



Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»**

Воронежский филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
**«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.Б.19 «Информационно-коммуникационные системы и сети»
(Приложение к рабочей программе дисциплины)

Уровень образования:	Высшее образование – бакалавриат	
Направление подготовки:	09.03.02 Информационные системы и технологии	
Язык обучения:	Русский	
Кафедра:	Математики, информационных систем и технологий	
Форма обучения:	Очная	Заочная
Курс:	3	4
Составитель:	Зайцева М.И.	

ВОРОНЕЖ 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	3
1.1 Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения дисциплины	3
1.2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся	4
1.3 Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания	6
2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ.....	9
2.1 Задания для самостоятельной работы и текущего контроля	9
2.2 Критерии оценки качества освоения дисциплины.....	40
3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	41
3.1 Теоретические вопросы для проведения экзамен	41
3.2 Показатели, критерии и шкала оценивания письменных ответов на экзамене.....	42

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1 Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения дисциплины

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-3	способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем	Знать: основные законы создания чертежей, графических изображений и их реализацию на базе графических пакетов прикладных программ. Уметь: создавать чертежи графические изображения и их реализовывать на базе графических пакетов прикладных программ. Владеть: навыками создания чертежей, графических изображений и их реализации на базе графических пакетов прикладных программ.
ОПК-6	способность выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи	Знать: теоретические основы способов реализации информационных систем и устройств; способы реализации информационных систем и устройств. Уметь: выбирать способы реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи. Владеть: способностью оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи; инструментами для решения поставленных задач.
ПК-11	способность к проектированию базовых и прикладных информационных технологий	Знать: основные принципы устройства информационных систем и сервисов. Уметь: выполнять информационный анализ инфокоммуникационных систем и сетей. Владеть: информационными технологиями для сопровождения информационных систем и сервисов.
ПК-34	способность к инсталляции, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию	Знать: структуру программного и технического обеспечения, их основные функции и характеристики, методы инсталляции, отладку программных и настройку технических средств, механизмы администрирования, тенденции их развития (управление распределением памяти для объектов ИС, установление квот памяти для пользователей ИС, управления доступностью данных, включая режимы (состояния)). Уметь: выполнять процедуры настройки

		<p>технических средств информационных систем.</p> <p>Владеть: средствами и средой программирования, современными технологиями программирования, методами настройки и отладки осуществления перехода от управления функционированием отдельных устройств к анализу трафика в отдельных участках сети.</p>
ПК-35	<p>способность проводить сборку информационной системы из готовых компонентов</p>	<p>Знать: теоретические основы сборки информационной системы из готовых компонентов.</p> <p>Уметь: проводить сборку личной информационной системы из готовых компонентов.</p> <p>Владеть: готовностью проводить сборку информационной системы из готовых компонентов при монтажно-наладочной деятельности.</p>
ПК-36	<p>способность применять основные приемы и законы создания и чтения чертежей и документации по аппаратным и программным компонентам информационных систем</p>	<p>Знать: основные законы создания чертежей, графических изображений и их реализацию на базе графических пакетов прикладных программ.</p> <p>Уметь: создавать чертежи графические изображения и их реализовывать на базе графических пакетов прикладных программ.</p> <p>Владеть: навыками создания чертежей, графических изображений и их реализации на базе графических пакетов прикладных программ.</p>
ПК-37	<p>способность выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи.</p>	<p>Знать: теоретические основы реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи.</p> <p>Уметь: применять средства ИС в повседневной жизни, при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, в учебной деятельности, дальнейшем освоении специальностей, востребованных на рынке труда.</p> <p>Владеть: способностью выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи.</p>

1.2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
-------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------

1	Тема 1. Базовые принципы построения информационно-коммуникационных сетей	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
2	Тема 2. Сигналы электросвязи и их характеристики	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
3	Тема 3. Типовые каналы связи и их характеристики	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
4	Тема 4. Принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
5	Тема 5. Принципы построения систем передачи с временным разделением каналов	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
6	Тема 6. Принципы построения аналоговых и цифровых систем коммутации	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
7	Тема 7. Особенности построения оптических систем передачи	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11, ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
8.	Тема 8. Особенности построения систем и сетей радиосвязи	ОПК-3, ОПК-6, ПК-11,	Опрос перед проведением лабораторной работы (допуск), опрос по окончании проведения

		ПК-34, ПК-35, ПК-36, ПК-37	лабораторной работы (защита), задания для самостоятельной работы, экзамен
--	--	-------------------------------------	---

1.3 Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня
<p>Пороговый (базовый) уровень (Оценка «3», Зачтено) (обязательный по отношению ко всем выпускникам к моменту завершения ими обучения по ОПОП)</p>	<p>Знать: основные законы создания чертежей, графических изображений, основы работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; основные способы реализации информационных систем и устройств и критерии оценки этих способов и иногда испытывать некоторые трудности при реализации ИС; основные принципы устройства информационных систем и технологий; теоретические основы инсталляции и настройки программных и технических средств на пороговом уровне; теоретические основы сборки информационной системы; основные законы создания чертежей, графических изображений (основы геометрического моделирования), основы работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; теоретические основы реализации информационных систем и технологий на базовом уровне.</p> <p>Уметь: создавать чертежи, графические изображения, работать в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; использовать способы реализации информационных систем и устройств на пороговом уровне, в некоторых случаях испытывать затруднения; сопровождать информационные системы и технологии; организовывать ввод информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на пороговом уровне; проводить сборку личной информационной системы; создавать чертежи, графические изображения (использовать основы геометрического моделирования), работать в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи на пороговом уровне.</p> <p>Владеть: навыками создания чертежей, графических изображений, работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; элементарными навыками оценки эффективности способов реализации информационных систем и устройств; информационными технологиями для</p>

	<p>сопровождения информационных систем; способностью к установке, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на пороговом уровне; готовностью проводить сборку информационной системы из готовых компонентов на пороговом уровне; навыками создания чертежей, графических изображений (использования основ геометрического моделирования), работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; способностью выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи.</p>
<p>Повышенный (продвинутый) уровень (Оценка «4», Зачтено) (превосходит пороговый (базовый) уровень по одному или нескольким существенным признакам)</p>	<p>Знать: основы создания чертежей, графических изображений, основы работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; основные способы реализации информационных систем и устройств и критерии оценки этих способов; принципы устройства информационных систем и технологий; теоретические основы установки и настройки программных и технических средств на продвинутом уровне; теоретические основы сборки информационной системы из готовых компонентов на продвинутом уровне; основы создания чертежей, графических изображений (основы геометрического моделирования), основы работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; теоретические основы реализации информационных систем и технологий на продвинутом уровне.</p> <p>Уметь: создавать чертежи, графические изображения, работать в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; использовать способы реализации информационных систем и устройств на продвинутом уровне; сопровождать и модернизировать информационные системы и технологии; организовывать ввод информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на продвинутом уровне организовывать ввод информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на продвинутом уровне; проводить сборку личной информационной системы из готовых компонентов на продвинутом уровне; создавать чертежи, графические изображения (использовать основы геометрического моделирования), работать в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи на продвинутом уровне.</p>

	<p>Владеть: навыками создания чертежей, графических изображений, работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; навыками оценки эффективности способов реализации информационных систем и устройств; информационными технологиями для сопровождения и модернизации информационных систем и сервисов; способностью к инсталляции, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на продвинутом уровне; готовностью проводить сборку информационной системы из готовых компонентов при монтажно-наладочной деятельности на продвинутом уровне; навыками создания чертежей, графических изображений (использования основ геометрического моделирования), работы в современных графических средствах интерактивной компьютерной графики; способностью выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи.</p>
<p>Высокий (превосходный) уровень (Оценка «5», Зачтено) (превосходит пороговый (базовый) уровень по всем существенным признакам, предполагает максимально возможную выраженность компетенции)</p>	<p>Знать: основы создания чертежей, графических изображений (свободное владение основами геометрического моделирования) и их реализацию на базе графических пакетов прикладных программ; основные способы реализации информационных систем и устройств и критерии оценки этих способов и при этом не испытывать затруднений; принципы устройства информационных систем технологий; теоретические основы инсталляции и настройки программных и технических средств на высоком уровне; теоретические основы сборки информационной системы из готовых компонентов на высоком уровне; основы создания чертежей, графических изображений (свободное владение основами геометрического моделирования) и их реализацию на базе графических пакетов прикладных программ; теоретические основы реализации информационных систем и технологий.</p> <p>Уметь: создавать чертежи, графические изображения (уверенное применение основ геометрического моделирования) и их реализовывать на базе графических пакетов прикладных программ; использовать способы реализации информационных систем и устройств на высоком уровне; проектировать базовые и прикладные информационные системы; организовывать ввод информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на высоком уровне; проводить сборку личной информационной системы из готовых компонентов на высоком уровне; создавать чертежи, графические изображения (уверенное применение основ</p>

	<p>геометрического моделирования) и их реализовывать на базе графических пакетов прикладных программ; выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи на высоком уровне.</p> <p>Владеть: навыками создания чертежей, графических изображений (уверенное применение основ геометрического моделирования) и их реализации на базе графических пакетов прикладных программ; навыками оценки эффективности способов реализации информационных систем и устройств; способностью к проектированию базовых и прикладных информационных технологий; способностью к инсталляции, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию на высоком уровне; готовностью проводить сборку информационной системы из готовых компонентов при монтажно-наладочной деятельности на высоком уровне; навыками создания чертежей, графических изображений (уверенное применение основ геометрического моделирования), разработки моделирующих алгоритмов создания изображений и их реализации на базе графических пакетов прикладных программ; способностью выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств для решения поставленной задачи.</p>
--	---

2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1 Задания для самостоятельной работы и текущего контроля

Тема 1. Базовые принципы построения информационно-коммуникационных сетей

Контрольные вопросы:

1. Определение и назначение информационно-коммуникационных систем и сетей.
2. Структуры информационной сети.
3. Функциональные архитектуры телекоммуникационной сети.
4. Примеры информационно-коммуникационных систем и сетей.
5. Стандартные стеки коммуникационных протоколов.

Лабораторная работа:

Цель работы. Исследование величины потерь в 3-узловой сети с коммутацией каналов в зависимости от величины входящих в сеть потоков при обслуживании вызовов по кратчайшим маршрутам.

Краткая теоретическая справка. В данной лабораторной работе исследуется 3-узловая сеть с коммутацией каналов. Примерами реальных сетей, к которым применима

рассматриваемая модель, являются сети с виртуальными каналами, такие как X.25 или Frame Relay. В каждой ветви количество пучков в канале $n = 1$. Узел 1 является источником трафика, узел 3 – получателем. Путь 1-3 считается прямым, 1-2-3 – обходным путем. Для каждой из ветвей заданы значения интервалов между заявками, причем для ветвей 1-2 и 2-3 эти значения фиксированные (табл. 1.1), а интервал между заявками в 3-й ветви T_3 изменяется в процессе исследования.

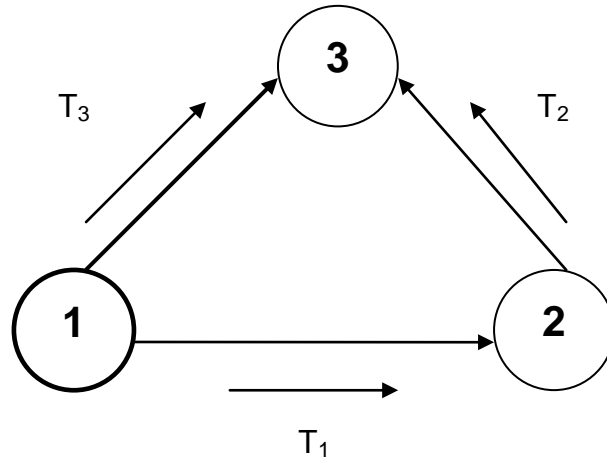


Рис. 1.1. 3-узловая сеть с коммутацией каналов

В первой части лабораторной работы исследуется ситуация, когда возможность обходов не используется. В этом случае потери по ветвям 1-2 и 2-3 постоянны, так как интенсивности по этим ветвям не изменяются (рис. 2, сплошная линия). Во второй части работы рассматривается использование обходного пути 1-2-3 для заявок, направляемых из узла 1 в узел 3. Часть этих заявок поступит в ветви 1-2 и 2-3 и увеличит интенсивность трафика в этих ветвях. Таким образом, при увеличении интенсивности трафика ρ_3 вероятность отказа по ветвям 1-2 и 2-3 также будет увеличиваться (рис. 1.2, пунктир).

Задание

- Определить параметры исследуемой сети по варианту (табл.1.1).

Таблица 1.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T_1	50	100	150	140	110	70	130	50	60	120	70
T_2	50	50	50	50	70	80	70	90	100	120	140

- При выполнении работы используется два файла: gpskrw1.bat (моделирование ситуации без использования обходных путей) и gpskr1.bat (моделирование ситуации с использованием обходных путей). Запуская их последовательно, вводить параметры согласно варианту, варьируя T_3 (см. табл. 1.2).

- Заполнить таблицу в двух вариантах (для каждой ситуации отдельно).

Таблица 1.2

T_3	40	20	10	6	5	4
ρ_3	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Параметр						
ALT_1						
ALT_2						
ALT_3						
OTK_1						
OTK_2						

ОТК ₃						
------------------	--	--	--	--	--	--

Примечание. T_3 – интервал между заявками по ветви 1-3; ρ_3 – интенсивность трафика по ветви 1-3; ALT_i , $ОТК_i$ – общее количество заявок и отказов в i -ой ветви.

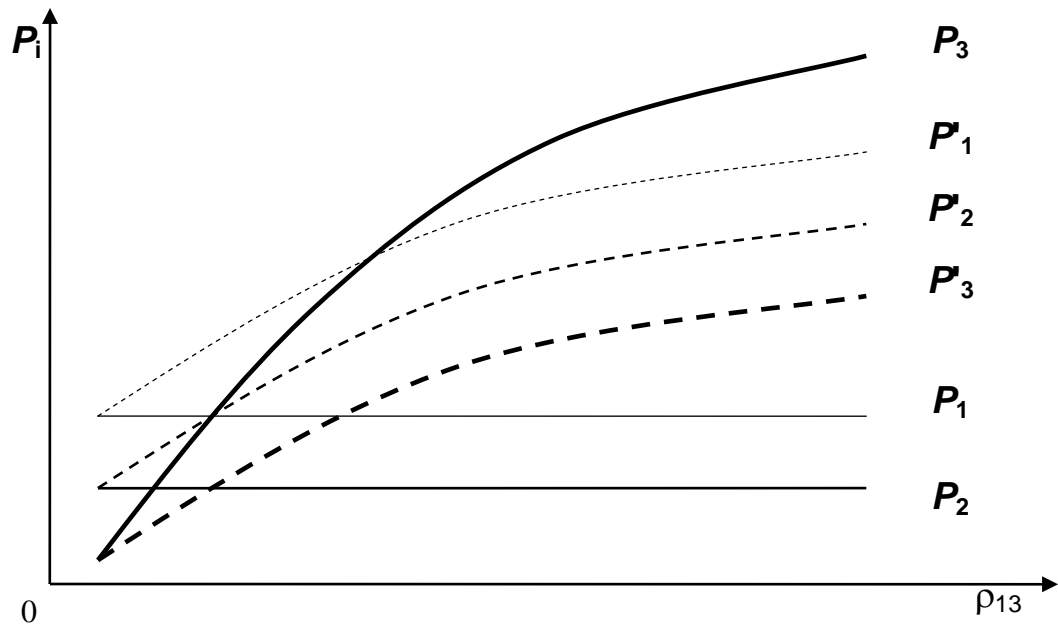


Рис.1.2. График зависимости вероятности отказа $P_i = f(\rho_i)$ для ситуаций с обходами (пунктир) и без обходов (сплошная).

- Для каждой ветви исследуемого фрагмента сети рассчитать вероятность отказа:

$$P_i = \text{ОТК}_i / \text{ALT}_i.$$
- Построить графики зависимости $P_i(\rho_3)$.

К защите

- * Знать механизмы образования виртуальных каналов в сетях X.25 и Frame Relay.
- * Представить отчет, содержащий таблицы исследований (для ситуации с обходами и без обходов), рассчитанные значения P_i и графики $P_i(\rho_3)$ для каждой ситуации. Объяснить полученные результаты.

МАРШРУТИЗАЦИЯ В СЕТЯХ С КОММУТАЦИЕЙ ПАКЕТОВ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ПРОТОКОЛА OSPF

Цель работы. Исследование работы алгоритма Дейкстры, лежащего в основе протокола OSPF, в зависимости от приоритета параметров сети связи и приоритета трафика.

Краткая теоретическая справка. Протокол OSPF (Open Shortest Pass First, RFC-1245-48, RFC-1583-1587, алгоритмы предложены Дейкстрой) относится к классу протоколов IGP (внутрирегиональная маршрутизация) и использует алгоритм «состояние каналов». Он маршрутизирует пакеты IP, основываясь исключительно на IP-адресе получателя в заголовке пакета IP. Пакеты IP маршрутизируются в неизменном виде и при прохождении через автономную систему не подвергаются инкапсуляции в какой-либо другой протокольный заголовок.

OSPF – это протокол динамической маршрутизации. При изменении топологии OSPF вычисляет маршруты заново, используя минимальный трафик протокола маршрутизации. Протокол OSPF следует применять для организации маршрутизации в

больших сетях, представляющих собой отдельные автономные системы или регионы маршрутизации.

OSPF обеспечивает:

- алгоритм выбора оптимального пути на основании значений пропускной способности каналов связи, задержках передачи данных, количестве ошибок при передаче в каждом направлении и других факторах;
- отсутствие служебного трафика после построения таблицы маршрутизации (передача только коротких пакетов между соседними маршрутизаторами через определенные интервалы времени, подтверждающие их доступность);
- быстрое распространение информации об изменении топологии (каждый маршрутизатор содержит полную картину о структуре всей зоны, поэтому при изменении топологии информация рассылается сразу всем маршрутизаторам зоны);
- распределение полномочий по управлению. Наличие в OSPF собственных зон позволяет в большой сети делегировать полномочия по управлению различными участками (зонами) сети отдельным администраторам, сохраняя общий контроль за сетью из центра, благодаря наличию так называемой центральной (backbone) зоны, через которую осуществляется соединение остальных зон между собой;
- автоматическое агрегирование подсетей, т.е. представление нескольких непрерывно следующих в адресном пространстве подсетей в виде одной сети в случае, если доступ ко всем этим сетям из данного маршрутизатора осуществляется через один соседний маршрутизатор;
- возможность распределять нагрузку передачи трафика по параллельным каналам, что позволяет увеличивать пропускную способность при отсутствии каналов связи необходимой пропускной способности.

Каждый маршрутизатор самостоятельно решает задачу оптимизации маршрутов. Если к месту назначения ведут два или более эквивалентных маршрута, информационный поток будет поделен между ними поровну. В процессе выбора оптимального маршрута анализируется ориентированный граф сети.

Ниже описан алгоритм Дейкстры, на основе которого реализован протокол OSPF. Алгоритм использует понятие оптимального пути. На рис.1а приведена схема узлов (А-Ж) со значениями метрики для каждого из отрезков пути. Анализ графа начинается с узла А (Старт). Пути с наименьшим суммарным значением метрики считаются наилучшими. Именно они оказываются выбранными в результате рассмотрения графа (кратчайшие пути).

Формальное описание алгоритма

Пусть $D(v)$ равно сумме весов связей для данного пути и $c(i,j)$ равно весу связи между узлами с номерами i и j .

Последовательность шагов, реализующих алгоритм:

Шаг 1. Установить множество узлов $N = \{1\}$;

Шаг 2. Для каждого узла v не из множества n установить $D(v) = c(1,v)$;

Шаг 3. Для каждого шага найти узел w не из множества N , для которого $D(w)$ минимально, и добавить узел w в множество N ;

Шаг 4. Актуализировать $D(v)$ для всех узлов не из множества N
 $D(v) = \min\{D(v), D(v) + c(w,v)\}$;

Шаг 5. Повторять шаги 2-4, пока все узлы не окажутся в множестве N .

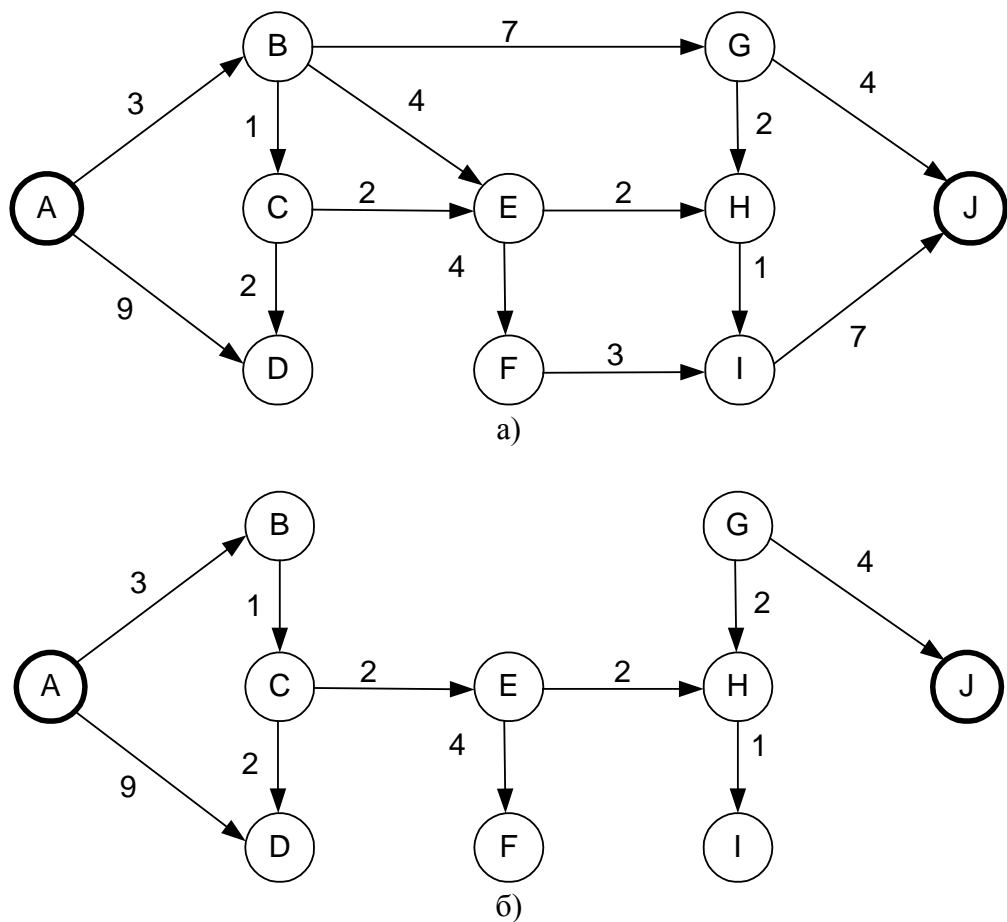


Рис. 2.1. Иллюстрация работы алгоритма Дейкстры:
а) схема узлов А–J с метрикой для каждого отрезка пути;
б) топология маршрутов кратчайшего пути от узла А до J

Таблица 2.1

Реализация алгоритма Дейкстры

Шаг	Множество N	Метрика связи узла А с узлами								
		В	С	Д	Е	F	Г	Н	И	Ж
0	{А}	3	-	9	-	-	-	-	-	-
1	{А,В}	(3)	4	9	7	-	10	-	-	-
2	{А,В,С}	3	(4)	6	6	10	10	8	-	14
3	{А,В,С,Д}	3	4	(6)	6	10	10	8	9	14
4	{А,В,С,Д,Е}	3	4	6	(6)	10	10	8	9	14
5	{А,В,С,Д,Е,Н}	3	4	6	6	10	10	(8)	9	14
6	{А,В,С,Д,Е,Н,И}	3	4	6	6	10	10	8	(9)	14
7	{А,В,С,Д,Е,Н,И,F}	3	4	6	6	(10)	10	8	9	14
8	{А,В,С,Д,Е,Н,И,Ф,Г}	3	4	6	6	10	(10)	8	9	14
9	{А,В,С,Д,Е,Н,И,Ф,Г,Ж}	3	4	6	6	10	10	8	9	(14)

Топология маршрутов кратчайшего пути для узла А приведена на рис.2.1,б. В скобках записаны числа, характеризующие метрику отобранного маршрута согласно критерию шага 3.

Табл. 2.1 может иметь различное содержимое в соответствии с приоритетом и типом параметров сети, выбранные пути при этом могут иметь другую топологию. Качество обслуживания (QoS) может характеризоваться следующими параметрами: пропускной способностью канала; задержкой (время прохождения пакета по сети); числом дайтаграмм, стоящих в очереди для передачи; загрузкой канала; требованиями безопасности; типом трафика; числом шагов до цели; возможностями промежуточных связей (например, многовариантность достижения адресата).

Также см. разд. «Теория» меню программы.

Задание

- Запустить файл lab.exe. Согласно варианту (табл. 2.2) изобразить исследуемую сеть, указать диапазон параметров сети и заполнить табл. 2.3 для двух типов трафика (приоритетного и неприоритетного).
- Оценить влияние параметров сети связи при фиксированных значениях (табл. 2.3), построить графики зависимостей задержки трафика и длины пути (количества промежуточных узлов) от длины очереди, времени обработки пакета в узле, пропускной способности канала.

Таблица 2.2

Вариант	Номер узла		Отсутствие связи между узлами	Значения фиксированных параметров сети				
	получателя	отправителя		длина очереди	время обработки	полоса пропускания	стоимость	надежность
1	1	4	Данные значения предлагается выбрать самостоятельно. Убирая связи между узлами, оставляйте не менее трех альтернативных путей. Значения исследуемых параметров меняйте плавно в заданном диапазоне (см. пункт меню программы «Помощь»), количество контрольных значений параметров не менее 5				Авто	Авто
2	5	2		Авто	Авто			
3	6	3		Авто	Авто			
4	2	4		Авто	Авто			
5	6	2		Авто	Авто			
6	1	5		Авто	Авто			
7	4	3		Авто	Авто			
8	1	6		Авто	Авто			
9	5	3		Авто	Авто			
10	6	5		Авто	Авто			
11	3	2		Авто	Авто			

Для корректного выполнения работы можно воспользоваться пунктом «Помощь» программы, в котором приведены основные приемы работы с данным ПО и диапазоны изменения параметров сети.

Таблица 2.3

Фиксированный параметр:	Влияние параметров сети связи с КП				
	$T_{\text{зад}}$	длина пути	стоимость	маршрут	надежность
Длина очереди, N -значение 1 ... -значение n					
Время обработки, $T_{\text{обр}}$ -значение 1					

...					
-значение <i>n</i>					
Полоса пропускания, С					
-значение 1					
...					
-значение <i>n</i>					

К защите

* Знать функции, область использования и принцип работы протокола маршрутизации OSPF.

* Представить отчет, содержащий таблицы исследований и графики Т_{зад.} (N, T_{обр.}, C).

* Уметь строить матрицу алгоритма Дейкстры для параметров, исследуемых в лабораторной работе согласно топологии и данным, соответствующим варианту.

Объяснить полученные результаты.

Вопросы для контроля знаний:

1. С какими ресурсами компьютера могут совместно работать несколько пользователей сети? Приведите примеры, когда у пользователей возникает необходимость разделять процессор?

2. Опишите роль буферизации данных в процедуре доступа приложения, выполняемого на одном компьютере сети, к периферийному устройству другого компьютера. Сколько раз данные буферизуются при этом? Какой размер должен иметь буфер в каждом из таких случаев?

3. Приведите примеры сетевых служб. Какие из них ориентированы на администратора сети? Какие из них обычно входят в состав сетевой ОС?

4. Какие соображения следует учитывать при выборе топологии сети? Приведите достоинства и недостатки каждой из типовых топологий.

5. В соответствии с классификацией адресов, используемых в компьютерных сетях, существуют символьные, числовые адреса, плоские, иерархические, индивидуальные, групповые и широковещательные адреса, а также адреса групповой рассылки. Как соответствует процедуре определения адреса по почтовому индексу?

6. В чем состоит и как решается задача маршрутизации?

7. Работа почтового отделения во многом аналогична работе коммутатора компьютерной сети. Какие процедуры обработки почтовых отправок соответствуют мультиплексированию? Демультимплексированию? Как создается и какую информацию содержит «таблица маршрутизации» почтового отделения? Какой атрибут информационного потока может служить аналогом пометки «АВИА» на почтовом конверте?

8. Опишите два основных подхода к организации совместного использования передающей среды несколькими передатчиками.

9. Приведите аргументы за и против использования разделяемой среды в LAN и WAN.

Тема 2. Сигналы электросвязи и их характеристики

Контрольные вопросы:

6. Сети с коммутацией каналов.

7. Основные области применения беспроводных линий связи.

8. Достоинства и недостатки беспроводной передачи информации по сравнению с проводной.
9. Спектр волн, используемый для спутниковой связи.
10. Атмосферные явления, мешающие распространению микроволн.

Лабораторная работа:

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАФИКА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТИ АТМ

Цель работы. Изучить характеристики типов трафика в сети АТМ, принципы формирования ячеек, исследовать влияние параметров трафика на показатели качества обслуживания сети АТМ.

Краткая теоретическая справка. Режим асинхронной передачи информации (АТМ) был разработан в лаборатории АТ&Т (1980) как технология коммутации, позволяющая передавать трафик данных и телефонии в пакетной форме. АТМ работает с короткими пакетами фиксированной длины, называемыми ячейками (cell). Так как ячейки имеют фиксированную длину, устройство АТМ-коммутатора упрощается, а задержки при обработке данных и джиттер уменьшаются, что существенно для таких чувствительных к задержкам типов трафика, как речь и видео.

Длина ячейки АТМ составляет 53 байта, в том числе 5 байт заголовка и 48 байт данных (см. меню программы, п.1). Фиксированная длина ячейки подразумевает наличие буферов фиксированного объема и приводит к предсказуемости задержек в сети.

АТМ предусматривает интегрированную передачу речи, данных, видео методом статистического мультиплексирования в едином цифровом тракте. Передача всех видов трафика в пакетной форме (в виде ячеек) позволяет распределять пропускную способность канала по потребности, то есть каждое приложение обеспечивается необходимым сетевым ресурсом в виде виртуального канала с изменяющейся скоростью передачи. Таким образом, в АТМ одновременно реализованы два принципа: коммутации пакетов и установления виртуальных соединений.

АТМ — СИМУЛЯЦИЯ

PARAMETER SELECTION

source	destination	characteristics	data rate Mbits/s	C B O			buffer size	
				packet length		pause length	Mux	DeMux (dest.)
				Bytes	ms	ms	Bytes	Bytes
S1	E4	UBR	0.100 ... 6.000	-	-	-	1000	100
S2	E3	CB0	8.000	111 ... 144	0.111 ... 0.144	0.100 ... 0.200	300	500
S3	E1	CBR	0.064	-	-	-	100	100
S4	E2	CBR	2.048	-	-	-	200	250

data rate multiplex line : 8.448 Mbit/s

data file number : 0

multiplex line expected input :

data rate

INPUT : Mbit/s >=0,010 <=9999

← OK ↑↓ Select field F7 Load data file F2 Save F1 Start ESC Menu

Окно ввода значений параметра

Номер файла с параметрами, задается путем нажатия F7

Диапазон изменения параметров

Рис.3.1. Окно ввода параметров симулятора АТМ

В работе (файл atm-demo.exe) исследуется сеть АТМ с 4 виртуальными каналами, по каждому из которых передается определенный тип трафика. VBR – тип трафика с переменной битовой скоростью, используется для таких приложений как видео и компрессированная речь. CBR – трафик с постоянной битовой скоростью, например, ИКМ-речь. CBO – трафик передачи данных (или пакетный трафик), генерируемый приложениями электронной почты, передачи файлов, веб-приложениями.

В числе задаваемых параметров указываются параметры среды передачи – E1 (2048 кбит/с), E2 (8448 кбит/с), E3 (34368 кбит/с) или E4 (139 264 кбит/с).

Также предусмотрена возможность изменения скорости транспортной сети АТМ, размеров буферов на приеме и передаче, параметров трафика передачи данных (размер пакета и интервал между пакетами).

Окно программы для ввода параметров сети АТМ представлено на рис. 3.1. Кнопка F7 позволяет загрузить файл с параметрами сети согласно варианту. После каждого введения значения исследуемого параметра нажмите enter для внесения изменений в файл. Нажатие F1 запускает работу симулятора.

Во время работы симулятора для просмотра статистики (рис. 3.2) используется F2, для редактирования параметров – F1.

Задание

- Изучить теоретическую часть лабораторной работы (см. меню программы, файл atm-demo.exe, п. 1). В отчете отразить структуру ячейки АТМ, дать характеристику каждого типа трафика.

- Согласно варианту (табл. 3.1) загрузить файл с параметрами (см. меню программы, п. 4). Изменяя скорость потока, исследовать влияние интенсивности трафика конкретного типа на характеристики трафика других типов в сети АТМ (провести не менее 5 экспериментов).

- Собрать статистику согласно табл. 3.1, построить графики зависимости показателей качества обслуживания (потерь и задержек) для каждого канала от интенсивности исследуемого трафика. Для сохранения файла с данными статистики используйте F9.

- Оценить общую загрузку канала, построить графики зависимости загрузки канала от интенсивности исследуемого трафика.

- Представить алгоритмы процесса обработки, передачи и приема информации в сети АТМ на основе работы симулятора.

Таблица 3.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Номер файла	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Исследуемый тип трафика	CBO	CBO	CBR	CBO (E2)	VBR	VBR (E1)	VBR	CBR	CBO (E2)	CBR (E1)
Пределы изменения параметра	Заданы в программе. Конкретные значения (не менее 5) выбираются самостоятельно									

ATM – SIMULATION						
S T A T I S T I C S						
channel			1	2	3	4
source			S1	S2	S3	S4
destination			E4	E3	E1	E2
characteristics			UBR	CB0	CBR	CBR
altered data rate		Mbits/s	0.100 ... 6.000	7.997	0.062	2.046
Mux	buffer size	Bytes	1000	300	100	200
	max. buffer filling	Bytes	150	265	0	53
	cell losses	absolute cells	0	8	0	0
		relative		0	0.222222	
DeMux	buffer size	Bytes	100	500	100	250
	max. buffer filling	Bytes	53	160	0	125
	cell losses	absolute cells	3	0	0	0
		relative		0.230769	0	
time for packetizing		µs	79.30 494.20	48.36		190.52
delay time total	min	µs	346.59	242.90		654.36
	max	µs	896.31	791.19		691.76
	average	µs	521.38	553.23		673.37
	σ	(µs)σ	15521.12	27576.54		108.78
data losses total			0.230769	0.249675		0
data rate transm. channel			8.4480 Mbits/s			
traffic load			0.9502			
real time			3.00 ms			

Print statistics : F8 LQ F9 Draft Enter next

Рис.3.2. Окно программы, содержащее статистику работы сети

К защите

* Иметь представление о виртуальных каналах и виртуальных путях в сети ATM, типах трафика, знать причины возникновения потерь и механизмы формирования задержек трафика.

* Представить отчет, содержащий описание структуры ячейки ATM, характеристики каждого типа трафика, таблицы исследований, графики согласно заданию. Объяснить полученные результаты.

Вопросы для контроля знаний:

1. Что такое цифровой сигнал?
2. С какой частотой следует дискретизировать аналоговый сигнал?
3. Как определить ошибку квантование сигнала?
4. В чем заключается принцип двоичного кодирования сигнала?
5. Как восстановить аналоговый сигнал из цифрового?

Тема 3. Типовые каналы связи и их характеристики

Контрольные вопросы:

1. Распределение протоколов по элементам сети.
2. Концептуальную модель информационной сети.
3. Коммуникационные подсети.
4. Характеристики и требования к сети.

5. Требования к качеству обслуживания приложений разных типов.

Лабораторная работа:

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ.
АЛГОРИТМ «ДЫРЯВОГО ВЕДРА»**

Цель работы. Изучение работы алгоритма «дырявого ведра».

Краткая теоретическая справка. Семейство алгоритмов класса «дырявое ведро» используется практически во всех современных коммутаторах Frame Relay и ATM-коммутаторах. Одна из модификаций алгоритма «дырявого ведра» под названием Generic Cell Rate Algorithm (GCRA) применяется в сетях ATM для контроля нескольких параметров: пиковой скорости, средней скорости, вариации интервала прибытия ячеек и объема пульсации. Рассмотренный в данной работе вариант алгоритма «дырявого ведра», применяется для контроля трафика в сетях Frame Relay (рис. 4.1).

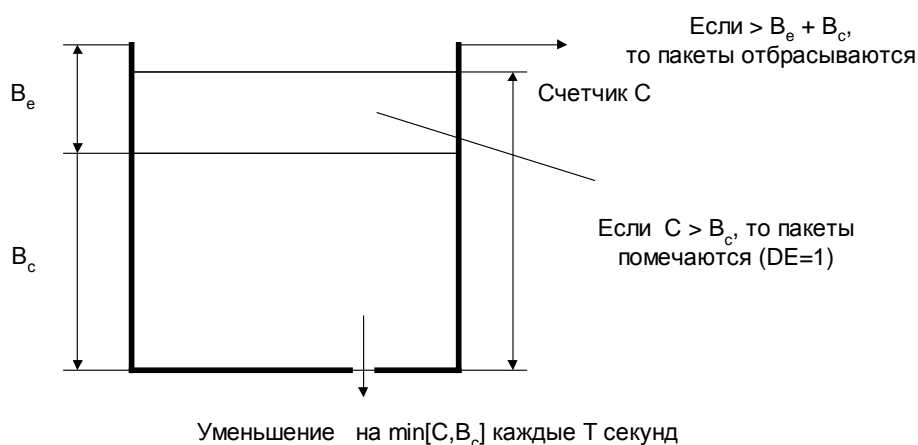


Рис. 4.1. Схема работы алгоритма «дырявого ведра»

Алгоритм «Дырявого ведра» разработан для профилирования пульсирующего трафика, т. е. для проверки соответствия параметров поступающего потока пакетов принятому соглашению по трафику. Алгоритм позволяет проверить соблюдение трафиком оговоренных значений средней скорости и пульсации. Алгоритм имеет несколько настраиваемых значений:

T – период усреднения скорости; CIR (Committed Information Rate) - средняя скорость, которую трафик не должен превышать (скорость, согласованная с сетью); $V_c = CIR \times T$ – объем пульсации, соответствующий средней скорости CIR и периоду T; V_e — допустимое превышение объема пульсации.

В алгоритме предполагается, что трафик контролируется каждые T секунд. На каждом из этих интервалов времени (периодов) трафик должен иметь среднюю скорость не более CIR. Скорость контролируется на основе подсчета объема данных, поступивших за период T. Если этот объем меньше или равен V_c , то фактическая скорость трафика была меньше V_c/T , т. е. меньше CIR. Превышение объемом пульсации оговоренного значения V_c на величину V_e считается мягким нарушением – пакеты-нарушители должны быть помечены (окрашены) признаком DE=1 (Discard Eligibility), но не отброшены. При превышении объема пульсации величины $V_c + V_e$ пакеты отбрасываются (рис. 4.2).

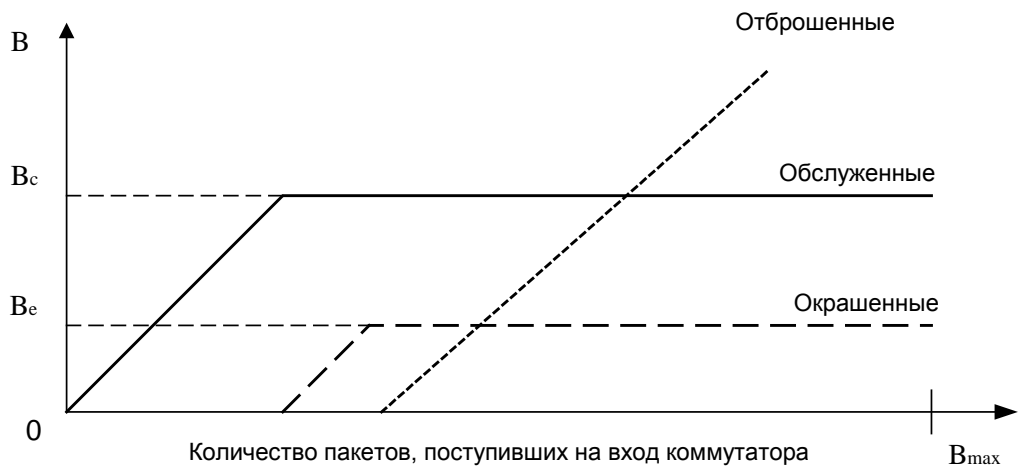


Рис. 4.2. Зависимость количества обслуженных, окрашенных и отброшенных пакетов всех, поступивших на вход коммутатора

Алгоритм использует счетчик C поступивших от пользователя байт. Каждые T секунд этот счетчик уменьшается на величину V_c (или же сбрасывается в 0, если значение счетчика меньше V_c). Это часто иллюстрируется ведром, из которого дискретно, каждые T секунд, вытекает объем, равный C . Все пакеты, не увеличившие значение счетчика свыше порога V_c , пропускаются в сеть со значением признака $DE=0$. Пакеты, которые привели к значению счетчика, большему V_c , но меньшему $V_c + V_e$, также передаются в сеть, но с признаком $DE = 1$ (окрашиваются). Эти пакеты будут обслуживаться в случае наличия «окна». И, наконец, пакеты, которые привели к значению счетчика большему $V_c + V_e$, отбрасываются коммутатором.

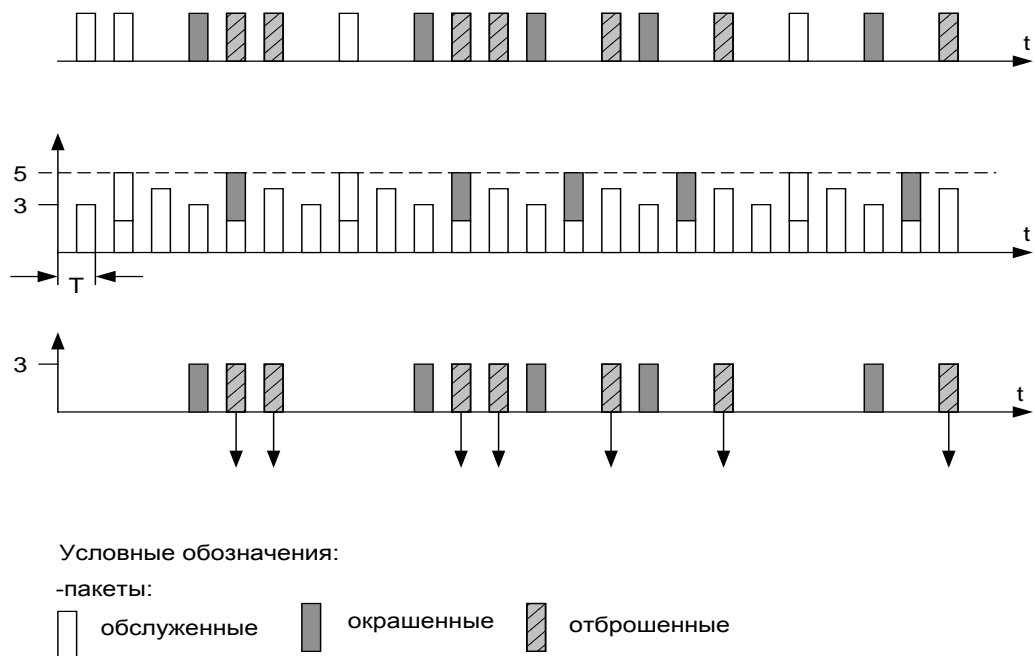


Рис. 4.3. Временные диаграммы работы алгоритма «дырявого ведра».

Временные диаграммы, отражающие работу алгоритма «дырявого ведра», приведены на рис. 4.3. Значения $V_c = 5$ м.е. (модельных единиц), $V_e = 3$ м.е., один пакет наполняет «ведро» на 3 м.е., скорость вытекания принята 1 м.е., окрашенные пакеты отбрасываются, если не обслужились на протяжении следующего периода.

Задание

Для выполнения работы запустить файл Лабораторная_работа.exe. Исследовать зависимость числа переданных в сеть неокрашенных и окрашенных (с признаком DE=1), а также отброшенных алгоритмом «Дырявого ведра» пакетов от количества пакетов, поступивших на коммутатор за период T. Выводы делаются на основе исследования работы алгоритма за 100 периодов.

Таблица 4.1

Вариант	T, с	CIR, бит/с	V _e , пак.	V _{min} , пак.	V _{max} , пак.
1	4	56к	45826	1	12×10 ⁵
2	5	56к	59462	1	18×10 ⁵
3	7	56к	65535	1	20×10 ⁵
4	10	56к	56489	1	15×10 ⁵
5	12	56к	25613	1	17×10 ⁵
6	9	56к	12458	1	15×10 ⁵
7	8	56к	38569	1	16×10 ⁵
8	11	56к	42487	1	19×10 ⁵
9	13	56к	60258	1	15×10 ⁵
10	14	56к	29431	1	13×10 ⁵
11	15	56к	48692	1	14×10 ⁵

К защите

* Знать принцип работы алгоритма «дырявого ведра», цели и области его применения.

* Представить отчет, содержащий таблицу измерений (не менее 20 значений по каждому столбцу) и графики функций V_{пер}(V), V_{окр}(V), V_{отбр}(V).

* Представить временные диаграммы работы алгоритма «Дырявого ведра» (параметры задаются преподавателем), рассчитать процентное соотношение пакетов каждого типа.

Объяснить полученные результаты.

Вопросы для контроля знаний:

1. Назовите два основных типа среды передачи данных.
2. Может ли цифровой канал передавать аналоговые данные?
3. Чем отличаются усилители и регенераторы телекоммуникационных сетей?
4. Какими способами можно найти спектр сигнала?
5. Дайте определение порога чувствительности приемника.
6. Проверьте, достаточна ли для устойчивой передачи данных мощность передатчика в 40 дБм, если длина кабеля равна 60 км, погонное затухание кабеля составляет 0,2 дБ/км, а порог чувствительности приемника равен 20 дБм.
7. Что является причиной перекрестных наводок на ближнем конце кабеля?
8. Почему не всегда можно повысить пропускную способность канала за счет увеличения числа состояний информационного сигнала?

Тема 4. Принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов

Контрольные вопросы:

1. Сетевые стандарты.

2. Сравнение различных стандартов Ethernet.
3. Базовые топологии.
4. Основные способы доступа к среде передачи.
5. Основные сетевые устройства.

Лабораторная работа:

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В IP-СЕТЯХ. АЛГОРИТМ RED

Цель работы. Изучение реакции механизма профилирования трафика RED (Random Early Detection – случайное раннее обнаружение) на перегрузки сети.

Краткая теоретическая справка. Алгоритм RED представляет собой механизм управления трафиком, разработанный сообществом Internet для предотвращения перегрузок на магистральных сетях. Этот механизм документирован IETF (Internet Engineering Task Force).

Механизм RED использует превентивный подход к предотвращению перегрузки сети: вместо ожидания фактического переполнения очереди, RED начинает отбрасывать пакеты с ненулевой вероятностью, когда средний размер очереди превысит определенное минимальное пороговое значение. Вероятностный подход к отбрасыванию пакетов позволяет быть уверенными в том, что механизм RED отбросит пакеты всего лишь нескольких произвольно выбранных потоков, помогая избежать эффекта глобальной синхронизации. Отбрасывание пакета представляет собой сигнал источнику о необходимости уменьшить интенсивность передаваемого трафика для соответствующего потока, что достигается за счет перезапуска алгоритма медленного старта.

Если, несмотря на отбрасывание произвольных пакетов, средний размер очереди будет продолжать увеличиваться, это приведет к линейному росту вероятности отбрасывания. В соответствии с механизмом RED вероятность отбрасывания пакетов растет прямо пропорционально увеличению среднего размера очереди от минимального до максимального пороговых значений. Средний размер очереди строго ограничен максимальным пороговым значением, поскольку в этом случае вероятность отбрасывания пакетов достигает своего наибольшего значения (100 %). Т. е. главная цель механизма RED заключается в минимизации среднего размера очереди, а значит, и общей задержки трафика.

Если же средний размер очереди весьма невелик и находится ниже минимального порогового значения, механизм RED не вносит каких-либо изменений в процесс обслуживания очереди. С другой стороны, при затяжном периоде перегрузки сети поведение механизма RED, несмотря на длинную очередь и высокое максимальное пороговое значение, аналогично поведению классического механизма «отбрасывания хвоста». Таким образом, основное предназначение механизма RED заключается в сглаживании временных всплесков трафика.

Основные цели механизма RED:

- предотвращение эффекта глобальной синхронизации трафика (следствие работы механизма «отбрасывания хвоста»);
- обеспечение непредвзятого обслуживания трафика, характеризующегося кратковременными всплесками;
- строгое ограничение максимального среднего размера очереди;
- минимизация дрожания задержки пакетов путем контроля за средним размером очереди.

Механизм произвольного раннего обнаружения базируется на двух алгоритмах: алгоритм вычисления среднего размера очереди (определяет допустимый уровень

всплеска трафика в очереди) и алгоритм вычисления вероятности отбрасывания пакетов (определяет вероятность отбрасывания пакетов для заданного среднего размера очереди).

Алгоритм вычисления среднего размера очереди. При определении вероятности отбрасывания пакетов механизм RED вычисляет не текущий, а экспоненциально взвешенный средний размер очереди. Текущий средний размер очереди определяется на основании предыдущего среднего и текущего действительного размера. Использование механизмом RED среднего размера очереди обусловлено стремлением реагировать только на продолжительную перегрузку сети и не замечать моментальных всплесков трафика.

Средний размер очереди вычисляется по формуле:

$$M_{cp} = M_{cp(t-1)} \cdot (1 - 0,5^n) + M_t \cdot 0,5^n,$$

где $M_{cp(t-1)}$ – предыдущий средний размер очереди, M_t – текущий размер очереди, n – экспоненциальный весовой коэффициент, определяемый пользователем.

Экспоненциальный весовой коэффициент n является ключевым параметром, который определяет относительный вклад предыдущего среднего и текущего размера очереди в новый средний размер очереди. Увеличение экспоненциального весового коэффициента приведет к доминированию предыдущего среднего размера очереди над ее текущим размером в процессе вычисления нового среднего размера очереди. Напротив, уменьшение экспоненциального весового коэффициента приведет к возрастанию значимости текущего размера очереди при вычислении ее нового среднего размера.

Большое значение коэффициента n обуславливает математическую близость нового и предыдущего среднего размера очереди, а также позволяет механизму RED более сдержанно реагировать на моментальные изменения в ее текущем размере.

Алгоритм вычисления вероятности отбрасывания пакетов. Вероятность отбрасывания пакетов представляет собой функцию, линейно зависящую от среднего размера очереди. Помимо этого, данная функция зависит также от минимального порогового значения M_{min} , максимального порогового значения M_{max} и знаменателя граничной вероятности K , определяющего часть отбрасываемых пакетов при достижении средним размером очереди максимального порогового значения. Вероятность отбрасывания пакетов:

$$P = \frac{(M_{cp} - M_{min})}{(M_{max} - M_{min})} \cdot \frac{1}{K},$$

где M_{cp} – средний размер очереди, M_{min} , M_{max} – минимальное и максимальное пороговые значения среднего размера очереди, K – знаменатель граничной вероятности.

Когда средний размер очереди превышает минимальное пороговое значение, механизм RED начинает отбрасывать пакеты. Интенсивность отбрасывания пакетов возрастает прямо пропорционально возрастанию среднего размера очереди до тех пор, пока он не достигнет максимального порогового значения.

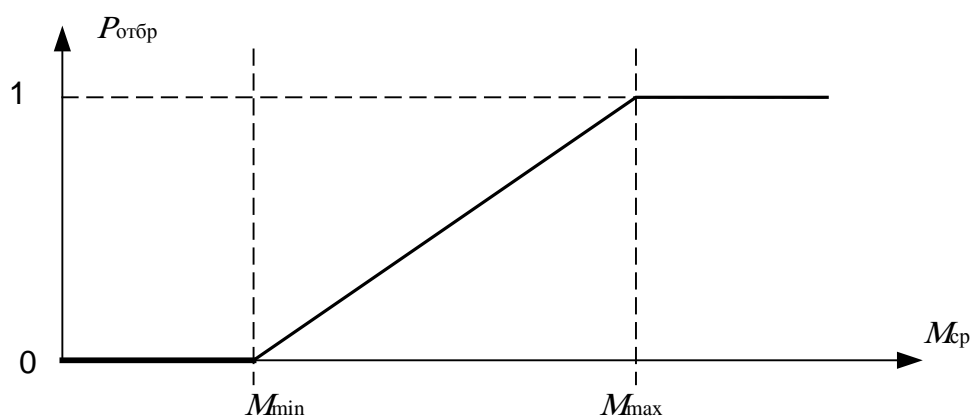


Рис.5.1 Зависимость вероятности отбрасывания пакетов от размера очереди

Когда средний размер очереди превышает максимальное пороговое значение, механизм RED отбрасывает все пакеты, предназначенные для постановки в очередь (механизм «отбрасывание хвоста»). График вероятности отбрасывания пакетов схематически представлен на рис. 5.1.

Задание

Исследовать зависимость вероятности отбрасывания пакетов механизмом RED от следующих параметров:

- Текущего размера очереди M_t , для чего ввести исходные данные для исследования реакции механизма RED на изменение среднего размера очереди: n , K , M_{min} , M_{max} , и необходимое количество значений M_t :

Таблица 5.1

Вариант	K	n	M_{min} , пак.	M_{max} , пак.	N
1.	5 (1; 9)	6	40	213	20
2.	6 (1; 10)	9	112	375	22
3.	8 (1; 5)	11	1250	4890	24
4.	10 (1; 6)	10	388	1292	26
5.	12 (1; 6)	12	1550	5167	28
6.	4 (1; 9)	10	990	3654	30
7.	5 (1; 9)	11	860	2990	28
8.	8 (1; 12)	9	283	1025	26
9.	9 (1; 4)	9	450	1480	24
10.	10 (1; 5)	11	1100	4107	22
11.	10 (1; 4)	9	512	1520	20

Примечание. N – количество значений текущего размера очереди M_t

- Знаменателя граничной вероятности K : повторить измерения согласно предыдущему пункту при различных значениях K (значения K_2 и K_3 приведены в табл. 1 в скобках).

- Экспоненциального весового коэффициента n : $M_{ср}$, K , M_{min} , M_{max} при $n \in (1, 10)$. Значение $M_{ср}$ выбрать самостоятельно из диапазона $(M_{min}; M_{max})$.

К защите

* Знать особенности работы алгоритма RED, цели и области его применения. Уметь объяснить причины возникновения перегрузок в IP-сетях, а также причины

возникновения и последствия явления глобальной синхронизации. Иметь представление о механизме медленного старта.

* Представить отчет, содержащий таблицы измерений и графики функций $P(M_{cp}|k_1, k_2, k_3)$, $P(n)$.

Объяснить полученные результаты.

Вопросы для контроля знаний:

1. В чем состоит принцип частного разделения каналов?
2. Зачем используются фильтры в системах передачи с ЧРК?
3. В чем состоит принцип временного разделения каналов?
4. С помощью каких устройств выделяются исходные сигналы на приемной стороне в системе передачи с ВРК?
5. Какой должна выбираться частота следования импульсов, управляющих электронными ключами в системе передачи с ВРК, и почему?

Тема 5. Принципы построения систем передачи с временным разделением каналов

Контрольные вопросы:

1. Маршрутизаторы. Функции маршрутизаторов.
2. Способы управления потоком кадров.
3. Алгоритм скользящего окна.
4. Принципы организации глобальных сетей.
5. Структура глобальной сети.

Лабораторная работа:

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ КОНФИГУРАЦИИ СЕТЕЙ ETHERNET

Цель работы

Целью работы является изучение вопросов конфигурации сетей Ethernet

Общие теоретические сведения

Введение

Наибольшее распространение среди локальных вычислительных сетей получила сеть Ethernet (стандарт IEEE 802.3). Стандарт определяет множественный доступ к моноканалу типа “шина” с обнаружением конфликтов и контролем передачи (по-русски МДКН/ОК - метод доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (столкновений), по-английски CSMA/CD – Carrier-Sense Multiple Access/Collision Detection). Основные характеристики стандарта IEEE 802.3 следующие: топология – “шина”, скорость передачи – 10 Мбит/с, метод доступа - CSMA/CD, передача узкополосная (моноканал). Передача идет пакетами переменной длины. Предусмотрена индивидуальная, групповая и широковещательная адресация.

Помимо стандартной топологии типа “шина” применяются также топологии типа “пассивная звезда” и “дерево”. При этом предполагается использование репитеров и пассивных (репитерных) концентраторов, соединяющих между собой различные части (сегменты) сети (рис. 1).

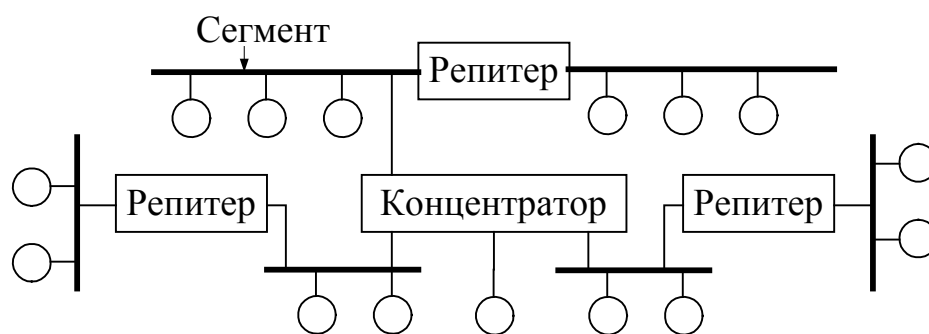


Рис. 1

В качестве сегмента может выступать единичный абонент. Главное – чтобы в полученной в результате топологии не было замкнутых путей (петель). Фактически получается, что абоненты соединены все в ту же “шину”, так как сигнал от каждого из них распространяется сразу во все стороны и не возвращается назад.

Для сети Ethernet стандарт определяет четыре основных типа среды передачи:

- 10BASE5 (“толстый” коаксиальный кабель);
- 10BASE2 (“тонкий” коаксиальный кабель);
- 10BASE-T (витая пара);
- 10BASE-F (оптоволоконный кабель).

Обозначение среды передачи включает в себя три элемента: цифра “10” означает скорость передачи 10 Мбит/с, слово BASE означает передачу в основной полосе частот (т.е. без модуляции высокочастотного сигнала), а последний элемент означает допустимую длину сегмента: “5” – 500 метров, “2” – 200 метров (точнее, 185 метров) или тип линии связи: “T” – витая пара (от английского “twisted-pair”, “F” – оптоволокно (от английского “fiber optic”).

Аппаратура 10BASE5 (“толстый” кабель)

Аппаратные средства 10BASE5 представлены на рис. 2, а схема подсоединения адаптера к “толстому” кабелю – на рис. 3.

“Толстый” коаксиальный кабель имеет диаметр 0,5 дюйма (около 1 см) и отличается высокой жесткостью, что приводит к большим трудностям монтажа аппаратуры. Волновое сопротивление “толстого” коаксиального кабеля – 50 Ом. Максимальная длина сегмента – 500 метров (без репитеров). Широко распространены “толстые” кабели типа RG-8 и RG-11.

Для соединения кусков “толстого” коаксиального кабеля и присоединения к нему терминаторов используются разъемы N-типа. Два разъема N-типа соединяются с помощью Barrel-коннекторов.

На концах кабеля сегмента должны быть установлены 50-омные терминаторы N-типа, один из которых надо заземлить.

Для присоединения трансиверов к “толстому” кабелю чаще всего используют AMP соединитель.

Непосредственно на кабеле размещается специальный трансивер (или MAU – Medium Attachment Unit), присоединяемый к сетевому адаптеру с помощью гибкого многопроводного трансиверного кабеля AUI (диаметром около 1 см), состоящего из 4 витых пар, имеющего на концах 15-контактные разъемы (DIX-разъемы типа “вилка”). Длина обычного трансиверного кабеля может достигать 50 м, а более тонкого и гибкого офисного варианта трансиверного кабеля – до 12,5 м. Трансивер питается от источника питания компьютера.

Трансивер (transmitter+receiver=transceiver – приемопередатчик) – это часть сетевого адаптера, которая выполняет следующие функции:

- прием и передачу данных с кабеля на кабель;
- определение коллизий на кабеле;
- электрическая развязка между кабелем и остальной частью адаптера;
- защита кабеля от некорректной работы адаптера.

Допускается подключение к одному сегменту не более 100 трансиверов, причем расстояние между подключениями трансиверов не должно быть меньше 2,5 м.

Схема соединения компьютеров сегмента сети на “толстом” кабеле показана на рис. 4.

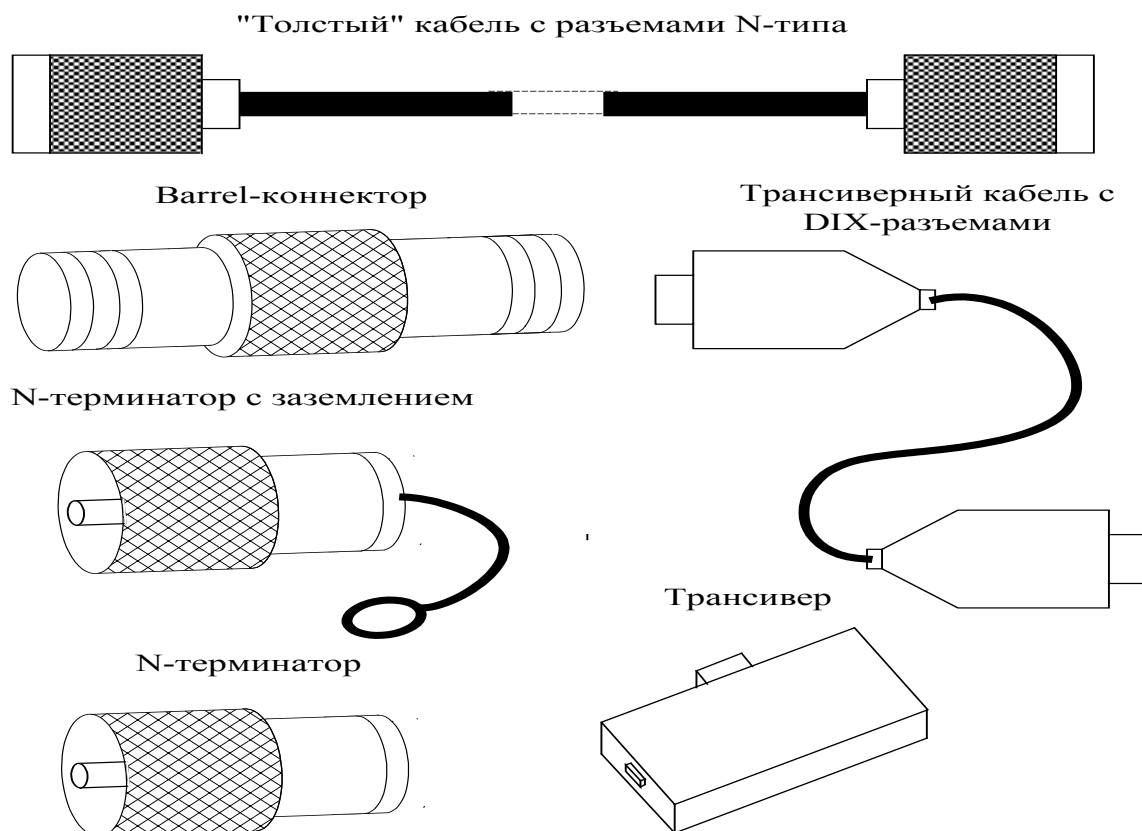


Рис.2

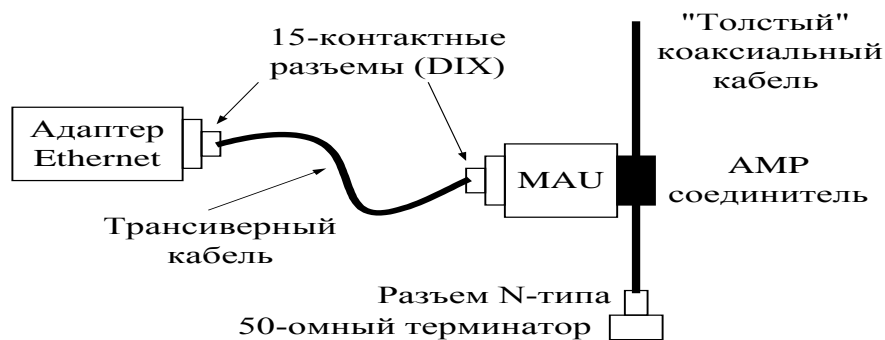


Рис.3

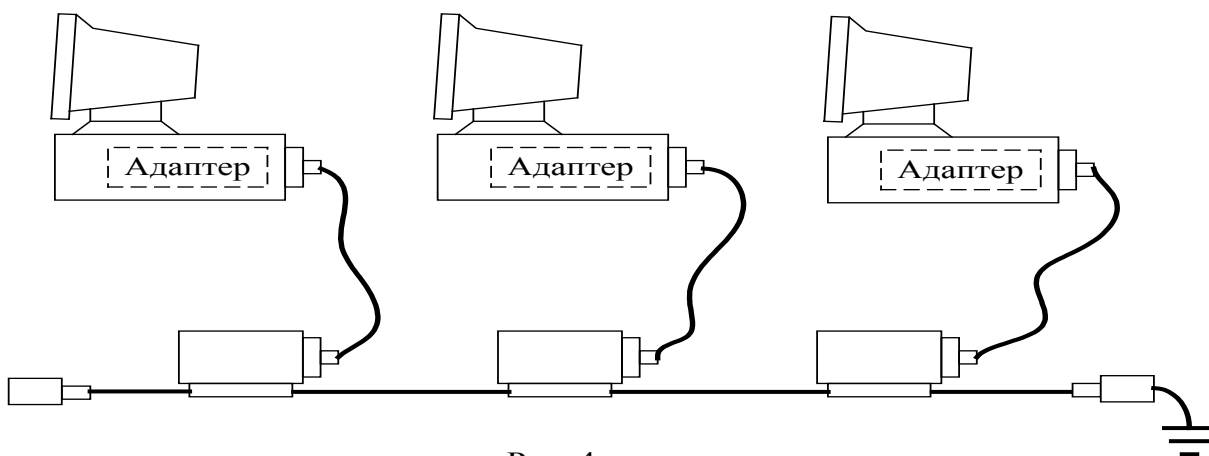


Рис. 4

Сетевой адаптер, работающий с “толстым” кабелем, должен иметь внешний 15-контактный AUI-разъем (разъем DIX типа “розетка”).

Стандарт разрешает использование в сети не более 4 репитеров (репитерных концентраторов) и, соответственно, не более 5 сегментов кабеля. Это дает максимальную длину сети 10BASE5 равную 2500 метров. Только 3 сегмента из 5 могут быть нагруженными, то есть такими, к которым подключаются компьютеры. Между нагруженными сегментами должны быть ненагруженные сегменты, так что максимальная конфигурация сети представляет собой два нагруженных крайних сегмента, которые соединяются ненагруженными сегментами еще с одним центральным нагруженным сегментом.

Правило применения репитеров (репитерных концентраторов) в сети Ethernet 10BASE5 носит название “правило 5-4-3”: 5 сегментов, 4 репитера (репитерных концентратора), 3 нагруженных сегмента.

Каждый репитер (репитерный концентратор) подключается к сегменту одним своим трансивером, поэтому к нагруженным сегментам можно подключить не более 99 компьютеров. Максимальное количество компьютеров в сети 10BASE5 составляет $99 \cdot 3 = 297$ компьютеров.

Минимальный набор оборудования для односегментной сети на “толстом” кабеле включает в себя следующие элементы:

- сетевые адаптеры (по числу объединяемых компьютеров);
- “толстый” кабель с разъемами N-типа на концах, общая длина которого достаточна для объединения всех компьютеров сети;
- трансиверные кабели с 15-контактными разъемами на концах длиной от компьютера до “толстого” кабеля (по количеству сетевых адаптеров);
- трансиверы (по количеству сетевых адаптеров);
- два BNC-коннектора N-типа для присоединения терминаторов на концах кабеля;
- один N-терминатор без заземления;
- один N-терминатор с заземлением.

Аппаратура 10BASE2 (“тонкий” кабель)

“Тонкий” коаксиальный кабель отличается от “толстого” меньшей толщиной - диаметр около 0,5 дюйма (5 мм), большей гибкостью, большим удобством монтажа, меньшей стоимостью. “Тонкий” кабель имеет волновое сопротивление 50 Ом и требует 50-омного оконечного согласования. Максимальная длина сегмента – 185 метров (без репитеров).

Самым большим недостатком “тонкого” кабеля является меньшая допустимая длина сегмента (до 185 м). Наиболее распространенные типы “тонкого” коаксиального кабеля – это RG-58 /U, RG-58 A/U, RG-58 C/U.

Аппаратные средства 10BASE2 представлены на рис. 5, а схема подсоединения адаптера к “тонкому” кабелю – на рис. 6.

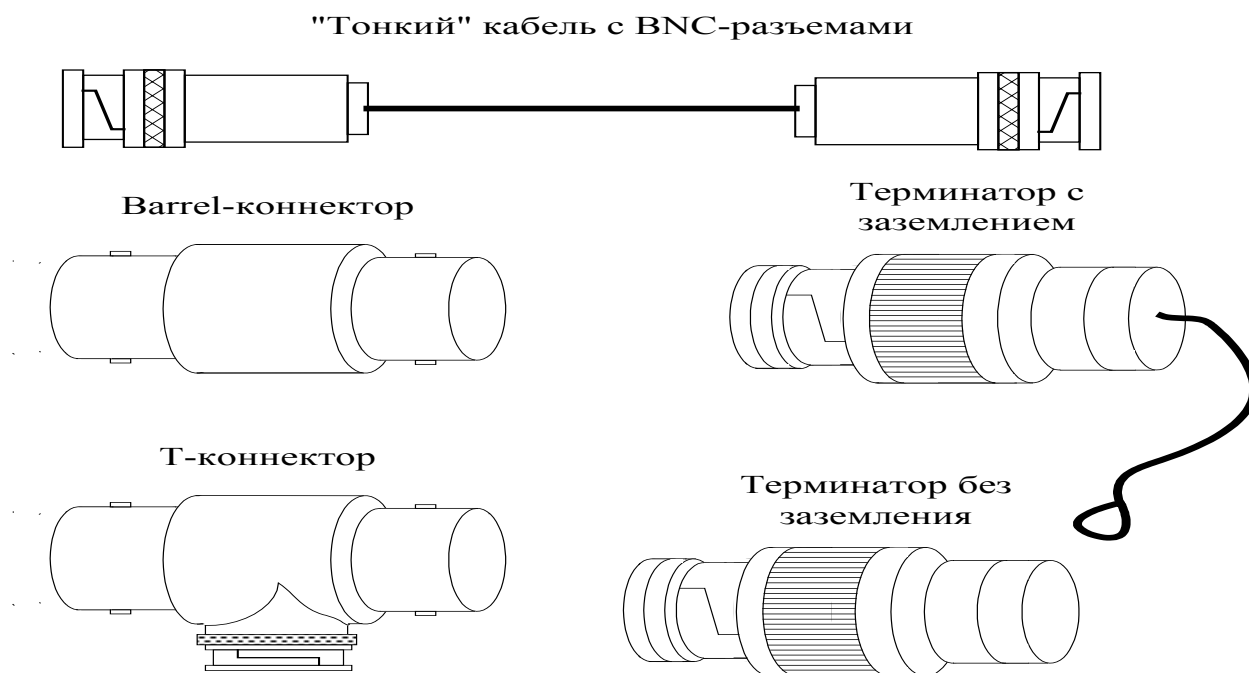


Рис. 5

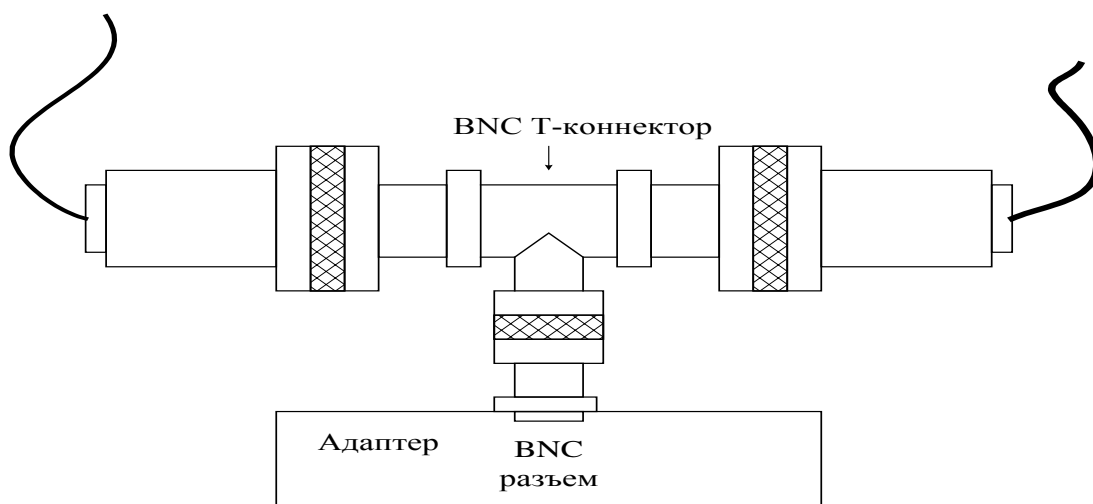


Рис. 6

Если вся сеть выполняется на “тонком” кабеле, то, согласно стандарту, количество сегментов не должно превышать пяти (общая длина сети составит 925 м, потребуется четыре репитера). При этом на одном сегменте не должно быть больше 30 абонентов, включая репитеры, то есть общее число компьютеров в сети на базе “тонкого” кабеля не может быть больше $(30-1) \cdot 3 = 87$. Минимальное расстояние между компьютерами – 1 м.

Стандарт 10BASE2 предусматривает использование репитеров (репитерных концентраторов), применение которых также должно соответствовать “правилу 5-4-3”.

Минимальный набор оборудования для односегментной сети на “тонком” кабеле должен включать в себя следующие элементы:

- сетевые адаптеры (по числу объединяемых в сеть компьютеров);
- отрезки кабеля с BNC-разъемами на двух концах, общая длина которых достаточна для объединения всех компьютеров;
- BNC T-коннекторы (по числу сетевых адаптеров);
- один BNC терминатор без заземления;
- один BNC терминатор с заземлением.

Аппаратура 10BAS-T (витая пара)

В сети Ethernet на базе витой пары (UTP-кабели, Unshielded Twisted-Pair cable) передача сигналов осуществляется по двум витым парам проводов, каждая из которых передается только в одну сторону (одна пара – передающая, другая – принимающая). Каждый из абонентов сети присоединяется кабелем к концентратору, использование которого обязательно.

Длина соединительного кабеля между адаптером и концентратором не должна превышать 100 м. Кабель используется гибкий, диаметром около 6 мм. Наиболее распространенный тип кабеля – телефонный кабель EIA/TIA категории 3.

Кабели присоединяются 8-контактными разъемами типа RJ-45, в которых используются только четыре контакта. В концентраторах иногда применяются также 50-контактные разъемы типа Telco.

В стандарте определено максимальное число концентраторов между двумя станциями сети, а именно 4. Это правило носит название “правило 4-х хабов”. При создании сети 10BAS-T с большим числом станций концентраторы можно соединять друг с другом иерархическим способом, образуя древовидную структуру.

Петлевидное соединение концентраторов в стандарте 10BASE-T запрещено. Резервирование связей (создание параллельных каналов связи между важными концентраторами для резервирования связей на случай отказа порта, концентратора или кабеля) возможно только за счет перевода одной из параллельных связей в неактивное (заблокированное) состояние.

Общее количество компьютеров в сети 10BASE-T – 1024, максимальная длина сети (максимальное расстояние между двумя компьютерами сети) – 500 м.

Минимальный набор оборудования для сети на витой паре включает в себя следующие элементы:

- сетевые адаптеры (по числу объединяемых в сеть компьютеров), имеющие разъемы RJ-45;
- отрезки кабеля с разъемами RJ-45 на концах (по числу объединяемых компьютеров);
- один концентратор, имеющий столько UTP-портов, сколько необходимо объединить компьютеров.

Аппаратура 10BASE-FL (оптоволоконный кабель)

Применение оптоволоконного кабеля в Ethernet помимо обеспечения полной гальванической развязки компьютеров сети, позволило увеличить длину сегмента и существенно повысить помехоустойчивость передачи.

Передача информации идет по двум оптоволоконным кабелям, передающим сигналы в разные стороны.

Стандарт 10BASE FL обеспечивает связь между двумя компьютерами, между двумя репитерами или между компьютером и репитером. Стандарт гарантирует длину оптоволоконной связи между репитерами (репитерными повторителями) до 1 км при общей длине сети не более 2500 м. Максимальное расстояние между компьютером и

концентратором – 2000 м. Максимальное число репитеров (репитерных концентраторов) между любыми компьютерами сети – 4. Максимальная длина оптоволоконного кабеля 10BASE-FL, соединяющего репитерные концентраторы (репитеры) с компьютерами, не должно превышать 400 метров. Ко всем сегментам могут подключаться компьютеры.

Аппаратура 10BASE-FL имеет сходство как с аппаратурой 10BASE5 (применяются внешние трансиверы соединенные с адаптером трансиверным кабелем), так и с аппаратурой 10BASE-T (применяются топологии типа “пассивная звезда” и два разнонаправленных кабеля). Схема соединения сетевого адаптера и концентратора показана на рис. 7.

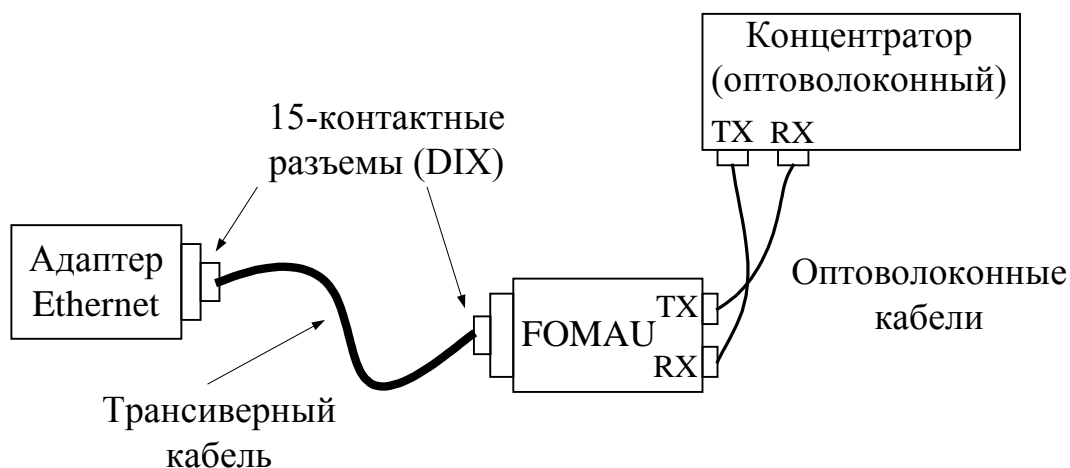


Рис. 7

Минимальный набор оборудования для соединения оптоволоконным кабелем двух компьютеров включает в себя следующие элементы:

- два сетевых адаптера с трансиверными разъемами;
- два оптоволоконных трансивера (FOMAU);
- два трансиверных кабеля;
- два оптоволоконных кабеля с ST-разъемами на концах.

Выбор конфигурации Ethernet

Соблюдение многочисленных ограничений, установленных для различных стандартов физического уровня сетей Ethernet, гарантирует корректную работу сети.

Правила “5-4-3” для коаксиальных сетей и “4-х хабов” для сетей на основе витой пары и оптоволоконна не только дают гарантии работоспособности сети, но и оставляют большой “запас прочности” сети.

Для сетей, состоящих из смешанных кабельных систем, на которые правила о количестве повторителей не рассчитаны, необходимо проводить дополнительные расчеты.

Чтобы сеть Ethernet, состоящая из сегментов различной физической природы, работала корректно, необходимо выполнение четырех основных условий:

- количество компьютеров в сети не более 1024;
- максимальная длина каждого физического сегмента не более величины, определенной в соответствующем стандарте физического уровня;
- время двойного оборота сигнала между двумя самыми удаленными друг от друга компьютерами сети не более 575 битовых интервала;
- сокращение межкадрового интервала при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше, чем 49 битовых интервала.

Соблюдение этих требований обеспечивает корректность работы сети даже в случаях, когда нарушаются простые правила конфигурирования, определяющие

максимальное количество повторителей и общую длину сети в 2500 м.

Расчет времени двойного оборота сигнала

Модель, применяемая для оценки конфигурации Ethernet, основана на подсчете временных характеристик данной конфигурации. В ней применяется две системы расчетов: одна предполагает вычисление двойного (кругового) времени прохождения сигнала по сети, а другая – проверку допустимости получаемого (межкадрового) временного интервала. При этом расчеты в обеих системах расчетов ведутся для наихудшего случая.

При первой системе расчетов используются такие понятия, как “начальный сегмент”, “промежуточный сегмент” и “конечный сегмент”. Отметим, что промежуточных сегментов может быть несколько, а начальный и конечный сегменты при разных расчетах могут меняться местами. Для расчетов используются величины задержек, представленные в Таблице 1.

Таблица 1

Тип сегмента Ethernet	Макс. длина, м	Начальный сегмент		Промежуточный сегмент		Конечный сегмент		Задержка на метр длины t1
		t0	tm	t0	tm	t0	tm	
10BASE5	500	11,8	55,0	46,5	89,8	169,5	212,8	0,0866
10BASE2	185	11,8	30,8	46,5	65,5	169,5	188,5	0,1026
10BASE-T	100	15,3	26,6	42,0	53,3	165,0	176,3	0,1130
10BASE-FL	2000	12,3	212,3	33,5	233,5	156,5	356,5	0,1000
FOIRL	1000	7,8	107,8	29,0	129,0	152,0	252,0	0,1000
AUI (> 2 м)	2+48=50	0	5,1	0	5,1	0	5,1	0,1026

Примечание. Задержки даны в битовых интервалах.

Расчет сводится к следующему:

1. в сети выделяется путь наибольшей длины;
2. если длина сегмента не максимальна, то рассчитывается двойное (круговое) время прохождения в каждом сегменте выделенного пути по формуле: $t_s = L \cdot t_1 + t_0$, где L – длина сегмента в метрах (при этом надо учитывать тип сегмента: начальный, промежуточный или конечный);
3. если длина сегмента максимальна, то из таблицы для него берется величина задержки tm;
4. суммарная величина задержек всех сегментов выделенного пути не должна превышать 575 битовых интервалов;
5. затем необходимо проделать те же действия для обратного направления выбранного пути (то есть, считая конечный сегмент начальным, и наоборот);
6. если задержки в обоих случаях не превышают 575 битовых интервалов, то сеть работоспособна.

Если в выбранной вами конфигурации сети путь наибольшей длины не столь очевиден, то подобные расчеты необходимо произвести для всех путей, претендующих на наибольшую задержку сигнала. В любом случае двойное время прохождения в соответствии со стандартом недостаточно, чтобы сделать окончательный вывод о работоспособности сети.

Расчет сокращения межкадрового интервала:

Чтобы признать конфигурацию сети корректной, нужно рассчитать также уменьшение межкадрового интервала репитерами (репитерными концентраторами).

Эта величина не должна быть меньше, чем 49 битовых интервалов. Для вычислений здесь также используются понятия начального сегмента и промежуточного

сегмента (конечный сегмент не вносит вклада в сокращение межкадрового интервала, так как пакет доходит по нему до принимающего компьютера без прохождения репитеров и репитерных концентраторов).

Для расчета сокращения межкадрового интервала можно воспользоваться значениями максимальных величин уменьшения межкадрового интервала при прохождении репитеров (репитерных концентраторов) различных физических сред приведенными в Таблице 2.

Таблица 2

Тип сегмента	Начальный сегмент	Промежуточный сегмент
10BASE5	16	11
10BASE2	16	11
10BASE-T	10,5	8
10BASE-FL	10,5	8

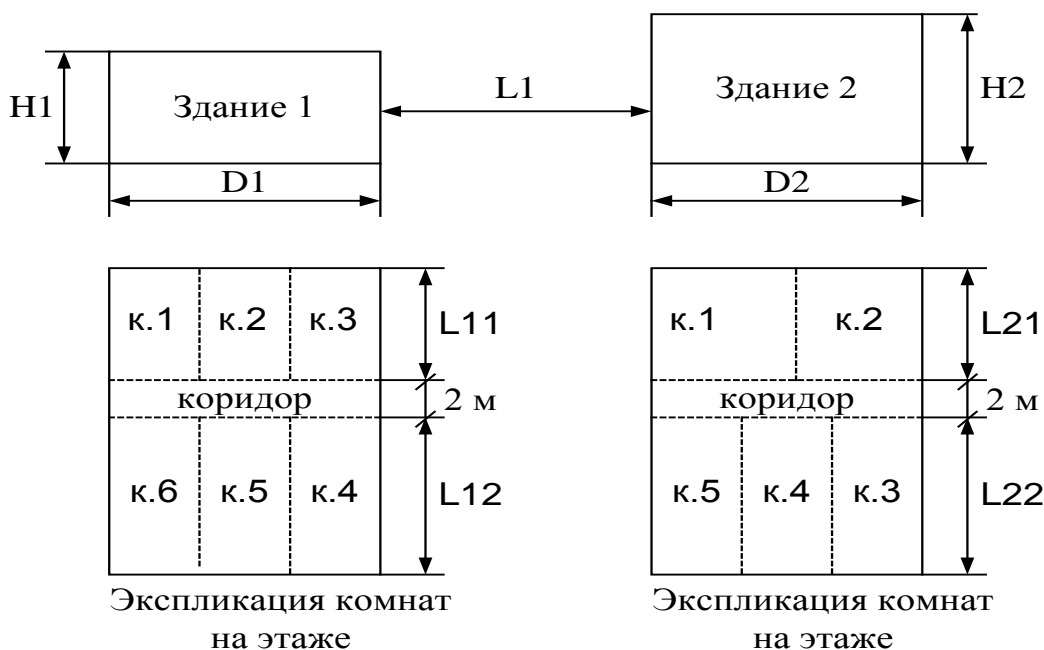
Вычисления здесь очень простые. Суммируя величины сокращений межкадрового интервала для наибольшего пути в выбранной конфигурации и сравнивая сумму с предельной величиной в 49 битовых интервалов, мы можем сделать вывод о работоспособности сети.

Такие же вычисления проводятся и для обратного направления по этому же пути.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретической частью к лабораторной работе.
2. В соответствии с заданным вариантом спроектируйте локальную вычислительную сеть организации (ПРИЛОЖЕНИЕ А).
3. Подготовьте спецификацию на оборудование и материалы спроектированной локальной вычислительной сети организации (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

ПРИЛОЖЕНИЕ А



<i>Вариант</i>	<i>L1,</i> м	<i>H1,</i> м	<i>D1,</i> м	<i>L11,</i> м	<i>L12,</i> м	<i>H2,</i> м	<i>D2,</i> м	<i>L21,</i> м	<i>L22,</i> м	Этажность здания 1	Этажность здания 2
1.	<i>max</i>	9	60	15	30	8	150	30	15	3	2
2.	<i>max</i>	6	75	20	25	12	120	25	20	2	3
3.	<i>max</i>	9	90	25	20	8	90	20	25	3	2
4.	<i>max</i>	6	120	30	15	12	60	15	30	2	3

<i>Вариант</i>	<i>Здание</i>	<i>Этаж</i>	<i>Количество компьютеров</i>					
			<i>к.1</i>	<i>к.2</i>	<i>к.3</i>	<i>к.4</i>	<i>к.5</i>	<i>к.6</i>
1.	1	1	1	2	1	2	1	3
		2	3	1	2	1	2	1
		3	1	3	1	2	1	2
	2	1	2	1	3	1	2	1
		2	2	3	1	2	2	-
2.	1	1	3	1	2	1	2	1
		2	1	3	1	2	1	2
	2	1	2	1	3	1	3	-
		2	2	3	1	2	2	-
		3	4	2	1	2	1	-
3.	1	1	3	1	2	1	2	1
		2	1	2	1	2	1	3
		3	2	1	2	1	3	1
	2	1	3	1	3	1	2	-
		2	1	2	1	2	4	-
4.	1	1	1	3	1	2	1	2
		2	3	1	2	1	2	1
	2	1	3	1	2	3	1	-
		2	4	1	2	1	2	-
		3	3	3	1	2	1	-

<i>Вариант</i>	<i>Здание</i>	<i>Этаж</i>	Тип среды передачи	Тип среды передачи между зданиями
1.	1	1	10BASE5	10BASE5
		2	10BASE2	
		3	10BASE-T	
	2	1	10BASE-FL	
		2	10BASE5	
2.	1	1	10BASE2	10BASE2
		2	10BASE-T	
	2	1	10BASE-FL	
		2	10BASE5	
		3	10BASE2	
3.	1	1	10BASE-T	10BASE-T
		2	10BASE-FL	
		3	10BASE5	
	2	1	10BASE2	
		2	10BASE-T	

4.	1	1	10BASE-FL	10BASE-FL
		2	10BASE5	
	2	1	10BASE2	
		2	10BASE-T	
		3	10BASE-FL	

Примечание. Можно применять репитеры и репитерные концентраторы на 4, 8, 12 портов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

№№	Наименование	Единица измерения	Количество
Оборудование			
1.	Репитер	шт.	
2.	Репитерный концентратор на 4 порта	шт.	
3.	Репитерный концентратор на 8 портов	шт.	
4.	Репитерный концентратор на 12 портов		
5.			
6.			
7.			
Материалы			
1.	“Толстый” коаксиальный кабель	м	
2.	“Тонкий” коаксиальный кабель	м	
3.	УТР-кабель категории 3	м	
4.	Оптический кабель	м	
5.			
6.			
7.			

Вопросы для контроля знаний:

1. Среды передачи для сети Ethernet?
2. Аппаратура 10BASE5?
3. Аппаратура 10BASE2?
4. Аппаратура 10BASE-T?
5. Аппаратура 10BASE-FL?
6. Выбор конфигурации Ethernet?

Тема 6. Принципы построения аналоговых и цифровых систем коммутации

Контрольные вопросы:

1. Протоколы сети Internet.
2. Типы сервисов Internet.
3. Системы автоматизированного поиска информации в сети Internet.
4. Услуги и службы передачи данных.
5. Основные технологии объединения сетей.

Лабораторная работа:

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ КОНФИГУРАЦИИ СЕТЕЙ FAST ETHERNET

Цель работы

Целью работы является изучение вопросов конфигурации сетей Fast Ethernet

Общие теоретические сведения

Введение

Сеть Fast Ethernet – это составная часть стандарта IEEE 802.3. Она представляет собой более быструю версию стандарта Ethernet, использующую метод доступа CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access/Collision Detection) - метод доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (столкновений) и работающий на скорости передачи 100 Мбит/с. В Fast Ethernet сохранен формат кадра принятый в классической версии Ethernet.

Основная топология сети Fast Ethernet – “пассивная звезда”. Fast Ethernet требует обязательного применения концентраторов. Концентраторы могут объединяться между собой связными сегментами, что позволяет строить сложные конфигурации.

Стандарт определяет три типа среды передачи для Fast Ethernet:

- 100BASE-T4 (передача идет со скоростью 100 Мбит/с в основной полосе частот по четырем витым парам электрических проводов);
- 100BASE-TX (передача идет со скоростью 100 Мбит/с в основной полосе частот по двум витым парам электрических проводов);
- 100BASE-F4 (передача идет со скоростью 100 Мбит/с в основной полосе частот по двум оптоволоконным кабелям).

Для присоединения сетевого адаптера к сетевому кабелю в сети Fast Ethernet иногда используются специальные трансиверы, ориентированные на какой-то один тип кабеля. В этом случае применяемый сетевой адаптер не зависит от типа среды передачи, что повышает гибкость системы. Трансивер при этом подключается к адаптеру трансиверным кабелем длиной 0,5 м, оснащенным 40-контактным разъемом. Однако гораздо чаще сетевой адаптер ориентируется изготовителем на какой-то один неизменяемый тип передачи, и трансивер при этом уже не требуется, так как сетевой кабель подключается непосредственно к адаптеру. Адаптер в данном случае оснащен соответствующим кабелю разъемом.

Стандарт определяет два типа (класса) репитеров (концентраторов) для Fast Ethernet:

- репитеры Класса I характеризуются тем, что они преобразуют приходящие по сегментам сигналы в цифровую форму прежде чем передавать их во все другие сегменты. Поэтому к ним можно подсоединять сегменты разных типов: 100BASE-TX, 100BASE-T4 и 100BASE-FX. Но процесс преобразования требует временной задержки, поэтому можно использовать только один репитер Класса I в пределах одной зоны конфликта;

- репитеры Класса II непосредственно повторяют приходящие на них сигналы и передают их в другие сегменты без преобразования. Поэтому к ним можно подключаться только сегменты одного типа (например, 100BASE-TX) или сегменты, использующие одну систему сигналов (например, 100BASE-TX и 100BASE-FX). Задержка в репитерах Класса II меньше, чем в репитерах Класса I, поэтому можно применять два таких репитера в пределах одной зоны конфликта.

Аппаратура 100BASE-TX

Схема объединения компьютеров в сеть 100BASE-TX практически ничем не отличается от схемы 10BASE-T.

Для присоединения незранированных кабелей, содержащих две витые пары (волновое сопротивление 100 Ом) используются 8-контактные разъемы типа RJ-45

категории 5. Длина кабеля не может превышать 100 метров. Также используется топология типа “пассивная звезда” с концентратором в центре. Только сетевые адаптеры должны быть Fast Ethernet, концентратор рассчитан на подключение сегментов 100BASE-TX, и кабель должен быть категории 5. Между адаптерами и сетевыми кабелями могут включаться трансиверы.

Предельная длина 100 м в Fast Ethernet определяется заданными временными соотношениями обмена (ограничение на двойное время прохождения). Стандарт рекомендует ограничиваться длиной сегмента в 90 м, чтобы иметь 10% запас.

Из восьми контактов разъема используется только 4 контакта: два для передачи и два для приема. Стандарт предусматривает также возможность применения экранированного сетевого кабеля с двумя витыми парами (волновое сопротивление – 150 Ом). В этом случае применяется 9-контактный разъем D-типа.

Аппаратура 100BASE-T4

Основное отличие аппаратуры 100BASE-T4 от 100BASE-TX состоит в том, что в качестве соединительных кабелей в ней используются неэкранированные кабели, содержащие четыре витые пары (кабели категории 3, 4 или 5).

Схема объединения компьютеров в сеть ничем не отличается от 100BASE-TX. Длина кабелей не может превышать 100 м (стандарт рекомендует ограничиваться 90 м для 10 % запаса). Между адаптерами и кабелями в случае необходимости могут включаться трансиверы.

Для подключения сетевого кабеля к адаптеру (трансиверу) используются 8-контактные разъемы типа RJ-45, соответствующей категории.

Обмен данными идет по одной передающей витой паре, по одной приемной витой паре и по двум двунаправленным витым парам с использованием дифференциальных сигналов.

Аппаратура 100BASE-FX

Аппаратура 100BASE-FX очень близка к аппаратуре 10BASE-FL. Точно также здесь используется топология типа “пассивная звезда” с подключением компьютеров к концентратору с помощью двух разнонаправленных оптоволоконных кабелей. Между сетевыми адаптерами и кабелями возможно включение трансиверов. Оптоволоконные кабели подключаются к адаптеру (трансиверу) с помощью разъемов типа SC, ST.

Максимальная длина кабеля между компьютером и концентратором составляет 412 метров, причем это ограничение определяется временными соотношениями.

Выбор конфигурации Fast Ethernet

Для определения работоспособности сети Fast Ethernet стандарт IEEE 802.3 предлагает две модели, называемые Transmission System Model 1 и Transmission System Model 2. При этом первая модель основана на несложных правилах, а вторая использует систему расчетов.

В соответствии с первой моделью, при выборе конфигурации надо руководствоваться следующими принципами:

- сегменты, выполненные на электрических кабелях (витая пара), не должны быть длиннее 100 м;
- сегменты, выполненные на оптоволоконных кабелях, не должны быть длиннее 412 м;
- если используются трансиверы, то трансиверные кабели не должны быть длиннее 50 см.

При выполнении этих правил надо руководствоваться таблицей 1, определяющей максимальные размеры (в метрах) зоны конфликта (т.е. максимальное расстояние между абонентами сети, не разделенными коммутаторами). При этом в двух последних столбцах

таблицы, относящихся к случаю использования смешанных сред передачи (как витых пар, так и оптоволоконных кабелей), предполагается, что длина витой пары составляет 100 м, применяется только один оптоволоконный кабель. Первая строка относится к соединению двух компьютеров без применения репитера. Нереализуемые ситуации отмечены в таблице прочерками.

Таблица 1

Тип репитера (концентратора)	Витая пара	Оптоволоконный кабель	T4 и FX	TX и FX
Без репитера (два абонента)	100	412	-	-
Один репитер класса I	200	272	231	260,8
Один репитер класса II	200	320	-	308,8
Два репитера класса II	205	228	-	216,2

Вторая модель основана на вычислениях суммарного двойного времени прохождения сигнала по сети.

Для расчетов в соответствии со второй моделью сначала надо выделить в сети путь с максимальным двойным временем прохождения и максимальным числом репитеров (концентраторов) между компьютерами. Если таких путей несколько, то расчет должен производиться для каждого из них. Расчет в данном случае ведется на основании таблицы 2.

Таблица 2

Тип сегмента	Задержка на метр (битовый интервал)	Максимальная задержка (битовый интервал)
Два абонента TX/FX	-	100
Два абонента T4	-	138
Один абонент T4 и один TX/FX	-	127
Сегмент на кабеле категории 3	1,14	114 (100 м)
Сегмент на кабеле категории 4	1,14	114 (100 м)
Сегмент на кабеле категории 5	1,112	111,2 (100 м)
Экранированная витая пара	1,112	111,2 (100 м)
Оптоволоконный кабель	1,0	412 (412 м)
Репитер (концентратор) класса I	-	140
Репитер (концентратор) класса II с портами TX/FX	-	92
Репитер (концентратор) класса II с портами T4	-	67

Для вычисления полного двойного (кругового) времени прохождения для сегмента сети необходимо умножить длину сегмента на величину задержки на метр, взятую из второго столбца таблицы 2. Если сегмент имеет максимально возможную длину, то можно взять величину максимальной задержки для данного сегмента из третьего столбца таблицы. Затем задержки сегментов, входящих в путь максимальной длины, надо

просуммировать и прибавить к этой сумме величину задержки для двух абонентов (три верхние строчки таблицы) и величины задержек для всех репитеров (концентраторов), входящих в данный путь. Суммарная задержка должна быть меньше, чем 512 битовых интервалов.

Задержки в кабеле могут отличаться от тех, которые приведены в таблице 2.

Для более точного расчета следует использовать временные характеристики конкретного кабеля, применяемого в сети. Производители кабелей иногда указывают величину задержки на метр длины, а иногда – скорость распространения сигнала относительно скорости света (или NVP – Nominal Velocity of Propagation). Связаны эти две величины формулой: $t_z = 1 / (3 \cdot 10^{10} \cdot NVP)$, где t_z - величина задержки на метр кабеля. Например, если NVP=0,4 (40%) от скорости света, то задержка t_z будет равна 8,34 нс/м или 0,834 битовых интервала. Для вычисления двойного (кругового) времени прохождения нужно удвоенное значение t_z умножить на длину кабеля.

В таблице 3 даны величины NVP для некоторых типов кабелей.

Таблица 3

Фирма	Марка	Категория	NVP
AT&T	1010	3	0,67
AT&T	1041	4	0,70
AT&T	1061	5	0,70
AT&T	2010	3	0,70
AT&T	2041	4	0,75
AT&T	2061	5	0,75
Belden	1229A	3	0,69
Belden	1455A	4	0,72
Belden	1583A	5	0,72
Belden	1245A2	3	0,69
Belden	1457A	4	0,75
Belden	1585A	5	0,75

Для некоторых репитеров и концентраторов изготовители указывают меньшие величины задержек, чем приведенные в таблице 2, что также надо учитывать при выборе конфигурации сети.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью к лабораторной работе.
2. В соответствии с заданным вариантом спроектируйте локальную вычислительную сеть организации (ПРИЛОЖЕНИЕ А).
3. Подготовьте спецификацию на оборудование и материалы спроектированной локальной вычислительной сети организации (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Требования к отчету:

- Отчет по лабораторной работе должен содержать:
- а) титульный лист;
 - б) задание;
 - в) конфигурацию спроектированной сети;
 - г) программу расчетов, подтверждающих работоспособность сети (программа должна выполнять расчеты для любой конфигурации сети);
 - г) программу подготовки спецификации на оборудование и материалы (программа должна выполнять расчеты для любой конфигурации сети);
 - д) результаты проектирования показать преподавателю на экране монитора.

Вопросы для контроля знаний:

1. Среды передачи для сети Fast Ethernet?
2. Аппаратура 100BASE-T4?
3. Аппаратура 100BASE-TX?
4. Аппаратура 100BASE-FX?
5. Выбор конфигурации Fast Ethernet (первая модель)?
6. Выбор конфигурации Fast Ethernet (вторая модель)?

Тема 7. Особенности построения оптических систем передачи

Контрольные вопросы:

1. Основные типы протоколов.
2. Методы маршрутизации информационных потоков.
3. Алгоритмы маршрутизации.
4. Сетевые программные средства информационных сетей.
5. Функции сервера.

Вопросы для контроля знаний:

1. Как получают оптическое волокно?
2. Какие существуют типы оптических волокон?
3. Каким образом цифровой сигнал вводится в оптическое волокно?
4. В чем преимущества оптических кабелей по сравнению с медными?

Тема 8. Особенности построения систем и сетей радиосвязи

Контрольные вопросы:

1. Безопасность современных информационных сетей.
2. Антивирусная защита информационных сетей.
3. Методы оценки эффективности информационных сетей.
4. Компоненты и основные характеристики системы передачи данных.
5. Системы телекоммуникаций.

Вопросы для контроля знаний:

1. Назовите основные области применения беспроводных линий связи.
2. В чем достоинства и недостатки беспроводной передачи информации по сравнению с проводной?
3. За счет чего радиоволны с частотами от 2 до 30 МГц могут распространяться на сотни километров?
4. Какой спектр волн используется для спутниковой связи?
5. Какие атмосферные явления мешают распространению микроволн?

2.2 Критерии оценки качества освоения дисциплины

Качество освоения дисциплины оценивается по степени успешности выполнения лабораторных практикумов и результатов прохождения тестирования.

Критерии оценки знаний обучающихся при выполнении лабораторных практикумов:

Оценка «5» ставится в том случае, если:

- лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы;
- задания решены без ошибок с первого раза, правильно выбраны решения заданий;
- правильно выполнены расчёты, обучающийся понимает, что они значат;
- полно даны ответы на письменные и устные контрольные вопросы;
- отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.

Оценка «4» ставится в том случае, если

- лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы;
- задания решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий;
- расчёты выполнены с консультацией преподавателя;
- полно даны ответы на письменные и устные контрольные вопросы;
- отчёт оформлен аккуратно, сделаны выводы.

Оценка «3» ставится в том случае, если

- лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый знает цель лабораторной работы;
- задания выполнены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, правильно выбраны методики решения заданий;
- с ошибками выполнены расчёты, даже с консультацией преподавателя или обучающийся не может объяснить, как выполнялись расчёты;
- даны ответы на письменные и устные контрольные вопросы.
- отчёт оформлен небрежно, сделаны выводы.

Оценка «2» ставится в том случае, если

- лабораторная работа подготовлена к выполнению, обучаемый не знает цель лабораторной работы;
- задачи решены с ошибками, потребовалась дополнительная помощь преподавателя, неверно выбраны методы решения задач;
- не выполнены расчёты;
- не даны ответы на устные контрольные вопросы;
- отчёт оформлен небрежно, выводы не сделаны.

3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Теоретические вопросы для проведения экзамена

1. Определение и назначение информационно-коммуникационных систем и сетей.
2. Структуры информационной сети.
3. Функциональные архитектуры телекоммуникационной сети.
4. Примеры информационно-коммуникационных систем и сетей.
5. Стандартные стеки коммуникационных протоколов.
6. Сети с коммутацией каналов.
7. Основные области применения беспроводных линий связи.

8. Достоинства и недостатки беспроводной передачи информации по сравнению с проводной.
9. Спектр волн, используемый для спутниковой связи.
10. Атмосферные явления, мешающие распространению микроволн.
11. Распределение протоколов по элементам сети.
12. Концептуальную модель информационной сети.
13. Коммуникационные подсети.
14. Характеристики и требования к сети.
15. Требования к качеству обслуживания приложений разных типов.
16. Сетевые стандарты.
17. Сравнение различных стандартов Ethernet.
18. Базовые топологии.
19. Основные способы доступа к среде передачи.
20. Основные сетевые устройства.
21. Маршрутизаторы. Функции маршрутизаторов.
22. Способы управления потоком кадров.
23. Алгоритм скользящего окна.
24. Принципы организации глобальных сетей.
25. Структура глобальной сети.
26. Протоколы сети Internet.
27. Типы сервисов Internet.
28. Системы автоматизированного поиска информации в сети Internet.
29. Услуги и службы передачи данных.
30. Основные технологии объединения сетей.
31. Основные типы протоколов.
32. Методы маршрутизации информационных потоков.
33. Алгоритмы маршрутизации.
34. Сетевые программные средства информационных сетей.
35. Функции сервера.
36. Безопасность современных информационных сетей.
37. Антивирусная защита информационных сетей.
38. Методы оценки эффективности информационных сетей.
39. Компоненты и основные характеристики системы передачи данных.
40. Системы телекоммуникаций.

3.2 Показатели, критерии и шкала оценивания письменных ответов на экзамене

Критерии оценивания	Показатели и шкала оценивания			
	5	4	3	2
полнота и правильность ответа	обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий	Обучающийся достаточно полно излагает материал, однако допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого	обучающийся демонстрирует знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или	обучающийся демонстрирует незнание большей части соответствующего вопроса

степень осознанности, понимания изученного	демонстрирует понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно	присутствуют 1-2 недочета в обосновании своих суждений, количество приводимых примеров ограничено	не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры	допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл
языковое оформление ответа	излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка	излагает материал последовательно, с 2-3 ошибками в языковом оформлении	излагает материал непоследовательно и допускает много ошибок в языковом оформлении	беспорядочно и неуверенно излагает материал