

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра Управление в технических системах**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

**Б1.В.12**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**27.03.04 Управление в технических системах**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Управление и информатика в технических системах**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	8
4.3 Лабораторные работы.....	44
4.4 Практические занятия.....	44
4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа.....	45
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>47</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>48</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>48</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>48</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>49</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ .....	49
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы .....	54
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>55</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>55</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>56</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>60</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>61</b>
<b>Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....</b>	<b>62</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательским и проектно-конструкторским видам профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Формирование у студентов знаний и навыков по использованию информационных сетей и телекоммуникаций, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации вычислительных сетей систем автоматического управления.

## Задачи дисциплины

Изучение структуры и общих свойств информации и информационных процессов, общих принципов построения вычислительных сетей, а также систем обработки, хранения и передачи информации.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-9	способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	<b>Знать:</b> - Базовое устройство персонального компьютера. Основные информационные процессы, происходящие в персональном компьютере. <b>Уметь:</b> - Использовать персональный компьютер для самостоятельной работы. <b>Владеть:</b> - Достаточным уровнем использования универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<b>знать:</b> - вычислительные средства для проектирования устройств и систем; <b>уметь:</b> - применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследования средств и систем управления; <b>владеть:</b> - навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.12 Информационные сети и телекоммуникации относится к вариативной части.

Дисциплина информационные сети и телекоммуникации базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин Б1.Б.12 Информационные технологии, Б1.В.ОД.7 Информатика, Б1.Б.13 Вычислительные машины, системы и сети.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, информационные сети и

телекоммуникации представляет основу для изучения представляет основу для Б1.В.ДВ.6.2 Информационное обеспечение систем управления.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Контрольная работа	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	4	7	144	51	17	17	17	66	-	Экзамен
Заочная	4	-	135	17	6	5	6	118	кр	Экзамен
Заочная (ускоренное обучение)	2	-	72	14	6	4	4	49	кр	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости:

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			7
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	51	11	51
Лекции (Лк)	17	6	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	4	17
Практические работы (ПР)	17	1	17
Индивидуальные (групповые) консультации	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	66	-	66
Подготовка к лабораторным работам	22	-	22
Подготовка к практическим работам	22	-	22
Подготовка к экзамену в течение семестра	22	-	22
<b>III. Промежуточная аттестация экзамен</b>	27	-	27
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудое м- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоят ельная работа обучаю- щихся
			лекции	лабораторные работы	практиче ские работы	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Сети и каналы передачи информации</b>	<b>36</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>13</b>
1.1.	Характеристики и классификация информационных сетей	6	3	-	-	3
1.2.	Многоуровневая архитектура информационных сетей	5	2	-	-	3
1.3.	Методы передачи данных	18	3	7	5	3
1.4.	Многоканальная аппаратура связи	7	3	-	-	4
<b>2.</b>	<b>Режимы переноса информации</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>13</b>
2.1.	Коммутация каналов	16	5	-	5	6
2.2.	Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов	12	5	-	-	7
<b>3.</b>	<b>Организация доступа к информационным сетям</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>13</b>
3.1.	Структура территориальных сетей	11	5	-	-	6
3.2.	Основные виды доступа	17	5	5	-	7
<b>4.</b>	<b>Цифровые сети интегрального обслуживания</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>14</b>
4.1.	Основные понятия	12	5	-	-	7
4.2.	Модель протоколов Ш-ЦСИО	12	5	-	-	7
<b>5.</b>	<b>Организация и управление доступом в информационных сетях</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>13</b>
5.1.	Сопряжение информационных сетей	22	5	5	7	5
5.2.	Организация и сопровождение серверов информационных сетей	13	5	-	-	8
	<b>ИТОГО</b>	<b>117</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>66</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические работы	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Сети и каналы передачи информации</b>	<b>31</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>25</b>
1.1.	1.1. Характеристики и классификация информационных сетей	7	1	-	-	6
1.2.	1.2. Многоуровневая архитектура информационных сетей	6	-	-	-	6
1.3.	1.3. Методы передачи данных	11	-	3	1	7
1.4.	1.4. Многоканальная аппаратура связи	7	1	-	-	6
<b>2.</b>	<b>Режимы переноса информации</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>23</b>
2.1.	2.1. Коммутация каналов	15	-	-	2	13
2.2.	2.2. Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов	11	1	-	-	10
<b>3.</b>	<b>Организация доступа к информационным сетям</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>23</b>
3.1.	3.1. Структура территориальных сетей	13	-	-	-	13
3.2.	3.2. Основные виды доступа	13	1	2	-	10
<b>4.</b>	<b>Цифровые сети интегрального обслуживания</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24</b>
4.1.	4.1. Основные понятия	12	-	-	-	12
4.2.	4.2. Модель протоколов Ш-ЦСИО	13	1	-	-	12
<b>5.</b>	<b>Организация и управление доступом в информационных сетях</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>23</b>
5.1.	5.1. Сопряжение информационных сетей	16	-	-	3	13
5.2.	5.2. Организация и сопровождение серверов информационных сетей	11	1	-	-	10
	<b>ИТОГО</b>	<b>135</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>118</b>

- для заочной формы обучения (ускоренное обучение):

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудое м- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоят ельная работа обучаю- щихся
			лекции	лабораторные работы	практиче ские работы	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Сети и каналы передачи информации</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
1.1.	1.1. Характеристики и классификация информационных сетей	3	1	-	-	2
1.2.	1.2. Многоуровневая архитектура информационных сетей	2	-	-	-	2
1.3.	1.3. Методы передачи данных	3	-	2	-	3
1.4.	1.4. Многоканальная аппаратура связи	3	1	-	-	3
<b>2.</b>	<b>Режимы переноса информации</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
2.1.	2.1. Коммутация каналов	6	-	-	1	5
2.2.	2.2. Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов	6	1	-	-	5
<b>3.</b>	<b>Организация доступа к информационным сетям</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>9</b>
3.1.	3.1. Структура территориальных сетей	4	-	-	-	4
3.2.	3.2. Основные виды доступа	8	1	2	-	5
<b>4.</b>	<b>Цифровые сети интегрального обслуживания</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10</b>
4.1.	4.1. Основные понятия	5	-	-	-	5
4.2.	4.2. Модель протоколов Ш-ЦСИО	6	1	-	-	5
<b>5.</b>	<b>Организация и управление доступом в информационных сетях</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
5.1.	5.1. Сопряжение информационных сетей	8	-	-	3	5
5.2.	5.2. Организация и сопровождение серверов информационных сетей	6	1	-	-	5
	<b>ИТОГО</b>	<b>63</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>49</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

### 1. СЕТИ И КАНАЛЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Вид занятия в интерактивной форме обучения: рассмотреть варианты сетей на примерах имеющихся локальных сетей.

#### 1.1. Характеристики и классификация информационных сетей

Современные телекоммуникационные технологии основаны на использовании информационных сетей.

*Коммуникационная сеть* - система, состоящая из объектов, осуществляющих функции генерации, преобразования, хранения и потребления продукта, называемых пунктами (узлами) сети, и линий передачи (связей, коммуникаций, соединений), осуществляющих передачу продукта между пунктами.

Отличительная особенность коммуникационной сети - большие расстояния между пунктами по сравнению с геометрическими размерами участков пространства, занимаемых пунктами. При функциональном проектировании сетей решаются задачи синтеза топологии, распределения информации по узлам сети, а при конструкторском проектировании выполняются размещение пунктов в пространстве и проведение (трассировка) соединений.

*Информационная сеть* - коммуникационная сеть, в которой продуктом генерирования, переработки, хранения и использования является информация.

*Вычислительная сеть* - информационная сеть, в состав которой входит вычислительное оборудование. Компонентами вычислительной сети могут быть ЭВМ и периферийные устройства, являющиеся источниками и приемниками данных, передаваемых по сети. Эти компоненты составляют оконечное оборудование данных (ООД или DTE - Data Terminal Equipment). В качестве ООД могут выступать ЭВМ, принтеры, плоттеры и другое вычислительное, измерительное и исполнительное оборудование автоматических и автоматизированных систем. Собственно пересылка данных происходит с помощью сред и средств, объединяемых под названием среда передачи данных.

Подготовка данных, передаваемых или получаемых ООД от среды передачи данных, осуществляется функциональным блоком, называемым *аппаратурой окончания канала данных* (АКД или DCE - Data Circuit-Terminating Equipment). АКД может быть конструктивно отдельным или встроенным в ООД блоком. ООД и АКД вместе представляют собой *станцию данных*, которую часто называют узлом сети. Примером АКД может служить модем.

Вычислительные сети классифицируются по ряду признаков.

В зависимости от расстояний между связываемыми узлами различают вычислительные сети:

*территориальные* - охватывающие значительное географическое пространство; среди территориальных сетей можно выделить сети региональные и глобальные, имеющие соответственно региональные или глобальные масштабы; региональные сети иногда называют сетями MAN (Metropolitan Area Network), а общее англоязычное название для территориальных сетей - WAN (Wide Area Network);

*локальные* (ЛВС) - охватывающие ограниченную территорию (обычно в пределах удаленности станций не более чем на несколько десятков или сотен метров друг от друга, реже на 1...2 км); локальные сети обозначают LAN (Local Area Network);

*корпоративные (масштаба предприятия)* - совокупность связанных между собой ЛВС, охватывающих территорию, на которой размещено одно предприятие или учреждение в одном или нескольких близко расположенных зданиях. Локальные и корпоративные вычислительные сети - основной вид вычислительных сетей, используемых в системах автоматизированного проектирования (САПР).

Особо выделяют единственную в своем роде глобальную сеть Internet (реализованная в ней информационная служба World Wide Web (WWW) переводится на русский язык как всемирная паутина); это сеть сетей со своей технологией. В Internet существует понятие *интрасетей* (Intranet) - корпоративных сетей в рамках Internet.

Различают интегрированные сети, неинтегрированные сети и подсети. *Интегрированная вычислительная сеть (интерсеть)* представляет собой взаимосвязанную совокупность многих вычислительных сетей, которые в интерсети называются *подсетями*. В автоматизированных системах крупных предприятий подсети включают вычислительные средства отдельных проектных подразделений. Интерсети нужны для объединения таких подсетей, а также для объединения технических средств автоматизированных систем проектирования и производства в единую систему комплексной автоматизации (СІМ - Computer Integrated Manufacturing). Обычно интерсети приспособлены для различных видов связи: телефонии, электронной почты, передачи видеоинформации, цифровых данных и т.п., и в этом случае они называются *сетями интегрального обслуживания*. Развитие интерсетей заключается в разработке средств сопряжения разнородных подсетей и стандартов для построения подсетей, изначально приспособленных к сопряжению. Подсети в интерсетях объединяются в соответствии с выбранной топологией с помощью *блоков взаимодействия*.

## 1.2 Многоуровневая архитектура информационных сетей

Большинство производителей стараются придерживаться модели OSI, но до сих пор пока нет изделий полностью ей удовлетворяющих. Большинство производителей применяют 3 или 4 уровня протоколов. Взаимосвязь уровней друг с другом осуществляются хорошо определенными интерфейсами.

Выбор 7-ми уровней был продиктован обычными соображениями инженерного компромисса, требующего одновременно создать семейство надёжных протоколов и приемлемой стоимости. При этом требовалось, во-первых: иметь достаточно количество уровней, чтобы каждый из них был не слишком сложный с точки зрения разработки подробных протоколов с правильными и выполнимыми спецификациями, и во-вторых: желательно иметь не много уровней, чтобы их интеграция и описание не стали слишком сложными.

Эталонная модель как раз и представляет из себя многоуровневую архитектуру, которая описывается стандартными протоколами и процедурами.

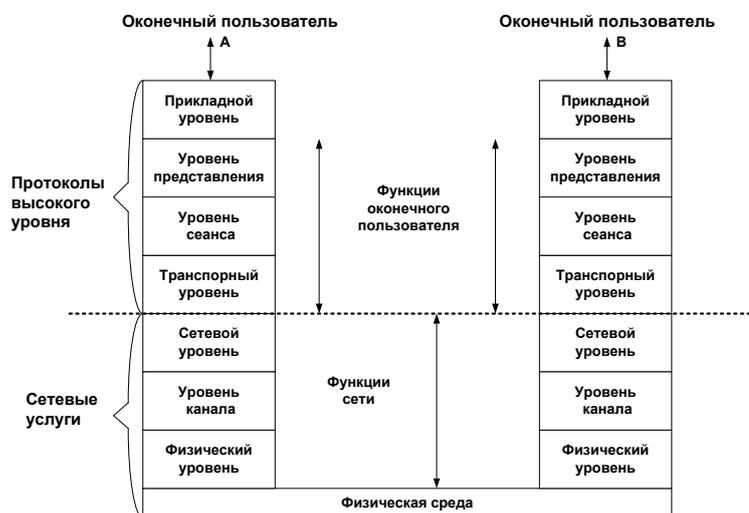


Рис. 1.2

Три нижних уровня предоставляют сетевые услуги. Протоколы, реализующие эти уровни, должны быть предусмотрены в каждом узле сети.

Четыре верхних уровня предоставляют услуги самим конечным пользователям и таким образом, связаны с ними, а не с сетью.

### Разновидности каналов связи

**Основные определения.** Среда передачи данных - совокупность линий передачи данных и блоков взаимодействия (т.е. сетевого оборудования, не входящего в станции данных), предназначенных для передачи данных между станциями данных.

Среды передачи данных могут быть общего пользования или выделенными для конкретного пользователя.

*Линия передачи данных* - средства, которые используются в информационных сетях для распространения сигналов в нужном направлении. Примерами линий передачи данных являются коаксиальный кабель, витая пара проводов, световод.

Характеристиками линий передачи данных являются зависимости затухания сигнала от частоты и расстояния. Затухание принято оценивать в децибеллах,  $1 \text{ дБ} = 10 \cdot \lg(P_1/P_2)$ , где  $P_1$  и  $P_2$  - мощности сигнала на входе и выходе линии соответственно.

При заданной длине можно говорить о *полосе пропускания* (полосе частот) линии. Полоса пропускания связана со *скоростью передачи информации*. Различают *бодовую (модуляционную)* и *информационную* скорости. Бодовая скорость измеряется в бодах, т.е. числом изменений дискретного сигнала в единицу времени, а информационная - числом битов информации, переданных в единицу времени. Именно бодовая скорость определяется полосой пропускания линии.

Если на бодовом интервале (между соседними изменениями сигнала) передается  $N$  бит, то число градаций модулируемого параметра несущей равно  $2^N$ . Например, при числе градаций 16 и скорости 1200 бод одному боду соответствует 4 бит/с и информационная скорость составит 4800 бит/с.

Максимально возможная информационная скорость  $V$  связана с полосой пропускания  $F$  канала связи формулой Хартли-Шеннона (предполагается, что одно изменение величины сигнала приходится на  $\log_2 k$  бит, где  $k$  - число возможных дискретных значений сигнала)  $V = 2 \cdot F \cdot \log_2 k$  бит/с, так как  $V = \log_2 k / t$ , где  $t$  - длительность переходных процессов, приблизительно равная  $3 \cdot T_B$ , а  $T_B = 1 / (2 \cdot \rho \cdot F)$ , Здесь  $k \approx 1 + A$ ,  $A$  - отношение сигнал/помеха.

*Канал (канал связи)* - средства односторонней передачи данных. Примером канала может быть полоса частот, выделенная одному передатчику при радиосвязи. В некоторой линии можно образовать несколько каналов связи, по каждому из которых передается своя информация. При этом говорят, что линия разделяется между несколькими каналами. Существуют два метода разделения линии передачи данных: временное мультиплексирование (иначе разделение по времени или TDM), при котором каждому каналу выделяется некоторый квант времени, и частотное разделение (FDM - Frequency Division Method), при котором каналу выделяется некоторая полоса частот.

*Канал передачи данных* - средства двустороннего обмена данными, включающие АКД и линию передачи данных.

По природе физической среды передачи данных (ПД) различают каналы передачи данных на оптических линиях связи, проводных (медных) линиях связи и беспроводные. В свою очередь, медные каналы могут быть представлены коаксиальными кабелями и витыми парами, а беспроводные - радио- и инфракрасными каналами.

В зависимости от способа представления информации электрическими сигналами различают аналоговые и цифровые каналы передачи данных. В аналоговых каналах для согласования параметров среды и сигналов применяют амплитудную, частотную, фазовую и квадратурно-амплитудную модуляции. В цифровых каналах для передачи данных используют самосинхронизирующиеся коды, а для передачи аналоговых сигналов - кодово-импульсную модуляцию.

Первые сети ПД были аналоговыми, поскольку использовали распространенные телефонные технологии. Но в дальнейшем устойчиво растет доля цифровых коммуникаций (это каналы типа E1/T1, ISDN, сети Frame Relay, выделенные цифровые линии и др.)

В зависимости от направления передачи различают каналы *симплексные* (односторонняя передача), *дуплексные* (возможность одновременной передачи в обоих направлениях) и *полудуплексные* (возможность попеременной передачи в двух направлениях).

В зависимости от числа каналов связи в аппаратуре ПД различают одно- и многоканальные средства ПД. В локальных вычислительных сетях и в цифровых каналах передачи данных обычно используют временное мультиплексирование, в аналоговых каналах - частотное разделение.

Если канал ПД монополюно используется одной организацией, то такой канал называют выделенным, в противном случае канал является разделяемым или виртуальным (общего пользования).

**Проводные линии связи.** В вычислительных сетях проводные линии связи представлены коаксиальными кабелями и витыми парами проводов.

Используются коаксиальные кабели: "толстый" диаметром 12,5 мм и "тонкий" диаметром 6,25 мм. "Толстый" кабель имеет меньшее затухание, лучшую помехозащищенность, что обеспечивает возможность работы на больших расстояниях, но он плохо гнется, что затрудняет прокладку соединений в помещениях, и дороже "тонкого".

**Оптические линии связи.** Оптические линии связи реализуются в виде волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Конструкция ВОЛС - кварцевый сердечник диаметром 10 мкм, покрытый отражающей оболочкой с внешним диаметром 125...200 мкм. Типичные характеристики ВОЛС: работа на волнах 0,85...1,55 мкм, затухание 0,7 дБ/км, полоса частот - до 2 ГГц; ориентировочная цена - 4...5 долл. за 1 м. Предельные расстояния  $D$  для передачи данных по ВОЛС (без ретрансляции) зависят от длины волны излучения  $L$ : для  $L=850$  нм имеем  $D=5$  км, а для  $L=1300$  нм  $D=50$  км, но аппаратурная реализация дороже.

**Беспроводные каналы связи.** В беспроводных каналах передача информации осуществляется на основе распространения радиоволн. В табл. приведены сведения о диапазонах электромагнитных колебаний, используемых в беспроводных и оптических каналах связи.

Радиосвязь используется в корпоративных и локальных сетях, если затруднена прокладка других каналов связи. *Радиоканал* либо выполняет роль моста между подсетями (двухточечное соединение), либо является общей средой передачи данных в ЛВС по излагаемому далее методу МДКН/ОК (см. гл. 4), либо служит соединением между центральным и терминальными узлами в сети с централизованным управлением.

**Спутниковые каналы передачи данных.** Спутники в системах связи могут находиться на геостационарных (высота 36 тысяч км) или низких орбитах. При геостационарных орбитах заметны задержки на прохождение сигналов (туда и обратно около 520 мс). Возможно покрытие поверхности всего земного шара с помощью четырех спутников. В низкоорбитальных системах обслуживание конкретного пользователя происходит попеременно разными спутниками. Чем ниже орбита, тем меньше площадь покрытия и, следовательно, нужно или больше наземных станций, или требуется межспутниковая связь, что естественно утяжеляет спутник. Число спутников также значительно больше (обычно несколько десятков)

### 1.3. Методы передачи данных

#### Методы передачи данных на физическом уровне

Физический уровень является самым нижним уровнем в ЭМ ВОС и обеспечивает взаимодействие со средой передачи, связывающей системы друг с другом.

Физический уровень формирует передаваемый сигнал, кодирует, декодирует и синхронизирует биты данных, а также контролирует состояние среды передачи.

Физическое соединение представляется пользователем, расположенным на канальном уровне. В соответствии с архитектурой открытых систем физический уровень должен предоставлять канальному:

- физические услуги (соединение) между двумя или более числом объектов канального уровня;
- разъединять при необходимости установленные соединения;
- обеспечить требуемые параметры качества обслуживания.

Качество обслуживания физическим уровнем определяется:

- частота появления ошибок;
- скорость передачи двоичных данных в секунду;
- задержка передачи.

При обмене данными по выделенным каналам связи, необходимость в установлении соединения на физическом уровне отсутствует.

Назначением физического уровня является обеспечение механических, электрических, функциональных и процедурных средств, целью передачи последовательностей бит между объектами канального уровня.

Механические характеристики физического уровня определяют организацию сопряжения оконечного оборудования данных с аппаратурой коммутации данных, т. е. с реальной физической средой передачи. Непосредственное соединение устанавливается при помощи соединителей различных типов, которые обеспечивают гальваническую связь ООД с физической средой передачи.

В качестве механических характеристик определяются:

- конструктивное исполнение соединения;
- тип крепления;
- способы крепления;
- схемы расположения контактов;
- соответствие цепей обмена контактами разъема.

#### **Методы передачи данных на канальном уровне**

**Протокол Ethernet.** Протокол Ethernet позволяет передавать данные со скоростью 10 Мбит/с и использовать следующие типы кабелей: толстый коаксиальный кабель (стандарт 10Base-5), тонкий коаксиал (стандарт 10Base-2), неэкрани-рованную витую пару (стандарт 10Base-T), оптоволоконный кабель (стандарт 10Base-F).

Обычно сетевые карты автоматически распознают и поддерживают все четыре формата кадров. Для просто-ты изложения ограничимся рассмотрением самого простого по формату кадра Ethernet II, который имеет следующие поля:

- преамбула (для синхронизации) и признак начала кадра;
- адрес назначения пакета;
- адрес источника пакета;
- тип пакета (указывает какому протоколу более высокого уровня принадлежит пакет);
- данные (передаваемая информация);
- CRC – контрольная сумма.

**Протокол FastEthernet.** Протокол Fast Ethernet был разработан совместными усилиями фирм SynOptics, 3Com (Fast Ethernet Alliance) и является развитием протокола Ethernet. Протокол Fast Ethernet позволяет передавать данные со скоростью 100 Мбит/с и использовать следующие типы кабелей: неэкранированную витую пару 5-й категории (стандарт 100Base-TX), неэкранированную витую пару 3-й категории (стандарт 100Base-T4), оптоволокон-ный кабель (стандарт 100Base-FX). Коаксиальный кабель в FastEthernet не поддерживается. Поддержка витой пары 3-й категории, несмотря на технические сложности, была реализована из-за того, что на западе, большинство уже проложенных телефонных кабелей, являются витой парой 3-й категории.

Метод доступа к разделяемой среде (CSMA/CD) в протоколе FastEthernet остался прежним. Отличия от Ethernet заключаются в следующем:

- другой формат кадров
- другие временные параметры межкадрового и битового интервала (все параметры алгоритма доступа, измеренные в битовых интервалах сохранены прежними).
- признаком свободного состояния среды является передача по ней символа Idle (не занято), а не отсутствие сигнала, как в протоколе Ethernet.

**Протокол 100VG-AnyLan.** Протокол 100VG-AnyLan был разработан совместными усилиями фирм Hewlett-Packard, AT&T и IBM.

Основным отличием 100VG-AnyLan является другой метод доступа к разделяемой среде - Demand Priority (приоритетный доступ по требованию), который обеспечивает более эффективное распределение пропускной способности сети, чем метод CSMA/CD. При доступе Demand Priority концентратору (hub-у) передаются функции арбитра, решающего проблему доступа к разделяемой среде. Сеть 100VG-AnyLAN состоит из центрального

(корневого) концентратора, и соединенных с ним конечных узлов и других концентраторов (Рис. 1.5). Допускаются три уровня каскадирования.

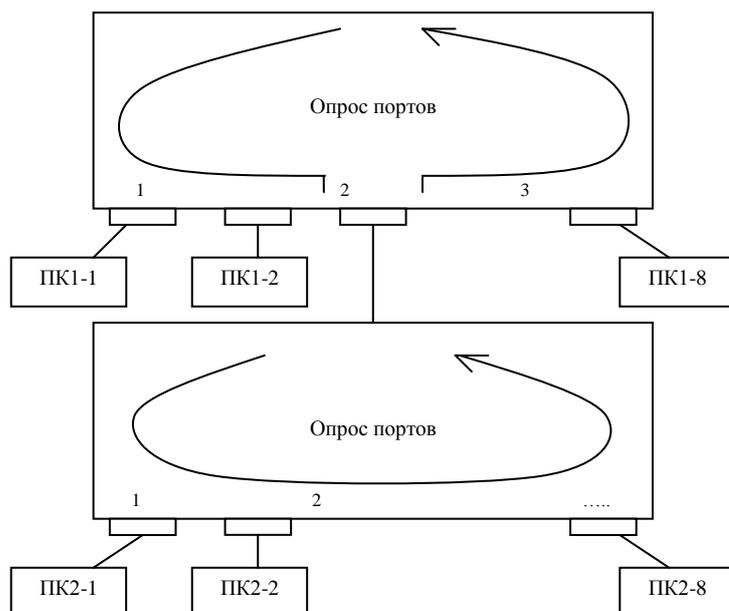


Рис. 1.5

**Протокол GigabitEthernet.** Протокол Gigabit Ethernet обеспечивает скорость передачи данных 1000 Мбит/с на всех основных типах кабельных систем: неэкранированная витая пара 5-ой категории, многомодовое и одномодовое оптоволокно (стандарты 1000Base-SX и 1000Base-LX), твинаксиальный кабель (коаксиальный кабель с двумя проводниками, каждый из которых помещен в экранирующую оплетку).

Протокол Gigabit Ethernet сохраняет максимально возможную преемственность с протоколами Ethernet и Fast Ethernet:

- сохраняются все форматы кадров Ethernet
- сохраняется метод доступа к разделяемой среде CSMA/CD. Поддерживается также полнодуплексный режим работы, когда данные передаются и принимаются одновременно (для отделения принимаемого сигнала от передаваемого сигнала, приемник вычитает из результирующего сигнала известный ему собственный сигнал).
- минимальный размер кадра увеличен (без учета преамбулы) с 64 до 512 байт.

Для сокращения накладных расходов при использовании слишком длинных кадров для передачи небольших пакетов данных разработчики разрешили конечным узлам передавать несколько кадров подряд, без передачи среды другим станциям в режиме Burst Mode (монополюсный пакетный режим). Если станции нужно передать несколько небольших пакетов данных, то она может не дополнять каждый кадр до размера в 512 байт (минимальный размер кадра), а передавать их подряд. Станция может передать подряд несколько кадров с общей длиной не более 65 536 бит или 8192 байт. Предел 8192 байт называется BurstLength. Если станция начала передавать кадр и предел BurstLength был достигнут в середине кадра, то кадр разрешается передать до конца.

**Протокол Token Ring (High Speed Token Ring).** Использование протокола Token Ring позволяет карте работать на скоростях 4 и 16 Мбит/с, а протокола High Speed Token Ring – на скоростях 100 и 155 Мбит/с. Компания IBM является основным разработчиком протокола Token Ring, производя около 60 % сетевых адаптеров этой технологии.

Сеть Token Ring представляет собой кольцо: каждый компьютер соединен кабелем только с предыдущим и последующим компьютером в кольце. Физически это реализуется при помощи специальных концентраторов (см. рис.1.6), которые обеспечивают целостность кольца даже при выключении или отказе одного из компьютеров, за счет обхода порта выключенного компьютера.

Принцип доступа к разделяемой среде – доступ с передачей маркера (token). Компьютер может начать передавать данные в сеть, только если получит от предыдущего компьютера в кольце "маркер" – специальный короткий пакет, свидетельствующий о том, что сеть свободна. Если компьютеру нечего передавать в сеть, то он передает маркер следующему компьютеру в кольце. Если компьютеру есть что передавать, то он уничтожает маркер и передает свой пакет в сеть. Пакет по битам ретранслируется по кольцу от компьютера к компьютеру, адресат получает пакет, устанавливает в пакете биты, подтверждающие, что пакет достиг адресата и передает пакет дальше по кольцу. Наконец, пакет возвращается к отправителю, который уничтожает его и передает в сеть новый маркер. Компьютер может и не передавать в сеть новый маркер, а продолжить передавать кадры данных до тех пор, пока не истечет время удержания маркера (token holding time). После истечения времени удержания маркера компьютер обязан прекратить передачу собственных данных (текущий кадр разрешается завершить) и передать маркер далее по кольцу. Обычно время удержания маркера по умолчанию равно 10 мс.

**Протокол FDDI.** Протокол FDDI (Fiber Distributed Data Interface) используется в оптоволоконных сетях и работает на скорости 100 Мбит/с. Исторически, когда скорости других протоколов ограничивались 10-16 Мбит/с, FDDI использовался на магистральных оптоволоконных сетях передачи данных.

Технология FDDI во многом основывается на технологии Token Ring, развивая и совершенствуя ее основные идеи. Сеть FDDI строится на основе двух оптоволоконных колец, которые образуют основной и резервный пути передачи данных между узлами сети. Наличие двух колец необходимо для повышения отказоустойчивости сети FDDI, и компьютеры, которые хотят воспользоваться этой повышенной надежностью могут (хотя это и не требуется) быть подключены к обоим кольцам.

**Протоколы SLIP и PPP.** Основное отличие протоколов SLIP и PPP от рассмотренных выше протоколов – это то, что они поддерживают связь "точка-точка", когда сетевой кабель используется для передачи информации только между двумя компьютерами (или другим сетевым оборудованием), соединенным этим кабелем.

Такое соединение характерно при подключении к Internet по телефонной линии, при соединении локальных сетей между собой по выделенным или коммутируемым линиям, а также в сетях X.25, Frame Relay и ATM (см. далее в лекциях). Существует большое количество протоколов канального уровня для соединения "точка-точка", однако здесь мы ограничимся рассмотрением только SLIP и PPP.

Такое соединение характерно при подключении к Internet по телефонной линии, при соединении локальных сетей между собой по выделенным или коммутируемым линиям, а также в сетях X.25, Frame Relay и ATM (см. далее в лекциях). Существует большое количество протоколов канального уровня для соединения "точка-точка", однако здесь мы ограничимся рассмотрением только SLIP и PPP.

### **Кодирование и сжатие информации**

**Количество информации.** *Кодирование* - представление сообщения последовательностью элементарных символов.

*Количество информации* в сообщении (элементе сообщения) определяется по формуле  $I = -\log_2 P$ , где  $P$  - вероятность появления сообщения (элемента сообщения). Из этой формулы следует, что единица измерения количества информации есть количество информации, содержащееся в одном бите двоичного кода при условии равной вероятности появления в нем 1 и 0. В то же время один разряд десятичного кода содержит  $I = -\log_2 P = 3,32$  единиц информации (при том же условии равновероятности появления десятичных символов, т.е. при  $P = 0,1$ ).

**Энтропия.** Энтропия источника информации с независимыми и равновероятными сообщениями есть среднее арифметическое количество информации сообщений

$H = -\sum_{k=1..N} P_k \cdot \log_2 P_k$ , где  $P_k$  - вероятность появления  $k$ -го сообщения. Другими словами, энтропия есть мера неопределенности ожидаемой информации.

**Коэффициент избыточности сообщения.** Коэффициент избыточности сообщения  $A$  определяется по формуле  $r = (I_{\max} - I) / I_{\max}$ , где  $I$  - количество информации в сообщении  $A$ ,  $I_{\max}$  - максимально возможное количество информации в сообщении той же длины, что и  $A$ .

Пример избыточности дают сообщения на естественных языках, так, у русского языка  $\gamma$  находится в пределах 0,3...0,5.

Наличие избыточности позволяет ставить вопрос о сжатии информации без ее потери в передаваемых сообщениях.

**Основные используемые коды.** Широко используются двоичные коды:

EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) - символы кодируются восьмью битами; популярен благодаря его использованию в IBM;

ASCII (American Standards Committee for Information Interchange) - семибитовый двоичный код.

Оба этих кода включают битовые комбинации для печатаемых символов и некоторых распространенных командных слов типа NUL, CR, ACK, NAK и др.

Для кодировки русского текста нужно вводить дополнительные битовые комбинации. Семибитовая кодировка здесь уже недостаточна. В восьмибитовой кодировке нужно под русские символы отводить двоичные комбинации, не занятые в общепринятом коде, чтобы сохранять неизменной кодировку латинских букв и других символов. Так возникли кодировка КОИ-8, затем при появлении персональных ЭВМ - альтернативная кодировка и при переходе к Windows - кодировка 1251. Множество используемых кодировок существенно усложняет проблему согласования почтовых программ в глобальных сетях.

**Асинхронное и синхронное кодирование.** Для правильного распознавания позиций символов в передаваемом сообщении получатель должен знать границы передаваемых элементов сообщения. Для этого необходима синхронизация передатчика и приемника. Использование специального дополнительного провода для сигналов синхронизации (в этом случае имеем *битовую синхронизацию*) слишком дорого, поэтому используют другие способы синхронизации.

В *асинхронном режиме* применяют коды, в которых явно выделены границы каждого символа (байта) специальными стартовым и стоповым символами. Подобные побайтно выделенные коды называют *байт-ориентированными*, а способ передачи - *байтовой синхронизацией*. Однако это увеличивает число битов, не относящихся собственно к сообщению.

В *синхронном режиме* синхронизм поддерживается во время передачи всего информационного блока без обрамления каждого байта. Такие коды называют *бит-ориентированными*. Для входа в синхронизм нужно обозначать границы лишь всего передаваемого блока информации с помощью специальных начальной и конечной комбинаций байтов (обычно это двубайтовые комбинации). В этом случае синхронизация называется *блочной (фреймовой)*.

Для обрамления текстового блока (текст состоит только из печатаемых символов) можно использовать символы, отличающиеся от печатаемых. Для обрамления двоичных блоков применяют специальный символ (обозначим его DLE), который благодаря *стаффингу* становится уникальным. Уникальность заключается в том, что если DLE встречается внутри блока, то сразу вслед за ним вставляется еще один DLE. Приемник будет игнорировать каждый второй идущий подряд символ DLE. Если же DLE встречается без добавления, то это граница блока.

**Коэффициент сжатия.** Наличие в сообщениях избыточности позволяет ставить вопрос о сжатии данных, т.е. о передаче того же количества информации с помощью последовательностей символов меньшей длины. Для этого используются специальные алгоритмы сжатия, уменьшающие избыточность. Эффект сжатия оценивают *коэффициентом сжатия*

$K = n/q$ , где  $n$  - число минимально необходимых символов для передачи сообщения (практически это число символов на выходе эталонного алгоритма сжатия);  $q$  - число символов в сообщении, сжатом данным алгоритмом. Так, при двоичном кодировании  $n$  равно энтропии источника информации.

Наряду с методами сжатия, не уменьшающими количество информации в сообщении, применяются методы сжатия, основанные на потере малосущественной информации.

**Алгоритмы сжатия.** Сжатие данных осуществляется либо на прикладном уровне с помощью программ сжатия, таких, как ARJ, либо с помощью устройств защиты от ошибок (УЗО) непосредственно в составе модемов по протоколам типа V.42bis.

Очевидный способ сжатия числовой информации, представленной в коде ASCII, заключается в использовании сокращенного кода с четырьмя битами на символ вместо восьми, так как передается набор, включающий только 10 цифр, символы "точка", "запятая" и "пробел".

Среди простых алгоритмов сжатия наиболее известны *алгоритмы RLE (Run Length Encoding)*. В них вместо передачи цепочки из одинаковых символов передаются символ и значение длины цепочки. Метод эффективен при передаче растровых изображений, но малополезен при передаче текста.

К методам сжатия относят также *методы разностного кодирования*, поскольку разности амплитуд отсчетов представляются меньшим числом разрядов, чем сами амплитуды. Разностное кодирование реализовано в методах дельта-модуляции и ее разновидностях.

*Предсказывающие (предиктивные) методы* основаны на экстраполяции значений амплитуд отсчетов, и если выполнено условие  $A_r - A_p > d$ , то отсчет должен быть передан, иначе он является избыточным; здесь  $A_r$  и  $A_p$  - амплитуды реального и предсказанного отсчетов,  $d$  - допуск (допустимая погрешность представления амплитуд). Иллюстрация предсказывающего метода с линейной экстраполяцией представлена рис. 1.9. Здесь точками показаны предсказываемые значения сигнала. Если точка выходит за пределы "коридора" (допуска  $d$ ), показанного пунктирными линиями, то происходит передача отсчета. На рисунке передаваемые отсчеты отмечены темными кружками в моменты времени  $t_1, t_2, t_4, t_7$ . Если передачи отсчета нет, то на приемном конце принимается экстраполированное значение.

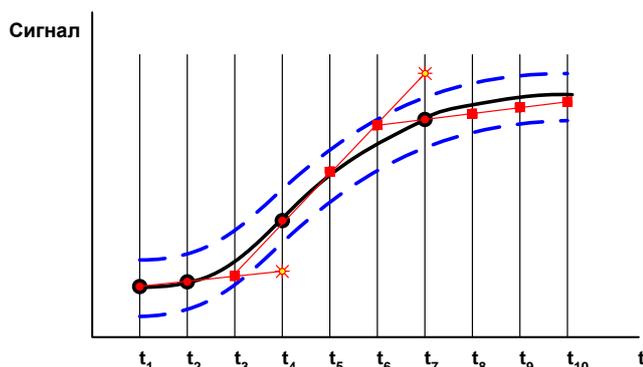


Рис. 1.9.

Методы MPEG (Moving Pictures Experts Group) используют предсказывающее кодирование изображений (для сжатия данных о движущихся объектах вместе со звуком). Так, если передавать только изменившиеся во времени пиксели изображения, то достигается сжатие в несколько десятков раз. Этот алгоритм сжатия используется также в стандарте H.261 ITU. Методы MPEG становятся мировыми стандартами для цифрового телевидения.

Для сжатия данных об изображениях можно использовать также методы типа JPEG (Joint Photographic Expert Group), основанные на потере малосущественной информации (не различимые для глаза оттенки кодируются одинаково, коды могут стать короче). В этих методах передаваемая последовательность пикселей делится на блоки, в каждом блоке производится преобразование Фурье, устраняются высокие частоты, передаются коэффициенты разложения для оставшихся частот, по ним в приемнике изображение восстанавливается.

#### 1.4. Многоканальная аппаратура связи

**Основные определения.** Высокая стоимость линий связи обуславливает разработку систем и методов, позволяющих одновременно передавать по одной линии связи большое число независимых сообщений, т.е. использовать линию многократно. Такие системы связи называют многоканальными.

Связь, осуществляемую с помощью этих систем, принято называть *многоканальной*. Практически все современные системы связи за редким исключением являются многоканальными.

В современных сетях связи используются *аналоговые* и *цифровые* системы передачи (СП) с тенденцией постепенного перехода к применению только цифровых систем.

Для обеспечения характеристик каналов и трактов, гарантирующих высокое качество передачи информации, принципы проектирования цифровых и аналоговых систем передачи должны быть совместимы.

**Основы теории многоканальной передачи сообщений.** Используемые методы разделения каналов (РК) можно классифицировать на линейные и нелинейные (комбинационные).

В большинстве случаев разделения каналов каждому источнику сообщения выделяется специальный сигнал, называемый *канальным*. Промодулированные сообщениями канальные сигналы объединяются, в результате чего образуется групповой сигнал. Если операция объединения линейна, то получившийся сигнал называют *линейным групповым* сигналом.

**Частотное разделение сигналов.** Функциональная схема простейшей системы многоканальной связи с разделением каналов по частоте представлена на Рис. 1.11.

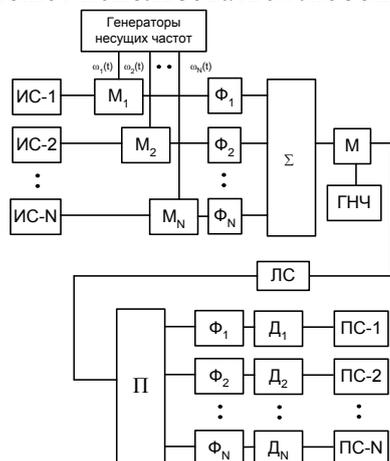
За рубежом для обозначения принципа частотного разделения каналов (ЧРК) используется термин Frequency Division Multiply Access (FDMA).

Сначала в соответствии с передаваемыми сообщениями первичные (индивидуальные) сигналы, имеющие энергетические спектры  $G_1(\omega)$ ,  $G_2(\omega)$ , ...,  $G_N(\omega)$  модулируют поднесущие частоты  $\omega_k$  каждого канала. Эту операцию выполняют модуляторы  $M_1, M_2, \dots, M_N$  канальных передатчиков. Полученные на выходе частотных фильтров  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_N$  спектры  $g_k(\omega)$  канальных сигналов занимают соответственно полосы частот  $D\omega_1, D\omega_2, \dots, D\omega_N$ , которые в общем случае могут отличаться по ширине от спектров сообщений  $W_1, W_2, \dots, W_N$ . При широкополосных видах модуляции, например, ЧМ ширина спектра  $D\omega_k \gg 2(b+1)W_k$ , т.е. в общем случае  $D\omega^3 W_k$ . Для упрощения будем считать, что используется АМ-ОБП (как это принято в аналоговых СП с ЧРК), т.е.  $D\omega_k = W$  и  $D\omega = NW$ .

Проследим основные этапы образования сигналов, а также изменение этих сигналов в процессе передачи (Рис. 1.12).

Будем полагать, что спектры индивидуальных сигналов конечны. Тогда можно подобрать поднесущие частоты  $\omega_k$  так, что полосы  $D\omega_1, \dots, D\omega_k$  попарно не перекрываются. При этом условии сигналы  $s_k(t)$  ( $k=1, \dots, N$ ) взаимноортогональны.

Затем спектры  $g_1(\omega), g_2(\omega), \dots, g_N(\omega)$  суммируются ( $S$ ) и их совокупность  $g(\omega)$  поступает на групповой модулятор ( $M$ ). Здесь спектр  $g(\omega)$  с помощью колебания несущей частоты  $\omega_0$  переносится в область частот, отведенную для передачи данной группы каналов, т.е. групповой сигнал  $s(t)$  преобразуется в линейный сигнал  $s_{л}(t)$ . При этом может использоваться любой вид модуляции.



**Временное разделение каналов.** Принцип временного разделения каналов (ВРК) состоит в том, что групповой тракт предоставляется поочередно для передачи сигналов каждого канала многоканальной системы (Рис. 1.14).

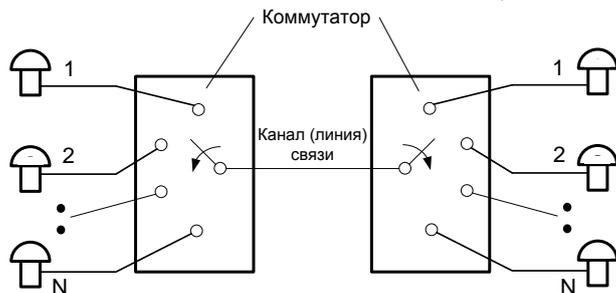


Рис. 1.14

В зарубежных источниках для обозначения принципа временного разделения каналов используется термин Time Division Multiply Access (TDMA).

При передаче используется дискретизация во времени (импульсная модуляция). Сначала передается импульс 1-го канала, затем следующего канала и т.д. до последнего канала за номером N, после чего опять передается импульс 1-го канала и процесс повторяется периодически. На приеме устанавливается аналогичный коммутатор, который поочередно подключает групповой тракт к соответствующим приемникам. В определенный короткий промежуток времени к групповой линии связи оказывается подключена только одна пара приемник/передатчик.

## 2. РЕЖИМЫ ПЕРЕНОСА ИНФОРМАЦИИ

### 2.1. Коммутация каналов

Исторически сложилось, что современные транспортные подсистемы (сети связи) характеризуются очень узкой специализацией. Для каждого вида связи существует по меньшей мере одна сеть, которая транспортирует информацию этой службы. Важным следствием такой узкой специализации является наличие большого количества выделенных сетей, каждая из которых требует собственного этапа разработки, производства и технического обслуживания. При этом свободные ресурсы одной сети не могут использоваться другой сетью. Все это позволяет сделать вывод, что существующие в настоящее время транспортные подсистемы страдают целым рядом недостатков, важнейшими из которых являются:

- зависимость от вида информации, которую они транспортируют;

- отсутствие гибкости, так как современные транспортные подсистемы практически не адаптируются к изменениям в уровне требований со стороны систем управления к объемам передаваемой информации, к скорости передачи, времени доставки и верности;

- низкая эффективность использования ресурсов.

Многие из этих недостатков сохраняются и при переходе к УЦСИО.

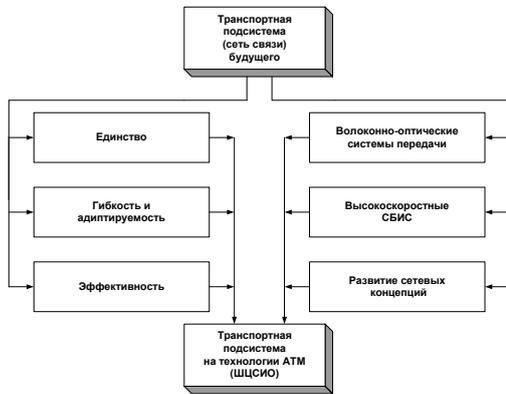
Таким образом, с системных позиций было бы желательно иметь единую транспортную подсистему (рис. 2.1), способную единым способом транспортировать все виды информации, распределяя свои сетевые ресурсы на динамической основе оптимальным образом.

Такая единая транспортная подсистема, способная транспортировать единым способом все виды информации, позволяет обеспечить:

- гибкость и адаптацию подсистемы к изменению уровня требований пользователей к объему, скорости и качеству доставки информации;

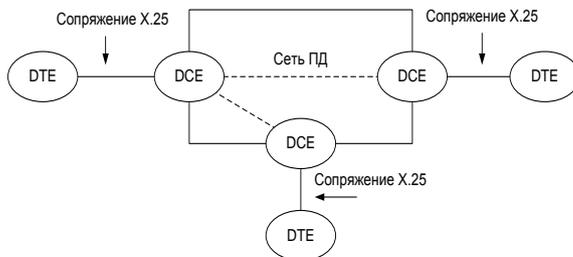
- повышение эффективности использования имеющихся транспортных ресурсов;

- снижение общих затрат на проектирование, строительство и обслуживание телекоммуникационной подсистемы.



## 2.2. Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов

Первый проект Рекомендаций X.25 был издан МККТТ в 1974 году. Он пересматривался в 1976, 1978, 1980 и 1984 гг, а в 1985 г был издан в виде Рекомендаций, известных как "Красная книга". Стандарт X.25 определяет процедуры обмена данными для устройств передачи данных между пользователем и узлом коммутации пакетов. Таким образом, протокол X.25 является, практически, только спецификацией сопряжения. Он управляет взаимодействием между окончательным оборудованием данных (OTE – Data Terminal Equipment) и оборудованием передачи данных (OCE – Data Circuit terminating Equipment). Концепция X.25 иллюстрируется на рис. 2.4.



Протокол X.25 организован по трехуровневой архитектуре, соответствующей трем нижним уровням модели ВОС. Три уровня X.25 показаны на рис. 2.5.

Взаимосвязь между этими тремя уровнями и уровнями модели ВОС показаны на рис. 2.6.

Нижний физический уровень обеспечивает необходимое физическое соединение между DTE и OCE. Оно осуществляется в соответствии с Рек. СС МСЭ X.21. Протоколом уровня канала является версия высокоуровневого управления каналом (HDLC – High Level Data Link Control), называемая сбалансированной процедурой доступа к каналу (LAPB – Link Access Procedures Balanced).

Вследствие низкого качества каналов связи для обеспечения приемлемой семантической прозрачности сквозного соединения в сети потребовалось использование сложных протоколов, осуществляющих разграничение кадров и защиту от ошибок.

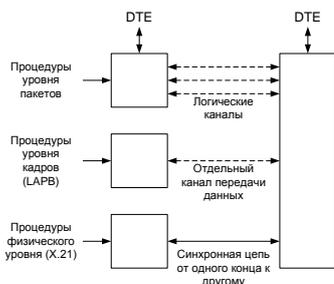


Рис. 2.5



Рис. 2.6

Блоку уровня канала передачи данных протокола LAPB присвоено специальное название – кадр (Frame). Типовой формат кадра показан на рис. 2.7.

Начало и конец кадра обозначается специальной восьмиразрядной синхронизирующей комбинацией символов 01111110, именуемой флагом. За флагом следует поле адреса и поле управляющих символов. В информационном поле располагаются данные, полученные от сетевого уровня (пакет). Затем в кадре размещается поле проверочных символов, служащих для обнаружения ошибок. Кадры, предназначенные для управления процессами переноса информации, информационного поля не имеют.

Стандарт X.25 ориентирован на предоставление пользователям для обмена данными виртуальных каналов. Виртуальный канал (также называемый в терминах X.25 логическим каналом) является каналом, относительно которого пользователь считает, что он реально существует, хотя в действительности физическая цепь распределена для многих пользователей, а виртуальный канал, по существу, является виртуальной реальностью. В одном физическом канале при пакетной коммутации осуществляется мультиплексирование потоков пакетов многих пользователей. Пропускная способность канала считается достаточной при условии, что ни один из пользователей не замечает ухудшения качества обслуживания при работе по этому каналу других. В X.25 для идентификации подключения оконечного оборудования данных в сеть используются номера логических каналов.

Одному физическому каналу может быть назначено до 4095 логических каналов.

Различают два вида соединений: виртуальный канал и постоянный виртуальный канал.

Постоянный виртуальный канал аналогичен соединению, образуемому при кроссовой коммутации каналов. Он не требует послышки вызова, так как логический канал постоянно находится в состоянии передачи данных.

Аналогом виртуального канала является соединение, устанавливаемое по заказу на время сессии при ручной или автоматической коммутации каналов.

Другой функцией протокола на сетевом уровне является управление потоком с помощью окна с целью защиты от перегрузок. Пакеты X.25 имеют переменную длину, что требует достаточно сложного алгоритма управления буферным устройством коммутатора. Однако при скорости в канале, не превышающей 64 кбит/с, переменная длина пакетов не является ограничением для разработки эффективных программных средств управления накопителями.

Относительно низкая скорость обработки в узлах коммутации на уровне звена из-за ее сложности является причиной продолжительной задержки. Однако, так как сети X.25 не были предназначены для обеспечения служб, осуществляемых в реальном масштабе времени, то относительно большое время задержки не явилось ограничением на создание таких сетей.

Протокол X.25 является одним из самых сложных, так как узлы коммутации на уровне звена обязаны выполнять большое количество функций: разграничение кадров, вставка битов, обеспечение кодовой прозрачности, циклическое избыточное кодирование для обнаружения ошибок, повторная передача для исправления ошибок с помощью протокола ARQ, управление потоком с помощью окна и мультиплексирование потоков пакетов различных виртуальных каналов в едином физическом канале. Все это значительно затрудняет применение метода коммутации пакетов для служб, осуществляемых в реальном масштабе времени, вследствие продолжительной задержки, возникающей из-за повторных

передач, и для служб, требующих высоких скоростей передачи данных равных десяткам или сотням Мбит в секунду из-за сложности в обработке.

Коммутация пакетов является эффективным методом транспортирования данных для служб с относительно низкой скоростью передачи.

Применение для передачи данных цифровых трактов связи с меньшим уровнем ошибок, а также необходимость обеспечения высокоскоростной передачи данных позволили сократить количество функций, решаемых узлом коммутации на уровне звена, и рассмотреть возможность практического использования в УЦСИО протокола Frame Relay.

При протоколе Frame Relay повторная передача кадров с целью устранения ошибок осуществляется только по сквозному каналу, т.е. между оконечными устройствами пользователей (функция управления ошибками вынесена на границу сети). Для того, чтобы не загружать каналы передачей кадров, в которых есть ошибки, на уровне звена производится только обнаружение ошибок и стирание кадров, в которых обнаружены ошибки.

В настоящее время протокол Frame Relay используется во многих пакетных сетях для обеспечения высокоскоростной передачи данных.

По своей сложности Frame Relay располагается на оси режимов переноса информации (см. рис. 8.2.) слева от коммутации пакетов, рядом с быстрой коммутацией пакетов (БКП).

Быстрая коммутация пакетов (БКП) является концепцией, основной идеей которой является пакетная коммутация с минимумом функций, выполняемых узлами коммутации на уровне звена с целью повышения уровня временной прозрачности сети.

Укоренилось наименование такого режима переноса информации – АТМ (Asynchronous Transfer Mode), рекомендованное СС МСЭ. В России кроме аббревиатуры АТМ в научной и технической литературе используются термины асинхронный режим доставки и асинхронный режим переноса.

Иногда встречаются и другие термины: АТД (Asynchronous Transfer Division – асинхронный режим временного уплотнения); FPS (Fast Packet Switching – быстрая коммутация пакетов).

Поскольку АТМ является названием режима переноса, рекомендованным СС МСЭ, то в научной и технической литературе этот термин встречается наиболее часто.

При выборе фиксированной или переменной длины пакета для АТМ учитывались следующие основные факторы:

- эффективное использование пропускной способности цифровых трактов связи;
- достижение высокой производительности коммутационного оборудования, т.е. достижение компромисса между скоростью коммутации и сложностью реализации коммутационных устройств;

- задержка пакета.

В общем случае эффективность использования пропускной способности цифровых трактов связи при применении пакетов переменной длины несколько выше, чем при пакетах постоянной длины. Однако, этот выигрыш не является определяющим. В то же время, вариант с пакетами постоянной длины более предпочтителен по сравнению с вариантом пакетов переменной длины как по скорости работы коммутационного оборудования, так и по объему буферного пространства.

Эксперты СС МСЭ пришли к заключению об использовании пакетов фиксированной длины. Было также принято решение использовать другое наименование, отличное от термина «пакет», чтобы подчеркнуть принятую фиксированную длину. Было одобрено название «ячейка» (cell).

При принятии решения об использовании пакетов постоянной длины необходимо было выбрать их размер. На выбор длины ячейки оказали влияние следующие основные факторы:

- эффективность использования пропускной способности цифровых трактов;
- задержка при заполнении пакета информацией пользователя (задержка при пакетизации), задержка в очереди, задержка на депакетизацию и колебание этих задержек (джиттер);

сложность реализации.

Европейские ученые выступали за размер ячейки в 32 октета с целью устранения эхоподавителей при передаче речи, а ученые США и Японии предлагали ячейку размером в 64 октета для достижения большей эффективности использования цифровых трактов. Был достигнут компромисс и длина ячейки была принята равной 53 октетам.

Сущность режима АТМ (рис. 2.8) состоит в транспортировании всех видов информации пакетами фиксированной длины (ячейками), когда потоки ячеек от различных пользователей асинхронно мультиплексируются в едином цифровом тракте.

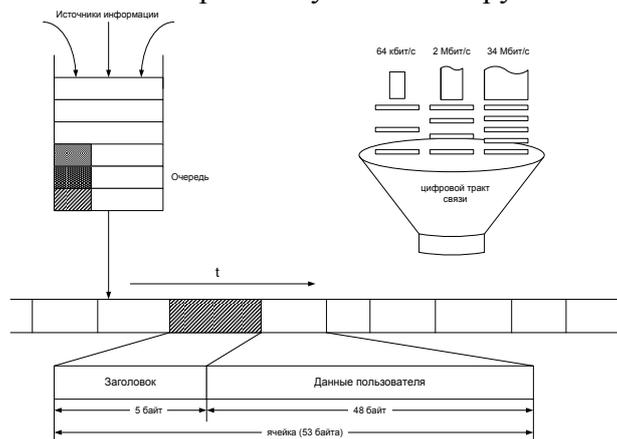


Рис. 2.8

В качестве протокольной единицы в АТМ принят пакет фиксированной длины, включающий заголовок (5 октет) и информационное поле (48 октет). Применение коротких пакетов (53 октета), минимизация функций, выполняемых при коммутации и использование элементной базы на технологиях КМОП и БИКМОП, позволили уже сегодня достичь производительности коммутаторов АТМ 10 Гбит/с и более.

Основными положительными сторонами метода АТМ являются возможности транспортирования по сети информации любой службы независимо от скорости передачи, требований к семантической и временной прозрачности сети и пачечности трафика ячеек. Эти причины и определили решение СС МСЭ, что именно АТМ является режимом транспортирования информации для ШЦСИО.

Сети АТМ свободны от недостатков сетей с другими режимами переноса (зависимость от службы, отсутствие гибкости, низкая эффективность использования сетевых ресурсов, отсутствие адаптации к источникам с изменяющейся скоростью передачи). Именно технология АТМ обеспечивает:

- гибкость сети;
- эффективность использования сетевых ресурсов;
- возможность создания единой универсальной сети для всех ныне существующих служб и служб будущего.

Режим АТМ может быть поддержан любой цифровой системой передачи, так как определяет протоколы на уровнях выше физического. Гибкость сети обеспечивается за счет того, что любой источник может генерировать информацию с той скоростью, которая ему необходима. Это дает возможность постоянного совершенствования алгоритмов кодирования и сжатия информации с целью уменьшения требуемой полосы пропускания, появления новых служб с еще неизвестными характеристиками.

Все имеющиеся ресурсы сети могут использоваться всеми службами, что дает возможность их оптимального распределения на статистической основе и, следовательно, обеспечивает высокую эффективность использования сетевых ресурсов.

Так как все виды информации транспортируются одним методом, то это дает возможность проектирования, создания, ввода в эксплуатацию, контроля, управления и

технического обслуживания только одной сети, что сокращает общие затраты на ее создание и делает ее наиболее экономичной сетью электросвязи в мире.

Асинхронный метод переноса характерен следующими основными особенностями:

отсутствием защиты от ошибок и управления потоком данных на уровне звена; ориентацией на соединение;

ограниченным количеством функций, которые несет заголовок пакета АТМ;

относительно небольшой длиной информационной части ячейки.

Высокое качество систем передачи цифровых трактов связи и очень малые значения вероятности ошибки на бит позволяют отказаться от обнаружения и исправления ошибок в пакете на звеньевом уровне. Отсутствует на уровне звена и управление потоком данных с целью исключения перегрузок.

Однако фазе передачи информации в сетях АТМ предшествует фаза установления виртуального соединения, во время которой осуществляется проверка достаточности объема сетевых ресурсов, как для качественного обслуживания уже установленных виртуальных соединений, так и для создаваемого. Если сетевых ресурсов недостаточно, то окончательному устройству выдается отказ в установлении соединения.

После завершения фазы передачи информации виртуальное соединение разрушается, а сетевые ресурсы могут использоваться в интересах обеспечения другого виртуального соединения. Таким образом, за счет использования режима переноса информации, ориентированного на соединение, и определения размеров очередей, осуществляется контроль за величиной потерь пакетов вследствие переполнения буферных устройств коммутаторов. В сетях АТМ вероятность потери пакета в коммутационном устройстве ограничивается значениями  $10^{-8} \dots 10^{-12}$ .

В целях обеспечения временной прозрачности сети АТМ для уменьшения времени задержки пакета в узлах коммутации функции заголовка пакета АТМ значительно ограничены. Основной функцией заголовка является идентификация виртуального соединения с помощью идентификатора и обеспечение гарантии правильной маршрутизации. Заголовок также дает возможность мультиплексирования различных виртуальных соединений в одном цифровом тракте.

Ошибка в заголовке может привести к неправильной маршрутизации. Это обуславливает эффект размножения ошибок: один искаженный бит в заголовке может привести и к утрате пакета, и к его доставке не по адресу. С целью уменьшения эффекта размножения ошибок из-за неправильной маршрутизации предполагается в заголовке пакета АТМ обеспечить обнаружение ошибок и их исправление.

Из-за ограниченных функций, выполняемых заголовком пакета АТМ, его обработка считается достаточно простой процедурой и может осуществляться на очень высоких скоростях, что обеспечивает малую задержку пакетов АТМ в очередях буферных устройств коммутаторов АТМ. С целью уменьшения размеров внутренних буферов в узлах коммутации и ограничения времени задержек длина информационного поля ячейки выбрана относительно небольшой. Малые размеры информационного поля позволяют получить небольшие значения времени задержки на пакетизацию, что по совокупности с относительно небольшими размерами буферных устройств узлов коммутации, обеспечивающих незначительные задержки и колебания задержки, характеризуют временную прозрачность сетей АТМ для служб, функционирующих в реальном масштабе времени.

В виду выше сказанное, следует отметить, что идея создания ШЦСИО на технологии АТМ возникла как принципиально новая парадигма построения сетей связи: вместо стандартных и многочисленных сетей телефонной, телеграфной, факсимильной связи и сетей передачи данных, каждая из которых рассчитана только на обеспечение одного вида связи тем или иным способом переноса информации. Предполагается построить единую цифровую сеть на базе широкого использования волоконно-оптических линий связи и единого метода транспортирования по сети всех

видов информации с помощью технологии асинхронного режима переноса пакетов фиксированной длины.

Благодаря технологии ATM все коммутационное оборудование становится однородным, решающим для всех видов информации одну задачу – задачу быстрой коммутации фиксированных пакетов, получивших название ячеек, и асинхронного временного разделения ресурсов, при котором множество виртуальных соединений с различными скоростями асинхронно мультиплексируются в едином физическом канале связи – цифровом тракте.

Сеть ATM, способная транспортировать единым методом все виды информации, позволяет обеспечить:

высокую гибкость и адаптацию сети к изменению уровня требований пользователей к Объему, скорости, качеству доставки информации и к появлению требований на предоставление новых услуг, требующих наличия у сети интеллекта;

повышение эффективности использования сетевых ресурсов за счет статистического мультиплексирования множества источников с пачечным трафиком;

снижение общих затрат на проектирование, строительство и эксплуатацию такой сети.

Однако, следует сказать, что ничего не дается даром. Основной проблемой, которая возникает в сетях ATM, является проблема удовлетворения требований различных служб к временной и семантической прозрачности сети и их адаптация к единому методу переноса.

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОСТУПА К ИНФОРМАЦИОННЫМ СЕТЯМ**

Вид занятия в интерактивной форме обучения: разбор примеров малой группой.

#### **3.1. Структура территориальных сетей**

Глобальная сеть Internet - самая крупная и единственная в своем роде сеть в мире. Среди глобальных сетей она занимает уникальное положение. Правильнее ее рассматривать как объединение многих сетей, сохраняющих самостоятельное значение. Действительно, Internet не имеет ни четко выраженного владельца, ни национальной принадлежности. Любая сеть может иметь связь с Internet и, следовательно, рассматриваться как ее часть, если в ней используются принятые для Internet протоколы TCP/IP или имеются конверторы в протоколы TCP/IP. Практически все сети национального и регионального масштабов имеют выход в Internet.

#### **3.2. Основные виды доступа**

**Сервис телекоммуникационных технологий.** Основными услугами предоставляемыми телекоммуникационными технологиями являются:

- электронная почта;
- передача файлов;
- телеконференции;
- справочные службы (доски объявлений);
- видеоконференции;
- доступ к информационным ресурсам (информационным базам) сетевых серверов;
- мобильная сотовая связь;
- компьютерная телефония.

Специфика телекоммуникаций проявляется прежде всего в прикладных протоколах. Среди них наиболее известны протоколы, связанные с Internet, и протоколы ISO-IP (ISO 8473), относящиеся к семиуровневой модели открытых систем. К прикладным протоколам Internet относятся следующие:

- Telnet - протокол эмуляции терминала, или, другими словами, протокол реализации дистанционного управления используется для подключения клиента к серверу при их размещении на разных компьютерах, пользователь через свой терминал имеет доступ к компьютеру-серверу;

- FTP - протокол файлового обмена (реализуется режим удаленного узла), клиент может запрашивать и получать файлы с сервера, адрес которого указан в запросе;

HTTP (Hypertext Transmission Protocol) - протокол для связи WWW-серверов и WWW-клиентов;

- NFS - сетевая файловая система, обеспечивающая доступ к файлам всех UNIX-машин локальной сети, т.е. файловые системы узлов выглядят для пользователя, как единая файловая система;

- SMTP, IMAP, POP3 - протоколы электронной почты.

Указанные протоколы реализуются с помощью соответствующего программного обеспечения. Для Telnet, FTP, SMTP на серверной стороне выделены фиксированные номера протокольных портов.

В семиуровневой модели ISO используются аналогичные протоколы. Так, протокол VT соответствует протоколу Telnet, FTAM - FTP, MOTIS - SMTP, CMIP - SNMP, протокол RDA (Remote Database Access) предназначен для доступа к удаленным базам данных.

#### Методы доступа к спутниковым системам связи

**Аппаратура ССС.** В настоящее время наблюдается бурное развитие систем спутниковой связи (ССС), что связано в основном с внедрением систем со станциями с малой апертурой антенн (VSAT - Very Small Aperture Terminal) и развертыванием ССС на низких и средних орбитах – таких как Globalstar, Orbcomm, ICO, Odyssey, Teledesic и ряда других. Все это привело к появлению широкой номенклатуры оборудования для ССС, в частности, и модемов. Рассмотрим состав и типовую конфигурацию ССС на примере сети VSAT.

МДЧР - множественный доступ с частотным разделением (FDMA – Frequency Division Multiple Access);

МДВР - множественный доступ с временным разделением (TDMA - Time Division Multiple Access);

МДКР - множественный доступ с кодовым разделением (CDMA - Code Division Multiple Access).

**Состав земной станции.** Обобщенный вариант состава современной ЗС приведен на рис. 3.4. Наземная станция состоит из внутреннего (IDU) и внешнего (ODU) радиочастотных блоков. В свою очередь, радиочастотный блок состоит из антенны, конвертера преобразования частоты вверх/вниз, усилителя мощности, малошумящего усилителя и, возможно, блока питания. Конвертер, усилитель мощности и малошумящий усилитель могут быть выполнены в виде одного устройства, которое также называют конвертером. Конвертер преобразовывает сигнал на промежуточной частоте (ПЧ), часто составляющей значения  $70 \pm 18$  или  $140 \pm 36$  МГц, в сигнал требуемого диапазона передачи и обратно. Чаще всего используются диапазоны 6/4 ГГц (C-band), 14/11 ГГц (Ku-band) и 1,6/1,5 ГГц (L-band). Последний применяется в ССС подвижной связи, например Inmarsat. Внутренний блок состоит главным образом из модема, а также может включать в состав мультиплексор передаваемых данных, источник питания и другие функциональные блоки. Часто весь внутренний блок называют спутниковым модемом. Внешний и внутренний блоки соединяются одним или несколькими коаксиальными кабелями для передачи сигналов ПЧ и возможно силовым кабелем для подачи питающего напряжения для внешнего блока (часто питание подается по тому же коаксиальному кабелю).

Спутниковый модем предназначен для преобразования цифрового, как правило, сигнала, поступающего от каналообразующей аппаратуры (мультиплексоров, аппаратуры передачи данных, речепреобразующих устройств и т.д.), в модулированный радиосигнал на ПЧ и для обратного преобразования радиосигнала ПЧ в исходный информационный, а также для реализации требуемого метода множественного доступа к ресурсу спутника-ретранслятора.

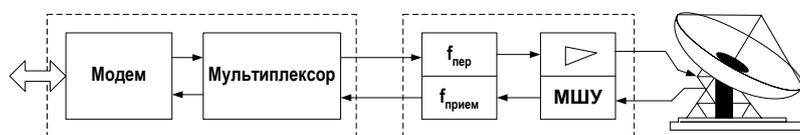


Рис. 3.4

. В состав типового спутникового модема (рис. 3.5) входят следующие блоки: модулятор и демодулятор (модем), кодер и декодер (кодек), интерфейсы, контроллер

управления и панель управления. Подлежащая передаче информация через блок интерфейсов подается сначала на кодер, где производится ее скремблирование и помехоустойчивое кодирование, а затем на модулятор, формирующий модулированный сигнал. В приемной части модема осуществляется демодуляция и декодирование принимаемого информационного потока.

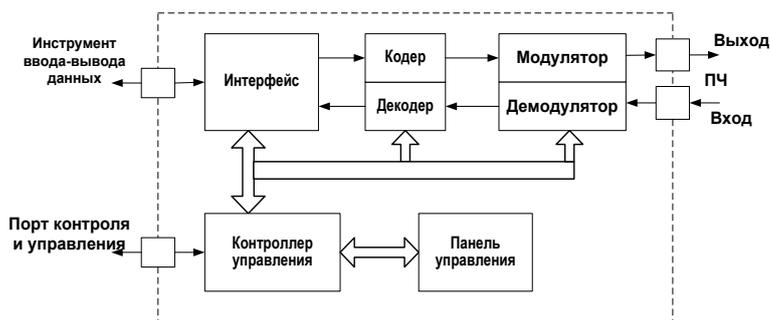


Рис. 3.5

**Технические характеристики спутниковых модемов.** Современные спутниковые модемы работают в различных диапазонах частот, имеют возможность перестройки и установки основных параметров, включая рабочую частоту, коэффициент усиления, выходную мощность, тип модуляции, скорость кодирования, тип скремблирования, размеры буферов для данных и т.д. Величины этих параметров могут изменяться с малым шагом в широком диапазоне значений. Практически любой современный модем имеет систему встроенных процессоров с развитым программным обеспечением, позволяющим изменять конфигурацию модема с помощью его панели управления либо через его порт контроля и управления. В последнем случае к этому порту подключается ПК или контроллер ЗС, обеспечивающий удаленное конфигурирование модемов в составе этой ЗС с центральной управляющей станции ССС. Спутниковые модемы имеют широкие возможности самодиагностики и самотестирования, могут хранить информацию обо всех изменениях в своей конфигурации, а также о сбоях и неполадках в работе.

Спутниковые модемы также классифицируются по поддерживаемому методу множественного доступа. Модемы, реализующие МДЧР, как правило, не имеют отдельного названия. Сам метод МДЧР не является эффективным и создает серьезные трудности при реализации

Спутниковые модемы, работающие согласно методу МДВР, часто носят название пакетных модемов. Они передают данные короткими пакетами в пределах своего временного окна (time slot), занимая частотный канал (несущую) только на время передачи этих коротких пакетов.

Спутниковые модемы, работающие согласно методу МДКР, используют шумоподобные сигналы (ШПС). Такие сигналы делятся на два типа: на основе модулирования несущего колебания непрерывной псевдослучайной последовательностью - ФМ-ШПС или DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) и на основе псевдослучайной перестройки рабочей частоты -ППРЧ или FHSS (Frequency Hopped Spread Spectrum). Применение ШПС обусловлено необходимостью обеспечения электромагнитной совместимости различных радиотехнических систем, повышения пропускной способности и иногда (для военных ССС) обеспечения скрытности и высокой помехозащищенности. Кроме того, ШПС нашли применение в локальных радиосетях (стандарт IEEE 802.11), а также в сотовых системах связи второго (CDMA IS-95) и третьего поколений.

Интерфейсный блок спутникового модема (см. рис. 16.3) может обеспечить функционирование большого количества разнообразных портов. Для обеспечения телефонной связи возможна поддержка подключения речепреобразующего оборудования ИКМ (Импульсно-Кодовая Модуляция) или ДИКМ (Дифференциальная ИКМ) со скоростями 64 или 32, 24,16 кбит/с соответственно. Иногда спутниковые модемы в своем составе содержат речепреобразующие устройства, подключение к которым осуществляется так же, как и к телефонной линии, то есть в соответствии со спецификацией стыка С1-ТЧ. Такие подключения производятся, как правило, по четырехпроводной схеме. Передача различных

данных, в том числе и многоканальной телефонии, осуществляется на уровне потоков E1/T1 (1,544/2,048 Мбит/с) по стыку G.703. В других случаях передача данных, организация видеосвязи, подключение ЛВС возможны путем использования интерфейсов V.35, RS-449, RS-232 или иных.

С целью уменьшения стоимости ЗС модем часто применяется для выполнения дополнительных функций, таких как формирование сигнала наведения антенны ЗС.

Одним из важных параметров спутниковых модемов, влияющих на стоимость изготовления и эксплуатации, является их надежность. У современных спутниковых модемов время наработки на отказ равно примерно 30 тыс. ч., что при отсутствии повышенных требований к надежности ЗС позволяет обходиться без их резервирования.

**Применение проводных модемов в ССС.** Проблема передачи данных по спутниковому каналу становится актуальной, как только вы захотите организовать связь способом, несколько отличным от схемы, предлагаемой производителем ЗС. Проблема так же актуальна, если организация не имеет собственной ЗС, а арендует спутниковый канал ЗС, находящейся на определенном расстоянии.

Первое что нужно сделать - это разобраться в принципе работы ЗС и спутникового модема. Особенно это касается типа предоставляемого канала. Лучше, если это цифровой канал с одним из стыков типа С2. Тогда имеется потенциальная возможность подключиться к такому интерфейсу при помощи пары модемов для физических линий, например, цифровых DSU/DCU, обеспечивающих требуемый интерфейс и удовлетворяющих по скорости и дальности передачи. В качестве конечного оборудования данных (DTE) может выступать компьютер или маршрутизатор вашей ЛВС (рис. 3.6).

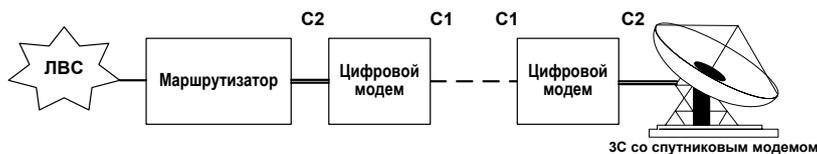


Рис. 3.6

В случае, если предоставляется канал с аналоговым окончанием, нужно точно выяснить, что это за канал. В одном случае это может быть аналоговый канал тональной частоты, скорее всего, с четырехпроходным окончанием. Такие каналы создаются старыми ЗС с МДЧР. Рассмотренные выше спутниковые модемы практически никакого отношения к таким станциям не имеют. В качестве спутниковых модемов в них применяется аналоговая аппаратура уплотнения, при помощи которой несколько каналов ТЧ объединяются в 6, 12, 60, и более каналные группы и тракты.

В другом случае, вы можете иметь дело с аналоговым окончанием канала, образованного при помощи речепреобразующего устройства, к которому предусмотрено подключение телефонного аппарата (офисной АТС), но совсем не модема. Маловероятна возможность использования такого канала для передачи данных при помощи модема, если канал образован речепреобразующим устройством с низкими скоростями его работы (16 кбит/с и менее). Совсем другая ситуация имеет место, если такой телефонный канал образован аппаратурой ИКМ. Речепреобразующее устройство с ИКМ преобразует аналоговый сигнал в полосе канала тональной частоты в поток 64 кбит/с в строгом соответствии с теоремой кодирования отсчетов Котельникова-Шеннона. Тогда такой канал будет выглядеть для аналогового модема для ТфОП ничуть не хуже (скорее всего лучше) чисто аналогового телефонного канала.

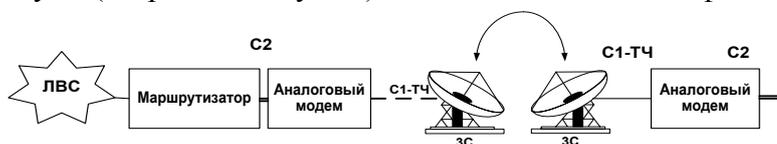


Рис.3.7

Для компенсации уменьшения производительности системы, как правило, предпринимаются следующие меры:

- добиваются уменьшения вероятности искажения передаваемых кадров;
- уменьшают величину круговой задержки распространения, выраженной в числе кадров;
- увеличивают размер окна передачи протокола исправления ошибок.

Первые два требования находятся в явном противоречии. Уменьшить вероятность искажения кадра при фиксированной вероятности искажения бита (или символа) в канале возможно только путем уменьшения размера кадра. Однако уменьшение размера кадра приводит к увеличению круговой задержки при ее фиксированном значении в абсолютных единицах времени.

Третье требование обусловлено тем фактом, что при большой задержке распространения счетчик доступных последовательных номеров передаваемых кадров может исчерпаться значительно раньше, чем возможно получение подтверждения правильности приема очередного кадра на удаленной стороне. Тогда протокол на передающей стороне просто останавливает передачу до момента получения долгожданного подтверждения. В HDLC-подобных протоколах размер окна принимает значения, равные 3, 7 и 127. Причем, как правило, по умолчанию для наземных систем передачи выставляется размер окна, равный 7. Поэтому необходимо выяснить, поддерживает ли Ваш модем возможность изменения размера окна, и в положительном случае настроить его на значение, равное 127.

## **4. ЦИФРОВЫЕ СЕТИ ИНТЕГРАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

### **4.1. Основные понятия**

**История создания.** Одной из основных причин создания ЦСИО является расширяющаяся во многих странах сфера информационных услуг как по объему, так и по видам сервиса.

Во всем мире происходит бурная компьютеризация и информатизация общества. В России также получили широкое развитие персональные ЭВМ и базы данных. Кроме того, переход к рыночной экономике требует еще более существенного развития в России информационной сферы, основанной на широком использовании средств вычислительной техники и средств связи, включая кроме телефонной связи связь между ЭВМ, в частности ПЭВМ с базами данных. При этом, судя по международному опыту, связь в развивающейся информационной сфере составляет значительную долю.

Информатизация общества потребовала наличие возможности интеграции различных, видов информации и услуг на основе единой сети. Особенно актуальной является проблема подключения, разнообразных терминальных устройств (телефонный аппарат, модем, факс и т.п.) к такой единой сети.

При создании отдельных специализированных сетей (телефонных сетей передачи данных и т.п.) для подключения к ним терминальных устройств, очевидно, требуется соответствующее число абонентских линий, являющихся наиболее массовыми элементами любой сети. Кроме того, создаются неудобства абоненту из-за наличия нескольких абонентских номеров одного и того же абонентского пункта.

Вместе с тем все такие специализированные сети практически основаны на одних и тех же или аналогичных технических средствах, построенных на одной и той же элементной базе и часто на одних и тех же принципах создания и функционирования узлов коммутации, линий связи и сетей. При этом из-за возникновения новых средств приема и передачи разнообразной информации, изменения с течением времени требований абонентов на предоставляемые связью услуги цикл замены оборудования, как показывает мировая практика, в настоящее время составляет примерно 5 лет.

В связи с этим возникла необходимость создания некоей единой сети, обеспечивающей интеграцию всех видов передаваемой информации с предоставлением довольно широкого круга услуг (видов сервиса) и возможностью их изменения без существенной модификации сети или введения новых специализированных сетей.

Таким видом единой сети, получившей широкое распространение в Европе, США, Канаде, Японии и ряде других стран, служит цифровая сеть интегрального обслуживания — ЦСИО (ISDN), обеспечивающая абоненту возможности передачи практически любой информации по одной и той же абонентской линии.

**Преимущества ЦСИО.** К преимуществам ЦСИО обычно относят:

- более высокую производительность и экономическую эффективность по сравнению с любой другой существующей сетью;
- обеспечение абоненту значительно более широкого спектра услуг связи: наличие многофункциональных терминалов, только одной АЛ, наличие для всего спектра услуг только одного абонентского номера;
- высокую скорость передачи информации по сравнению со скоростями в существующих сетях;
- более низкий тариф для не телефонного сервиса;
- хорошую основу для развития совместимых международных систем связи;
- наличие цифрового канала из конца в конец;
- обеспечение связи как методом КК, так и методом КП;
- мощную пакетную систему сигнализации N7 (СС-7), обеспечивающую эффективное использование средств связи;
- совместимость ЦСИО с существующими сетями и адаптируемость терминалов.

#### 4.2. Модель протоколов Ш-ЦСИО

**Этапы развития широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания.** Начиная с середины 80-х гг. в США, Японии, Канаде и ряде стран Западной Европы активно проводятся исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания, которые являются дальнейшим развитием узкополосных ЦСИО.

Накопленный опыт по созданию и эксплуатации У-ЦСИО, в которых используются каналы со скоростью передачи 64 кбит/с, а также последующее развитие вычислительной техники, в частности создание быстродействующих микропроцессоров, микроЭВМ и волоконно-оптических кабелей, совершенствование методов коммутации, позволили перейти к практическому решению задачи по созданию Ш-ЦСИО, используя скорость передачи по каналу выше 2 Мбит/с.

Широкополосные ЦСИО в отличие от У-ЦСИО обеспечивают интеграцию более широкого спектра видов связи, включая кабельное телевидение.

Работы по созданию Ш-ЦСИО из-за сложности и объемности, как правило, выполняются в рамках комплексных проектов. Одними из наиболее крупных ранних проектов являются японский проект INS (Information Network System) фирмы NTT и американский проект UIS (Universal Information Services) фирмы AT&T.

В конце 1983 г. Комиссия по европейскому содружеству (КЕС) поставила задачу по развитию в области связи и разработаны предложения по проведению европейского проекта RACE (Research and development in Advanced Communications technologies in Europe) по созданию Ш-ЦСИО.

Главные цели проекта **RACE**:

- координация действий стран и фирм по исследованию влияния связи на европейскую экономическую и социальную системы и их развитие;
- распределение работ по разработке и стандартизации перспективных систем и видов сервиса связи;
- унификация оборудования пользователей и методики его проверки;
- использование связи как средства ускорения интеграции в общеевропейскую экономическую и социальную системы менее развитых регионов;
- координация и согласование позиций основных производителей средств связи на международной арене.

Наряду с бурным развитием средств коммутации и передачи в последнее время значительно увеличилось число видов передаваемой информации (помимо телефонных переговоров и передачи телеграмм возникла необходимость в передаче по сети данных между ЭВМ и пользователями, телевизионных изображений и т.д.). Вместе с тем различные виды информации требуют различной скорости передачи.

Невозможность реализации всех этих требований в рамках У-ЦСИО, использующей синхронное временное мультиплексирование и синхронную коммутацию, привела к необходимости создания Ш-ЦСИО, в которой для

обеспечения различных скоростей передачи для каждого вида информации применяются асинхронные методы передачи с временным разделением пропускной способности линии связи (асинхронное временное мультиплексирование) и асинхронной цифровой коммутацией в виде быстрой коммутации пакетов – БКП.

**Архитектура Ш-ЦСИО.** Архитектура Ш-ЦСИО определяется принципами построения Ш-ЦСИО и протокольной моделью системы взаимодействия ее удаленных объектов.

Ш-ЦСИО (рис. 4.1) включает в себя *широкополосные* (более 64 кбит/с) и *узкополосные* (64 кбит/с) информационные каналы и соответствующие коммутационные системы (Ш-КС и У-КС), а также систему сигнализации N7. Легко понять, что узкополосные информационные каналы и коммутационные системы в сочетании с системой сигнализации N7 представляют собой У-ЦСИО. В некоторых экспериментальных системах Ш-ЦСИО в качестве ее управляющей системы используется не только система сигнализации N7, но и вся У-ЦСИО.

Терминал пользователя (абонента) подключается к Ш-ЦСИО через интерфейсы (точки доступа) пользователь сеть. В Ш-ЦСИО выделяются по аналогии с У-ЦСИО две эталонные точки доступа. (рис. 4.2).

В отличие от У-ЦСИО, где используется шинная структура подключения абонентских терминалов по S-интерфейсу, в Ш-ЦСИО применяется *звездная структура* подключения по интерфейсу к оконечному оборудованию сети 2 (ООС-2).

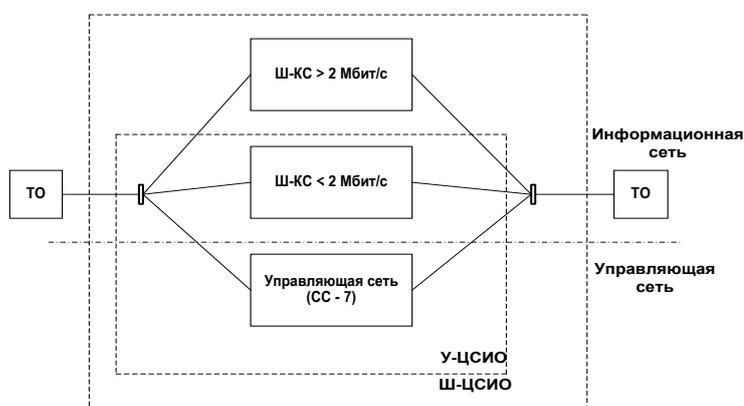


Рис. 4.1

Широкополосный доступ ориентируется на стандартные скорости передачи 155 (точнее 155,520) Мбит/с и 622 (точнее 622,080) Мбит/с. В эталонных точках S<sub>bi</sub> T<sub>b</sub> Ш-ЦСИО поддерживаются все виды широкополосного сервиса.

Интерфейс со скоростью 155 Мбит/с допускает использование как асинхронного, так и синхронного метода мультиплексирования. Предусматривается передача как отдельных ячеек, так и их групп, объединенных в кадры с включением межкадровых блоков синхронизации.

Аналогичным образом организован и второй возможный интерфейс Ш-ЦСИО, поддерживающий доступ при скорости 622 Мбит/с. На переходном этапе для этого интерфейса разрешается синхронное мультиплексирование путем включения в отдельные модули нескольких кадров с ячейками. Этот интерфейс может быть образован объединением четырех интерфейсов со скоростью передачи 155 Мбит/с.

Физический уровень интерфейсов Ш-ЦСИО предполагает использование электрической или оптической передающей среды, рассчитанной на соответствующую скорость передачи. Он должен предусматривать возможность поддержки конфигурации *точка-многоточка*.

Система АМП рассчитана на работу с произвольными цифровыми передающими системами или иерархией систем цифровой передачи. в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т G.702 или G.707-G.709. Сигнальная информация и информация пользователей должна передаваться по отдельным ВК. Предусматривается модификация или расширение функциональных возможностей Рекомендаций 1.441 и 1.431, определяющих процедуры

доступа к У-ЦСИО применительно к Ш-ЦСИО. Сигнальное сообщение с запросом на установление ВК может дополнительно включать статистические параметры потока информации и требуемое качество обслуживания.

В протокольной модели Ш-ЦСИО, предложенной в Рекомендации 1.321, имеются два специфических уровня, относящихся к АМП:

- уровень АТМ (АМП), который является общим для всех видов сервиса и обеспечивает возможность передачи отдельных ячеек;
- адаптационный уровень (AAL), зависящий от вида сервиса.

Граница между уровнем АТМ и адаптационным уровнем определяется делением информации, содержащейся в заголовке ячейки, и информации, хранящейся в ее информационном поле.

Адаптационный уровень учитывает класс верхних уровней (рис .4.4). На этом уровне происходит отображение информации в ячейку. На передающем конце осуществляется ее разбиение на информационные единицы для их последующей вставки в ячейки. На приемном конце производится упорядочение информационных единиц. Любая информация, являющаяся специфической для адаптационного уровня, которая должна быть передана между адаптационными уровнями удаленных объектов, содержится в информационном поле ячейки. Допускается реализация адаптационного уровня в ООС, сетевом или терминальном адаптере и терминальном оборудовании пользователей.

**Классы видов сервиса и интерфейсы Ш-ЦСИО.** В связи с тем, что Ш-ЦСИО охватывает широкий диапазон видов связи, каждый из которых имеет специфические требования к скорости передачи, возможности оптимизации сеанса связи, необходимости обеспечения диалога и т.д., рекомендациями МСЭ-Т (Рекомендация 1.362) предусмотрено четыре класса видов сервиса (Рис.4.4., Таб. 4.1). Вместо номеров классов (1-4) используются также буквы А, В, С, D (указаны в скобках).

Как видно из табл. 4.1, наиболее жесткие требования по передаче информации предъявляются в классе 1 (класс А). Этот класс позволяет эмулировать канал связи, т.е., несмотря на применение асинхронного метода передачи, должна быть обеспечена, как и при методе КК, постоянная скорость передачи, что требуется, например, при телефонной связи, телевидении и др.

Если же при передаче видеoinформации или данных в интерактивном режиме можно допустить переменную скорость передачи без потери допустимого качества, то может быть применен класс 2 (класс В).

Классы 3 и 4 (классы С и D) в первую очередь могут использоваться при передаче данных, например при передаче сообщений в режиме электронной почты.

Класс 4 характерен для связи между собой локальных вычислительных сетей. Класс 4 определен Рекомендациями МСЭ-Т F.812, 1.211, 1.327, 1.362 - 1.364.

В настоящее время классы 3 и 4 из-за их сходства объединены в один класс 3/4 и введен класс 5 с более простыми протоколами.

Потоки данных (в том числе и речевая информация, представленная в цифровом виде) различных классов поступают на уровень ААL, где подвергаются обработке в соответствии с двумя функциями: 1) совмещения потоков данных (Convergence Subfunction - CS) и 2) сегментации или разборки сегментов данных при поступлении их с уровня АТМ (Segmentation And Reassembly - SAR).

На уровне АТМ осуществляются генерация заголовка ячейки, модификация в заголовке ячейки VPI/VCI, мультиплексирование и демуплексирование.

На физическом уровне реализуются следующие основные функции:

- вставка и изъятие пустых ячеек для согласования скорости передачи;
- проверка наличия ошибок в заголовке;
- синхронизация битов при передаче по физической среде.

Форматы ячеек определены в Рекомендации МСЭ-Т 1.361. При этом в отличие от У-ЦСИО в Ш-ЦСИО кроме интерфейса пользователь - сеть определен также интерфейс сеть - сеть, который используется и между узлами коммутации одной и той же Ш-ЦСИО.

Соответственно имеются два вида ячеек для этих двух интерфейсов.

Заметное увеличение допустимого числа В К на интерфейсе сеть - сеть объясняется также и тем, что на этом интерфейсе используются линии связи со значительно более высокой скоростью, чем абонентские линии на интерфейсе пользователь - сеть.

**Виды сервиса предоставляемые пользователям Ш-ЦСИО.** В связи с тем, что согласно концепции Рекомендации МСЭ-Т 1.121 Ш-ЦСИО является дальнейшим развитием У-ЦСИО и поэтому включает последнюю в качестве своей подсети, в Ш-ЦСИО в полном объеме могут быть предоставлены все услуги У-ЦСИО. Однако в некоторых случаях в Ш-ЦСИО может использоваться только асинхронный метод передачи без применения синхронных каналов У-ЦСИО. Тогда использование методов коммутации каналов и пакетов в сети не представляется возможным и вся взаимосвязь удаленных объектов (пользователей) будет осуществляться на основе АМП и быстрой коммутации пакетов начиная с УК Ш-ЦСИО.

Одним из основных отличий Ш-ЦСИО от У-ЦСИО является предоставление пользователям различных видов широкополосного сервиса с высоким качеством обслуживания.

Предложенные в рекомендациях серии I ориентировочные значения скорости передачи для некоторых видов сервиса приведены в табл. 4.4, откуда следует, что если виды сервиса, относящиеся к низкоскоростному классу, можно реализовать в рамках У-ЦСИО (64-кбит/с канал), то для реализации двух остальных классов сервиса необходимо введение Ш-ЦСИО.

**Широкополосные виды сервиса.** Все широкополосные виды сервиса, предоставляемые пользователям Ш-ЦСИО, можно разделить на: интерактивные и дистрибутивные.

*Интерактивные виды сервиса.* Разделены на три класса: сервис типа «диалог», «поиск» и «передача с хранением».

В сервисе типа «диалог» две или более сторон, участвующих в сеансе связи, обмениваются различными сообщениями. К сервису этого класса относятся видеотелефон, видеоконференция и высокоскоростная передача данных.

К сервису типа «поиск» принадлежат такие, с помощью которых пользователи могут осуществлять поиск необходимой информации в информационных центрах.

Передача требуемой информации пользователю производится по его запросу. В качестве примеров сервиса этого класса можно перечислить поиск фильмов, изображений с высокой разрешающей способностью, а также поиск звуковой информации.

Сервис типа «передача с хранением» позволяет пользователям обмениваться информацией с помощью «почтового ящика» и/или производить редактирование и обработку информации.

*Дистрибутивные виды сервиса* можно разделить на виды сервиса, в которых предусмотрено воздействие со стороны пользователя, и виды сервиса, в которых это воздействие не предусмотрено.

К дистрибутивным видам сервиса, *не предусматривающим воздействие со стороны пользователя*, относятся широкоэмиттерные виды сервиса, в которых центральный источник передает непрерывный поток информации неограниченному числу пользователей, подключенных к сети. Отдельный пользователь не может влиять на начало передачи информации и порядок представления. Примерами такого вида сервиса являются телевидение и аудиопрограммы.

В дистрибутивных видах сервиса, в которых *предусматривается воздействие со стороны пользователя*, информация передается в виде периодически повторяющихся информационных кадров. Таким образом, пользователь имеет возможность контролировать начало и порядок представления информации. Перечень классов видов сервиса и областей их использования дается в (среди дистрибутивных видов сервиса представлены только те, которые предусматривают воздействие со стороны пользователя).

Из всего вышесказанного следует, что Ш-ЦСИО предоставляет широкий спектр услуг (видов сервиса), охватывающий практически все связи, требующие использования

узкополосных и широкополосных каналов (Рис. 4.5).

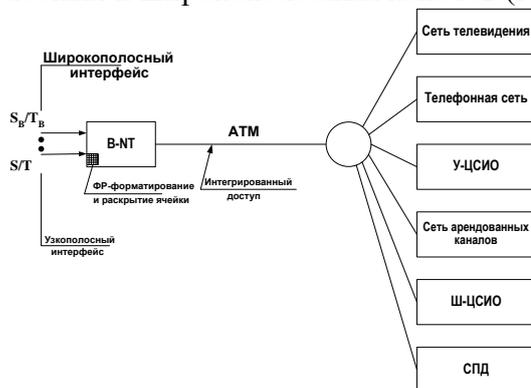


Рис. 4.5

## 5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЯХ

### 5.1. Сопряжение информационных сетей

**Использование различных сетевых технологий.** Базовая сетевая технология - это согласованный набор протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств, достаточный для построения информационной сети. Протоколы, на основе которых строится сеть базовой технологии, специально разрабатывались для совместной работы, поэтому от разработчика сети не требуется дополнительных усилий по организации их взаимодействия. Примерами базовых сетевых технологий могут служить хорошо известные технологии Ethernet и Token Ring для локальных сетей и технологии X.25 и frame relay для территориальных сетей. Для получения работоспособной сети в этом случае достаточно приобрести программные и аппаратные средства, относящиеся к одной базовой технологии - сетевые адаптеры с драйверами, концентраторы, коммутаторы, кабельную систему и т.п., и соединить их в соответствии с требованиями стандарта на данную технологию.

Однако, построение крупной сети на основе одной базовой технологии - это большая редкость. Обычным состоянием для любой вычислительной сети средних и крупных размеров является сосуществование различных стандартов и базовых технологий. Появление новых технологий, таких как Fast Ethernet или 100VG-AnyLAN, не означает, что мгновенно исчезают старые, например, 10-Мегабитный Ethernet, Token Ring или FDDI, так как в эти технологии были сделаны огромные капиталовложения. Поэтому трудно рассчитывать на вытеснение в обозримом будущем всех технологий какой-либо одной, хотя бы и такой многообещающей, как ATM.

Степень неоднородности сетевых технологий существенно возрастает при необходимости объединения локальных и глобальных сетей, имеющих, как правило, существенно различные стеки протоколов. Хотя в последние годы и наметилась тенденция к сближению методов передачи данных, используемых в этих двух типах вычислительных сетей, различия между ними все еще велики. Поэтому в пределах одной корпоративной сети обычно используется большой набор разнообразных базовых топологий и задача объединения их всех в единую сеть, прозрачную для транспортных операций конечных узлов, требует привлечения специальных методов и средств.

**Использование протоколов сетевого уровня.** Самым распространенным средством объединения разнородных транспортных технологий является использование единого сетевого протокола во всех узлах корпоративной сети. Единый сетевой протокол работает поверх протоколов базовых технологий и является тем общим стержнем, который их объединяет. Именно на основе общего сетевого протокола маршрутизаторы осуществляют передачу данных между сетями, даже в случае очень существенных различий между их базовыми сетевыми технологиями.

Хотя идея объединения составной сети с помощью маршрутизаторов подразумевает использование во всех частях сети одного сетевого протокола, очень

часто сетевым интеграторам и администраторам приходится сталкиваться с задачей объединения сетей, каждая из которых уже работает на основе своего сетевого протокола. Имеется несколько сетевых протоколов, которые получили широкое распространение: IP, IPX, DECnet, Banyan IP, AppleTalk. Каждый из них имеет свою нишу и своих сторонников, поэтому очень вероятно, что в отдельных частях большой сети будут использоваться разные сетевые протоколы. Маршрутизаторы, даже многопротокольные, не могут решить задачу совместной работы сетей, использующих разные сетевые протоколы, поэтому в таких случаях используются другие средства, например, программные шлюзы.

**Комбинирование протоколов сбора маршрутной информации.** Маршрутизаторы строят свои адресные таблицы с помощью специальных служебных протоколов, которые обычно называют *протоколами обмена маршрутной информацией* или *протоколами маршрутизации*.

Протоколы обмена маршрутной информацией также существуют не в единственном числе. Во-первых, протокол обмена маршрутной информацией тесно связан с определенным протоколом сетевого уровня, так как он должен отражать способ адресации сетей и узлов, принятый в этом сетевом протоколе. Поэтому для каждого сетевого протокола должен использоваться свой протокол обмена маршрутной информацией. Во-вторых, для каждого сетевого протокола разработано несколько протоколов обмена маршрутной информацией, отличающихся способом построения таблицы маршрутизации.

В результате в корпоративной сети может одновременно работать несколько протоколов обмена маршрутной информацией, например, RIP IP, RIP IPX, OSPF, NLSP, IGRP. Для того, чтобы добиться их согласованной работы, от администратора сети требуется использование соответствующих маршрутизаторов и выполнения специфических операций по их настройке.

**Проблемы несовместимости оборудования.** Проблемы несовместимости оборудования разных производителей, возникают чаще всего по трем причинам:

- неточная (с ошибками) реализация стандартов;
- использование фирменных стандартов;
- улучшение стандартов - введение дополнительных функций и свойств.

Для компаний, являющихся лидерами рынка коммуникационного оборудования, ошибочная реализация стандартов - событие маловероятное, так как их представители всегда составляют основу комитетов, разрабатывающих стандарты.

Однако оставшиеся две причины часто порождают проблемы. На первый взгляд может показаться, что нет ничего страшного в том, что в коммуникационной аппаратуре имеются дополнительные функции или что эта аппаратура поддерживает наряду с общепринятыми и свои, фирменные протоколы. В любом случае остается возможность организовать совместную работу двух устройств разных производителей на основе стандартных протоколов. Тем не менее, на практике этой возможностью удастся воспользоваться не всегда. Примером служит история с протоколом DLSw, первая стандартная версия которого была описана в документе RFC 1434. Затем компания Cisco выпустила фирменную улучшенную версию этого протокола, названную ею DLSw+, обратно совместимую со стандартной версией. Затем появилась новая стандартная версия DLSw, описанная в RFC 1795, которая также была обратно совместима с прежним стандартом. Однако, версия DLSw по RFC 1795 оказалась несовместимой с версией DLSw+, что породило необходимость модификации программного обеспечения в маршрутизаторах Cisco в тех организациях, которые стали устанавливать новые маршрутизаторы от других фирм.

Использование фирменных стандартов может приводить и к тому, что администраторы сетей в какой-то момент при очередной модернизации сети оказываются перед нелегким выбором - либо устанавливать новое оборудование только от одного производителя, даже если есть более подходящие варианты, либо переконфигурировать все установленное оборудование для работы по стандартному протоколу, чтобы оно стало совместимо с оборудованием других производителей. Понятно, что каждый из этих вариантов является мало привлекательным.

## Стратегии межсетевого взаимодействия

**Средства взаимодействия компьютеров в сети.** Средства взаимодействия компьютеров в сети организованы в виде многоуровневой структуры - стека протоколов. В однородной сети все компьютеры используют один и тот же стек. В контексте межсетевого взаимодействия понятие "сеть" можно определить как совокупность компьютеров, общающихся друг с другом с помощью единого стека протоколов. Проблема возникает тогда, когда требуется организовать взаимодействие компьютеров, принадлежащих разным сетям (в указанном выше смысле), то есть организовать взаимодействие компьютеров, на которых установлены разные стеки коммуникационных протоколов.

Задачи устранения неоднородности имеют некоторую специфику в зависимости от того, к какому уровню модели OSI (информация о модели OSI приведена в приложении) они относятся, и даже имеют разные названия. Задача объединения транспортных подсистем, отвечающих только за передачу сообщений, обычно называется *internetworking*.

Несколько другая проблема, называемая *interoperability*, возникает при объединении сетей, использующих разные протоколы более высоких уровней. Как сделать, например, возможным для клиентов сети Novell NetWare доступ к файловому сервису Windows NT или работу с сервисом telnet ОС Unix?

Очевидно, что подобные проблемы весьма характерны для корпоративных сетей, где в разных подразделениях часто работают разные сетевые операционные системы.

Проблема межсетевого взаимодействия может иметь разные внешние проявления, но суть ее одна - несовпадение используемых коммуникационных протоколов. (Подробнее о стеках коммуникационных протоколов читайте в приложении.) Например, эта проблема возникает в сети, в которой используется только одна сетевая ОС, но в которой транспортная подсистема неоднородна из-за того, что сеть включает в себя фрагменты Ethernet, объединенные кольцом FDDI. Здесь в качестве взаимодействующих сетей выступают группы компьютеров, использующие различные протоколы канального и физического уровня, например, сеть Ethernet, сеть FDDI.

Равным образом проблема межсетевого взаимодействия может возникнуть в однородной сети Ethernet, в которой установлено несколько сетевых ОС. В этом случае, все компьютеры и все приложения используют для транспортировки сообщений один и тот же набор протоколов, но взаимодействие клиентских и серверных частей сетевых сервисов осуществляется по разным протоколам. Здесь компьютеры могут быть отнесены к разным сетям, если у них различаются протоколы верхних уровней, например, сеть Windows NT, сеть NetWare. Конечно, эти сети могут спокойно сосуществовать, не мешая друг другу и мирно пользуясь общим транспортом. Однако, если потребуется обеспечить доступ к данным файл-сервера NetWare для клиентов Windows NT, администратор сети столкнется в необходимости согласования сетевых сервисов.

Существует три основных подхода к согласованию разных стеков протоколов:

- трансляция;
- мультиплексирование;
- инкапсуляция.

**Трансляция протоколов.** *Трансляция* обеспечивает согласование двух протоколов путем преобразования (трансляции) сообщений, поступающих от одной сети, в формат другой сети. Транслирующий элемент в качестве, которого могут выступать, например, программный или аппаратный шлюз, мост, коммутатор или маршрутизатор, размещается между взаимодействующими сетями и служит посредником в их "диалоге".

В зависимости от типа транслируемых протоколов процедура трансляции может иметь разную степень сложности. Так, преобразование протокола Ethernet в протокол Token Ring сводится к нескольким несложным действиям, главным образом

благодаря тому, что в обоих протоколах используется единая адресация узлов. А вот трансляция протоколов сетевого уровня IP и IPX представляет собой гораздо более сложный, сложный, интеллектуальный процесс, включающий не только преобразование форматов сообщений, но и отображение адресов сетей и узлов, различным образом трактуемых в этих протоколах.

Следует отметить, что сложность трансляции зависит не от того, насколько высокому уровню соответствуют транслируемые протоколы, а от того, насколько сильно они различаются. Так, например, весьма сложной представляется трансляция протоколов канального уровня ATM-Ethernet, именно поэтому для их согласования используется не трансляция, а другие подходы.

К частному случаю трансляции протоколов может быть отнесен широко применяемый подход с использованием общего протокола сетевого уровня (IP или IPX). Заголовок сетевого уровня несет информацию, которая, дополняя информацию заголовка канального уровня, позволяет выполнять преобразование протоколов канального уровня. Процедура трансляции в данном случае выполняется маршрутизаторами, причем помимо информации, содержащейся в заголовках транслируемых кадров, то есть в заголовках канального уровня, дополнительно используется информация более высокого уровня, извлекаемая из заголовков сетевого уровня.

Трансляцию протоколов могут выполнять различные устройства - мосты, коммутаторы, маршрутизаторы, программные и аппаратные шлюзы. Часто транслятор протоколов называют шлюзом в широком смысле, независимо от того, какие протоколы он транслирует. В этом случае подчеркивается тот факт, что трансляция осуществляется выделенным устройством, соединяющим две разнородные сети.

**Мультиплексирование протоколов.** Другим подходом к согласованию коммуникационных протоколов является технология мультиплексирования. Этот подход состоит в установке нескольких дополнительных стеков протоколов на одной из конечных машин, участвующих во взаимодействии. Компьютер с несколькими стеками протоколов использует для взаимодействия с другим компьютером тот стек, который понимает этот компьютер.

Для того, чтобы запрос от прикладного процесса был правильно обработан и направлен через соответствующий стек, необходимо наличие специального программного элемента - *мультиплексора протоколов*. Мультиплексор должен уметь определять, к какой сети направляется запрос клиента.

При использовании технологии мультиплексирования структура коммуникационных средств операционной системы может быть и более сложной: мультиплексирование осуществляется не на уровне стеков, а на уровне отдельных протоколов. В общем случае на каждом уровне может быть установлено несколько протоколов, и для каждого уровня может существовать собственный мультиплексор, выполняющий коммутацию между протоколами соседних уровней. Например, рабочая станция может получить доступ к сетям с протоколами NetBIOS, IP, IPX через один сетевой адаптер. Аналогично сервер, поддерживающий прикладные протоколы NCP, SMB и NFS может без проблем выполнять запросы рабочих станций сетей NetWare, Windows NT и Sun одновременно.

**Сравнительный анализ трансляции и мультиплексирования.** Применение техники трансляции связано со следующими достоинствами:

- Не требуется устанавливать дополнительное программное обеспечение на рабочих станциях.
- Сохраняется привычная среда пользователей и приложений, транслятор полностью прозрачен для них.
- Все проблемы межсетевого взаимодействия локализованы, следовательно упрощается администрирование, поиск неисправностей, обеспечение безопасности.

Недостатки согласования протоколов путем трансляции состоят в том, что:

- Транслятор замедляет работу из-за относительно больших временных затрат на сложную процедуру трансляции, а также из-за ожидания запросов в очередях к единственному элементу, через который проходит весь межсетевой трафик;

- Централизация обслуживания запросов к "чужой" сети снижает надежность. Однако можно предусмотреть резервирование - использовать несколько трансляторов;

- При увеличении числа пользователей и интенсивности обращений к ресурсам другой сети резко снижается производительность - плохая масштабируемость.

Достоинство мультиплексирования по сравнению с трансляцией протоколов заключается в том, что запросы выполняются быстрее, за счет отсутствия очередей к единственному межсетевому устройству и использования более простой, чем трансляция, процедуры переключения на нужный протокол.

Более надежный способ - при отказе стека на одном из компьютеров доступ к ресурсам другой сети возможен посредством протоколов, установленных на других компьютерах.

Недостатки данного подхода:

- Сложнее осуществляется администрирование и контроль доступа;

- Высокая избыточность требует дополнительных ресурсов от рабочих станций, особенно если требуется установить несколько стеков для доступа к нескольким сетям;

- Менее удобен для пользователей по сравнению с транслятором, так как требует навыков работы с транспортными протоколами "чужих" сетей.

**Инкапсуляция протоколов.** *Инкапсуляция* (encapsulation) или *туннелирование* (tunneling) - это еще один метод решения задачи согласования сетей, который, применим только для согласования транспортных протоколов и только при определенных ограничениях. Инкапсуляция может быть использована, когда две сети с одной транспортной технологией необходимо соединить через сеть, использующую другую транспортную технологию. При инкапсуляции промежуточная сеть используется только как транзитная транспортная система.

Метод инкапсуляции заключается в том, что пограничные маршрутизаторы, которые подключают объединяемые сети к транзитной, упаковывают пакеты транспортного протокола объединяемых сетей в пакеты транспортного протокола транзитной сети. В данном случае пакеты NetBIOS упаковываются в пакеты TCP, как если бы пакеты NetBIOS представляли собой сообщения протокола прикладного уровня. Затем пакеты NetBIOS переносятся по сети TCP/IP до другого пограничного маршрутизатора. Второй пограничный маршрутизатор выполняет обратную операцию - он извлекает пакеты NetBIOS из пакетов TCP и отправляет их по сети назначения адресату.

Для реализации метода инкапсуляции пограничные маршрутизаторы должны быть соответствующим образом сконфигурированы. Они должны знать, во-первых, IP-адреса друг друга, во-вторых - NetBIOS-имена узлов объединяемых сетей. Имея такую информацию, они могут принять решение о том, какие NetBIOS-пакеты нужно переправить через транзитную сеть, какой IP-адрес указать в пакете, передаваемом через транзитную сеть и каким образом доставить NetBIOS-пакет узлу назначения в конечной сети.

Инкапсуляция может быть использована для транспортных протоколов любого уровня. Например, протокол сетевого уровня X.25 может быть инкапсулирован в протокол транспортного уровня TCP, или же протокол сетевого уровня IP может быть инкапсулирован в протокол сетевого уровня X.25. Для согласования сетей на сетевом уровне могут быть использованы многопротокольные и инкапсулирующие маршрутизаторы, а также программные и аппаратные шлюзы.

Обычно инкапсуляция приводит к более простым и быстрым решениям по сравнению с трансляцией, так как решает более частную задачу, не обеспечивая взаимодействия с узлами транзитной сети.

## **5.2. организация и сопровождение серверов информационных сетей**

**Выбор аппаратно-программной платформы.** Появление в 80-х годах персональных компьютеров (ПК) и локальных сетей ПК самым серьезным образом изменило организацию корпоративных вычислений. Однако и сегодня освоение

сетевых вычислений в масштабе предприятия и Internet продолжает оставаться не простой задачей. В отличие от традиционной, хорошо управляемой и безопасной среды вычислений предприятия, построенной на базе универсальной вычислительной машины (мейнфрейм) с подсоединенными к ней терминалами, среда локальных сетей ПК плохо контролируется, плохо управляется и небезопасна. С другой стороны, расширенные средства сетевой организации делают возможным разделение бизнес-информации внутри групп индивидуальных пользователей и между ними, внутри и вне корпорации и облегчают организацию информационных процессов в масштабе предприятия. Чтобы ликвидировать брешь между отдельными локальными сетями ПК и традиционными средствами вычислений, а также для организации распределенных вычислений в масштабе предприятия появилась модель вычислений на базе рабочих групп.

Как правило, термины серверы рабочих групп и сетевые серверы используются взаимозаменяемо. Сервер рабочей группы может быть сервером, построенным на одном процессоре компании Intel, или суперсервером (с несколькими ЦП), подобным изделиям компаний Compaq, HP, IBM и DEC, работающим под управлением операционной системы Windows NT. Это может быть также UNIX-сервер начального уровня компаний Sun, HP, IBM и DEC.

По мере постепенного вовлечения локальных сетей в процесс создания корпоративной вычислительной среды, требования к серверам рабочих групп начинают включать в себя требования, предъявляемые к серверам масштаба предприятия. Для этого прежде всего требуется более мощная сетевая операционная система. Таким образом, в настоящее время между поставщиками UNIX-систем, а также систем на базе Windows NT, увеличивается реальная конкуренция.

Серверы приложений для рабочих групп должны поддерживать следующие типы приложений:

- приложения рабочих групп - календарь, расписание, поток работ, управление документами;
- средства организации совместных работ - Lotus notes, электронные конференции;
- прикладные сервисы для приложений клиент/сервер;
- коммуникационные серверы (удаленный доступ и маршрутизация);
- internet;
- доступ к распределенной информации/данным.
- традиционные сервисы локальных сетей - разделение файлов/принтеров;
- управление системой, дистанционное управление;
- электронная почта.

Основу современных информационных систем предприятий и организаций составляют корпоративные серверы различного функционального назначения, построенные на базе операционной системы Unix. Архитектура этих систем варьируется в широких пределах в зависимости от масштаба решаемых задач и размеров предприятия. Двумя основными проблемами построения вычислительных систем для критически важных приложений, связанных с обработкой транзакций, управлением базами данных и обслуживанием телекоммуникаций, являются обеспечение высокой производительности и продолжительного функционирования систем. Наиболее эффективный способ достижения заданного уровня производительности - применение параллельных масштабируемых архитектур. Задача обеспечения продолжительного функционирования системы имеет три составляющих: надежность, готовность и удобство обслуживания. Все эти три составляющих предполагают, в первую очередь, борьбу с неисправностями системы, порождаемыми отказами и сбоями в ее работе. Эта борьба ведется по всем трем направлениям, которые взаимосвязаны и применяются совместно.

Повышение надежности основано на принципе предотвращения неисправностей путем снижения интенсивности отказов и сбоев за счет применения электронных схем и компонентов с высокой и сверхвысокой степенью интеграции, снижения уровня помех, облегченных режимов работы схем, обеспечение тепловых режимов их работы, а также за счет совершенствования методов сборки аппаратуры. Повышение уровня готовности предполагает подавление в определенных пределах влияния отказов и сбоев на работу

системы с помощью средств контроля и коррекции ошибок, а также средств автоматического восстановления вычислительного процесса после проявления неисправности, включая аппаратную и программную избыточность, на основе которой реализуются различные варианты отказоустойчивых архитектур. Повышение готовности есть способ борьбы за снижение времени простоя системы. Основные эксплуатационные характеристики системы существенно зависят от удобства ее обслуживания, в частности от ремонтпригодности, контролепригодности и т.д.

VAX-кластер обладает следующими свойствами:

**Разделение ресурсов.** Компьютеры VAX в кластере могут разделять доступ к общим ленточным и дисковым накопителям. Все компьютеры VAX в кластере могут обращаться к отдельным файлам данных как к локальным.

**Высокая готовность.** Если происходит отказ одного из VAX-компьютеров, задания его пользователей автоматически могут быть перенесены на другой компьютер кластера. Если в системе имеется несколько контроллеров внешних накопителей и один из них отказывает, другие контроллеры автоматически подхватывают его работу.

**Высокая пропускная способность.** Ряд прикладных систем могут пользоваться возможностью параллельного выполнения заданий на нескольких компьютерах кластера.

**Удобство обслуживания системы.** Общие базы данных могут обслуживаться с единственного места. Прикладные программы могут устанавливаться только однажды на общих дисках кластера и разделяться между всеми компьютерами кластера.

**Расширяемость.** Увеличение вычислительной мощности кластера достигается подключением к нему дополнительных VAX-компьютеров. Дополнительные накопители на магнитных дисках и магнитных лентах становятся доступными для всех компьютеров, входящих в кластер.

Работа любой кластерной системы определяется двумя главными компонентами: высокоскоростным механизмом связи процессоров между собой и системным программным обеспечением, которое обеспечивает клиентам прозрачный доступ к системному сервису.

**Оценка конфигурации системы.** Выбор аппаратной платформы и конфигурации системы представляет собой чрезвычайно сложную задачу. Это связано, в частности, с характером прикладных систем, который в значительной степени может определять рабочую нагрузку вычислительного комплекса в целом. Однако часто оказывается просто трудно с достаточной точностью предсказать саму нагрузку, особенно в случае, если система должна обслуживать несколько групп разнородных по своим потребностям пользователей. Например, иногда даже бессмысленно говорить, что для каждого N пользователей необходимо в конфигурации сервера иметь один процессор, поскольку для некоторых прикладных систем, в частности, для систем из области механических и электронных САПР, может потребоваться 2-4 процессора для обеспечения запросов одного пользователя. С другой стороны, даже одного процессора может вполне хватить для поддержки 15-40 пользователей, работающих с прикладным пакетом Oracle\*Financial. Другие прикладные системы могут оказаться еще менее требовательными. Но следует помнить, что даже если рабочую нагрузку удастся описать с достаточной точностью, обычно скорее можно только выяснить, какая конфигурация не справится с данной нагрузкой, чем с уверенностью сказать, что данная конфигурация системы будет обрабатывать заданную нагрузку, если только отсутствует определенный опыт работы с приложением.

Обычно рабочая нагрузка существенно определяется "типом использования" системы. Например, можно выделить серверы NFS, серверы управления базами данных и системы, работающие в режиме разделения времени. Эти категории систем перечислены в порядке увеличения их сложности. Как правило серверы СУБД значительно более сложны, чем серверы NFS, а серверы разделения времени,

особенно обслуживающие различные категории пользователей, являются наиболее сложными для оценки. К счастью, существует ряд упрощающих факторов.

Во-первых, как правило нагрузка на систему в среднем сглаживается особенно при наличии большого коллектива пользователей (хотя почти всегда имеют место предсказуемые пики). Например, известно, что нагрузка на систему достигает пиковых значений через 1-1.5 часа после начала рабочего дня или окончания обеденного перерыва и резко падает во время обеденного перерыва. С большой вероятностью нагрузка будет нарастать к концу месяца, квартала или года.

Во-вторых, универсальный характер большинства наиболее сложных для оценки систем - систем разделения времени, предполагает и большое разнообразие, выполняемых на них приложений, которые в свою очередь как правило стараются загрузить различные части системы. Далеко не все приложения интенсивно используют процессорные ресурсы, и не все из них связаны с интенсивным вводом/выводом. Поэтому смесь таких приложений на одной системе может обеспечить достаточно равномерную загрузку всех ресурсов. Естественно неправильно подобранная смесь может дать совсем противоположенный эффект.

Все, кто сталкивается с задачей выбора конфигурации системы, должны начинать с определения ответов на два главных вопроса: какой сервис должен обеспечиваться системой и какой уровень сервиса может обеспечить данная конфигурация. Имея набор целевых показателей производительности конечного пользователя и стоимостных ограничений, необходимо спрогнозировать возможности определенного набора компонентов, которые включаются в конфигурацию системы. Любой, кто попробовал это сделать, знает, что подобная оценка сложна и связана с неточностью. Почему оценка конфигурации системы так сложна? Некоторое из причин перечислены ниже:

Подобная оценка прогнозирует будущее: предполагаемую комбинацию устройств, будущее использование программного обеспечения, будущих пользователей.

Сами конфигурации аппаратных и программных средств сложны, связаны с определением множества разнородных по своей сути компонентов системы, в результате чего сложность быстро увеличивается. Несколько лет назад существовала только одна вычислительная парадигма: мейнфрейм с терминалами. В настоящее время по выбору пользователя могут использоваться несколько вычислительных парадигм с широким разнообразием возможных конфигураций системы для каждой из них. Каждое новое поколение аппаратных и программных средств обеспечивает настолько больше возможностей, чем их предшественники, что относительно новые представления об их работе постоянно разрушаются.

Скорость технологических усовершенствований во всех направлениях разработки компьютерной техники (аппаратных средствах, функциональной организации систем, операционных системах, ПО СУБД, ПО "среднего" слоя (middleware) уже очень высокая и постоянно растет. Ко времени, когда какое-либо изделие широко используется и хорошо изучено, оно часто рассматривается уже как устаревшее.

Эта же методология может быть использована для настройки системы после ее инсталляции: настройка системы и сети выполняются как правило после предварительной оценки и анализа узких мест. Более точно, настройка конфигурации представляет собой процесс определения наиболее слабых компонентов в системе и устранения этих узких мест.

Следует отметить, что выбор той или иной аппаратной платформы и конфигурации определяется и рядом общих требований, которые предъявляются к характеристикам современных вычислительных систем. К ним относятся:

- отношение стоимость/производительность;
- надежность и отказоустойчивость;
- масштабируемость;
- совместимость и мобильность программного обеспечения.

*Отношение стоимость/производительность.* Появление любого нового направления в вычислительной технике определяется требованиями компьютерного рынка. Поэтому у разработчиков компьютеров нет одной единственной цели. Большая универсальная вычислительная машина (мейнфрейм) или суперкомпьютер стоят дорого. Для достижения поставленных целей при проектировании высокопроизводительных конструкций приходится

игнорировать стоимостные характеристики. Суперкомпьютеры фирмы Cray Research и высокопроизводительные мейнфреймы компании IBM относятся именно к этой категории компьютеров. Другим крайним примером может служить низкостойкая конструкция, где производительность принесена в жертву для достижения низкой стоимости. К этому направлению относятся персональные компьютеры различных клонов IBM PC. Между этими двумя крайними направлениями находятся конструкции, основанные на отношении стоимость/производительность, в которых разработчики находят баланс между стоимостными параметрами и производительностью. Типичными примерами такого рода компьютеров являются миникомпьютеры и рабочие станции.

Для сравнения различных компьютеров между собой обычно используются стандартные методики измерения производительности. Эти методики позволяют разработчикам и пользователям использовать полученные в результате испытаний количественные показатели для оценки тех или иных технических решений, и в конце концов именно производительность и стоимость дают пользователю рациональную основу для решения вопроса, какой компьютер выбрать.

*Надежность и отказоустойчивость.* Важнейшей характеристикой вычислительных систем является надежность. Как уже было отмечено, повышение надежности основано на принципе предотвращения неисправностей путем снижения интенсивности отказов и сбоев за счет применения электронных схем и компонентов с высокой и сверхвысокой степенью интеграции, снижения уровня помех, облегченных режимов работы схем, обеспечение тепловых режимов их работы, а также за счет совершенствования методов сборки аппаратуры.

Отказоустойчивость - это такое свойство вычислительной системы, которое обеспечивает ей, как логической машине, возможность продолжения действий, заданных программой, после возникновения неисправностей. Введение отказоустойчивости требует избыточного аппаратного и программного обеспечения. Направления, связанные с предотвращением неисправностей и с отказоустойчивостью, - основные в проблеме надежности. Концепции параллельности и отказоустойчивости вычислительных систем естественным образом связаны между собой, поскольку в обоих случаях требуются дополнительные функциональные компоненты. Поэтому, собственно, на параллельных вычислительных системах достигается как наиболее высокая производительность, так и, во многих случаях, очень высокая надежность. Имеющиеся ресурсы избыточности в параллельных системах могут гибко использоваться как для повышения производительности, так и для повышения надежности. Структура многопроцессорных и многомашинных систем приспособлена к автоматической реконфигурации и обеспечивает возможность продолжения работы системы после возникновения неисправностей.

Следует помнить, что понятие надежности включает не только аппаратные средства, но и программное обеспечение. Главной целью повышения надежности систем является целостность хранимых в них данных.

*Масштабируемость.* Масштабируемость представляет собой возможность наращивания числа и мощности процессоров, объемов оперативной и внешней памяти и других ресурсов вычислительной системы. Масштабируемость должна обеспечиваться архитектурой и конструкцией компьютера, а также соответствующими средствами программного обеспечения.

*Совместимость и мобильность программного обеспечения.* Концепция программной совместимости впервые была применена разработчиками системы IBM/360. Основная задача при проектировании этой системы заключалась в создании такой архитектуры, которая была бы одинаковой с точки зрения пользователя для всех моделей системы независимо от цены и производительности каждой из них. Следует заметить однако, что со временем даже самая передовая архитектура неизбежно устаревает и возникает потребность внесения радикальных изменений архитектуру и способы организации вычислительных систем.

Одним из вариантов моделей открытой среды является модель OSE (Open System Environment), предложенная комитетом IEEE POSIX. На основе этой модели национальный институт стандартов и технологии США выпустил документ "Application Portability Profile (APP). The U.S. Government's Open System Environment Profile OSE/1 Version 2.0", который определяет рекомендуемые для федеральных учреждений США спецификации в области информационных технологий, обеспечивающие мобильность системного и прикладного программного обеспечения. Все ведущие производители компьютеров и программного обеспечения в США в настоящее время придерживаются требований этого документа.

### **ДОСТУП К БАЗАМ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЕТЕЙ**

**Сетевая подсистема ввода/вывода.** Обычно СУБД работает в режиме клиент/сервер. В этом случае сеть или сети, соединяющие клиентов с сервером должны быть адекватно оборудованы. Большинство клиентов работают с вполне определенными фрагментами данных: индивидуальными счетами, единицами хранящихся на складе изделий, историей индивидуальных счетов и т.п. При этих обстоятельствах скорость сети, соединяющей клиентов и серверы редко оказывается проблемой. Отдельной сети Ethernet или Token Ring обычно достаточно для обслуживания 100-200 клиентов. На одном из тестов Sun конфигурация клиент/сервер, поддерживающая более 250 пользователей Oracle\*Financial, генерировала трафик примерно 200 Кбайт/с между фронтальной системой и сервером базы данных. По очевидным причинам стоит более плотно наблюдать за загрузкой сети, особенно когда число клиентов превышает примерно 20 на один сегмент Ethernet. Сети Token Ring могут поддерживать несколько большую нагрузку, чем сети Ethernet, благодаря своим превосходным характеристикам по устойчивости к деградации под нагрузкой.

**Доступ к большим объектам данных.** В ряде случаев возможностей сетей Ethernet или Token Ring может оказаться недостаточно. Чаще всего это случается, когда данные хранятся в базе в виде очень больших массивов. Например, в медицинских базах данных часто хранятся образы рентгеновских снимков, поскольку они могут быть легко объединены с другими данными истории болезни пациента; эти образы рентгеновских снимков часто бывают размером в 3-5 Мбайт. Другими примерами приложений с интенсивным использованием данных являются системы хранения/выборки документов, САПР в области механики и системы мультимедиа. В этих случаях наиболее подходящей сетевой средой является FDDI, хотя в сравнительно ближайшем будущем она может быть заменена на ATM или 100 Мбит Ethernet.

**Конфигурация клиент/сервер.** В последнее время резко увеличилось число приложений, в которых фронтальные системы и серверы СУБД могут или должны размещаться в географически разнесенных местах. Такие системы должны соединяться между собой с помощью глобальных сетей.

Обычно средой передачи данных для таких сетей являются арендованные линии с синхронными последовательными интерфейсами. Эти линии обычно работают со скоростями 56-64 Кбит/с, 1.5-2.0 Мбит/с и 45 Мбит/с. Хотя скорость передачи данных в такой среде значительно ниже, чем обычные скорости локальных сетей, подобных Ethernet, природа последовательных линий такова, что они могут поддерживать очень высокий уровень загрузки. Линия T1 предлагает пропускную способность 1.544 Мб/с (2.048 Мбит/с за пределами США). По сравнению с 3.5 Мбит/с, обеспечиваемых Ethernet в обычном окружении, линия T1 предлагает пропускную способность, которая количественно практически не отличается от Ethernet. Неполные линии T3 часто доступны со скоростями 10-20 Мбит/с, очевидно соперничая с сетями Ethernet и Token Ring. В ряде случаев можно найти приложения, которые могут работать успешно в конфигурации клиент/сервер даже через сеть со скоростью 56 Кбит/с.

**Конфигурирование сетевого ввода/вывода.** Для конфигураций клиент/сервер, где клиенты работают на удаленных ПК или рабочих станциях, следует конфигурировать по 20-50 клиентов на одну сеть Ethernet. Количество клиентов в одной сети 16 Мбит/с Token Ring может достигать 100 благодаря прекрасной устойчивости к деградации под нагрузкой.

Если фронтальная система обслуживает большое количество клиентов, то между фронтальной системой и сервером СУБД следует предусмотреть специальную выделенную

сеть. При этом если приходится манипулировать очень большими объектами данных (более 500 Кбайт на объект), то вместо сетей Ethernet или Token Ring следует применять FDDI.

Фронтальная система и сервер СУБД могут объединяться с помощью глобальных сетей, обеспечивающих "достаточную" полосу пропускания. В идеале это предполагает по крайней мере использование неполной линии T1. Такие приложения должны быть относительно малочувствительны к задержке сети.

При конфигурировании систем клиент/сервер с использованием глобальных сетей следует исследовать возможность применения мониторов обработки транзакций для снижения трафика клиент/сервер до минимума.

В частных сетях обычно нет никаких проблем с использованием терминальных серверов, если только сами разделяемые сети не загружены тяжело для других целей.

### **PrestoServe/NVSIMM**

По определению семантики оператора SQL COMMIT\_WORK любая СУБД должна гарантировать, что все обновления базы данных должны направляться и фиксироваться в стабильной памяти (т.е. любой памяти, которая обеспечивает устойчивое хранение данных даже в условиях сбоя системы или отказов питания). Чтобы СУБД могла дать такую гарантию, она должна выдавать для выполнения по крайней мере некоторые из своих операций записи синхронно. Во время выполнения таких записей операционная система блокируется и не возвращает управление вызвавшей программе до тех пор, пока данные не будут зафиксированы в стабильной памяти. Хотя эта стратегия очень надежна, вместе с тем она приводит к существенному замедлению операций, поскольку при выполнении синхронных записей обязательно требуется, чтобы данные были записаны непосредственно на дорожку диска. Синхронная запись на "чистый" диск занимает примерно 20 мс, а синхронная запись в файловую систему может занять в несколько раз больше времени (если должны быть выполнены обновления в косвенные блоки или блоки с двойной косвенностью).

Обычно СУБД осуществляют синхронную запись только в свои журналы - в случае отказа системы сама база данных может быть реконструирована из синхронно записанного журнала. Иногда система в целом становится узким местом в процессе заполнения журнала. Обычно это случается в среде тяжелой обработки транзакций, которая выполняет многочисленные обновления базы данных (приложения, выполняющие только чтение базы данных, подобные системам поддержки принятия решений, осуществляют немного записей в журнал). Этот эффект еще более усиливается при использовании для журнальных дисков зеркальных пар. В этих случаях для ускорения процесса журнализации часто полезно использовать PrestoServe или NVSIMM. Фиксация записей в немеханических NVRAM, устанавливаемых на PrestoServe или в NVSIMM может существенно расширить узкое горло в некоторых системах.

Если приложение связано с ведением журнала или если приложение жестко ориентировано на проведение обновлений, следует включить в конфигурацию системы NVSIMM или PrestoServe.

Для гарантии от потери данных следует размещать журналы СУБД на зеркальных дисковых парах.

Обеспечение резервного копирования. Поскольку обычно базы данных бывают очень большими, и в них хранится исключительно важная информация, правильная организация резервного копирования данных является очень важным вопросом. Объем вовлеченных в этот процесс данных обычно огромен, особенно по отношению к размеру и обычной скорости устройств резервного копирования. Просто непрактично осуществлять дампы базы данных объемом 20 Гбайт на 4 мм магнитную ленту, работающую со скоростью 500 Кбайт/с: это займет примерно 12 часов. В этой цифре не учтены даже такие важные для работы системы соображения, как обеспечение согласованного состояния базы данных и готовность системы.

Составить расписание для резервного копирования системы, которая используется главным образом в течение нормального рабочего времени, обычно сравнительно просто. Для выполнения процедур резервного копирования после

завершения рабочего дня часто используются скрипты. В некоторых организациях эти процедуры выполняются автоматически даже без привлечения обслуживающего персонала, персонала, в других в неурочное время используют операторов. Для выполнения автоматического резервного копирования без привлечения обслуживающего персонала требуется возможность его проведения в рабочем режиме (режиме online).

Если система должна находиться в рабочем режиме 24 часа в сутки, или если время, необходимое для выполнения резервного копирования превышает размер доступного окна (временного интервала), то планирование операций резервного копирования и конфигурирование соответствующих средств значительно усложняются.

#### ***Резервное копирование в режиме online***

В некоторых случаях необходимо выполнять "резервное копирование в режиме online", т.е. выполнять резервное копирование в то время, когда база данных находится в активном состоянии с подключенными и работающими пользователями.

При выполнении резервного копирования базы данных предполагается, что она находится в согласованном состоянии, т.е. все зафиксированные обновления базы данных не только занесены в журнал, но и записаны также в таблицы базы данных. При реализации резервного копирования в режиме online возникает проблема: чтобы резервные копии оказались согласованными, после того как достигнута точка согласованного состояния базы данных и начинается резервное копирование, все обновления базы данных должны выполняться без обновления таблиц самой базы до тех пор, пока не завершится ее полное копирование. Большинство основных СУБД обеспечивают возможность резервного копирования в режиме online.

#### ***Использование зеркалирования дисков для облегчения резервного копирования***

Простым, но эффективным способом сокращения времени резервного копирования является выполнение копирования на отдельный зеркальный диск. ПО Online:DiskSuite предлагает зеркалирование с очень небольшими накладными системными расходами.

Если зеркальная копия сделана непосредственно после контрольной точки, или после того как база данных выключена, она действительно становится онлайн-дискетой резервной копией, которая сама может быть скопирована в любое удобное время. Можно даже выполнить рестарт базы данных, чтобы продолжить нормальную обработку, хотя с меньшей избыточностью.

Если доступно достаточное количество дисковых накопителей, то может быть использован и второй набор зеркальных дисков, что позволяет сохранить полное зеркалирование даже, когда один набор зеркальных дисков отключается (во время нормальных операций диски будут зеркалироваться по трем направлениям). В этом случае резервное копирование в режиме online может продолжаться после копирования на ленту, что обеспечивает в случае необходимости очень быстрое восстановление.

Этот дополнительный набор зеркальных дисков мог бы быть заново подключен перед следующей контрольной точкой, обеспечив достаточно времени (примерно 30 минут), которое позволит этому набору зеркальных дисков синхронизоваться с зеркальными дисками, работавшими в режиме online.

#### ***Частота резервного копирования***

Большинство пользователей выполняют полное резервное копирование ежедневно. Полагая, что резервное копирование выполняется на тот случай, когда понадобится восстановление, важно рассмотреть составляющие времени восстановления. Оно включает время перезаписи (обычно с ленты) и время, которое требуется для того, чтобы выполнить изменения, внесенные в базу данных с момента резервного копирования. Учитывая необходимость средств такой "прокрутки" вперед, очень важно зеркалировать журналы и журналы архивов, которые и делают этот процесс возможным.

В рабочей среде, где большое количество транзакций выполняют записи в базу данных, время, требуемое для выполнения "прокрутки" вперед от последней контрольной точки может существенно увеличить общее время восстановления. Это соображение само по себе может определить частоту резервного копирования.

#### ***Утилиты резервного копирования***

При использовании "чистых" дисковых разделов, выбор прост: в действительности единственными командами UNIX, работающими с "чистыми" разделами, являются dd и compress. При хранении таблиц СУБД в файловых системах UFS можно выбрать, например, команды tar, cpio и usfdump. Большинство пользователей предпочитают usfdump(1) (dump(1) для Solaris 1.X), или ее эквивалент в Online Backup (hsmdump для Solaris 2.X). Большинство СУБД имеют утилиты для выделения из базы данных "чистых" данных и их копирования на внешний носитель, но эти операции обычно выполняются намного медленнее, чем простое копирование "чистых" разделов диска.

#### ***Отслеживание и проверка резервных копий***

Резервные копии очень важны. Выполнение процедур резервного копирования должно соответствующим образом отслеживаться, чтобы гарантировать, что они завершились успешно. Также важно документировать и тестировать процедуры восстановления. Момент аварии не слишком удачное время для обнаружения того, что в стратегии резервного копирования пропущены некоторые ключевые элементы.

### **4.3. Лабораторные работы**

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Моделирование передающей части цифровой системы связи.	7	Работа в малых группах (3 часа)
2	3.	Моделирование системы восстановления несущего колебания.	5	Работа в малых группах (1 час)
3	5.	Моделирование канала связи.	5	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>4</b>

### **4.4. Практические занятия**

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практической работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Моделирование приемной части цифровой системы связи.	5	-
2	2.	Моделирование петли символьной синхронизации.	5	-
3	5.	Расчет конфигурации сети Ethernet.	7	Работа в малых группах (1 час)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>1</b>

### **4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа (для заочной и заочной ускоренной формы обучения)**

Цель: Изучение принципов построения сетей по стандарту Ethernet и приобретение практических навыков оценки корректности их конфигурации.

Структура: Каждое индивидуальное задание предполагает выполнение студентом следующих разделов:

1. Оценку конфигурации сети по физическим ограничениям: на длину сегмента, на длину сети, правило «4 хаба» («5 хабов» для 10Base-FB)
2. Оценку конфигурации сети по времени двойного оборота сигнала в сети
3. Оценку конфигурации сети по уменьшению межкадрового интервала

Основная тематика: Оценка возможной конфигурации информационной сети.

Рекомендуемый объем: Пояснительная записка объемом 15 - 20 страниц должна содержать титульный лист, задание, описание выполняемых действий по каждому разделу и полученные результаты.

График контрольных мероприятий для заочной формы обучения

Выдача заданий и приём кр проводится в соответствии с календарным учебным графиком

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки контрольной работы</b>
<b>Зачтено</b>	Во время защиты контрольной работы студент демонстрирует знание всех основных определений и продемонстрировал уверенное умение использовать методов выделения основных атрибутов и сущностей из предметной области, и способностью самостоятельно высказать мысль на научно-техническом языке.
<b>Не зачтено</b>	Во время защиты контрольной работы студент показал не полное понимание материала и навыков владения практическими приемами.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>9</i>	<i>5</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1.</b> Сети и каналы передачи информации	36	+	+	2	36	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	ЭКЗАМЕН
<b>2.</b> Режимы переноса информации	28	+	+	2	28	Лк, ПЗ, СРС	ЭКЗАМЕН
<b>3.</b> Организация доступа к информационным сетям	28	+	+	2	28	Лк, ЛР, СРС	ЭКЗАМЕН
<b>4.</b> Цифровые сети интегрального обслуживания	24	+	+	2	24	Лк, СРС	ЭКЗАМЕН
<b>5.</b> Организация и управление доступом в информационных сетях	35	+	+	2	35	Лк, ЛР, ПЗ, СРС	ЭКЗАМЕН
<b><i>всего часов</i></b>	<b>117</b>	<b>58,5</b>	<b>58,5</b>	<b>2</b>	<b>117</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Мелехин, В. Ф. Вычислительные системы и сети : учебник / В. Ф. Мелехин, Е. Г. Павловский. - Москва : Академия, 2013. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат).
2. Пескова, С. А. Сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / С. А. Пескова, А. В. Кузин, А. Н. Волков. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 352 с. - (Высшее профессиональное образование)

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1	Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов). <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Олифер%20В.%20Компьютерные%20сети.%20Принципы,%20технологии,%20протоколы.%20Учебник.%202010.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Олифер%20В.%20Компьютерные%20сети.%20Принципы,%20технологии,%20протоколы.%20Учебник.%202010.pdf</a>	Лк, кр, ПЗ, ЛР	Эр	1
<b>Дополнительная литература</b>				
2	Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).	ЛР, ПЗ	26	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ**

#### **Лабораторная работа №1**

#### **Моделирование передающей части цифровой системы связи**

##### Цель работы:

Изучение принципов формирования сигнала в системах цифровой связи.

##### Задание:

Произвести описание теоретической модели исследуемой системы передачи данных; создание модели передающего устройства цифровой системы связи в Simulink; моделирование работы системы при различных начальных условиях; измерение основных параметров работы передающей системы.

##### Порядок выполнения:

Создайте модель передатчика в Simulink, убедитесь в ее работоспособности. Установите коэффициент скругления формирующего фильтра равным 0 и запустите модель. Сохраните для отчета все графики, полученные в ходе моделирования. Произведите оценку ширины спектра сигнала, крутизны скатов, уровня первого бокового лепестка и занесите эти данные в таблицу. При помощи осциллографа оцените амплитуду квадратурных составляющих для внешних точек сигнального созвездия. Занесите полученные данные в таблицу, найдите отношение максимального значения к минимальному. Повторите задание пункта 2 для коэффициентов скругления фильтра 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 и 1.

##### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод.

##### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

##### Основная литература

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

##### Дополнительная литература

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

##### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дискретизация и квантование сигнала.
2. Кодирование источника.
3. Канальное кодирование.
4. Формирователь комплексной огибающей сигнала (модулятор).

## 5. Квадратурный модулятор.

### Лабораторная работа №2

#### **Моделирование системы восстановления несущего колебания**

##### Цель работы:

Исследование систем синхронизации приемных устройств цифровой связи.

##### Задание:

Произвести описание теоретических моделей процессов, происходящих в блоках синхронизации цифровых систем связи; моделирование системы цифровой связи с блоком восстановления несущего колебания в Simulink.

##### Порядок выполнения:

Создайте модель системы связи в Simulink с блоком восстановления несущего колебания, убедитесь в ее работоспособности. Установите нулевую дробную задержку в канале связи. При нулевом фазовом и частотном рассогласовании убедитесь в работоспособности модели. Задайте фазовое рассогласование  $40^\circ$  и наблюдайте на блоке отображения сигнального созвездия процесс автоматического регулирования. Устанавливая различное фазовое рассогласование, создайте все возможные случаи ложной синхронизации системы связи. При нулевом фазовом рассогласовании задайте частотный сдвиг сигнала 10 Гц, наблюдайте переходной процесс системы регулирования. Устанавливая различные значения частотного рассогласования, найдите максимальное значение, при котором система автоподстройки частоты работоспособна. Оцените влияние изменения коэффициента пропорциональной части системы автоматического регулирования на длительность переходного процесса и максимальное значение частотного рассогласования. Найдите и зафиксируйте оптимальное значение коэффициента пропорциональной части для максимального частотного рассогласования и для наиболее быстрой работы петли регулирования при частотном рассогласовании 10 Гц. Оцените влияние изменения коэффициента интегральной части системы автоматического регулирования.

##### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод.

##### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в третьем разделе данной дисциплины.

##### Основная литература

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

##### Дополнительная литература

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

##### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Системы восстановления несущего колебания.
2. Петля с возведением сигнала в квадрат (петля Пистолькорса). Син-
3. фазно-квадратурная петля (петля Костаса).
4. Петля символьной синхронизации.
5. Фазовая неоднозначность при приеме сигналов с подавленным несущим колебанием.  
Способы решения фазовой неоднозначности.

### **Лабораторная работа №3**

#### **Моделирование канала связи**

##### Цель работы:

Исследование явлений, возникающих в канале связи системы передачи цифровой информации.

##### Задание:

Произвести описание теоретических моделей процессов, происходящих в канале связи; моделирование канала связи в Simulink.

##### Порядок выполнения:

Согласно приведенным выше рисункам и описанию, создайте модель канала связи в Simulink, подключите ее к передатчику и убедитесь в ее работоспособности. Установите нулевое частотное и фазовое рассогласование. Задайте нулевую дробную задержку в канале связи. Проведите моделирование при отношениях сигнал/шум 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 дБ. Оцените значение ОСШ, при котором различение точек в созвездии становится невозможным. Проведите дополнительно 6 измерений возле этого значения. Установите ОСШ в канале равным 100 дБ. Задайте нулевую дробную задержку. Проведите моделирование при фазовом рассогласовании 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 270° и 360°. Проведите моделирование при частотном рассогласовании, равном 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 3 кГц. Установите ОСШ в канале равным 100 дБ. Задайте нулевое частотное и фазовое рассогласование. Проведите моделирование при дробной задержке, равной 0.1, 0.5, 1, 2, 3. Сохраните для отчета все графики, полученные в ходе моделирования.

##### Форма отчетности:

Отчет набирается на компьютере и сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Номер варианта
2. Цель работы
3. Задание
4. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
5. Вывод.

##### Задания для самостоятельной работы:

Предусмотрены вариантом студента.

##### Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в пятом разделе данной дисциплины.

##### Основная литература

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

##### Дополнительная литература

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

##### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Затухание сигнала в канале связи.

2. Воздействие АБГШ на сигнал.
3. Частотный и фазовый сдвиг сигнала.
4. Задержка в канале связи (дискретная, дробная, аналоговая).

Многолучевое распространение сигнала.

### **Практическое занятие №1**

#### **Моделирование приемной части цифровой системы связи**

##### **Цель работы:**

Изучение основ работы приемников цифровых систем связи.

##### **Задание:**

Произвести описание теоретических моделей процессов, происходящих в приемниках цифровых систем связи; моделирование системы связи в Simulink.

##### **Порядок выполнения:**

Создайте модель законченной системы связи в Simulink, убедитесь в ее работоспособности. Установите нулевое частотное и фазовое рассогласование. Задайте нулевую дробную задержку в канале связи. Оцените статистическую вероятность появления ошибки при помощи блока *Error Rate Calculator*. Увеличивайте ОСШ с шагом 5 дБ. Проведите ряд дополнительных измерений (не менее 5 точек) в области низких вероятностей символьной ошибки. Данные занесите в таблицу и постройте график. Проведите моделирование согласно пункту 2 при фазовом рассогласовании  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $85^\circ$ ,  $175^\circ$ . Данные занесите в таблицу и постройте график зависимости символьной ошибки от фазового рассогласования. Проведите моделирование при дробной задержке в канале связи 0.1, 0.5, 1, 3.9. Данные занесите в таблицу и постройте график зависимости символьной ошибки от дробной задержки в канале связи. При необходимости скорректируйте диапазон задержек для конкретного вида манипуляции.

##### **Форма отчетности:**

Отчет сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Вывод.

##### **Задания для самостоятельной работы:**

Предусмотрены вариантом студента.

##### **Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию**

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в первом разделе данной дисциплины.

##### **Основная литература**

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

##### **Дополнительная литература**

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

##### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Общие вопросы построения приемных систем цифровой связи.
2. Архитектура первого поколения цифровых приемников.
3. Архитектура второго поколения цифровых приемников.
4. Архитектура третьего поколения цифровых приемников.
5. Согласованная фильтрация сигнала.

6. Демодуляция сигнала. Расчет метрик. Мягкое решение. Жесткое решение.

## **Практическое занятие №2**

### **Моделирование петли символьной синхронизации**

#### **Цель работы:**

Исследование систем символьной синхронизации приемных устройств цифровой связи.

#### **Задание:**

Произвести описание теоретических моделей процессов, происходящих в блоках символьной синхронизации цифровых систем связи; моделирование системы цифровой связи с блоком восстановления несущего колебания и блоком символьной синхронизации в Simulink.

#### **Порядок выполнения:**

Создайте модель системы связи в Simulink с блоком синхронизации по символьной частоте. Установите нулевую дробную задержку в канале связи. При нулевом фазовом и частотном рассогласовании убедитесь в работоспособности модели. Убедитесь в работоспособности петли восстановления и правильной работе петли синхронизации по символьной частоте. Создайте генератор медленно изменяющегося синусоидального сигнала. Подайте сигнал генератора на вход блока переменной дробной задержки в канале связи. Наблюдайте на глазковой диаграмме перемещение сигнала и убедитесь в правильной работе петли синхронизации по символьной частоте. Оцените степень влияния петли синхронизации по символьной частоте на вид принимаемого созвездия. Исключите петлю синхронизации по несущей частоте из модели приемника. Изменяйте значения частотного и фазового рассогласования, оцените возможность работы петли синхронизации по символьной частоте при частотном рассогласовании передатчика и приемника.

#### **Форма отчетности:**

Отчет сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Вывод.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

Предусмотрены вариантом студента.

#### **Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию**

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным во втором разделе данной дисциплины.

#### **Основная литература**

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

#### **Дополнительная литература**

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

#### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Системы синхронизации по символьной частоте.
2. Детекторы ошибки синхронизации по символьной частоте.
3. Схемы построения генератора, управляющего фильтром-интерполятором.
4. Фильтры-интерполяторы. Фильтр Фарроу, полифазный фильтр-банк.

### **Практическое занятие №3** **Расчет конфигурации сети Ethernet**

#### **Цель работы:**

Изучение принципов построения сетей по стандарту Ethernet и приобретение практических навыков оценки корректности их конфигурации.

#### **Задание:**

Произвести оценку конфигурации сети в соответствии.

#### **Порядок выполнения:**

Ознакомиться с теоретическим материалом. Произвести оценку конфигурации сети в соответствии с вариантом:

- по физическим ограничениям: на длину сегмента, на длину сети, правило «4 хаба» («5 хабов» для 10Base-FB);
- по времени двойного оборота сигнала в сети;
- по уменьшению межкадрового интервала.

По результатам расчетов сделать вывод о корректности конфигурации сети Ethernet.

#### **Форма отчетности:**

Отчет сдается в печатном виде. В отчете должны присутствовать:

1. Цель работы
2. Задание
3. Поэтапное выполнение всех заданий варианта
4. Вывод.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

Предусмотрены вариантом студента.

#### **Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию**

Ознакомиться с теоретическим материалом, представленным в пятом разделе данной дисциплины.

#### **Основная литература**

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 944 с. - (Учебник для вузов).

#### **Дополнительная литература**

1. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебное пособие для вузов / В. Л. Бройдо. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Питер, 2004. - 702 с. - (Учебник для вузов).

#### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Поясните механизм доступа к разделяемой среде в технологии Ethernet.
2. В каких случаях возможна оценка корректности конфигурации по физическим ограничениям?
3. Сформулируйте условие надежного распознавания коллизий.
4. С какой целью вводится ограничение на уменьшение межкадрового интервала?
5. В каком случае и почему для самого длинного пути проводятся два расчета?

### **9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы (для заочной и заочной ускоренной формы обучения)**

Работа посвящена изучению принципов построения сетей по стандарту Ethernet и приобретению практических навыков оценки корректности их конфигурации. Задание включает в себя следующие разделы:

1. Оценку конфигурации сети по физическим ограничениям: на длину сегмента, на длину сети, правило «4 хаба» («5 хабов» для 10Base-FB)
2. Оценку конфигурации сети по времени двойного оборота сигнала в сети
3. Оценку конфигурации сети по уменьшению межкадрового интервала  
Расчет производится каждым студентом индивидуально, по вариантам.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. ОС Windows 7 Professional
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
4. MATLAB Academic new Product Concurrent Licenses
5. Simulink Academic new Product Concurrent Licenses

#### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
ЛР	Дисплейные классы	Персональные компьютеры	ЛР 1-3
ПЗ	Дисплейные классы	Персональные компьютеры	ПЗ 1-3
Лк	Дисплейные классы	Персональные компьютеры	Лк 1-17
СР	ЧЗЗ	-	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

<b>№ компетенции</b>	<b>Элемент компетенции</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тема</b>	<b>ФОС</b>
ОПК-9  ПК-5	способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности  способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	<b>1. Сети и каналы передачи информации</b>	1.1. Характеристики и классификация информационных сетей	Экзаменационные вопросы 1-7
			1.2. Многоуровневая архитектура информационных сетей	
			1.3. Методы передачи данных на физическом уровне	
			1.4. Многоканальная аппаратура связи	
		<b>2. Режимы переноса информации</b>	2.1. Коммутация каналов	Экзаменационные вопросы 8-9
			2.2. Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов	
		<b>3. Организация доступа к информационным сетям</b>	3.1. Структура территориальных сетей	Экзаменационные вопросы 10-12
			3.2. Основные виды доступа	
		<b>4. Цифровые сети интегрального обслуживания</b>	4.1. Основные понятия	Экзаменационные вопросы 13-14
			4.2. Модель протоколов Ш-ЦСИО	
		<b>5. Организация и управление доступом в информационных сетях</b>	5.1. Сопряжение информационных сетей	Экзаменационные вопросы 15-18
			5.2. Организация и сопровождение серверов информационных сетей	

## 2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-9	способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационны х технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	1. Характеристики и классификация информационных сетей	1. Сети и каналы передачи информации
			2. Разновидности каналов связи	
			3. Методы передачи данных на канальном уровне	
			4. Многоканальная аппаратура связи	
			5. Коммутация каналов	2. Режимы переноса информации
			6. Структура территориальных сетей	3. Организация доступа к информационным сетям
			7. Методы доступа к спутниковым системам связи	
			8. Основные понятия	4. Цифровые сети интегрального обслуживания
			9. Сопряжение информационных сетей	5. Организация и управление доступом в информационных сетях
			10. Организация и сопровождение серверов информационных сетей	
2	ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления		1. Сети и каналы передачи информации
1. Многоуровневая архитектура информационных сетей				
2. Методы передачи данных на физическом уровне				
3. Кодирование и сжатие информации			2. Режимы переноса информации	
4. Асинхронный режим переноса, быстрая коммутация пакетов			3. Организация доступа к информационным сетям	
5. Основные виды доступа				
6. Модель протоколов Ш-ЦСИО			4. Цифровые сети интегрального обслуживания	
7. Стратегия межсетевого взаимодействия			5. Организация и управление доступом в информационных сетях	
8. Доступ к базам данных информационных сетей				

#### 4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовое устройство персонального компьютера. Основные информационные процессы происходящие в персональном компьютере;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислительные средства для проектирования устройств и систем;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать персональный компьютер для самостоятельной работы;</li> </ul>	<p><b>отлично</b></p>	<p>Студент должен во время ответа показать знания: различных каналов и режимов передачи информации, основных терминов используемые в научно-технической литературе по информационным сетям и телекоммуникации. Студент должен иметь навыки владения: использования универсальных программных продуктов на ПК, понимания материала и способности высказывания мыслей на научно-техническом языке. Студент во время ответа должен продемонстрировать умения: использования навыков анализа основных понятий в теории информационных сетей и телекоммуникаций.</p>
<p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследования средств и систем управления;</li> </ul>	<p><b>хорошо</b></p>	<p>Ответ содержит неточности. Дополнительные вопросы требуется, но студент с ними справляется отлично.</p>
<p><b>Владеть</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточным уровнем использования универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными аппаратными и программными средствами</li> </ul>	<p><b>удовлетворительно</b></p>	<p>Ответил только на один вопрос, либо слабо ответил на три вопроса. На дополнительные вопросы отвечает неуверенно.</p>
<p>исследования и проектирования систем управления.</p>	<p><b>неудовлетворительно</b></p>	<p>На три вопроса студент отвечает неубедительно. На дополнительные вопросы преподавателя также не может ответить.</p>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина информационные сети и телекоммуникации направлена на ознакомление с вычислительными сетями, и их практическим применением в современных системах телекоммуникаций; на получение теоретических знаний и практических навыков использования различных методов передачи информации, и их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины моделирование систем управления предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- контрольную работу (для заочной и заочной ускоренной формы обучения),
- самостоятельную работу студента,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Сети и каналы передачи информации» студенты должны изучить: основные понятия и определения дисциплины классификацию сетей и методы передачи.

В ходе освоения раздела 2 «Режимы переноса информации» студенты должны изучить: различные режимы передачи и методы коммутации.

В ходе освоения раздела 3 «Организация доступа к информационным сетям» студенты должны изучить: структуру сетей и методы доступа к системам связи.

В ходе освоения раздела 4 «Цифровые сети интегрального обслуживания» студенты должны изучить: основные понятия и протоколы цифровых сетей интегрального обслуживания.

В ходе освоения раздела 5 «Организация и управление доступом в информационных сетях» студенты должны изучить: стратегию межсетевого взаимодействия, организацию серверов и методы доступа к базам данных информационных сетей.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о работе с информационными сетями и использования программы Matlab и пакета Simulink .

В процессе проведения практических работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков проектирования различных моделей сетей.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: режимы и методы передачи информации, структура сетей, виды доступа.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Информационные сети и телекоммуникации**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: формирование у студентов знаний и навыков по использованию информационных сетей и телекоммуникаций, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации вычислительных сетей систем автоматического управления.

Задачей изучения дисциплины является: изучение структуры и общих свойств информации и информационных процессов, общих принципов построения вычислительных сетей, а также систем обработки, хранения и передачи информации.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк – 17 часов, ЛР – 17 часов, ПЗ – 17 часов, СРС – 66 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часов, 4 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Сети и каналы передачи информации
2. Режимы переноса информации
3. Организация доступа к информационным сетям
4. Цифровые сети интегрального обслуживания
5. Организация и управление доступом в информационных сетях

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

ОПК-9 - способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

ПК-5 - способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: экзамен**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-9	способность использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	1. Сети и каналы передачи информации	Методы передачи данных	Отчеты по лабораторным работам. Отчет по практическому занятию.
		2. Режимы переноса информации	Коммутация каналов	Отчет по практическому занятию
		3. Организация доступа к информационным сетям	Основные виды доступа	Отчеты по лабораторным работам.
		5. Организация и управление доступом в информационных сетях	Сопряжение информационных сетей	Отчеты по лабораторным работам. Отчет по практическому занятию. Отчет по контрольной работе.
ПК-5	способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	1. Сети и каналы передачи информации	Методы передачи данных	Отчеты по лабораторным работам. Отчет по практическому занятию.
		2. Режимы переноса информации	Коммутация каналов	Отчет по практическому занятию
		3. Организация доступа к информационным сетям	Основные виды доступа	Отчеты по лабораторным работам.
		5. Организация и управление доступом в информационных сетях	Сопряжение информационных сетей	Отчеты по лабораторным работам. Отчет по практическому занятию. Отчет по контрольной работе.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовое устройство персонального компьютера. Основные информационные процессы происходящие в персональном компьютере;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислительные средства для проектирования устройств и систем;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать персональный компьютер для самостоятельной работы;</li> </ul>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>Во время защиты лабораторных работ и практических работ студент продемонстрировал:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>знание базового устройства ПК;</li> <li>Умение использовать ПК;</li> <li>Владение универсальными пакетами прикладных программ.</li> </ul>
<p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследования средств и систем управления;</li> </ul> <p><b>Владеть</b> (ОПК-9):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточным уровнем использования универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;</li> </ul> <p>(ПК-5):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления.</li> </ul>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Во время защиты лабораторных работ и практических работ студент не смог дать ответы на поставленные преподавателем вопросы. Либо отчет имеет ряд замечаний.</p>

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах от «20» октября 2015 г. № 1171

для набора 2014 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «03» июля 2018 г. № 413

для набора 2015 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «04» декабря 2015 г. № 768 , заочной формы обучения от «04» декабря 2015 г. № 768

для набора 2016 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429 , заочной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429 для заочной формы (ускоренного обучения) от «06» июня 2016 г. № 429

**Программу составил (и):**

Седелников И.А. доцент кафедры УТС

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

\_\_\_\_\_ (подпись)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры УТС

от «28» декабря 2018 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой УТС

\_\_\_\_\_ И.В. Игнатъев

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ И.В. Игнатъев

Директор библиотеки

\_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЭиА

от «28» декабря 2018 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии факультета

СОГЛАСОВАНО:

Начальник

учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_