Расчет затрат кабеля:

Периметр этажа, м	120
количество розеток для ПК, штук	16
Среднее расстояние между розетками, м	7,5

Рассчитаем расстояния до всех ПК от кроссового шкафа. Примем необходимый запас кабеля в 1,15 метра (1 метр на монтаж в кроссовом шкафу и 0,15 метра на монтаж кабеля в розетку).

#### Расчёт горизонтальной подсистемы

компьютеры	расход кабеля на соединение, м	Запас на розетки, м	Запас на коммутацию, м	Затраты, м
1	3,75	0,15	1	4,9
2	11,25	0,15	1	12,4

3	18,75	0,15	1	19,9
4	26,25	0,15	1	27,4
5	33,75	0,15	1	34,9
6	41,25	0,15	1	42,4
7	48,75	0,15	1	49,9
8	56,25	0,15	1	57,4
9	56,25	0,15	1	57,4
10	48,75	0,15	1	49,9
11	41,25	0,15	1	42,4
12	33,75	0,15	1	34,9
13	26,25	0,15	1	27,4
14	18,75	0,15	1	19,9
15	11,25	0,15	1	12,4
16	3,75	0,15	1	4,9
Итого длина кабеля (м)				498,4
Итого длина на здание (м)				1495,2

### Расчет вертикальной подсистемы

Для расчета вертикальной подсистемы необходимо учесть высоту этажей и затраты на монтаж кабеля в кроссовых шкафах.

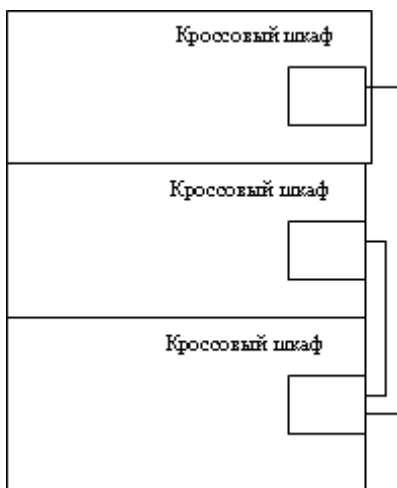


Рисунок 4 Схема вертикальной подсистемы

Таблица 4

### Расчет затрат кабеля в вертикальной подсистеме

Этаж и	Высота (м)	Для монтажа кабеля в кроссовом шкафу на 1 этаж, м	Для монтажа кабеля в кроссовом шкафу на 2 этаж, м	Необходимая длина кабеля, м
1-2				
1-3				
Всего на здание, м				
Всего на 2 здания, м				

### Расчет подсистемы кампуса

Для кампусной подсистемы необходимо использовать многомодовое оптоволокно в полудуплексном режиме.

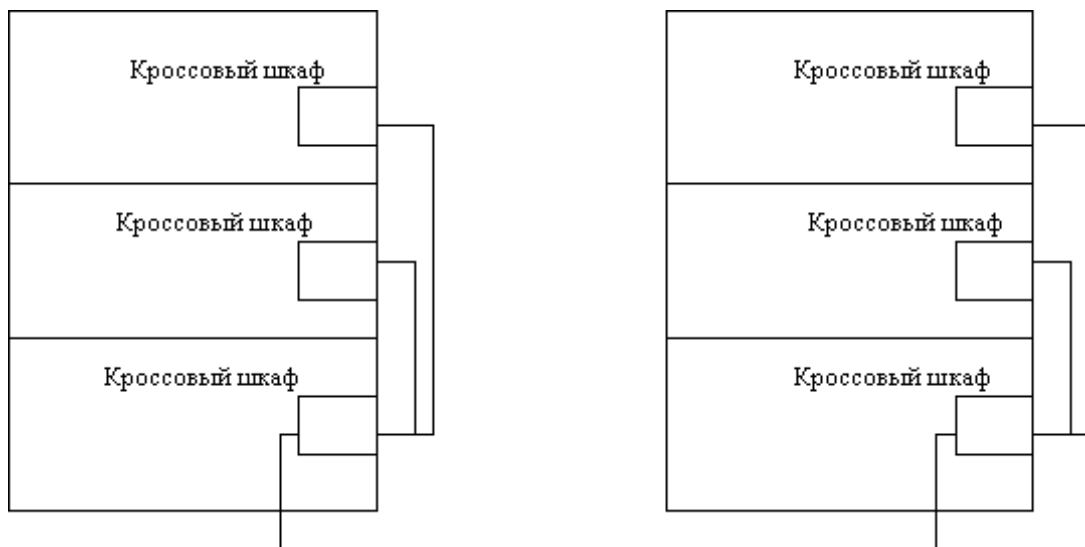


Рисунок 5 Схема подсистемы кампуса

Таблица 5

Расчет расхода кабеля для соединения 2 зданий

Расстояние между зданиями		1700
Расстояние из подвала до кроссового шкафа на 1 этаже, м	Вычислим: $(2,2+1,1+1)*2$ , где 2.2 – высота, 1.1 – половина этажа, 1- на монтаж и это все умножаем на 2 здания	8,6
Для соединения 2 зданий, м	Вычислим: $1700+8,6+ 2$	1710,6
Запас 10% на прокладку с учетом рельефа, м	$1710,6 +10\%$	1881,6
Общая длина между зданиями		1881,6

### Итоговый расчет

Получив все расчеты по подсистемам рассчитаем необходимые затраты на СКС.

Таблица 6

Расчет коммутационного оборудования

Наименование узла	Количество, штук
Розеток на ПК	
Розеток на сервера	
Коннекторов RJ-45	
Итого розеток на СКС	
Коммутационных панелей	
Кроссовых шкафов	
Коммутаторов	

Таблица 7

Затраты кабеля

Наименование кабеля и назначение	Длина, м/ штук
Кабеля UTP-5 (для вертикальной и горизонтальной подсистемы) +15%, метров	
Оптоволоконного кабеля Стандартных бухта кабеля (305 метров), штук	

### Выводы:

- Для создания СКС необходимы следующие комплектующие:
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
- При создании сети необходимо выдерживать следующие ограничения ...
- и т.д.

### Задание на выполнение лабораторной работы:

Разработать структурированную кабельную систему согласно следующего индивидуального задания (см. Таблица 8).

Варианты для разработки СКС

Таблица 8

№	X	N	h	L	K
1	1700	5	2,9	35	17
2	1700	3	2,2	30	16
3	1700	4	3,8	27	22
4	1100	3	3,2	19	20
5	1900	5	3,0	46	20
6	1000	3	2,2	46	28
7	1700	4	3,8	40	18
8	1700	3	4,3	50	21
9	1500	5	2,5	24	28
10	1000	3	2,1	50	26
11	1300	4	2,4	60	25
12	1300	3	2,5	80	22
13	1000	3	2,7	20	29
14	1100	4	3,6	19	27
15	1100	4	2,4	44	23
16	1800	3	3,6	36	25
17	1900	4	2,0	47	28
18	1700	4	2,4	38	28
19	1900	3	3,0	49	26
20	1200	5	2,7	32	29
21	1400	3	4,8	35	29
22	1300	4	2,7	25	22
23	1600	3	2,3	80	24
24	1000	5	2,6	33	24
25	1200	3	2,6	40	28
26	1400	5	2,9	26	23
27	1900	4	2,2	50	27
28	2000	4	3,0	70	26
29	2000	4	2,8	39	25
30	1400	5	2,2	31	27



### **Требования к выполнению лабораторной работы и оформлению отчета**

Отчет по лабораторной работе должен включать:

1. Краткое изложение порядка выполнения лабораторной работы.
2. Схему расположения узлов на этаже, между этажами и зданиями.
3. Расчет затрат кабеля, розеток, патч-кордов для создания СКС (выполняется с применением формул в табличном процессоре).
4. Учет при расчете затрат кабеля дополнительные расходы на монтаж:
  - а. В розетке – 15 см.
  - б. В коммутационном шкафу – 1 м.
  - с. Общие затраты увеличиваются на непредвиденные расходы – 15 %.
5. Расстояния между розетками рассчитывать, считая, что они равномерно распределены по периметру этажа.
6. В качестве кабеля использовать витую пару UTP-5.
7. Между зданиями учитывать при расчете затрат снижение кабеля под поверхность земли на глубину промерзания (минимум 2 м).
8. В качестве кабеля между зданиями использовать многомодовый оптоволоконный дуплексный кабель (максимальное расстояние передачи 2500 м).
9. Считать, что сервера расположены внутри коммутационного шкафа и не требуют отдельных розеток подключения на этаже.
10. При расчете патч-кордов учитывать затраты на сервера
11. Выводы по полученным результатам.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Назначение структурированной кабельной системы.
2. Что такое архитектура одноточечного управления.
3. Достоинства неструктурированной кабельной системы.
4. Преимущества структурированной кабельной системы (СКС) над обычными кабельными системами.
5. Характеристики физических компонент СКС.
6. Этапы разработки и создания СКС.
7. Когда проектирования и монтажа СКС экономически оправданы.
8. Требования при проектировании СКС.
9. Три основных принципа при проектировании СКС.
10. Стандарты, лежащие в основе проектирования СКС.

## ***Лабораторная работа 2. Расчёт задержек передачи пакетов в телекоммуникационной сети***

**Цель работы:** Получить знания и навыки по выполнению расчёта задержек прохождения пакетов по составной компьютерной сети.

**Перечень оборудования и программного обеспечения, необходимых для выполнения лабораторной работы:**

ЭВМ с операционной системой Windows XP (или выше версия) или семейства Linux.

Табличные и текстовые процессоры.

## Краткое изложение основных теоретических и методических аспектов работы

Задержка в передаче пакетов данных по сети складывается из следующих составляющих:

1. Задержка выдачи сигнала в линию связи.
2. Задержка передачи пакета данных по линии связи.
3. Задержка передачи пакета данных через коммутирующее устройство (концентратор, коммутатор, маршрутизатор).
4. Задержка на прием пакета данных из линии связи на узел назначения.

Для расчёта задержек по линии связи на концентраторах в целях упрощения расчетов обычно используются справочные данные IEEE, содержащие значения задержек распространения сигналов в концентраторах, приемопередатчиках и различных физических средах.

В таблице 1 приведены данные, необходимые для расчета для всех физических линий связи в битовых интервалах. Битовый интервал обозначен как *bt*. Битовый интервал (*bit time*) – это величина, обратная скорости передачи данных.

Комитет 802.3 старался максимально упростить выполнение расчетов, поэтому данные, приведенные в таблице, включают сразу несколько этапов прохождения сигнала. Например, задержки, вносимые концентратором, состоят из задержки входного трансивера, задержки блока повторения и задержки выходного трансивера. Тем не менее, в таблице все эти задержки представлены одной величиной, названной базой сегмента.

Таблица 1

Задержки по линии связи

Тип сегмента	База левого сегмента, <i>bt</i>	База промежуточного сегмента, <i>bt</i>	База правого сегмента, <i>bt</i>	Задержка среды на 1м, <i>bt</i>	Максимальная длина сегмента, м
толстый коаксиальный кабель	5,9	23,25	84,75	0,0433	500
тонкий коаксиальный кабель	5,9	23,25	84,75	0,05013	185
витая пара	7,65	21,0	82,5	0,0556	100
оптоволоконный кабель	6,15	16,75	78,25	0,05	2500

Левым сегментом называется сегмент, в котором начинается путь сигнала от выхода передатчика (выход Tx) конечного узла. С каждым сегментом связана постоянная задержка, названная базой, которая зависит только от типа сегмента и от положения сегмента на пути сигнала (левый, промежуточный или правый).

С каждым сегментом связана задержка распространения сигнала вдоль кабеля сегмента, которая зависит от длины сегмента и вычисляется путем умножения времени распространения сигнала по одному метру кабеля (в битовых интервалах) на длину кабеля в метрах. Расчет заключается в вычислении задержек, вносимых каждым отрезком кабеля (приведенная в таблице задержка сигнала на 1 м кабеля умножается на длину сегмента), а затем в суммировании этих задержек с базами левого, промежуточных и правого сегментов.

Ограничения, возникающие из-за использования общей разделяемой среды, можно преодолеть, разделив сеть на несколько разделяемых сред и соединив отдельные сегменты сети такими устройствами, как коммутаторы или маршрутизаторы.

Эти устройства передают кадры с одного своего порта на другой, анализируя адрес назначения, помещенный в этих кадрах. (В отличие от концентраторов, которые повторяют кадры на всех своих портах, передавая их во все подсоединенные к ним сегменты, независимо от того, в каком из них находится станция назначения.) Коммутаторы выполняют операцию передачи кадров на основе плоских адресов канального уровня, т. е. MAC-адресов, а маршрутизаторы – на основе номера сети. При этом единая разделяемая среда, созданная концентраторами (или в предельном случае - одним сегментом кабеля), делится на несколько частей, каждая из которых присоединена к порту моста, коммутатора или маршрутизатора.

Говорят, что при этом сеть делится на логические сегменты или сеть подвергается логической структуризации. Логический сегмент представляет собой единую разделяемую среду. Деление сети на логические сегменты приводит к тому, что нагрузка, приходящаяся на каждый из вновь образованных сегментов, почти всегда оказывается меньше, чем нагрузка, которую испытывала исходная сеть. Следовательно, уменьшаются вредные эффекты от разделения среды: снижается время ожидания доступа, а в сетях Ethernet – и интенсивность коллизий.

Большинство крупных сетей разрабатывается на основе структуры с общей магистралью, к которой через коммутаторы и маршрутизаторы присоединяются подсети. Эти подсети обслуживают различные отделы. Подсети могут делиться и далее на сегменты, предназначенные для обслуживания рабочих групп.

В общем случае деление сети на логические сегменты повышает производительность сети (за счет разгрузки сегментов), а также гибкость построения сети, увеличивая степень защиты данных, и облегчает управление сетью.

### **Принципы работы коммутаторов**

Технология коммутации сегментов Ethernet была предложена фирмой Kalpana в 1990 году в ответ на растущие потребности в повышении пропускной способности связей высокопроизводительных серверов с сегментами рабочих станций.

Структурная схема коммутатора EtherSwitch, предложенного фирмой Kalpana, представлена на рис. 1.

Каждый из 8 портов обслуживается одним процессором пакетов Ethernet – EPP (Ethernet Packet Processor). Кроме того, коммутатор имеет системный модуль, который координирует работу всех процессоров EPP. Системный модуль ведет общую адресную таблицу коммутатора. Для передачи кадров между портами используется коммутационная матрица, соединяя несколько процессоров с несколькими модулями памяти.

Коммутационная матрица работает по принципу коммутации каналов. Для 8 портов матрица может обеспечить 8 одновременных внутренних каналов при полудуплексном режиме работы портов и-16 – при полнодуплексном, когда передатчик и приемник каждого порта работают независимо друг от друга.

При поступлении кадра в какой-либо порт процессор EPP буферизует несколько первых байт кадра, чтобы прочитать адрес назначения. После получения адреса назначения процессор сразу же принимает решение о передаче пакета, не дожидаясь прихода остальных байт кадра. Для этого он просматривает свой собственный кэш адресной таблицы, а если не находит там нужного адреса, обращается к системному модулю, который работает в многозадачном режиме, параллельно обслуживая запросы всех процессоров EPP. Системный модуль производит просмотр общей адресной таблицы и возвращает процессору найденную строку, которую тот буферизует в своем кэше для последующего использования.

После нахождения адреса назначения процессор EPP знает, что нужно дальше делать с поступающим кадром (во время просмотра адресной таблицы процессор продолжал буферизацию поступающих в порт байтов кадра). Если кадр нужно отфильтровать, процессор просто прекращает записывать в буфер байты кадра, очищает буфер и ждет поступления нового кадра.

Если же кадр нужно передать на другой порт, то процессор обращается к коммутационной матрице и пытается установить в ней путь, связывающий его порт с портом, через который идет маршрут к адресу назначения. Коммутационная матрица может это сделать только в том случае, когда порт адреса назначения в этот момент свободен, т. е. не соединен с другим портом.



Рис. 1. Структура коммутатора EtherSwitch компании Kalpana

Если же порт занят, то, как и в любом устройстве с коммутацией каналов, матрица в соединении отказывает. В этом случае кадр полностью буферизуется

процессором входного порта, после чего процессор ожидает освобождения выходного порта и образования коммутационной матрицей нужного пути.

После того как нужный путь установлен, в него направляются буферизованные байты кадра, которые принимаются процессором выходного порта. Как только процессор выходного порта получает доступ к подключенному к нему сегменту, байты кадра сразу же начинают передаваться в сеть. Процессор входного порта постоянно хранит несколько байт принимаемого кадра в своем буфере, что позволяет ему независимо и асинхронно принимать и передавать байты кадра.

Описанный способ передачи кадра без его полной буферизации получил название коммутации «на лету» («on-the-fly») или «напролет» («cut-through»). Этот способ представляет, по сути, конвейерную обработку кадра, когда частично совмещаются во времени несколько этапов его передачи.

- Приём первых байт кадра процессором входного порта, включая прием байт адреса назначения.
- Поиск адреса назначения в адресной таблице коммутатора (в кэше процессора или в общей таблице системного модуля).
- Коммутация матрицы.
- Прием остальных байт кадра процессором входного порта.
- Прием байт кадра (включая первые) процессором выходного порта через коммутационную матрицу.
- Получение доступа к среде процессором выходного порта.
- Передача байт кадра процессором выходного порта в сеть.

Этапы 2 и 3 совместить во времени нельзя, так как без знания номера выходного порта операция коммутации матрицы не имеет смысла.

По сравнению с режимом полной буферизации кадра, экономия от конвейеризации получается ощутимой.

Так как главное достоинство коммутатора, благодаря которому он завоевал очень хорошие позиции в локальных сетях, это его высокая производительность, то разработчики коммутаторов стараются выпускать так называемые неблокирующие (non-blocking) модели коммутаторов.

Неблокирующий коммутатор – это такой коммутатор, который может передавать кадры через свои порты с той же скоростью, с которой они на них поступают. Естественно, что даже неблокирующий коммутатор не может разрешить в течение долгого промежутка времени ситуации, когда блокировка кадров происходит из-за ограниченной скорости выходного порта.

Обычно имеют в виду устойчивый неблокирующий режим работы коммутатора, когда коммутатор передает кадры со скоростью их поступления в течение произвольного промежутка времени. Для обеспечения такого режима нужно, естественно, такое распределение потоков кадров по выходным портам, чтобы они справлялись с нагрузкой, и коммутатор мог всегда в среднем передать на выходы столько кадров, сколько их поступило на входы. Если же входной поток кадров (просуммированный по всем портам) в среднем будет превышать выходной поток кадров (также просуммированный по всем портам), то кадры будут накапливаться в буферной памяти коммутатора, а при превышении ее объема – просто отбрасываться.

Современные коммутаторы могут поддерживать мгновенный неблокирующий режим. Это означает, что он может принимать и обрабатывать кадры от всех своих портов на максимальной скорости протоколов, независимо от того, обеспечиваются ли условия устойчивого равновесия между входным и выходным графиком. Правда, обработка некоторых кадров при этом может быть неполной – при занятости выходного порта кадр помещается в буфер коммутатора. Для поддержки неблокирующего мгновенного режима коммутатор должен обладать большей собственной производительностью, а именно, она должна быть больше или равна суммарной производительности его портов:

Задержка передачи кадра через коммутатор измеряется как время, прошедшее с момента прихода первого байта кадра на входной порт коммутатора до момента появления этого байта на его выходном порту. Задержка складывается из времени, затрачиваемого на буферизацию байт кадра, а также времени, затрачиваемого на обработку кадра коммутатором, – просмотра адресной таблицы, принятия решения о фильтрации или продвижении и получения доступа к среде выходного порта.

Величина вносимой коммутатором задержки зависит от режима его работы. Если коммутация осуществляется «на лету», то задержки обычно невелики, а при полной буферизации кадров – увеличиваются на длину кадра.

### Пример порядка выполнения лабораторной работы

В качестве исходных данных используется разработанная в лабораторной №1 СКС.

Для расчета задержек по среде передачи, при передаче в линию связи и при передаче через промежуточное оборудование используем значения задержек из таблицы 1.

Для перевода из битового интервала делаем пересчет в микросекунды (мкс), используя скорость передачи в сети (таблица 2).

Таблица 1

Перерасчет задержек для линий связи

Задержка среды на 1 м	
UTP-5, нс	Оптоволокно, нс

На основании длин линий связи вычисляются задержки в горизонтальной подсистеме (таблица 3).

Таблица 3

Пример таблицы для расчета задержек в горизонтальной подсистеме

номер РС	Расстояние до коммутатора	Задержки передачи по линии связи от узла до коммутатора, нс	Задержка передачи в линию связи, нс	Суммарная задержка от узла до коммутатора, нс
1				

2				
12				
13				
14				
макс				
мин				
средн				

Аналогично делается расчет для вертикальной подсистемы и подсистемы кампуса. При этом не учитывается задержка выдачи в линию связи с коммутатора. Эта задержка будет учитываться в задержке при передаче через коммутатор.

Расчёт задержки на коммутаторе выполняется в отдельной таблице с учётом режима работы коммутатора (Таблица 4).

Таблица 4

Результаты расчета задержек

Наименование режима работы коммутатора	Время на прием первых байт кадра процессором входного порта, включая прием байт адреса назначения, нс	Время на поиск адреса назначения в адресной таблице коммутатора (в кэше процессора или в общей таблице системного модуля) , нс	Время на коммутацию матрицы, нс	Прием остальных байт кадра процессором входного порта, нс	Получение доступа к среде передачи и процессором выходного порта, нс	Суммарная задержка, нс
Режим концентратора						
Коммутация «на лету»						
Полная буферизация						

Для расчета суммарной задержки в сети используем шаблон, приведённый в Таблице 5. Данный расчет выполняется для всех режимов работы коммутатора.

Таблица 5

## Расчет суммарной задержки в составной сети

	задержка передачи по линии связи на этаже, нс	задержка на коммутаторе с буферизацией на лету, нс	задержка передачи по линии связи между этажами, нс	задержка на коммутаторе с буферизацией на лету, нс	задержка передачи по линии связи между зданиями, нс	задержка на коммутаторе с буферизацией на лету, нс	задержка передачи по линии связи между этажами, нс	задержка на коммутаторе с буферизацией на лету, нс	задержка передачи по линии связи на этаже, нс	общая задержка в кампусе с буферизацией на лету, нс
мин										
средн										
макс										

## Задание на выполнение лабораторной работы

Для разработанной в лабораторной работе №1 структурированной кабельной системы:

1. вычислить задержки передачи данных между узлами сети. Для расчёта использовать параметры коммутатора, приведённые в таблице 6. Расчёт провести для режима концентратора, коммутатора в режиме полной буферизации и с буферизацией на лету.
2. Рассчитать среднюю, минимальную и максимальную задержку передачи кадров в разработанной сети.
3. Выработать предложения по уменьшению времени задержки за счет реконфигурации сети с помощью концентраторов и линий связи.
4. Оформить отчёт и представить результаты выполнения работы на защиту. Отчёт отправить на электронный адрес a@tltsu.ru.

Таблица 6

## Варианты параметров коммутатора

№ вар.	N	V, Мбит/с	t2, мкс	t3, мкс	t6, мкс	n, байт
1	4	100	25	12	22	96
2	8	100	8	4	14	128
3	12	100	20	10	16	256
4	16	100	10	5	12	512
5	24	100	15	7	22	1024
6	32	100	5	2	14	1536
7	4	100	30	15	16	96
8	8	100	12	6	26	128
9	12	100	25	12	22	256
10	16	100	15	7	14	512
11	24	100	20	10	16	1024



12	32	100	10	5	6	1536
13	4	100	20	10	22	96
14	8	100	4	2	14	128
15	12	100	15	7	16	256
16	16	100	5	2	12	512
17	24	100	10	5	22	1024
18	32	100	3	1,5	14	1536
19	4	100	8	4	16	96
20	8	100	16	8	10	128
21	12	100	12	6	22	256
22	16	100	4	2	14	512
23	24	100	9	4	16	1024
24	32	100	2	1	8	1536

N – число портов у коммутатора.

V – скорость передачи данных в сети.

t<sub>2</sub> – выбор выходного порта.

t<sub>3</sub> – коммутация портов.

t<sub>6</sub> – получение доступа к среде выходным портом.

n – размер кадра.

### **Требования к оформлению отчёта**

Отчёт по лабораторной работе должен включать:

1. Краткое изложение порядка выполнения лабораторной работы.
2. Теоретические основы выполнения расчёта задержки.
3. Расчёт задержек передачи по всем элементам СКС (выполняется с применением формул в табличном процессоре).
4. Выводы по полученным результатам.

### **Лабораторная работа 3. Разработка адресов сети кампуса по стандартам сетевого уровня**

**Цель работы:** Изучить основы сетевой адресации в составной компьютерной сети на основе протокола IP.

**Перечень оборудования и программного обеспечения, необходимых для выполнения лабораторной работы:**

ЭВМ с операционной системой Windows XP (или выше версия) или семейства Linux.

Табличные и текстовые процессоры.

### **Краткое изложение основных теоретических и методических аспектов работы**

#### **Обзор TCP/IP**

Для понимания технологии работы протокола IP надо сначала разобраться с логической структурой стека TCP/IP (рис. 1).

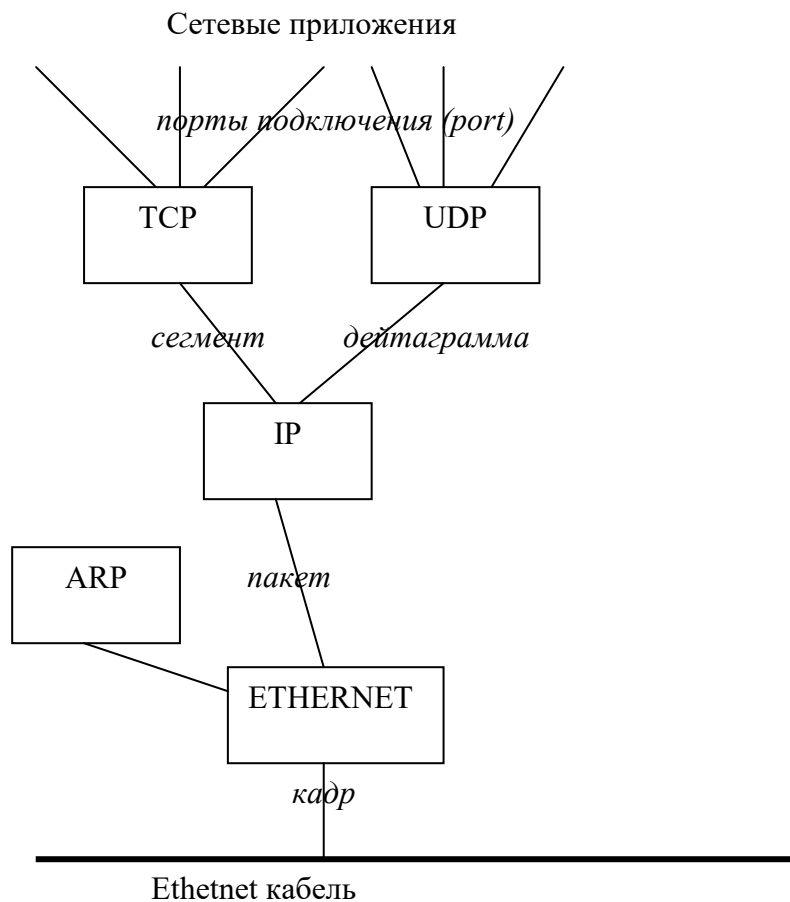


Рис. 1. Узел сети TCP/IP

Показанная на рисунке схема описывает логическую структуру многоуровневых протоколов в компьютере, подключенном к сети. Все компьютеры, поддерживающие подобную структуру, могут обмениваться информацией, используя сетевые протоколы. Приведенная на рисунке структура определяет поведение компьютера в сети. Каждый из прямоугольников на схеме показывает процесс обработки данных в компьютере, а линии обозначают потоки данных. Горизонтальная линия в нижней части рисунка представляет кабель Ethernet.

Название элементов данных, принимаемых из сети, зависит от уровня в стеке протоколов:

- для Ethernet модули данных называют кадрами (Ethernet frame);
- данные между драйвером адаптера Ethernet и модулем IP передаются в пакетах (IP packet);
- данные между модулями IP и UDP передаются с помощью дейтаграмм (UDP datagram);
- модули данных, передаваемые между IP и TCP, называют сегментами (TCP segment) или транспортными сообщениями;
- данные на уровне сетевых приложений передаются с помощью сообщений.

Для приложений, использующих протокол TCP (Transmission Control Protocol — протокол управления передачей), данные передаются между приложением и модулем TCP. Для приложений, использующих протокол UDP

(User Datagram Protocol — протокол пользовательских дейтаграмм), обмен данными идет между приложением и модулем UDP.

В модулях TCP, UDP и драйвере Ethernet выполняется мультиплексирование  $n \times 1$  (мультиплексор имеет один выход и множество входов). Существует также обратная операция — демультиплексирование  $1 \times n$  (демультиплексор имеет один вход и множество выходов). Если кадр Ethernet попадает в драйвер Ethernet из сети, этот кадр передается модулю преобразования адресов ARP (Address Resolution Protocol) или модулю IP (Internet Protocol). Выбор одного из этих модулей (ARP или IP) определяется полем типа в заголовке кадра Ethernet.

Если пакет попадает в модуль IP, после этого он передается модулю TCP или UDP в соответствии со значением поля протокола в заголовке IP.

Дейтаграммы UDP, приходящие в одноименный модуль, преобразуются в сообщения прикладного уровня и передаются программам, выбор которых определяется номером порта в заголовке UDP. Сегменты TCP в одноименном модуле преобразуются в сообщения прикладного уровня и передаются пользовательским программам в соответствии с номером порта в заголовке TCP. Мультиплексирование исходящего потока является очень простой задачей, поскольку на каждом уровне существует только один путь передачи информации; каждый протокол просто добавляет в пакет свой заголовок, обеспечивающий демультиплексирование данных на приемной стороне.

Данные передаются от прикладных программ через TCP или UDP, преобразуются модулем IP и передаются в сеть с использованием драйвера сетевой платы на самом нижнем уровне.

Компьютер на рис. 1 имеет одно соединение Ethernet. Шестибайтовый адрес Ethernet является уникальным для каждого адаптера Ethernet и задается на аппаратном уровне.

Компьютер также имеет 4-байтовый адрес IP. Этот адрес используется на интерфейсе нижнего уровня в модуле IP. Этот адрес должен быть уникальным в масштабах сети. Работающий компьютер всегда знает свои адреса IP и Ethernet.

На рис. 2 схематически изображен компьютер с двумя сетевыми интерфейсами:

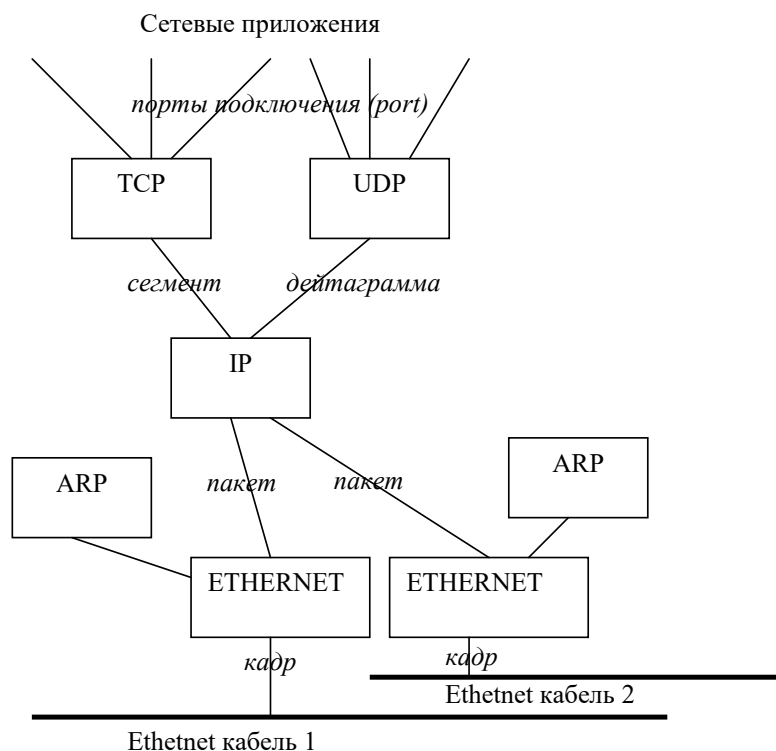


Рис. 2. Узел сети TCP/IP с двумя адаптерами Ethernet

Из приведенной схемы очевидно, что в компьютерах с несколькими физическими интерфейсами модуль IP работает как мультиплексор-демультиплексор  $m \times n$ .

Мультиплексирование выполняется при передаче данных в обоих направлениях. Модуль IP с несколькими физическими интерфейсами на самом деле более сложен, поскольку такой модуль может обеспечивать пересылку данных в другие сети (данные, принятые через один интерфейс, передаются через другой).

Процесс отправки пакета IP в другую сеть называется пересылкой (forwarding) пакетов IP. Компьютер, принимающий решение о пересылке пакетов IP, обычно называют маршрутизатором (IP-router).

Как можно видеть на приведенном рисунке, в процессе пересылки пакетов IP модули TCP и UDP на маршрутизаторе IP участия не принимают. Некоторые из реализаций IP-маршрутизаторов просто не включают модулей TCP и UDP.

Модуль IP является краеугольным камнем технологии Internet. Каждый модуль или драйвер добавляет свой заголовок к пакету по мере прохождения информации от верхнего уровня к нижнему через стек протоколов. На приемной стороне каждый модуль или драйвер извлекает из пакета соответствующий заголовок. Заголовок IP содержит IP-адрес, позволяющий построить одну логическую сеть на базе множества физических сетей. Такое соединение множества сетей между собой и послужило основой для создания термина Internet. Множество соединенных между собой физических сетей, объединенное общими пространством уникальных адресов IP, называется internet.

IP прячет сетевое оборудование нижележащих уровней от сетевых приложений. Если вы создали новую физическую сеть, ее можно соединить с

другими сетями (internet), используя соответствующие драйверы и модули IP. Таким образом, сетевые приложения становятся независимыми от физических интерфейсов и не подвержены влиянию в результате замены сетевых устройств или подключения новой технологии.

### **IP-адресация**

Основой функционирования протокола IP является IP-адрес.

IP-адрес (айпи-адрес, сокращение от англ. Internet Protocol Address) – сетевой адрес узла в компьютерной сети, построенной по протоколу IP. В сети Интернет требуется глобальная уникальность адреса; в случае работы в локальной сети требуется уникальность адреса в пределах сети. В версии протокола IPv4 IP-адрес имеет длину 4 байта.

IP-адрес называют статическим, если он назначается пользователем в настройках сетевого устройства и является постоянным.

IP-адрес называют динамическим, если он назначается автоматически при подключении сетевого устройства к сети (например по протоколу DHCP). Динамически полученный адрес может быть как постоянным (в случае, когда например по протоколу DHCP из раза в раз выдается один и тот же IP-адрес и он не изменяется по истечении lease-time), так и непостоянным (в случае, когда например сервер DHCP использует пул IP-адресов без привязки IP-MAC, и каждый раз полученный IP-адрес разный и может измениться по истечении lease-time).

IP-адреса представляют собой основной тип адресов, на основании которых сетевой уровень передает пакеты между сетями. Эти адреса состоят из 4 байт, например 109.26.17.100. IP-адрес назначается администратором во время конфигурирования компьютеров и маршрутизаторов. IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера узла. Номер сети может быть выбран администратором произвольно, либо назначен по рекомендации специального подразделения Internet (Internet Network Information Center, InterNIC), если сеть должна работать как составная часть Internet. Обычно поставщики услуг Internet получают диапазоны адресов у подразделений InterNIC, а затем распределяют их между своими абонентами. Номер узла в протоколе IP назначается независимо от локального адреса узла. Маршрутизатор по определению входит сразу в несколько сетей. Поэтому каждый порт маршрутизатора имеет собственный IP-адрес. Конечный узел также может входить в несколько IP-сетей. В этом случае компьютер должен иметь несколько IP-адресов, по числу сетевых связей. Таким образом, IP-адрес характеризует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно сетевое соединение.

IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например, 128.10.2.30 – традиционная десятичная форма представления адреса, а 10000000 00001010 00000010 00011110 – двоичная форма представления этого же адреса.

IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырёх чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме, и разделённых точками, например:

128.10.2.30 – традиционная десятичная форма представления адреса,

10000000 00001010 00000010 00011110 – двоичная форма представления этого же адреса.

На рисунке показана структура IP-адреса разных классов.



IP-адреса разделяются на 5 классов: А, В, С, D, Е. Адреса классов А, В и С делятся на две логические части: номер сети и номер узла.

У адресов класса А старший бит установлен в 0.

У адресов класса В два старших бита установлены в 1 и 0 соответственно.

У адресов класса С три старших бита установлены в 1, 1 и 0 соответственно.

Адреса класса D представляют собой специальные адреса, не относящиеся к отдельным сетям. Первые 4 бита этих адресов равны 1110. Адреса класса D используются для многоадресных пакетов.

Адреса в диапазоне 240.0.0.0-255.255.255.255 называются адресами класса Е. Первый октет этих адресов начинается с битов 1111. Эти адреса зарезервированы для будущих дополнений в схеме адресации IP.

Служебные IP-адреса:

1. Если все биты IP-адреса установлены в нуль, то он обозначает адрес данного устройства.
2. Если в поле номера сети стоят нули, то считается, что получатель принадлежит той же самой сети, что и отправитель.
3. Если все биты IP-адреса установлены в единицу, то пакет с таким адресом должен рассылаться всем узлам, находящимся в той же сети, что и отправитель. Такая рассылка называется ограниченным широковещательным сообщением (limited broadcast).
4. Если все биты номера узла установлены в нуль, то пакет предназначен для данной сети.
5. Если все биты в поле номера узла установлены в единицу, то пакет рассылается всем узлам сети с данным номером сети. Такая рассылка называется широковещательным сообщением (broadcast).
6. Из этих двух пунктов видно, что в любой сети два значения номера узла зарезервированы для служебной надобности.

7. Если первый октет адреса равен 127, то адрес обозначает тот же самый узел. Такой адрес используется для взаимодействия процессов на одной и той же машине (например, для целей тестирования). Этот адрес имеет название возвратного (loopback).

### **Использование масок в IP-адресации**

Традиционная схема деления IP-адреса на номер сети и номер узла основана на понятии класса, который определяется значениями нескольких первых бит адреса. Именно потому, что первый байт адреса 185.23.44.206 попадает в диапазон 128-191, мы можем сказать, что этот адрес относится к классу В, а значит, номером сети являются первые два байта, дополненные двумя нулевыми байтами – 185.23.0.0, а номером узла – 0.0.44.206.

А что если использовать какой-либо другой признак, с помощью которого можно было бы более гибко устанавливать границу между номером сети и номером узла? В качестве такого признака сейчас получили широкое распространение маски. Маска – это число, которое используется в паре с IP-адресом; двоичная запись маски содержит единицы в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети. Поскольку номер сети является цельной частью адреса, единицы в маске также должны представлять непрерывную последовательность.

Для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения (см. рис. 3):

класс А – 11111111.00000000.00000000.00000000 (255.0.0.0);  
класс В – 11111111.11111111.00000000.00000000 (255.255.0.0);  
класс С – 11111111.11111111.11111111.00000000 (255.255.255.0).

Схема разделения IP-адреса на номер сети и номер узла, основанная на понятии класса адреса, является достаточно грубой, поскольку предполагает всего 3 варианта (классы А, В и С) распределения разрядов адреса под соответствующие номера.

Рассмотрим для примера следующую ситуацию. Допустим, что некоторая компания, подключающаяся к Интернет, располагает всего 10-ю компьютерами. Поскольку минимальными по возможному числу узлов являются сети класса С, то эта компания должна была бы получить от организации, занимающейся распределением IP-адресов, диапазон в 254 адреса (одну сеть класса С). Неудобство такого подхода очевидно: 244 адреса останутся неиспользованными, поскольку не могут быть распределены компьютерам других организаций, расположенных в других физических сетях. В случае же, если рассматриваемая организация имела бы 20 компьютеров, распределенных по двум физическим сетям, то ей должен был бы выделяться диапазон двух сетей класса С (по одному для каждой физической сети). При этом число «мертвых» адресов удвоится.

Снабжая каждый IP-адрес маской, можно отказаться от понятий классов адресов и сделать более гибкой систему адресации. Маска подсети – это 4-байтовое число специального вида, которое используется совместно с IP-адресом. «Специальный вид» маски подсети заключается в следующем: двоичные разряды маски, соответствующие разрядам IP-адреса, отведенным под

номер сети, содержат единицы, а в разрядах, соответствующих разрядам номера узла – нули.

Например, если рассмотренный выше адрес 185.23.44.206 ассоциировать с маской 255.255.255.0, то номером сети будет 185.23.44.0, а не 185.23.0.0, как это определено системой классов.

Или, например, маска 255.255.255.240 (11111111 11111111 11111111 11110000) позволяет разбить диапазон в 254 IP-адреса, относящихся к одной сети класса С, на 14 диапазонов, которые могут выделяться разным сетям.

В масках количество единиц в последовательности, определяющей границу номера сети, не обязательно должно быть кратным 8, чтобы повторять деление адреса на байты. Пусть, например, для IP-адреса 129.64.134.5 указана маска 255.255.128.0, то есть в двоичном виде:

*IP-адрес 129.64.134.5 - 10000001. 01000000. 10000110. 00000101*

*Маска 255.255.128.0 - 11111111. 11111111. 10000000. 00000000*



Рис. 3. Двоичные схемы IP-адресов классов А, В, С, D и E

Если игнорировать маску, то в соответствии с системой классов адрес 129.64.134.5 относится к классу В, а значит, номером сети являются первые 2 байта – 129.64.0.0, а номером узла – 0.0.134.5.

Если же использовать для определения границы номера сети маску, то 17 последовательных единиц в маске, «наложенные» на IP-адрес, определяют в качестве номера сети в двоичном выражении число:

10000001. 01000000. 10000000. 00000000 или в десятичной форме записи – номер сети 129.64.128.0, а номер узла 0.0.6.5.



### Порядок распределения IP-адресов

Номера сетей назначаются либо централизованно, если сеть является частью Internet, либо произвольно, если сеть работает автономно. Номера узлов и в том и в другом случае администратор волен назначать по своему усмотрению, не выходя, разумеется, из разрешенного для этого класса сети диапазона.

В стандартах Internet определено несколько диапазонов адресов, рекомендуемых для локального использования. Эти адреса не обрабатываются маршрутизаторами Internet ни при каких условиях. Адреса, зарезервированные для локальных целей, выбраны из разных классов; в классе А – это сеть 10.0.0.0, в классе В – это диапазон из 16 номеров сетей 172.16.0.0-172.31.0.0, в классе С – это диапазон из 255 сетей – 192.168.0.0-192.168.255.0.

### IP-маршрутизация

IP-маршрутизация – процесс выбора пути для передачи пакета в сети. Под путем (маршрутом) понимается последовательность маршрутизаторов, через которые проходит пакет по пути к узлу-назначению. IP-маршрутизатор – это специальное устройство, предназначенное для объединения сетей и обеспечивающее определение пути прохождения пакетов в составной сети. Маршрутизатор должен иметь несколько IP-адресов с номерами сетей, соответствующими номерам объединяемых сетей (рис. 4).

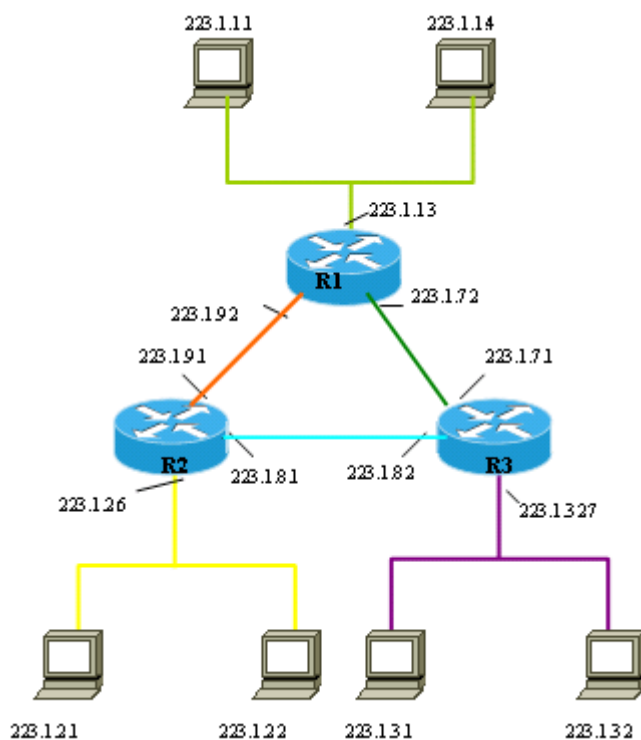


Рис. 4. Пример объединения сетей с помощью IP-маршрутизаторов.

Маршрутизация осуществляется на узле-отправителе в момент отправки IP-пакета, а затем на IP-маршрутизаторах.

Принцип маршрутизации на узле отправителе выглядит достаточно просто. Когда требуется отправить пакет узлу с определенным IP-адресом, то узел-отправитель выделяет с помощью маски подсети из собственного IP-адреса и IP-

адреса получателя номера сетей. Далее номера сетей сравниваются и если они совпадают, то пакет направляется непосредственно получателю, в противном случае – маршрутизатору, чей адрес указан в настройках протокола IP.

Выбор пути на маршрутизаторе осуществляется на основе информации, представленной в таблице маршрутизации. *Таблица маршрутизации* – это специальная таблица, сопоставляющая IP-адресам сетей адреса следующих маршрутизаторов, на которые следует отправлять пакеты с целью их доставки в эти сети. Обязательной записью в таблице маршрутизации является так называемый маршрут по умолчанию, содержащий информацию о том, как направлять пакеты в сети, адреса которых не присутствуют в таблице, поэтому нет необходимости описывать в таблице маршруты для всех сетей. Таблицы маршрутизации могут строиться «вручную» администратором или динамически, на основе обмена информацией, который осуществляют маршрутизаторы с помощью специальных протоколов.

Чтобы лучше понять таблицы маршрутизации рассмотрим сначала сам процесс маршрутизации, изучим адресацию IP и тогда приступим к детальному рассмотрению таблиц.

#### Прямая маршрутизация

На рис. 5 показана небольшая сеть с 3 компьютерами – А, В и С. Каждый из компьютеров имеет стек TCP/IP. Адаптер Ethernet в каждом из компьютеров имеет уникальный адрес Ethernet. Для каждого компьютера администратор сети выделил адрес IP, который связан с интерфейсом Ethernet, установленным в компьютере.

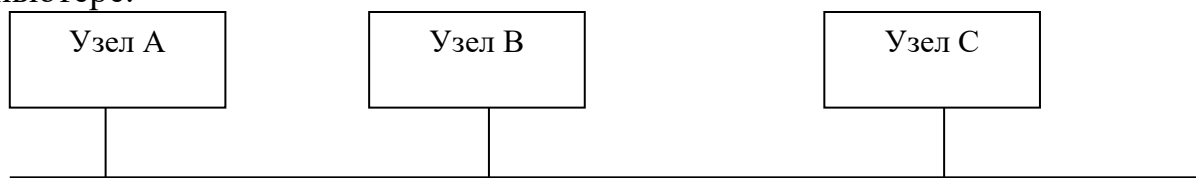


Рис. 5. Односегментная сеть IP

Когда А передает IP-пакет компьютеру В, в заголовке пакета IP содержится IP-адрес компьютера А (адрес отправителя) и адрес Ethernet компьютера А. В заголовке IP содержится также IP-адрес компьютера В и адрес Ethernet компьютера В.

Таблица 2

Адрес	Отправитель	Получатель
Заголовок IP	А	В
Заголовок Ethernet	А	В

В этом простом примере IP почти ничего не добавляет к сервису, обеспечиваемому Ethernet. Однако IP увеличивает расход системных ресурсов — требуется дополнительное процессорное время и дополнительная полоса канала для генерации, передачи и разборки заголовков IP.

Когда IP-модуль компьютера В принимает пакет IP от компьютера А, он проверяет IP-адрес получателя (на предмет соответствия своему адресу) и передает дейтаграмму вышележащему уровню (если адреса совпадают).

Обмен пакетами между А и В использует прямую маршрутизацию (direct routing).

### Непрямая маршрутизация

На рис. 6 представлен более реальный пример internet – сеть содержит три сети Ethernet (три сети IP), соединенных IP-маршрутизатором (компьютер D). Каждая из сетей IP содержит по 4 компьютера и каждый из этих компьютеров имеет свои адреса IP и Ethernet.

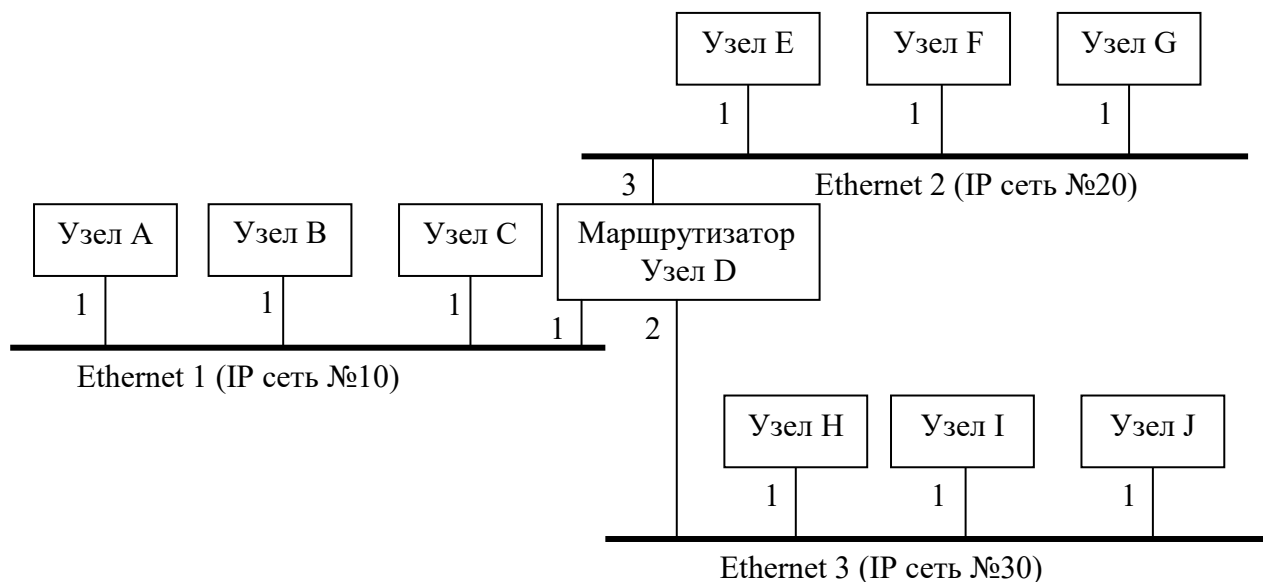


Рис. 6. Три подсети IP в одной сети

На всех компьютерах, за исключением D, используется стек TCP/IP. Компьютер D является IP-маршрутизатором – он подключен ко всем 3 сетям и, следовательно, имеет три адреса IP и 3 адреса Ethernet. В компьютере D используется стек TCP/IP (используется три сетевых адаптера). В компьютере D используются 3 модуля ARP и 3 драйвера Ethernet, но модуль IP по-прежнему один.

Администратор сети присваивает уникальный номер (IP-адрес) каждому из адаптеров Ethernet.

Когда компьютер А передает пакет IP компьютеру В, процесс не отличается от описанной выше прямой маршрутизации. Любой обмен пакетами между компьютерами одной сети IP осуществляется с использованием прямой маршрутизации.

При взаимодействии компьютеров D и А также используется прямая маршрутизация, аналогично протекает и процесс взаимодействия между компьютерами D и Е, D и Н (каждая из этих пар находится в одной сети IP).

Однако при обмене пакетами между компьютером А, расположенным по одну сторону маршрутизатора, и компьютером, расположенным по другую сторону маршрутизатора IP, прямая маршрутизация уже не будет работать. Компьютер А должен использовать маршрутизатор D для пересылки пакетов IP в другую IP-сеть. Такой процесс называется непрямой маршрутизацией (indirect routing).

Маршрутизация пакетов IP осуществляется IP-модулями и прозрачна для TCP, UDP и сетевых приложений.

Если А передает пакет IP компьютеру Е, в качестве адресов отправителя указаны адреса IP и Ethernet компьютера А. Получателем пакетов IP является компьютер Е и его адрес IP указывается в заголовке пакета, но, поскольку IP-модуль компьютера А посылает пакет маршрутизатору D для дальнейшей пересылки, в качестве Ethernet-адреса получателя указывается адрес D.

Таблица 2

Адрес	Отправитель	Получатель
Заголовок IP	А	Е
Заголовок Ethernet	А	D

Модуль IP компьютера D получает пакет IP и проверяет IP-адрес получателя, после чего может сказать: «Это не мой адрес» – и переслать пакет IP компьютеру Е, используя прямую маршрутизацию.

Адрес	Отправитель	Получатель
Заголовок IP	А	Е
Заголовок Ethernet	D	Е

Приведенный выше пример показывает, как администратор может разбить большую сеть Ethernet на несколько сетей для снижения размеров областей распространения широковещательного трафика Ethernet.

#### Таблица IP-маршрутизации

Как модуль IP узнает, какой из сетевых интерфейсов использовать для передачи пакета IP? Модуль IP просматривает таблицу маршрутизации, используя в качестве ключей поиска номера сетей, определенные из IP-адресов получателей.

Таблица маршрутизации содержит по одной строке для каждого маршрута. Первая колонка таблицы указывает номер сети IP, вторая – флаг direct/indirect (прямая/непрямая маршрутизация), третья – IP-адрес маршрутизатора и последняя – номер сетевого интерфейса. По этой таблице можно определить интерфейс, через который следует передавать пакеты с каждым из адресов IP.

На большинстве компьютеров таблицу маршрутизации можно просматривать и менять с помощью команды route. Содержимое таблицы маршрутизации задается администратором сети, поскольку он отвечает за распределение адресов IP между компьютерами.

#### Детали прямой маршрутизации

Таблица маршрутизации для компьютера А будет иметь вид:

Таблица 4

Сеть	Флаг direct/indirect	маршрутизатор	Номер интерфейса
10	direct		1

Получить эту таблицу на экране в большинстве UNIX-систем можно с помощью команды `netstat -r`. Для Windows систем с помощью команды `route print`. В простой сети таблицы маршрутизации на всех компьютерах будут идентичны.

#### *Сценарий прямой маршрутизации*

А передает пакет IP компьютеру В. Пакет IP находится в модуле IP компьютера А и в нем указан IP-адрес получателя – В или соответствующий IP-адрес. Модуль IP выделяет сетевую часть адреса IP (10 сеть) и просматривает первую колонку таблицы маршрутизации в поисках нужной записи. В нашем случае эта запись является единственной.

Остальные колонки этой записи показывают, что компьютеры этой сети доступны с использованием прямой маршрутизации через интерфейс 1. Таблица ARP позволяет определить адрес Ethernet для компьютера В и пакет передается этому компьютеру через интерфейс 1.

Если приложение пытается передать данные по другому адресу IP, не входящему в 10 сеть, модуль IP не сможет найти соответствующей записи в таблице маршрутизации. В таком случае модуль IP просто отбрасывает пакеты, а приложение получает сообщение об ошибке типа `Network not reachable` (сеть недоступна).

#### *Детали не прямой маршрутизации*

Вернемся к более сложному примеру маршрутизации.

Таблица маршрутизации в компьютере alpha будет иметь вид:

Таблица 5

Сеть	Флаг direct/indirect	маршрутизатор	Номер интерфейса
10	direct		1
20	indirect	D	1
30	indirect	D	1

В качестве адреса маршрутизатора в таблице маршрутизации компьютера А указан IP-адрес интерфейса D, подключенного к 10 сети.

#### *Сценарий не прямой маршрутизации*

А передает пакет IP компьютеру Е. Пакет IP находится в модуле IP компьютера А и содержит IP-адрес получателя Е. Модуль IP выделяет сетевую часть адреса IP (20) и просматривает первую колонку таблицы маршрутизации в поисках соответствия. Искомая запись находится во второй строке таблицы.

Эта запись показывает, что доступ к компьютерам 20 сети может осуществляться через IP-маршрутизатор D. Модуль IP в компьютере А выполняет трансляцию адресов с помощью таблицы ARP для IP-адреса маршрутизатора D и шлет пакет IP этому маршрутизатору через свой сетевой интерфейс 1. Пакет IP по-прежнему в качестве адреса получателя содержит адрес Е.

Пакет IP приходит на сетевой интерфейс компьютера D и передается модулю IP. Модуль проверяет адрес получателя и, не найдя совпадения ни с одним из своих интерфейсов, решает переслать пакет IP.

Модуль IP в компьютере D выделяет сетевую часть адреса получателя (20) и просматривает свою таблицу маршрутизации:

Таблица 6

Сеть	Флаг direct/indirect	маршрутизатор	Номер интерфейса
10	direct		1
20	direct		3
30	direct		2

Нужная запись находится во второй строке таблицы. Модуль IP пересылает пакет IP компьютеру E напрямую через интерфейс 3. Пакет содержит адреса IP и Ethernet компьютера E.

Пакет IP приходит в компьютер E и передается модулю IP, который проверяет IP-адрес и, найдя соответствие со своим адресом, передает пакет на вышележащий уровень.

При передаче пакетов IP через большую сеть они могут пройти через множество маршрутизаторов на пути к получателю. Путь пакета не может быть задан отправителем и определяется всякий раз путем просмотра таблиц маршрутизации вдоль пути доставки пакета. Каждый из компьютеров (маршрутизаторов) задает только адрес следующего маршрутизатора (next hop), которому пакет передается для дальнейшей пересылки.

Поддержка корректных таблиц маршрутизации на всех компьютерах большой сети является сложной задачей, поскольку конфигурация сети постоянно изменяется администраторами с учетом требований пользователей. Ошибки в таблицах маршрутизации могут полностью нарушить работу сети, а поиск таких ошибок является достаточно сложной задачей.

Сохранение простоты в сетевой конфигурации играет важную роль при создании надежной сети. Например, наиболее простым способом (но не наиболее оптимальным) распределения IP-адресов для сетей Ethernet является выделение единого номера сети IP для всей сети Ethernet.

Для небольших сетей таблицы маршрутизации создаются администраторами вручную на каждом компьютере. Для больших сетей используются специальные протоколы маршрутизации, обеспечивающие распространение таблиц маршрутизации по сети.

При настройке маршрутизации могут оказать помощь некоторые сетевые протоколы и приложения. Протокол ICMP (Internet Control Message Protocol) позволяет находить проблемы в маршрутизации. Наиболее часто используемые команды данного протокола:

1. Ping – утилита для проверки соединений в сетях на основе TCP/IP, а также обиходное наименование самого запроса.
2. Traceroute – это служебная компьютерная программа, предназначенная для определения маршрутов следования данных в сетях TCP/IP. В системах Microsoft Windows эта программа носит название tracert, а в системах GNU/Linux, Cisco IOS и Mac OS – traceroute.

## Пример Ping в командной строке Windows:

```
C:\>ping www.ru

Обмен пакетами с www.ru [194.87.0.50] по 32 байт:

Ответ от 194.87.0.50: число байт=32 время=19мс TTL=56
Ответ от 194.87.0.50: число байт=32 время=19мс TTL=56
Ответ от 194.87.0.50: число байт=32 время=19мс TTL=56
Ответ от 194.87.0.50: число байт=32 время=19мс TTL=56

Статистика Ping для 194.87.0.50:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 (0% потерь),
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 19мсек, Максимальное = 19 мсек, Среднее = 19 мсек

C:\>_
```

## Пример Tracert в командной строке Windows:

```
Трассировка маршрута к www.ru [194.87.0.50]
с максимальным числом прыжков 30:

 1  <1 мс    <1 мс    <1 мс    192.168.254.254
 2  1 ms     1 ms     1 ms     31.28.48.1
 3  1 ms     2 ms     1 ms     br-1.tlt.aist.net.ru [81.28.160.15]
 4  3 ms     9 ms     3 ms     sma01.tli23.transtelecom.net [217.150.37.58]
 5  21 ms    30 ms    21 ms    iki-cl-vl10.demos.net [194.87.0.111]
 6  18 ms    19 ms    18 ms    www.ru [194.87.0.50]

Трассировка завершена.
```

При переносе компьютера из одной IP-сети в другую, IP-адрес этого компьютера должен быть изменен.

Итак, записи таблицы маршрутов точно определяют:

- Место назначения (сетевой адрес/маска сети).
- Какой маршрутизатор (шлюз) использовать для отправки пакетов к месту назначения.
- Какой интерфейс использовать для отправки пакетов к месту назначения.

Команда добавления записи в таблицу маршрутизации имеет вид:

***route ADD сетевой\_адрес MASK сетевая\_маска шлюз***

На следующем рис. 7 приведен пример таблицы маршрутов компьютера, когда он подключен только к одному маршрутизатору.



```

Список интерфейсов
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x2 ...00 1f 16 16 db 7f ..... Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC
0x40003 ...00 22 43 20 a3 1c ..... Atheros AR928X Wireless Network Adapter -
=====
Активные маршруты:
Сетевой адрес      Маска сети      Адрес шлюза      Интерфейс      Метрика
0.0.0.0            0.0.0.0         192.168.254.254  192.168.254.243  20
0.0.0.0            0.0.0.0         192.168.254.254  192.168.254.241  10
127.0.0.0          255.0.0.0       127.0.0.1        127.0.0.1        1
169.254.0.0        255.255.0.0     192.168.254.243  192.168.254.243  20
192.168.254.240    255.255.255.240 192.168.254.241  192.168.254.241  10
192.168.254.240    255.255.255.240 192.168.254.243  192.168.254.243  20
192.168.254.241    255.255.255.255 127.0.0.1        127.0.0.1        10
192.168.254.243    255.255.255.255 127.0.0.1        127.0.0.1        20
192.168.254.255    255.255.255.255 192.168.254.241  192.168.254.241  10
192.168.254.255    255.255.255.255 192.168.254.243  192.168.254.243  20
224.0.0.0          240.0.0.0       192.168.254.241  192.168.254.241  10
224.0.0.0          240.0.0.0       192.168.254.243  192.168.254.243  20
255.255.255.255    255.255.255.255 192.168.254.241  192.168.254.241  1
255.255.255.255    255.255.255.255 192.168.254.243  192.168.254.243  1
Основной шлюз:     192.168.254.254
=====
Постоянные маршруты:
Отсутствует

```

Рис. 7. Пример таблицы маршрутизации

В примере вы можете увидеть запись о 3 интерфейсах:

1. Loopback – замыкание на себя (интерфейс с IP адресом 127.0.0.1).
2. Realtek RTL8139/810x Family Fast Ethernet NIC – сетевой адаптер Fast Ethernet (интерфейс с IP адресом 192.168.254.243).
3. Atheros AR928X Wireless Network Adapter – сетевой адаптер беспроводной сети WiFi (интерфейс с IP адресом 192.168.254.241).

Таблица маршрутизации по столбцам содержит:

- адрес сети или узла назначения, либо указание, что маршрут является маршрутом по умолчанию;
- маску сети назначения (для IPv4-сетей маска /32 (255.255.255.255) позволяет указать единичный узел сети);
- шлюз, обозначающий адрес маршрутизатора в сети, на который необходимо отправить пакет, следующий до указанного адреса назначения;
- интерфейс (в зависимости от системы это может быть порядковый номер, GUID или символьное имя устройства);
- метрику – числовой показатель, задающий предпочтительность маршрута. Чем меньше число, тем более предпочтителен маршрут (интуитивно представляется как расстояние).

Например, 5 и 6 запись говорят, что если нам надо послать пакет по адресу от 192.168.254.240-255, то его надо отправить через сетевую карту с интерфейсом 192.168.254.243 или 192.168.254.241. Поле метрика при этом указывает стоимость маршрута. Маршрут с меньшим числом метрики (Метрика=10, Интерфейс 192.168.254.241) будет являться первичным, а с большим (Метрика=20, Интерфейс 192.168.254.243) резервным.

По соглашению об IP-адресах, когда данные посылаются по адресу с первым байтом равным 127, например, 127.0.0.1, то образуется как бы «петля».



Данные не передаются по сети, а возвращаются модулям верхнего уровня протокола TCP/IP как только что принятые. Поэтому в IP-сети запрещается присваивать машинам IP-адреса, начинающиеся со 127. Третья запись прописывает данное правило.

Содержательной записью является первая. IP-адрес 0.0.0.0 с маской 0.0.0.0 означает любой IP-адрес везде. Это называется Шлюз по умолчанию (default gateway). Шлюз по умолчанию является последним маршрутом, если использование других маршрутов не привело к успеху. Этот шлюз является проблемой в мультисегментной сети подключенной через несколько интерфейсов. Это означает, что если мы не имеем статических маршрутов (подобных другим записям) до места назначения, то мы посылаем пакеты на шлюз по умолчанию, который достигается через интерфейс 192.168.254.241 (WiFi адаптер).

Другие записи:

- 127.0.0.0 (localhost) – интерфейс обратной петли или внутренний интерфейс IP-стека. Этот интерфейс достижим только с локальной машины.
- 192.168.254.255 – широковещательный адрес для рассылки широковещательных пакетов по нашей сети.
- 224.0.0.0 – широковещательный адрес и на вашу сеть, и на сеть провайдера. Результатом действия двух записей с сетевым адресом 224.0.0.0 будет широковещательная рассылка пакетов по вашей сети и сети провайдера.
- 255.255.255.255 – глобальный широковещательный адрес.

### **Пример выполнения лабораторной работы**

Задание на проектирование сети

Количество этажей в здании	Количество ЭВМ на этаже
заданное в лабораторной работе №2	

### **Расчёт адресов в подсетях кампуса**

Для расчёта выполним деление сети на подсети с заданием им условных номеров (рис. 8).

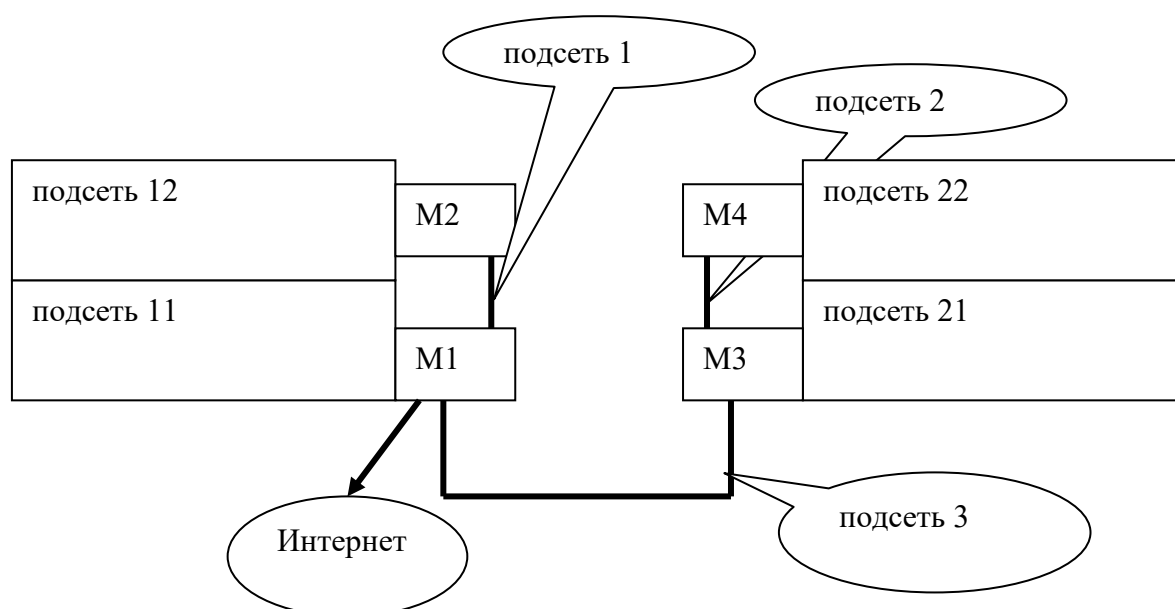


Рис. 8. Деление сети на подсети

В нашем случае необходимо создать 7 подсетей.

Выполним расчет необходимого количества адресов для этих подсетей (таблица 7).

Таблица 7

#### Расчет количества адресов на подсеть

№ подсети	Кол-во рабочих станций	Кол-во серверов	Кол-во маршрутизаторов	Широковещательные адреса и адреса сети	Кол-во узлов в подсети	Кол-во адресов в подсети ( $=2^n$ )
1	-	-	2	2	4	4
2	-	-	2	2	4	4
3	-	-	2	2	4	4
11	15	5	1	2	23	32
12	35	4	1	2	42	64
21	27	3	1	2	33	64
22	66	4	1	2	73	128

Определим маску и диапазон IP адресов для данных подсетей

Таблица 8

№ подсети	Кол-во адресов в подсети ( $=2^n$ )	Маска подсети	Диапазон адресов для подсети
1	4	255.255.255.252	192.168.0.0-192.168.0.3
2	4	255.255.255.252	192.168.0.4-192.168.0.7
3	4	255.255.255.252	192.168.0.8-192.168.0.11
11	32	255.255.255.224	192.168.0.32-192.168.0.63
12	64	255.255.255.192	192.168.0.64-192.168.0.127

21	64	255.255.255.192	192.168.0.128-192.168.0.191
22	128	255.255.255.128	192.168.1.0-192.168.0.127

Выполним распределение адресов по узлам подсетей.

Таблица 9

Таблица распределения адресов

№ подсети	Наименование узла	IP-адрес	Маска	Шлюз по умолчанию
1	Адрес сети	192.168.0.0		
	маршрутизатор 1	192.168.0.1	255.255.255.252	
	маршрутизатор 2	192.168.0.2	255.255.255.252	192.168.0.1
	Широковещательный адрес	192.168.0.3		
2	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
3	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
11	Адрес сети	192.168.0.32		
	маршрутизатор 1	192.168.0.33	255.255.255.224	
	ПК 1-15	192.168.0.34-48	255.255.255.224	192.168.0.33
	принт-сервер	192.168.0.49	255.255.255.224	192.168.0.33
	файл-сервер	192.168.0.50	255.255.255.224	192.168.0.33
	SQL-сервер	192.168.0.51	255.255.255.224	192.168.0.33
	терминал-сервер	192.168.0.52	255.255.255.224	192.168.0.33
	...	...	...	...
12	Широковещательный	192.168.0.63		
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?
	?	?	?	?

Разработаем таблицы статической маршрутизации для маршрутизатора М1.

Таблица 10

№ подсети	Адрес сети/маска	Интерфейс	Шлюз	Метрика (количество прыжков)
1	192.168.0.0/30	192.168.0.1	-	-
2	192.168.0.4/30	192.168.0.9	192.168.0.10	1

3				
11	192.168.0.32/28	192.168.0.1	192.168.0.2	1
12	?	?	?	?
21	?	?	?	?
22	?	?	?	?
Шлюз по умолчанию	?	?	?	?

Разработаем командный файл для добавления статических записей в таблицу маршрутизации. Для этого будем использовать команду route.

Необходимо далее разработать для каждого маршрутизатора командный файл для создания статической таблицы маршрутизации.

### **Задание на выполнение лабораторной работы**

Разработать таблицы статической маршрутизации на маршрутизаторах и определить статические IP адреса с масками в вычислительной сети для всех узлов СКС, разработанной в лабораторной работе №1.

В работе выполнить следующие условия:

1. Считать, что на каждом этаже стоят маршрутизаторы.
2. На сеть выделен диапазон адресов Интернет класса С – 192.168.0.0.
3. При нехватке адресов использовать резервный диапазон 192.168.1.0.
4. Количество адресов на подсеть с помощью маски уменьшается до минимально возможного значения.
5. В каждом сегменте определить шлюз по умолчанию.
6. Для каждого маршрутизатора составить статические таблицы маршрутизации.

### **Требования к оформлению отчёта**

В отчет по лабораторной работе включить краткое изложение порядка выполнения лабораторной работы и выводы по полученным результатам. Отправить отчёт на электронный адрес a@tltsu.ru.

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если оформлен отчёт по лабораторной работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если нет отчёта по лабораторной работе.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Появление Интернет и его влияние на сети. Составные сети.
2.	Объединённые сети. Сервисы Web 2.0.
3.	Влияние развития компьютерной техники и сетей на развитие средств телекоммуникаций.
4.	Информационное пространство. Информационное общество.
5.	История развития вычислительных систем. RISC- и CISC-архитектура.
6.	Потоковые и параллельные ЭВМ. Облачные вычисления и сервисы.
7.	Классификация вычислительных систем параллельной обработки (SISD, SIMD, MIMD, MISD).
8.	Конвейеры. Кэш-память.
9.	Мультипроцессорные системы общего назначения.
10.	Архитектура MIMD-системы с UMA, NUMA, ccNUMA. Многоядерные ВС.
11.	Топология коммуникационных сетей мультипроцессорных систем.
12.	Современные суперкомпьютеры и ВС. Применение их в социальной сфере.
13.	История развития телекоммуникаций. Классификация систем телекоммуникаций.
14.	Телефонная связь. Исторический обзор. Сотовая телефония.
15.	Средства навигации. Спутниковая и радиосвязь. Применение этих средств в современных компьютерных сетях и технологиях.
16.	Протоколы HTTP и WWW. Всемирная паутина. Web-архитектура.
17.	Назначение web-сервера и web-клиента. Примеры реализаций.
18.	Гипертекстовые языки и технологии (HTML и XML).
19.	Создание и размещение web-страницы.
20.	Обзор WAN-технологий. Классификация. Сравнение технологий. История развития. Перспективы.
21.	Модемы и коммутаторы глобальных сетей. Области их применения и функции. Стандартные схемы.
22.	Маршрутизаторы, шлюзы и брандмауэры. Принципы работы и функции. Схемы соединения.
23.	Сближение LAN- и WAN-технологий.
24.	Перспективы развития компьютерных сетей и вычислительных систем.
25.	Проводная и беспроводная связь. Закрытая и открытая среда передачи данных. Преимущества и недостатки. Технологии.
26.	Цифровые каналы связи и принципы их работы. Коммуникационное оборудование. Цифровые сети связи. Схемы построения.
27.	Сетевые ОС и их протоколы. Стеки протоколов разных ОС. Перспективы развития.
28.	ОС мобильных платформ. Обзор.
29.	Коммуникационное оборудование беспроводных WAN-сетей. Технологии. Перспективы развития.
30.	Беспроводные LAN (IEEE 802.11, 802.16). Технологии. Оборудование. Перспективы развития.
31.	Определение сетевых параметров компьютера. Домены.

32.	Служба DNS. Протокол DHCP.
33.	Определение пути до точки назначения. Коммутация и маршрутизация.
34.	Маршрутизация TCP/IP.
35.	Протокол RIP. Лавинная маршрутизация (OSPF).
36.	Протоколы внешней маршрутизации BGP и EGP.
37.	Гарантированная и негарантированная доставка сообщений в IP-сетях.
38.	Протоколы TCP-уровня.
39.	Сервисы прикладного уровня. Служба телеконференций, форумы прямого общения, интернет-телефония.
40.	Протокол динамического распределения адресов DHCP.
41.	Протокол управления сетью SNMP.
42.	Поддержка службы новостей NNTP, IRC-службы, IRC-службы, телеконференций.
43.	Интернет-телефония.
44.	Поисковые системы сети Интернет. Настройка и работа с ними. Web-портал.
45.	Работа с электронной почтой. Протоколы UUCP, SMTP. Адресация в почтовых системах. Особенности работы в сетях UNIX и Windows.
46.	Почтовые серверы и их настройка. Программа Sendmail. Компонент MAPI. Протокол POP3.
47.	Форматы почтового сообщения. RFC-822, MIME. Отправка электронного письма с вложением.
48.	Работа с протоколом IMAP4. Сервер IMAP и его возможности. Борьба со спамом и вирусами.
49.	Обзор почтовых клиентов (MsOutlook, The Bat! и др.). Групповая рассылка. Борьба со спамом и вирусами.
50.	Оценка угроз безопасности. Политика безопасности. Защита сети. Аппаратные средства.
51.	Системы шифрования. Криптосистемы.
52.	Протоколы безопасности Интернета.
53.	Современные средства идентификации и аутентификации.
54.	Технология B-ISDN (ATM) – назначение, достоинства и недостатки. Оборудование и схемы.
55.	Стандарты оптических сетей SONET-OC. Оборудование и схемы. Достоинства и недостатки.
56.	Спутниковые технологии и космическая связь Системы геопозиционирования.
57.	Связь с глобальными телефонными системами. Сеть 3G.
58.	Выделенные линии и технологии xDSL. Оборудование и схемы. Перспективы.
59.	Организация взаимодействия проводных и беспроводных сетей и технологий. Влияние сотовой связи на WLAN.
60.	Перспективы развития телекоммуникаций и сетей ЭВМ. Применение этих средств в задачах социальной сферы.
61.	Компоненты сети. Оконечные устройства. Промежуточные сетевые устройства. Среда передачи. Сетевые обозначения. Схемы топологии. Представление и функции компонентов сети.
62.	Сети LAN и WAN. Типы сетей. Локальные сети. Глобальные сети.
63.	Сети Интернет, Интранет и Экстранет.
64.	Подключение к Интернету. Технологии доступа в Интернет. Подключение к Интернет для дома и небольшого офиса. Подключение к Интернет для предприятий. Packet Tracer.
65.	Мультисервисные сети. Традиционные отдельные сети.

66.	Надёжная сеть. Сетевая архитектура. Отказоустойчивость. Масштабируемость. Качество обслуживания. Безопасность.
67.	Тенденции развития сетей. Совместная работа через Интернет. Видеосвязь. Облачные вычисления.
68.	Сетевые технологии для дома. Технологические тенденции в домашних сетях. Организация сети по линиям электропитания. Беспроводной широкополосный доступ.
69.	Сетевая архитектура Cisco. CCNA.
70.	Cisco IOS. Операционные системы. Назначение ОС.

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Студент набрал от 85 до 100 баллов по накопительному рейтингу.
		«хорошо»	Студент набрал от 70 до 84 баллов по накопительному рейтингу.
		«удовлетворительно»	Студент набрал от 55 до 69 баллов по накопительному рейтингу.
		«неудовлетворительно»	Студент набрал 54 или менее баллов по накопительному рейтингу.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Тенгайкин Е.А.	Проектирование сетевой инфраструктуры. Организация, принципы построения и функционирования компьютерных сетей. Лабораторные работы	Учебное пособие	2020	ЭБС «Лань»
2	Демидов Л.Н.	Основы эксплуатации компьютерных сетей	Учебник	2019	ЭБС «IPRBooks»

### 8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	М.Ю. Сергеев, Т.И. Сергеева, С.А. Олейникова	Компьютерные сети	Практикум	2019	ЭБС «IPRBooks»
2	Ковган Н.М.	Компьютерные сети	Учебное пособие	2019	ЭБС «IPRBooks»
3	Берлин А.Н.	Телекоммуникационные сети и устройства	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRBooks»
4	Заика А.А.	Локальные сети и интернет	Учебное пособие	2020	ЭБС «IPRBooks»



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Федеральный портал «Российское образование» <http://edu.ru/>
- Образование и наука : журнал <https://www.edscience.ru/jour>
- EDUTAINME – будущее образования и технологии, которые его меняют <http://www.edutainme.ru/about/>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows XP	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия – бессрочно
2	Microsoft Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия – бессрочно
3	Canonical Ltd Ubuntu версия 14.04	Лицензия GNU GPL
4	проект Debian Debian GNU/Linux версия 8	Лицензия GNU GPL
5	Проект Fedora Fedora версия 23	Лицензия GNU GPL

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория веб-конференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (УЛК-807)	Экран телевизионный, ширмы, проектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок.
2	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.