

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра информационных систем**

Утверждаю  
заведующий кафедрой  
информационных систем  
к.э.н., доцент  
С.Г. Шматко  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Методические рекомендации и задания к курсовому проекту**  
**«Проектирование инфокоммуникационной сети предприятия (Вариант №\_ )»**  
по дисциплине  
**«Инфокоммуникационные системы и сети»**  
для студентов направления подготовки  
**09.03.02 - «Информационные системы и технологии»**

Составил: к.т.н. Шлаев Д.В.

Ставрополь, 2021

## 1. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Структура курсового проекта определяется планом (по вариантам), наличием исходной информации и методиками, применяемыми для проектирования сетей инфокоммуникационных сетей типа Ethernet и Fast Ethernet.

**В обязательном порядке курсовой проект должен включать следующие разделы:**

- введение;
- теоретическая глава;
- аналитическая глава;
- техничко - экономическая глава;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

**Во введении** необходимо сформулировать цель и задачи проекта, охарактеризовать объект и методы исследования. Объем введения составляет 1—2 страницы.

**Теоретическая глава** пишется на основании глубокого изучения литературы, посвященной инфокоммуникационным сетям. Глава включает краткое изложение основных вопросов технологии, стандартов и протоколов инфокоммуникационных сетей (в соответствии с планом).

При написании этой главы необходимо использовать справочники, учебники и учебные пособия, другие литературные источники, посвященные вопросам архитектуры, алгоритмам функционирования, протоколам локальных вычислительных сетей. Объем теоретической главы 15-20 стр.

**Аналитическая глава.** В данной части курсового проекта студент осуществляет проектирование инфокоммуникационной сети предприятия (отдела) с использованием различных методик, изученных в теоретическом курсе. Исходные данные для проектирования содержатся в задании на курсовой проект. В данной главе отражаются результаты расчетов и методика их выполнения. Расчеты сопровождаются построением необходимых таблиц, графическими иллюстрациями, схемами. В заключение каждого этапа расчетов и проектирования должны быть сделаны выводы. Объем главы 15-20 стр.

**Техничко - экономическая глава** должна быть посвящена расчету показателей абсолютной экономической эффективности проекта. В соответствии с методиками изучаемыми в курсе дисциплины «Математическая экономика»). Объем главы 5-7 стр.

В **заключении** должны быть сформулированы краткие выводы по всей работе. Объем заключения — 1 страница.

Если студент выполняет курсовой проект по оригинальной теме (по проекту конкретного предприятия), то план (содержание) работы должен быть согласован с руководителем на основании заявления студента.

## 2. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен быть представлен студентом в виде отчета в установленный графиком срок. Отчет оформляется на бумаге формата А4 в печатном виде с установкой следующих полей: правое - 10 мм, левое — 30

мм, верхнее — 20 мм, нижнее — 25 мм. Номера страниц проставляются арабскими цифрами в правом верхнем углу. Отчет должен содержать: титульный лист, лист задания на курсовой проект, содержание, введение, основную часть (4 главы), заключение, список литературы, приложения. Образец титульного листа приведен в приложении настоящего учебно-методического издания. Общий объем пояснительной записки **40-45** стр.

Нумерация разделов в курсовом проекте производится арабскими цифрами с точкой после номера. Введение и заключение не нумеруются. Точку в конце заголовка раздела не ставят. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и текстом — 15 мм.

**Рисунки** располагаются после ссылки на них в тексте. Под рисунком указывается его номер и название. **Таблицы** должны иметь номер и название. Все рисунки и таблицы должны иметь сквозную нумерацию.

**Формулы** помещаются на отдельной строке и нумеруются цифрами в скобках с правой стороны от формулы (нумерация сквозная). Каждая формула должна содержать расшифровку условных обозначений с указанием размерности. При ссылке в тексте на формулу указывается ее номер.

**Список литературы** оформляется в следующем порядке: первыми указываются законы и государственные документы, затем в алфавитном порядке перечисляются учебники, справочники, словари и т. п. Все литературные источники нумеруются, в тексте дается ссылка на номер. Последовательность записи такова: фамилия и инициалы авторов; полное название книги или статьи; место выпуска и наименование издательства; год выпуска; номер журнала; количество страниц.

*Образец:*

1. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. — М.: ЭКОМ, 2021.-312 с.

2. Олифер В.Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 2021. — 672 с.

3. Пятибратов А.П., Гудыно Л.П., Кириченко А.А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации.-М.: Финансы и статистика, 2020.-512 с.

**Приложения** помещаются после списка литературы на последующих страницах. Каждое приложение начинается с нового листа с указанием в правом верхнем углу слова «Приложение» с порядковым номером. Нумеруются приложения буквами русского алфавита. Приложение имеет заголовок.

### **3. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект считается выполненной после исправления обнаруженных при проверке руководителем недостатков и ошибок. Оценка курсового проекта является дифференцированной и осуществляется комиссией, создаваемой на кафедре, после рецензирования и открытой защиты.

**Основными критериями при выставлении оценки являются:**

самостоятельность выполнения проекта;

теоретическая и практическая подготовка студента в области вычислительных систем, сетей и телекоммуникации;

навыки исследовательского характера;  
грамотность изложения и свободное владение материалом;  
качество оформления курсового проекта;  
правильность ответов на вопросы при защите курсового проекта.

***Порядок защиты курсового проекта:***

1. Доклад студента о результатах своих исследований (до 5 мин.);
2. Ответы на вопросы членов комиссии.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЛАВЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Первая глава курсового проекта «Теоретические основы построения инфокоммуникационных систем» предполагает реферативное изложение материала, изученного по учебникам, учебным пособиям, справочникам и другим литературным источникам по теме курсового проекта в соответствии с вопросами, представленными в плане курсового проекта. Перечень вопросов может быть изменен (расширен, сужен) по желанию студента при согласовании с руководителем. Примерные планы первой главы (по вариантам) приведены в разделе 9 данных методических рекомендаций.

#### **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЛАВЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

В ходе выполнения аналитической главы курсового проекта студент должен осуществить проектирование инфокоммуникационной сети предприятия (отдела) с учетом исходных данных, представленных в таблице 9.

Перед проектированием, необходимо изучить соответствующие разделы по учебной литературе и настоящим методическим указаниям.

При выполнении пункта **2.1. «Выбор размера сети и ее структуры»** необходимо ознакомиться с исходными данными и изучить методику выбора размера сети и ее структуры. По результатам исследования должна быть построена *структурная схема инфокоммуникационной сети* и даны подробные пояснения к ней, обосновывающие предложенный вариант.

Первым этапом проектирования сети должен стать анализ существующей ситуации и задач, которые будет решать сеть предприятия (отдела).

*Под размером сети* понимается как количество объединяемых в сеть компьютеров, так и расстояния между ними. Надо четко представлять себе, сколько компьютеров (минимально и максимально) нуждается в подключении к сети. В любом случае надо оставлять возможность для дальнейшего роста количества компьютеров в сети, хотя бы на 20—50%. Кстати, совсем не обязательно раз и навсегда включать в сеть все компьютеры подразделения. Может быть, имеет смысл оставить некоторые из них автономными, например, из соображений безопасности информации на их дисках. Количество подключенных к сети компьютеров сильно влияет как на ее производительность, так и на сложность ее обслуживания. Оно также определяет стоимость требуемых программных средств. Поэтому ошибки в данном случае могут иметь довольно серьезные последствия.

Требуемая длина линий связи сети играет не меньшую, а иногда и большую роль в проектировании сети, чем количество компьютеров. Например, если расстояния очень большие, может понадобиться использование очень дорогого или редкого оборудования. К тому же, с увеличением расстояния резко возрастает значимость защиты линий связи от внешних электромагнитных помех. От расстояния зависит и скорость передачи информации по сети (выбор между Ethernet и Fast Ethernet). Целесообразно при выборе расстояний закладывать небольшой запас (хотя бы 10%) для учета различных непредвиденных обстоятельств. Кстати, преодолеть ограничения по длине иногда можно путем выбора структуры сети, разбиения ее на отдельные части (сегменты).

*Под структурой сети понимается способ деления сети на части (сегменты), а также способ соединения этих сегментов между собой.* Сеть подразделения может включать в себя рабочие группы компьютеров, сети подразделений, опорные сети, средства связи с другими сетями. Для объединения частей сети могут использоваться *репитеры, репитерные концентраторы, коммутаторы, мосты и маршрутизаторы.* Причем в ряде случаев стоимость этого объединительного оборудования может даже превысить стоимость компьютеров, сетевых адаптеров и кабеля. Поэтому выбор структуры сети исключительно важен.

В идеале структура сети должна соответствовать структуре здания или комплекса зданий подразделения. Рабочие места группы сотрудников, занимающихся одной задачей, должны располагаться в одной комнате или рядом расположенных комнатах. Тогда можно все компьютеры этих сотрудников объединить в один сегмент, в одну рабочую группу и установить вблизи их комнат сервер, с которым они будут работать, а также концентратор или коммутатор, связывающий их компьютеры. Точно так же рабочие места сотрудников подразделения, занимающихся комплексом близких задач, лучше расположить на одном этаже здания, что существенно упростит их объединение в единый сегмент и дальнейшее администрирование этого сегмента. На этом же этаже удобно расположить коммутаторы, маршрутизаторы и серверы, с которыми работает данное подразделение.

Как и в других случаях, при выборе структуры целесообразно оставлять возможности для дальнейшего развития сети. Например, лучше приобретать коммутаторы или маршрутизаторы с количеством портов, несколько большим необходимого в настоящий момент (хотя бы на 10—20 %). Это позволит при необходимости легко включить в сеть новый сегмент или несколько сегментов.

Рассмотрим простейший пример для небольшого отдела.

Пусть отдел занимает три этажа, на каждом из которых по пять комнат, и включает в себя три подразделения, в каждом из которых по три группы. В этом случае можно построить сеть таким образом как показано на рис. 1:

рабочие группы занимают по 1—3 комнаты, их компьютеры объединены между собой репитерными концентраторами. Концентратор может использоваться один на комнату, один на группу или один на весь этаж.

подразделения занимают отдельный этаж. Все три сети рабочих групп каждого подразделения объединяются коммутатором, а для связи с сетями других подразделений используется маршрутизатор. Коммутатор вместе с одним из концентраторов лучше расположить в отдельной комнате.

общая сеть отдела, включающая три сегмента сетей подразделений, объединенных маршрутизатором. Этот же маршрутизатор может использоваться для подключения к глобальной сети.

серверы рабочих групп располагаются в комнатах рабочих групп, серверы подразделений — на этажах подразделений.

В рассмотренной ситуации области коллизий (зоны конфликта) сети будут включать в себя сегменты, расположенные в комнатах каждой рабочей группы, и сегмент, связывающий концентратор рабочей группы с коммутатором подразделения. Всего таких областей коллизий будет девять. Именно для них необходимо проводить расчеты работоспособности сети в пункте 2.2. Широковещательные области будут включать в себя все сегменты сети каждого подразделения и сегмент, связывающий коммутатор подразделения с маршрутизатором предприятия. Таких широковещательных областей будет всего три.

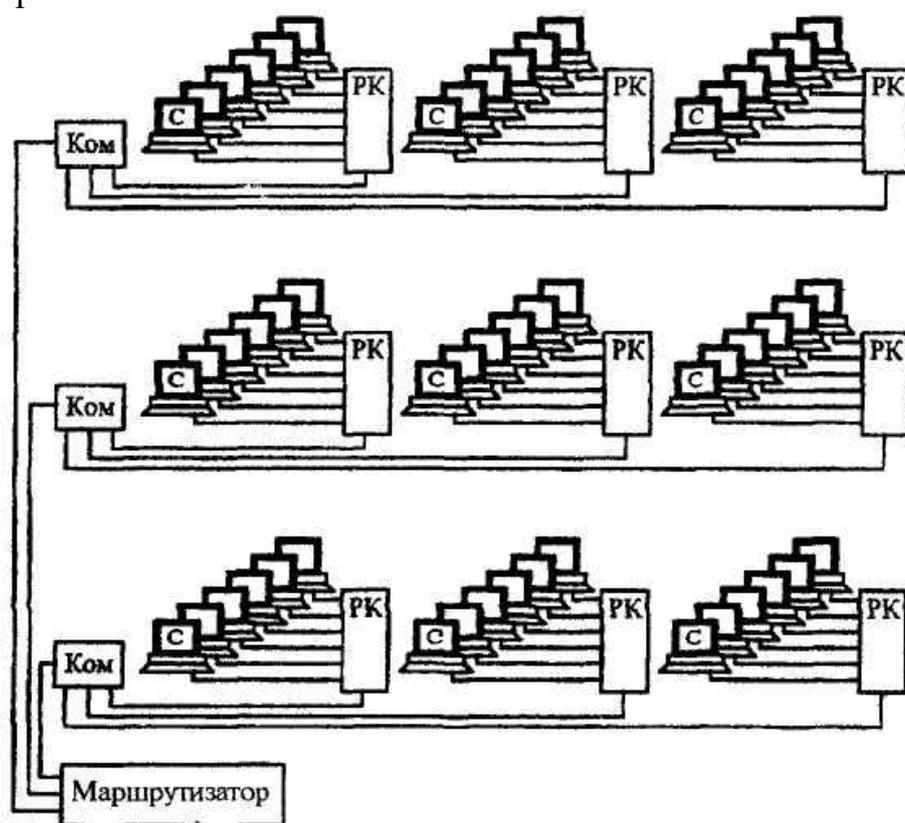


Рисунок 1 - Структура инфокоммуникационной сети отдела (С — серверы рабочих групп; РК — репитерные концентраторы; Ком — коммутаторы).

Если предполагаемая интенсивность обмена по проектируемой сети не слишком велика, если компьютеров не слишком много, если размеры здания позволяют, то, вполне возможно, удастся обойтись без маршрутизаторов —

довольно сложных и дорогих устройств. Тогда сети подразделений будут объединяться концентраторами, а между собой будут соединяться коммутаторами (рис. 2). Области коллизий будут в данном случае включать в себя все сегменты сети каждого из подразделений и сегмент, соединяющий концентратор подразделения и коммутатор предприятия. Таких областей коллизий будет всего три. Для них надо проводить расчет работоспособности сети в пункте 2.2. Единственная широковещательная область будет в данном случае включать в себя всю сеть отдела.

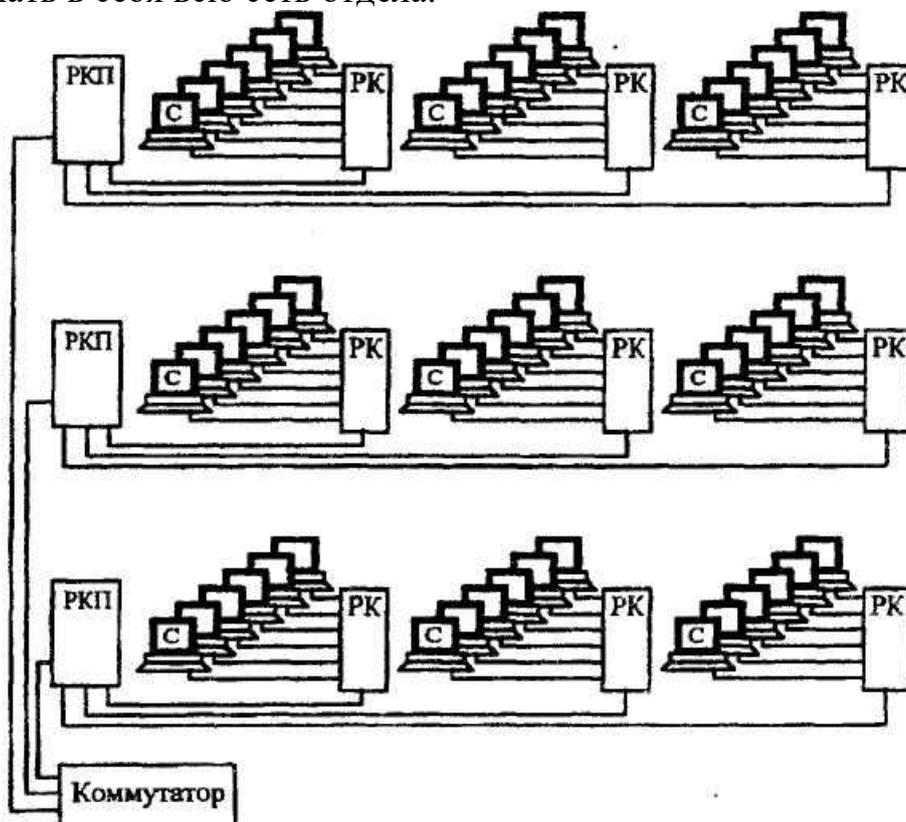


Рисунок 2 - Структура сети отдела (С — серверы рабочих групп; РК — репитерные концентраторы; РКП — концентраторы подразделений)

В ситуации, когда компьютеров в отделе немного (до 50), вполне возможно, что имеет смысл отказаться не только от маршрутизаторов, но и от коммутаторов, оставив только репитерные концентраторы. Более того, в случае такой малой сети и низкой интенсивности обмена вполне может оказаться подходящей сеть Ethernet на тонком коаксиальном кабеле (сегменты 10BASE2) вообще без концентраторов или с 1-2 простейшими репитерами. Правда, в последнем случае, возможно, придется все компьютеры каждого сегмента разместить на одном этаже из-за ограничений на длину кабеля сегмента 10BASE2.

Конечно, такая картина наблюдается далеко не всегда. В реальности все обычно бывает гораздо сложнее. Например, структура подразделений может вообще не соответствовать структуре комнат и этажей. Отдел может занимать два далеко разнесенных помещения в одном здании или даже три-четыре далеко разнесенных здания. Тогда может понадобиться применение оптоволоконных сегментов (возможно, и полнодуплексных, которые обеспе-

чивают максимально возможную длину кабеля). А структура сети при этом может быть чрезвычайно сложной, с множеством областей коллизий и широковещательных областей.

При выполнении пункта 2.2. «Оценка конфигурации сети» необходимо оценить работоспособность сети в целом с использованием методик оценки, включающих правила модели 1 и расчета по модели 2. При этом должны быть приведены подробные пояснения и все промежуточные расчеты.

**Изложим основные принципы оценки конфигурации сети.**

### ***Выбор конфигурации сети Ethernet***

При выборе конфигурации сети Ethernet, состоящей из сегментов различных типов, возникает много вопросов, связанных прежде всего с максимально допустимым размером (диаметром) сети и максимально возможным числом различных элементов. Сеть будет работоспособной только в том случае, если максимальная задержка распространения сигнала в ней не превысит предельной величины. Эта величина определяется выбранным методом управления обменом CSMA/CD, основанным на обнаружении и разрешении коллизий.

Прежде всего, отметим, что для получения сложных конфигураций Ethernet из отдельных сегментов применяются концентраторы двух уже упоминавшихся основных типов:

репитерные концентраторы, которые представляют собой набор репитеров и никак логически не разделяют сегменты, подключенные к ним;

коммутирующие (switching) концентраторы или коммутаторы, которые передают информацию между сегментами, но не передают конфликты с сегмента на сегмент.

В случае более сложных коммутирующих концентраторов конфликты в отдельных сегментах решаются на месте, в самих сегментах, и не распространяются по сети, как в случае более простых репитерных концентраторов. Это имеет принципиальное значение для выбора топологии сети Ethernet, так как используемый в ней метод доступа CSMA/CD предполагает наличие конфликтов и их разрешение, причем общая длина сети как раз и определяется размером зоны конфликта, области коллизии (collision domain). Таким образом, применение репитерного концентратора не разделяет зону конфликта, в то время как каждый коммутирующий концентратор делит зону конфликта на части. В случае коммутатора оценивать работоспособность надо для каждой части сети *отдельно*, а в случае репитерных концентраторов надо оценивать работоспособность всей сети *в целом*.

На практике репитерные концентраторы применяются гораздо чаще, так как они проще и дешевле. При выборе и оценке конфигурации Ethernet используются две основные модели. Остановимся кратко на их особенностях.

### ***Правила модели 1***

Первая модель формулирует набор правил, которые необходимо соблюдать проектировщику сети при соединении отдельных компьютеров и сегментов:

1. Репитер или концентратор, подключенный к сегменту, снижает на единицу максимально допустимое число абонентов, подключаемых к сегменту.

2. Полный путь между двумя любыми абонентами должен включать в себя не более пяти сегментов, четырех концентраторов (репитеров) и двух трансиверов (MAU) для сегментов 10 BASE5.

3. Если путь между абонентами состоит из пяти сегментов и четырех концентраторов (репитеров), то количество сегментов, к которым подключены компьютеры, не должно превышать трех, а остальные сегменты должны просто связывать между собой концентраторы (репитеры). Это так называемое «правило 5—4—3».

4. Если путь между абонентами состоит из четырех сегментов и трех концентраторов (репитеров), то должны выполняться следующие условия:

— максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего между собой концентраторы (репитеры), не должна превышать 1000 м;

— максимальная длина оптоволоконного кабеля сегмента 10BASE-FL, соединяющего концентраторы (репитеры) с компьютерами, не должна превышать 400 м;

— ко всем сегментам могут подключаться компьютеры. На рис. 3 показан пример максимальной конфигурации, удовлетворяющей этим правилам. Здесь максимально возможный путь (диаметр сети) проходит между двумя нижними по рисунку абонентами: он включает в себя пять сегментов (10BASE2, 10BASE5, 10BASE-FL, 10BASE-FL и 10BASE-T), четыре концентратора (репитера) и два трансивера MAU.

### ***Расчет по модели 2***

Вторая модель, применяемая для оценки конфигурации Ethernet, основана на точном расчете временных характеристик выбранной конфигурации сети. Она иногда позволяет выйти за пределы жестких ограничений модели 1. Применение модели 2 совершенно необходимо в том случае, когда размер проектируемой сети близок к максимально допустимому.

#### ***В модели 2 используются две системы расчетов:***

— *первая система* предполагает вычисление двойного (кругового) времени прохождения сигнала по сети и сравнение его с максимально допустимой величиной;

— *вторая система* проверяет допустимость величины получаемого межкадрового временного интервала, межпакетной щели (IPG — Inter Packet Gap) в сети.

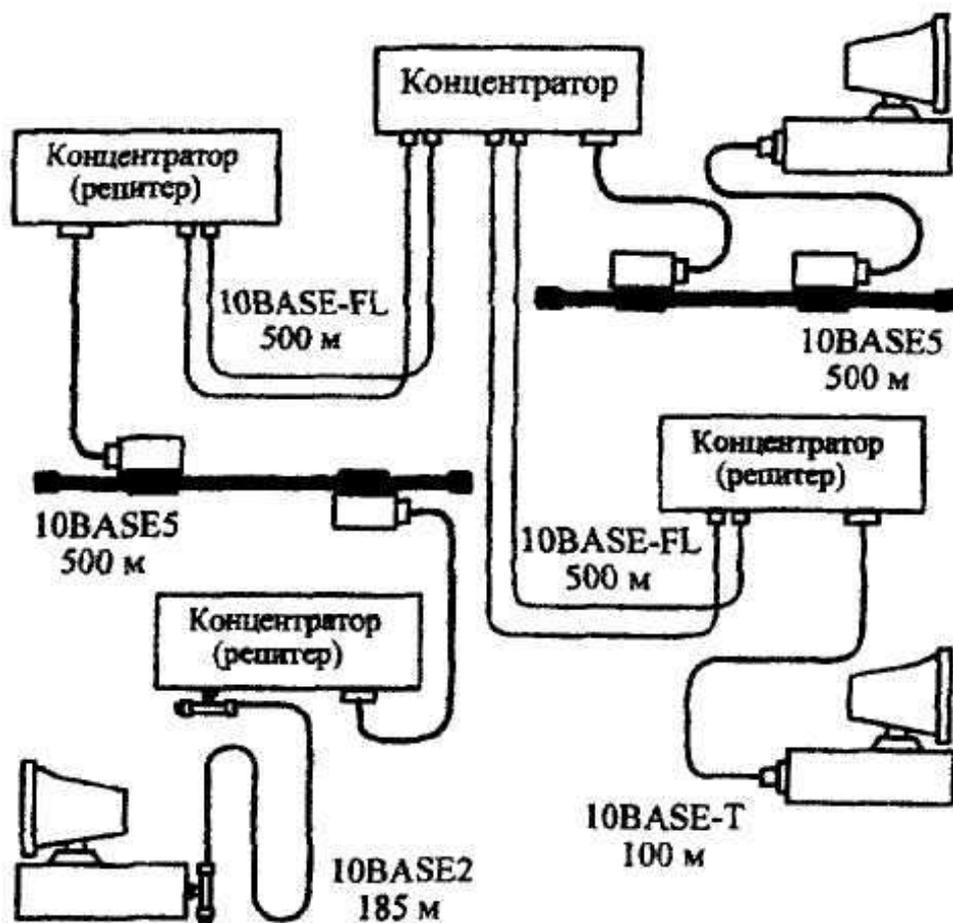


Рисунок 3 - Пример максимальной конфигурации в соответствии с первой моделью

При этом вычисления в обеих системах расчетов ведутся для наихудшего случая, для пути максимальной длины, то есть для такого пути передаваемого по сети пакета, который требует для своего прохождения максимального времени.

**При первой системе расчетов выделяются три типа сегментов:**

- *начальный сегмент* — это сегмент, соответствующий началу пути максимальной длины;
- *конечный сегмент* — это сегмент, расположенный в конце пути максимальной длины;
- *промежуточный сегмент* — это сегмент, входящий в путь максимальной длины, но не являющийся ни начальным, ни конечным.

Промежуточных сегментов в выбранном пути может быть несколько, а начальный и конечный сегменты при разных расчетах могут меняться местами друг с другом. Выделение трех типов сегментов позволяет автоматически учитывать задержки сигнала на всех концентраторах, входящих в путь максимальной длины, а также в приеме-передающих узлах адаптеров.

Таблица 1- Величины задержек для расчета двойного времени прохождения сигнала (задержки даны в битовых интервалах)

Тип сегмента Ethernet	Макс, длина м	Начальный сегмент		Промежуточный сегмент		Конечный сегмент		Задержка на метр длины, $t_l$
		$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	$t_0$	$t_m$	
10BASE5	500	11,8	55,0	46,5	89,8	169,5	212,8	0,087
10BASE2	185	11,8	30,8	46,5	65,5	169,5	188,5	0,103
10BASE-T	100	15,3	26,6	42,0	53,3	165,0	176,3	0,113
10BASE-FL	2000	12,3	212,3	33,5	233,5	156,5	356,5	0,100
FOIRL	1000	7,8	107,8	29,0	129,0	152,0	252,0	0,100
AUI	50	0	5,1	0	5,1	0	5,1	0,103

Для расчетов используются величины задержек, представленные в таблице 1.

*Методика расчета сводится к следующему.*

1. В сети выделяется путь максимальной длины. Все дальнейшие расчеты ведутся для него. Если этот путь не очевиден, то расчеты ведутся для всех возможных путей, и на основании этих расчетов выбирается путь максимальной длины.

2. Если длина сегмента, входящего в выбранный путь, не максимальна, то рассчитывается двойное (круговое) время прохождения в каждом сегменте выделенного пути по формуле:

$$t_s = Lt_l + t_0,$$

где  $L$  — длина сегмента в метрах (при этом надо учитывать тип сегмента: начальный, промежуточный или конечный).

3. Если длина сегмента равна максимально допустимой, то из таблицы для него берется величина максимальной задержки  $t_m$ .

4. Суммарная величина задержек всех сегментов выделенного пути не должна превышать предельной величины 512 битовых интервалов (51,2 мкс).

5. Выполняются те же действия для обратного направления выбранного пути (т. е, конечный сегмент считается начальным, и наоборот). Из-за разных задержек передающих и принимающих узлов концентраторов величины задержек в разных направлениях могут отличаться.

6. Если задержки в обоих случаях не превышают величины 512 битовых интервалов, то сеть считается работоспособной.

Например, для конфигурации, показанной на рис. 3, путь наибольшей длины - это путь между двумя нижними по рисунку компьютерами. В данном случае это довольно очевидно. Этот путь включает в себя пять сегментов (слева направо): 10BASE2, 10BASE5, 10BASE-FL (два сегмента) и 10BASE-T.

Произведем расчет, считая начальным сегментом 10BASE2, а конечным - 10BASE-T.

1. Начальный сегмент 10BASE2 имеет максимально допустимую длину (185 м), следовательно, для него берем из таблицы величину задержки 30,8.

2. Промежуточный сегмент 10BASE5 также имеет максимально допустимую длину (500м), поэтому для него берем из таблицы величину задержки 89,8.

3. Оба промежуточных сегмента 10BASE-FL имеют длину 500 м, следовательно, задержка каждого из них будет вычисляться по формуле:

$$500 \cdot 0,100 + 33,5 = 83,5.$$

4. Конечный сегмент 10BASE-T имеет максимально допустимую длину (100 м), поэтому из таблицы берем для него величину задержки 176,3.

5. В путь наибольшей длины входят также шесть AUI-кабелей: два из них (в сегменте 10BASE5) показаны на рисунке, а четыре (в двух сегментах 10BASE-FL) не показаны, но в реальности вполне могут присутствовать. Будем считать, что суммарная длина всех этих кабелей равна 200 м, то есть четырем максимальным длинам. Тогда задержка на всех AUI-кабелях будет равна:

$$4 \cdot 5,1 = 20,4.$$

6. В результате суммарная задержка для всех пяти сегментов составит:

$$30,8 + 89,8 + 83,5 + 83,5 + 176,3 + 20,4 = 484,3,$$

что меньше, чем предельно допустимая величина 512, то есть сеть работоспособна.

Произведем теперь расчет суммарной задержки для того же пути, но в обратном направлении. При этом начальным сегментом будет 10BASE-T, а конечным — 10BASE2. В конечной сумме изменятся только два слагаемых (промежуточные сегменты остаются промежуточными). Для начального сегмента 10BASE-T максимальной длины задержка составит 26,6 битовых интервала, а для конечного сегмента 10BASE2 максимальной длины задержка составит 188,5 битовых интервала. Суммарная задержка будет равняться:

$$26,6 + 83,5 + 83,5 + 89,8 + 188,5 + 20,4 = 492,3,$$

что опять же меньше 512. Работоспособность сети подтверждена.

Однако расчета двойного времени прохождения, в соответствии со стандартом, еще недостаточно, чтобы сделать окончательный вывод о работоспособности сети.

Второй расчет, применяемый в модели 2, проверяет соответствие стандарту величины межкадрового интервала (IPG). Эта величина изначально не должна быть меньше, чем 96 битовых интервалов (9,6 мкс), то есть только через 9,6 мкс после освобождения сети абоненты могут начать свою передачу. Однако при прохождении пакетов (кадров) через репитеры и концентраторы межкадровый интервал может сокращаться, вследствие, чего два пакета могут в конце концов восприниматься абонентами как один. Допустимое сокращение IPG определено стандартом в 49 битовых интервалов (4,9 мкс).

*Таблица 2* - Величины сокращения межкадрового интервала (IPG)  
для разных сегментов Ethernet

Сегмент	Начальный	Промежуточный
10BASE2	16	11
10BASE5	16	11
10BASE-T	16	11
10BASE-FL	11	8

Для вычислений здесь так же, как и в предыдущем случае, 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 концентраторов. В ходе вычислений используются данные таблицы 2.

Для получения полной величины сокращения IPG надо просуммировать величины из таблицы для сегментов, входящих в путь максимальной длины, и сравнить сумму с предельной величиной 49 битовых интервалов. Если сумма меньше 49, мы можем сделать вывод о работоспособности сети. Для гарантии расчет производится в обоих направлениях выбранного пути.

Для примера обратимся все к той же конфигурации, показанной на рис. 3. Максимальный путь здесь — между двумя нижними по рисунку компьютерами. Берем в качестве начального сегмента 10BASE2. Для него сокращение межкадрового интервала равно 16. Далее следуют промежуточные сегменты: 10BASE5 (величина сокращения составит 11) и два сегмента 10BASE-FL (каждый из них внесет свой вклад по 8 битовых интервалов). В результате суммарное сокращение межкадрового интервала составит:

$$16 + 11 + 8 + 8 = 43,$$

что меньше предельной величины 49. Следовательно, данная конфигурация и по этому показателю будет работоспособна.

Вычисления для обратного направления по этому же пути дадут в данном случае тот же результат, так как начальный сегмент 10BASE-T даст ту же величину, что и начальный сегмент 10BASE2 (16 битовых интервалов), а все промежуточные сегменты опять же останутся промежуточными.

Для наглядности с помощью второй модели расчетов оценим, каков может быть максимальный размер сети Ethernet. Теоретически возможный размер сети составляет 6,5 км — в предположении, что вся сеть выполнена на одном сегменте. Однако в реальности это невозможно, ведь предельная длина сегмента не превышает 2 км (для 10BASE-FL). Поэтому присутствие репитеров или концентраторов в сети максимального размера обязательно, а они внесут свой вклад в задержку прохождения сигнала по сети.

Возьмем простейшую конфигурацию сети из двух сегментов 10BASE-FL, соединенных концентратором (рис. 4).

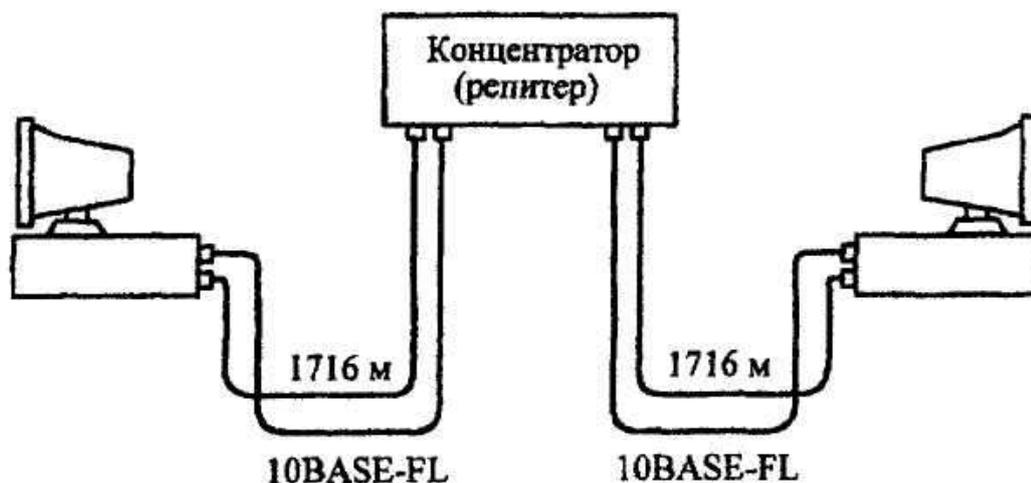


Рисунок 4 - Сеть Ethernet максимальной возможной длины

Из таблицы 1 видно, что при выборе максимальной длины обоих сегментов по 2000 метров (один из них будет начальным, а другой - конечным) суммарная двойная задержка распространения составит:

$$212,3 + 356,5 = 568,8,$$

что значительно больше допустимой величины 512. То есть реальная длина сети будет даже меньше, чем 4 км. Элементарный расчет показывает, что при двух одинаковых сегментах 10BASE-FL длина каждого из них не должна превышать 1716 м. Двойная задержка распространения при этом будет вычисляться так (таблица 1):

$$12,3 + 1716 \cdot 0,1 + 156,5 + 1716 \cdot 0,1 = 512.$$

Общая длина сети будет при этом составлять 3432 м, что значительно меньше теоретически возможной длины в 6500 м. Отметим, что сегменты в конфигурации на рис. 4 могут быть и разной длины, но их общая длина не должна превышать все тех же 3432 м. При этом стоит еще учитывать, что мы не включали в расчет задержки трансиверных кабелей. Если используются внешние трансиверы, то необходимо еще уменьшить длину оптоволоконных кабелей.

Оценим максимально возможный размер сети при использовании только электрического кабеля, например, наиболее популярной сейчас витой пары.

Допустим, мы имеем конфигурацию из пяти сегментов 10BASE-T предельно допустимой длины (100 м), соединенных между собой четырьмя концентраторами. Задержка начального сегмента составит (из таблицы 1) 26,6 битовых интервала. Задержка конечного сегмента будет равна 176,3 битовых интервала. Задержка трех промежуточных сегментов будет 53,3 битовых интервала на каждый сегмент. Суммарная задержка равняется:

$$26,6 + 176,3 + 3 \cdot 53,3 = 362,8,$$

что меньше предельной величины 512.

Мы можем добавить еще два промежуточных 100-метровых сегмента, которые дадут еще 106,6 битовых интервала, увеличив количество сегментов до 7, а количество концентраторов — до 6. В этом случае еще останется запас в 42,6 битовых интервала. Всего получаем, что сегментов может быть даже 8 при семи концентраторах, а общая длина всех кабелей может достигать 705,3 м. Это значительно превышает ограничения модели 1.

Подсчитаем, какая величина сокращения межкадрового интервала получается при такой конфигурации. Один начальный сегмент даст 16 битовых интервалов (см. таблицу 2). Шесть промежуточных сегментов дадут 66 битовых интервалов. В сумме получится 82 битовых интервала, что значительно превышает разрешенные 49 битовых интервалов. Поэтому в данном случае предельная длина сети будет ограничена пятью сегментами, которые сократят межкадровый интервал на величину  $16 + 11 \cdot 3 = 49$  битовых интервалов.

В результате сеть максимального размера на витой паре будет состоять из пяти сегментов по 100 м (рис. 5), что совпадает с требованиями модели 1. Полная длина сети составит 500 м.

Необходимо отметить, что пути максимальной длины для расчета круговой задержки и для расчета IPG могут быть различными. Вполне возможна ситуация, когда максимальную задержку прохождения дает один путь в сети, а максимальное сокращение IPG — другой путь. Например, если один путь состоит из пяти коротких сегментов (электрических и оптоволоконных) и четырех концентраторов, а другой путь имеет всего два оптоволоконных сегмента, но зато с суммарной длиной, близкой к максимально возможной, то первый даст максимальное сокращение IPG, а второй — максимальную задержку прохождения сигнала.

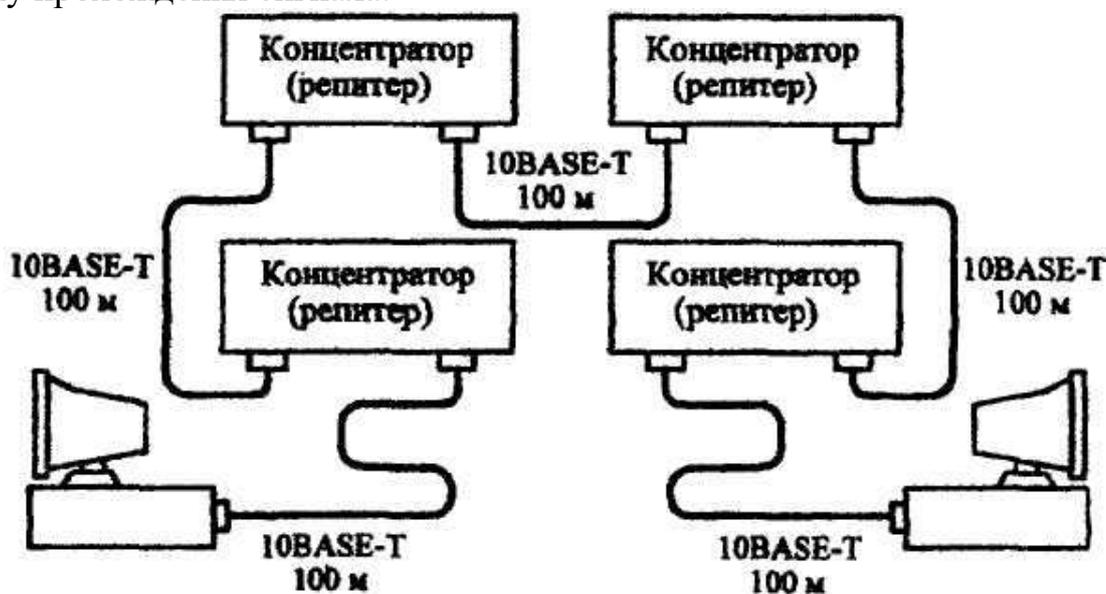


Рисунок 5 - Сеть Ethernet максимального размера на витой паре

Значит, в идеале необходимо рассчитывать как круговую задержку, так и сокращение IPG для каждого из возможных путей в данной топологии сети. Условие работоспособности сети будет состоять в том, что все задержки всех

путей должны быть меньше 512 битовых интервалов, а все величины сокращения IPG для всех путей должны быть меньше 49 битовых интервалов. Неоднозначность пути максимальной длины надо учитывать только в том случае, когда в сети присутствует больше четырех концентраторов, так как четыре концентратора (пять сегментов) в принципе не могут уменьшить IPG больше, чем на 49 битовых интервалов при выборе любых возможных сегментов (см. таблицу 2).

Таким образом, для оценки работоспособности той или иной конфигурации нужно использовать обе модели (модель 1 и модель 2), а для сложных топологий и предельно длинных сегментов наиболее важной является вторая (числовая) модель, позволяющая количественно оценить временные характеристики сети.

### ***Выбор конфигурации Fast Ethernet***

Точно так же, как и в случае 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 нескольких несложных правилах, а вторая использует систему точных расчетов. Первая модель исходит из того, что все компоненты сети (в частности, кабели) имеют наихудшие из возможных временные характеристики, поэтому она всегда дает результат со значительным запасом. Во второй модели можно использовать реальные временные характеристики кабелей, поэтому ее применение позволяет иногда преодолеть жесткие ограничения модели 1.

### ***Правила модели 1***

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

сегменты, выполненные на электрических кабелях (витых парах) не должны быть длиннее 100 м. Это относится к кабелям всех возможных категорий 3, 4 и 5, к сегментам 100BASE-T4 и 100BASE-TX.

сегменты, выполненные на оптоволоконных кабелях, не должны быть длиннее 412 м.

если используются адаптеры с внешними (выносными) трансиверами, то трансиверные кабели не должны быть длиннее 50 см.

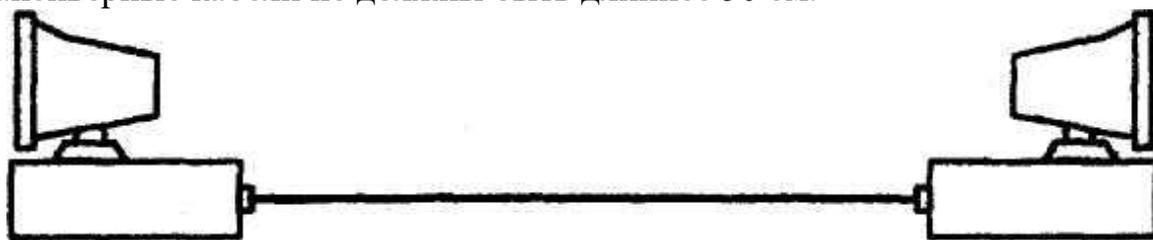


Рисунок 6 - Двухточечное соединение без концентратора

*Модель 1 выделяет три возможных конфигурации сети Fast Ethernet:*

1. Соединение двух абонентов (узлов) сети напрямую, без репитера или

концентратора (рис. 6). Абонентами при этом могут выступать не только компьютеры, но и сетевой принтер, порт коммутатора, моста или маршрутизатора. Это соединение называется соединением DTE-DTE или двухточечным.

2. Соединение двух абонентов сети с помощью одного репитерного концентратора класса I или класса II (рис. 7).

3. Соединение двух абонентов сети с помощью двух репитерных концентраторов класса II (рис. 8). При этом предполагается, что для связи концентраторов всегда используется электрический кабель длиной не более 5 м. Концентраторы класса II имеют меньшую задержку, поэтому их может быть два. Использование трех концентраторов не допускается в соответствии с моделью 1 ни в коем случае.



Рисунок 7 - Соединение с одним концентратором

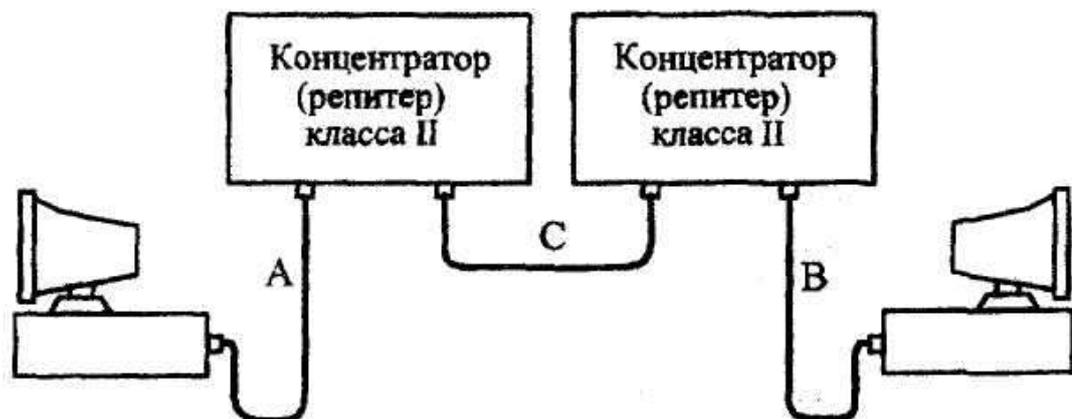


Рисунок 8. Соединение с двумя концентраторами

*В случае первой конфигурации правила модели 1 имеют вид:* электрический кабель не должен быть длиннее 100 м, полудуплексный оптоволоконный не должен быть длиннее 412 м, полнодуплексный оптоволоконный — 2000 м (при этом задержка сигнала в кабеле уже не имеет значения, так как метод CSMA/CD не работает).

В случае применения конфигурации с одним концентратором надо ограничивать длину кабелей сети в соответствии с таблицей 3.

В случае выбора конфигурации с двумя концентраторами надо ограничивать длину кабелей А и В в соответствии с таблицей 4 (по умолчанию предполагается, что кабель С имеет длину 5 м).

Таблица 3 - Максимальная длина кабелей в конфигурации с одним концентратором

Вид кабеля А	Вид кабеля В	Класс концентратора	Макс длине кабеля А	Макс длина кабеля В	Макс размер сети, м
ТХ,Т4	ТХ, Т4	I или II	100	100	200
ТХ	FX	I	100	160,8	260,8
Т4	FX	I	100	131	231
FX	FX	I	136	136	272
ТХ	FX	II	100	208,8	308,8
Т4	FX	II	100	204	304
FX	FX	II	160	160	320

Таблица 4 - Максимальная длина кабелей в конфигурации с двумя концентраторами

Вид кабеля А	Вид кабеля В	Макс длина кабеля А, м	Макс длина кабеля В, м	Макс. размер сети
ТХ,Т4	ТХ,Т4	100	100	205
ТХ	FX	100	116,2	221,2
Т4	FX	100	136,3	241,3
FX	FX	114	114	233

В обеих конфигурациях с концентраторами при использовании одновременно электрического и оптоволоконного кабелей можно за счет уменьшения длины электрического кабеля увеличить длину оптоволоконного кабеля. Причем уменьшению длины электрического кабеля на 1 м соответствует увеличение длины оптоволоконного кабеля на 1,19 м. Например, уменьшив кабель ТХ на 10 м, можно увеличить кабель FX на 11,9 м, и его предельная длина составит при двух концентраторах 128,1 м. Немного увеличится и предельный размер сети (в нашем примере — на 1,9 м).

В случае использования двух оптоволоконных кабелей можно уменьшать один из кабелей за счет увеличения другого. При уменьшении одного кабеля на 10 м можно увеличить другой на 10 м. Если же используется два электрических кабеля, то увеличивать один из них за счет уменьшения другого нельзя, так как их длина в принципе не может превышать 100 м из-за затухания сигнала в кабеле.

Во всех перечисленных случаях под размером сети понимается размер зоны конфликта (области коллизии, collision domain). При этом надо учитывать, что включение в сеть одного коммутатора позволяет увеличить полный размер сети вдвое.

Пример сети максимальной конфигурации в соответствии с первой моделью для витой пары показан на рис. 9.

Здесь максимальный размер зоны конфликта складывается из сегментов А, В и С, то есть составляет:

$100 + 5 + 100 = 205$  метров,  
 что удовлетворяет условию работоспособности сети (таблица 4, верхняя строчка). Отметим, что сегмент D также входит в зону конфликта, так как коммутатор тоже является полноправным передатчиком пакетов сети. Поэтому длина сегмента D также не может превышать в нашем случае 100 м, чтобы суммарная длина сегментов А, В и D не превысила все тех же 205 м. Сегменты, отделенные от рассматриваемой зоны конфликта коммутатором, никак не влияют на ее работоспособность.

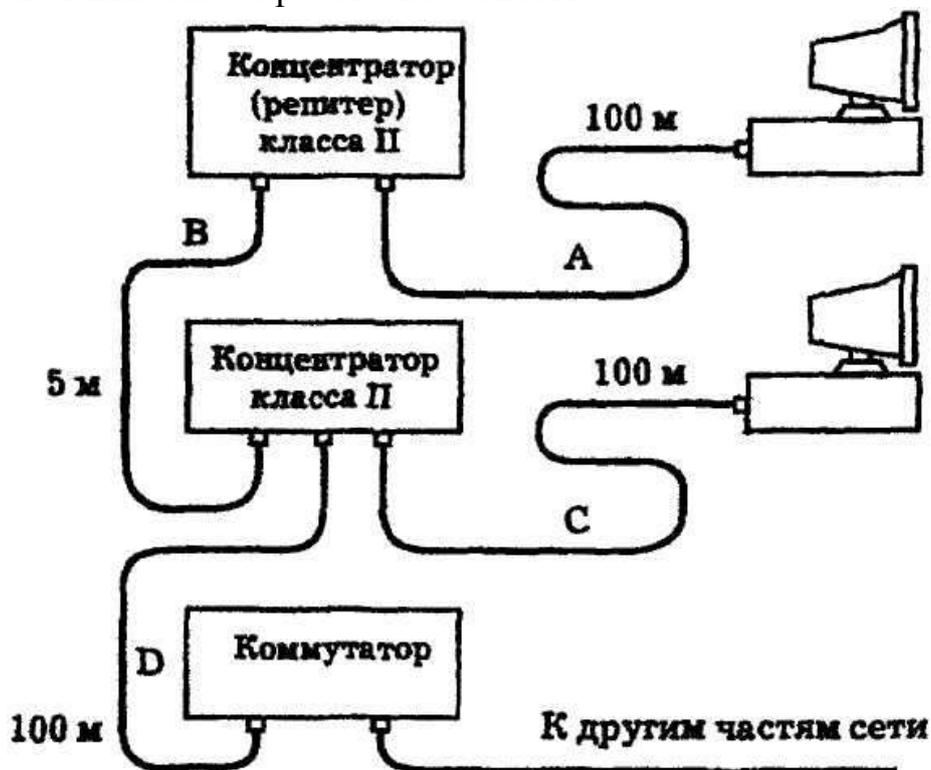


Рисунок 9 - Пример максимальной конфигурации сети Fast Ethernet

### *Расчет по модели 2*

Вторая модель для сети Fast Ethernet, как и в случае Ethernet, основана на вычислении суммарного двойного времени прохождения сигнала по сети. В отличие от второй модели, используемой для оценки конфигурации Ethernet, здесь не проводится расчетов величины сокращения межкадрового интервала (межпакетной щели, IPG). Это связано с тем, что даже максимальное количество репитеров и концентраторов, допустимых в Fast Ethernet, в принципе не может вызвать недопустимого сокращения межкадрового интервала.

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, то есть путь максимальной длины. Если таких путей несколько, то расчет должен производиться для каждого из них.

Расчет в данном случае ведется на основании таблицы 5.

Таблица 5 - Двойные задержки компонентов сети Fast Ethernet  
(величины задержек даны в битовых интервалах)

Тип сегмента	Задержка на метр	Макс, задержка
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(100м)
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. Если сегмент имеет максимально возможную длину, то можно сразу 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 приемопередающих узлов двух абонентов (это три верхние строчки таблицы) и величины задержек для всех репитеров (концентраторов), входящих в данный путь (это три нижние строки таблицы). Суммарная задержка должна быть меньше, чем 512 битовых интервала. При этом надо помнить, что стандарт IEEE 802.3u рекомендует оставлять запас в пределах 1—4 битовых интервалов для учета кабелей внутри соединительных шкафов и погрешностей измерения, то есть лучше сравнивать суммарную задержку с величиной 508 битовых интервала, а не 512 битовых интервала.

Все задержки, приведенные в таблице, даны для наихудшего случая. Если известны временные характеристики конкретных кабелей, концентраторов и адаптеров, то практически всегда лучше использовать именно их. В ряде случаев это может дать заметную прибавку к допустимому размеру сети.

Рассмотрим пример расчета по второй модели для сети, показанной на рис. 9. Здесь существуют два максимальных пути: между компьютерами (сегменты А, В и С) и между верхним (по рисунку) компьютером и коммутатором (сегменты А, В и D). Оба эти пути включают в себя два 100-метровых сегмента и один 5-метровый. Предположим, что все сегменты представляют собой 100BASE-TX и выполнены на кабеле категории 5. Произведем расчет работоспособности сети.

1. Для двух 100-метровых сегментов (максимальной длины) из таблицы берем величину задержки 111,2 битовых интервала;

2. Для 5-метрового сегмента высчитываем задержку, умножая 1,112 (задержка на метр) на длину кабеля (5 метров):

$$1,112 \cdot 5 = 5,56 \text{ битовых интервала};$$

3. Берем из таблицы задержку для двух абонентов ТХ — 100 битовых интервалов;

4. Берем из таблицы величины задержек для двух репитеров класса II — по 92 битовых интервала;

5. Суммируем все перечисленные задержки и получаем:

$$111,2 + 111,2 + 5,56 + 100 + 92 + 92 = 511,96,$$

что меньше 512. Следовательно, данная сеть будет работоспособна, хотя и на пределе, что, вообще говоря, не рекомендуется.

Для гарантии лучше несколько уменьшить длину кабелей или взять кабели, имеющие меньшую задержку (см. таблицу 3). Например, при использовании кабеля АТ&Т 1061 ( $NVP = 0,7$ ,  $t_3 = 0,477$ ) мы получим следующие величины задержек для 100-метровых сегментов:  $(0,477 \cdot 2) \cdot 100 = 95,4$  битовых интервала (умножение на два необходимо, чтобы получить двойное время прохождения), а для 5-метрового сегмента — 4,77 битовых интервала. Суммарная задержка при этом составит:

$$95,4 + 95,4 + 4,77 + 100 + 92 + 92 = 483,57,$$

то есть гораздо меньше 512 и даже 508, что означает полностью работоспособную сеть.

Пользуясь моделью 2, можно обойти некоторые ограничения модели 1, так как модель 1 рассчитывается для наихудшего случая. Например, в сети может присутствовать больше двух концентраторов класса II или больше одного концентратора класса I, а кабель, соединяющий концентраторы, может быть длиннее 5 м.

Для примера на рис. 10 показана сеть, содержащая три концентратора класса II, соединенных между собой отрезками кабеля длиной по 10 м. Компьютеры присоединены к концентраторам сегментами 100BASE-TX длиной по 50 м. Произведем расчет двойного времени прохождения для этого случая.

1. Каждый из трех концентраторов класса II с портами ТХ даст задержку 92 битовых интервала. Суммарная задержка концентраторов будет равна 276 битовым интервалам.

2. Для двух соединительных кабелей между концентраторами задержка равна:

$$2 \cdot 1,112 \cdot 10 = 22,24 \text{ битовых интервала.}$$

3. Для двух сегментов ТХ по 50 метров задержка составит:

$$2 \cdot 1,112 \cdot 50 = 111,2 \text{ битовых интервала.}$$

4. Для двух абонентов ТХ задержка будет равна 100 битовым интервалам.
5. Итого суммарная задержка будет составлять:

$$276 + 22,24 + 111,2 + 100 = 509,44 \text{ битовых интервала.}$$

Данная сеть работоспособна, но при этом надо учитывать, что каждый дополнительный концентратор класса II уменьшает общую допустимую длину кабеля на величину  $92 : 1,112 = 82,7$  м. Сеть с четырьмя концентраторами уже не будет иметь смысла, так как на задержку в кабеле уже не остается почти никакого запаса (четыре концентратора дадут суммарную задержку в  $92 \cdot 4 = 368$  битовых интервала).

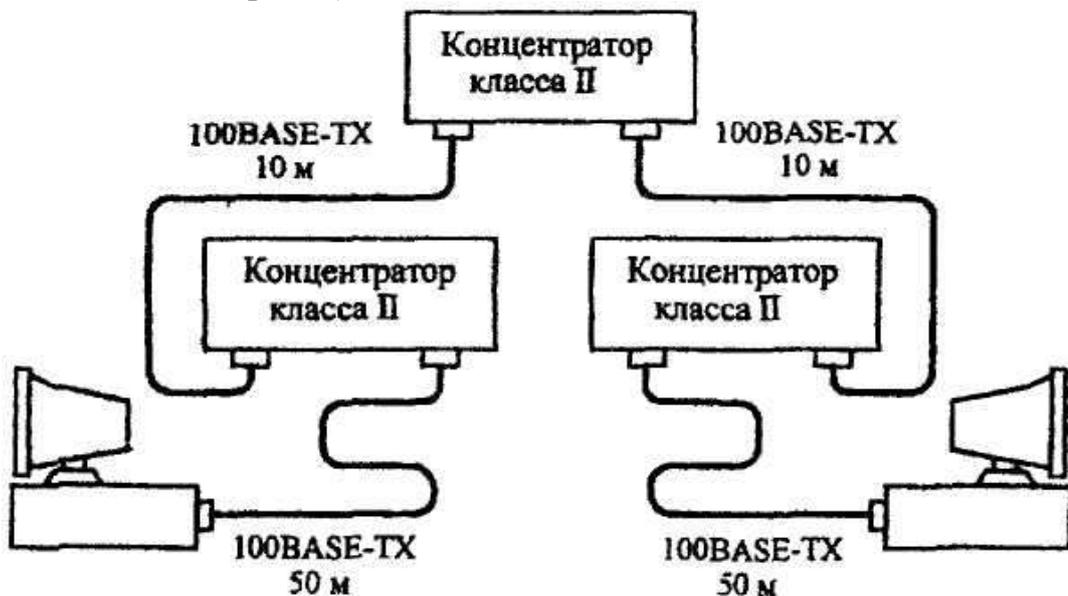


Рисунок 10 - Пример работоспособной конфигурации сети, нарушающей правила модели 1

Проанализируем, какова может быть максимальная величина сети Fast Ethernet. Для этого надо взять сеть с одним концентратором класса II и два сегмента 100BASE-FX. Элементарный расчет показывает, что при одинаковых сегментах длина каждого из них может достигать 160 метров (рис. 11), а общая длина сети составит 320 метров. Расчет двойного времени прохождения для этого случая будет выглядеть так:

$$92 + 100 + 2 \cdot 1,0 \cdot 160 = 512.$$

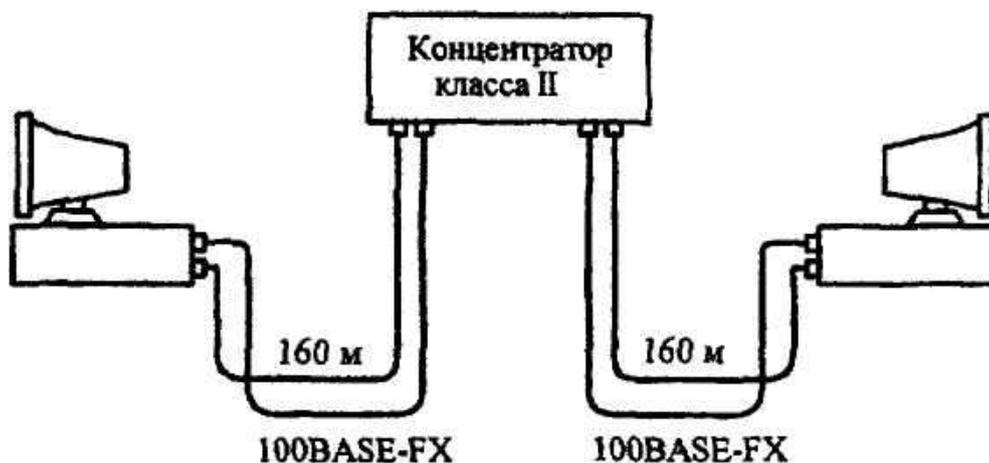


Рисунок 11 - Сеть Fast Ethernet максимальной длины

Получается, что сеть работоспособна, хотя и на пределе. Естественно, в данном случае важна только суммарная длина обоих кабелей. При уменьшении длины какого-нибудь из сегментов можно без потери работоспособности увеличить на точно такую же величину длину другого сегмента.

Если в приведенной на рис. 11 конфигурации используется концентратор класса I, а не концентратор класса II, то допустимая суммарная длина сегментов сокращается с 320 м до 272 м (расчет для этого случая очевиден). А с учетом рекомендуемого стандартом запаса лучше еще уменьшить суммарную длину кабеля на 1—4 м, что даст снижение круговой задержки на 1—4 битовых интервала.

Отметим, что модель 2 целесообразно применять в основном при наличии в сети оптоволоконных сегментов. На электрическом кабеле даже при большом желании довольно трудно создать сеть слишком большого размера.

При выполнении пункта 2.3. «**Выбор необходимого оборудования**» следует осуществить выбор требуемых для построения сети аппаратных средств (кабелей, сетевых адаптеров, трансиверов, репитеров, концентраторов, коммутаторов), их типов и количества. При этом целесообразно использовать данные, приведенные в источнике [2]. В данном пункте должны быть приведены подробные обоснования выбора оборудования, даны рекомендации по прокладке кабелей и составлена таблица, в которой содержатся результаты потребного количества аппаратных средств.

*При выборе сетевого оборудования надо учитывать множество факторов, в том числе:*

- уровень стандартизации оборудования и его совместимость с наиболее распространенными программными средствами;

- скорость передачи информации и возможность ее дальнейшего увеличения;
- топологию сети (шина, пассивная звезда, пассивное дерево);

- метод управления обменом в сети (CSMA/CD, полный дуплекс или маркерный метод);

- разрешенные типы кабеля сети, его максимальную длину, защищенность от помех;

стоимость и технические характеристики конкретных аппаратных средств (сетевых адаптеров, трансиверов, репитеров, концентраторов, коммутаторов).

*При выборе кабеля* надо учитывать в первую очередь требуемую длину, а также защищенность от внешних помех и уровень собственных излучений. При большой длине сети и необходимости обеспечения помехозащищенности передаваемых данных при высоком уровне помех в помещениях незаменим оптоволоконный кабель. Отметим, что применение оптоволоконных кабелей вместо электрических даже при достаточно комфортных условиях позволяет существенно (на 10—5%) поднять производительность сети за счет снижения доли искаженных информационных пакетов.

Большой уровень помех может быть вызван наличием в помещениях предприятия мощного электрического оборудования (например, металлообрабатывающих станков, физических установок). Он может быть также связан с близким расположением (до 100—200 м) высоковольтных линий электропередачи и мощных радиопередатчиков (радиостанций, ретрансляционных антенн сотовой телефонии). Иногда высокий уровень помех вызван всего лишь неправильным размещением кабеля сети. Например, при прокладке кабеля вдоль силовых проводов 220 вольт или вдоль рядов светильников с лампами дневного света количество ошибок передачи резко возрастает.

Для прокладки кабелей сети лучше всего использовать специальные подвесные кабельные короба, настенные кабелепроводы или фальшполы. В этом случае кабели надежно защищены от механических воздействий. Самое дорогое решение — это фальшпол, представляющий собой металлические панели, установленные на подставках, и покрывающие весь пол помещения. Зато фальшпол позволяет легко и безопасно проложить огромное количество проводов, что особенно ценно в научных лабораториях, где помимо кабелей локальной сети существует множество других проводов.

Для прокладки кабеля между комнатами или между этажами обычно пробиваются отверстия в стенах или перекрытиях. По сравнению с прокладкой кабеля через двери комнат и стены коридоров это позволяет существенно сократить общую длину кабелей. Однако надо учитывать, что такое решение усложняет любые дальнейшие изменения в кабельной системе (замену кабелей, прокладку дополнительных кабелей, изменение расположения компьютеров сети и т. д.).

Кабели ни в коем случае не должны самостоятельно удерживать свой вес, так как со временем это может вызвать их обрыв. Их следует подвешивать на стальных тросах, причем для эксплуатации на открытом воздухе необходимы специально предназначенные для этого кабели с оболочкой, устойчивой к атмосферным воздействиям. По возможности надо использовать для соединения далеко разнесенных зданий подземные коллекторы. Но при этом необходимо предпринимать меры по защите кабелей от воздействия влаги.

Следует также избегать чрезмерно малых радиусов изгиба кабелей (особенно это важно в случае коаксиальных и оптоволоконных кабелей), чтобы не вызвать разрушения изоляции или обрыва центральной жилы. По

этой же причине крепежные элементы не должны чересчур пережимать кабель. Известны случаи, когда подобные нарушения вызывали полное прекращение связи через недели или даже месяцы после начала эксплуатации сети.

Для объединения концов всех кабелей часто используются специальные распределительные шкафы, доступ к которым должен быть ограничен. Конечно, их применение оправдано только в том случае, если кабелей очень много (несколько десятков). Располагать распределительные шкафы целесообразно рядом с концентраторами, коммутаторами или маршрутизаторами.

Стоит отметить, что производительность сети и ее надежность определяются самым низкокачественным ее компонентом. Поэтому, устанавливая дорогие концентраторы или коммутаторы, не стоит экономить на сетевых адаптерах. Верно и обратное. В любом случае лучше, когда все компоненты оборудования максимально полно соответствуют друг другу.

При выполнении пункта **2.4. «Выбор сетевых программных средств»** необходимо дать рекомендации по использованию сетевых программных средств для проектируемой сети.

Выбор программных средств не стоит считать чем-то второстепенным, совершенно не влияющим ни на размер и структуру сети, ни на характеристики требуемого оборудования. Поэтому принимать решение о том, какие программные средства надо использовать или хотя бы к какому классу они должны принадлежать, необходимо в самом начале проектирования.

***При выборе сетевого программного обеспечения надо в первую очередь учитывать следующие факторы:***

какую сеть оно поддерживает: одноранговую сеть, сеть на основе сервера или оба этих типа;

какое максимальное количество пользователей допускается (лучше брать с запасом не менее 20%);

какое количество серверов можно включить и какие типы серверов возможны;

какова совместимость с разными операционными системами и разными компьютерами, а также с другими сетевыми средствами;

каков уровень производительности программных средств в различных режимах работы;

какова степень надежности работы, каковы разрешенные режимы доступа и степень защиты данных;

и, возможно, главное — какова стоимость программного обеспечения.

Никогда не стоит гнаться за самым совершенным продуктом просто потому, что он популярен, так как с ним, как правило, сложнее обращаться, да и стоит он гораздо дороже. Наконец, еще до установки сети необходимо решить вопрос об управлении сетью. Даже в случае одноранговой сети лучше выделить для этого отдельного специалиста (администратора), который будет иметь всю информацию о конфигурации сети и распределении ресурсов и следить за корректным использованием сети всеми пользователями.

Если сеть большая, то одним сетевым администратором уже не обойтись, нужна целая группа администраторов, возглавляемая системным администратором. После установки и запуска сети решать все эти вопросы, как правило, слишком поздно.

После установки сети необходимо провести ее конфигурирование, то есть задать логическую конфигурацию сети, настроить ее на работу в конкретных условиях. Это входит в обязанности системного администратора сети, который затем осуществляет и контроль за работой сети, и управление ее работой, а также:

- создание пользователей и групп пользователей различного назначения;
- определение прав доступа пользователей;
- обучение новых пользователей и оперативную помощь пользователям в случае необходимости;
- контроль за дисковым пространством всех серверов данной сети;
- защиту и резервное копирование данных, борьбу с компьютерными вирусами;
- модернизацию программного обеспечения и сетевой аппаратуры;
- настройку сети для получения максимальной производительности.

Системный администратор, как правило, получает максимальные права по доступу ко всем сетевым ресурсам и ко всем служебным программам сети. Все остальные пользователи сети в идеале не должны замечать сети: просто у них должны появиться новые диски, расположенные на файл-серверах, новые принтеры, сканеры, модемы, новые программы, специально ориентированные на сеть, например, электронная почта.

Создаваемые группы пользователей должны по возможности совпадать с реальными группами сотрудников предприятия, занимающимися одной проблемой или близкими проблемами. Каждой группе системный администратор может установить свои права доступа к сетевым ресурсам. Гораздо удобнее создать группу с определенными правами, а затем включить в нее нужных пользователей, чем определять права каждому пользователю в отдельности. В этом случае при необходимости изменения прав пользователя достаточно перевести его в другую группу. Желательно, чтобы каждой группой управлял свой сетевой администратор (если, конечно, группы достаточно большие). Например, *сетевая ОС Windows NT позволяет создавать четыре типа групп:*

- локальные группы, то есть те, которые регистрируются на локальном компьютере;
- глобальные группы, то есть те, которые регистрируются на главном контроллере домена (PDC);
- специальные группы (обычно используются для внутрисистемных нужд);
- встроенные группы, которые делятся на три категории: администраторы, операторы и другие пользователи.

Свои права доступа можно установить и каждому пользователю в отдельности. В идеале каждый пользователь должен иметь столько прав доступа, сколько ему действительно нужно, не больше и не меньше. Если прав

меньше, чем нужно, это мешает работе пользователя, требует постоянного вмешательства сетевого администратора. Если же прав больше, чем необходимо, то пользователь может вольно или невольно уничтожить ценную информацию, с которой он не работает, или исказить ее.

Каждая сетевая операционная система или оболочка имеет свой набор разрешенных прав доступа к каталогам и файлам. Это характеризует ее гибкость, надежность, возможность развития сети. Например, сетевая ОС Novell NetWare 3.12 обеспечивает права, перечисленные в таблице 6. Сетевая ОС Windows NT Server обеспечивает права, перечисленные в таблице 7. Набор прав доступа, предоставляемых операционной системой Windows 95, меньше, чем для других сетевых средств (таблица 8).

Время от времени рекомендуется делать копии всех дисков сервера, например, на магнитную ленту или на сменные магнитные или оптические диски. Это позволит в случае аварии восстановить недавнее состояние сети, потеряв не слишком много информации. При этом системный администратор должен сохранить на диске рабочей станции информацию о пользователях и их правах доступа, чтобы при восстановлении сети не пришлось все это задавать заново. Целесообразно иметь две копии дисков серверов, одна из которых обновляется довольно редко (например, раз в месяц), а другая — чаще (например, раз в неделю).

*Таблица 6 - Виды доступа к каталогам и файлам в ОС NetWare 3.12*

Вид доступа	Обозначение	Что разрешено
Access Control	A	Изменение прав доступа к каталогу или файлу
File Scan	F	Просмотр каталога
Create	C	Создание каталогов и файлов в данном каталоге
Erase	E	Удаление каталогов и файлов в данном каталоге
Modify	M	Изменение содержимого файлов (перезапись)
Supervisory	S	Любые операции над файлами каталога (права супервизора)
Write	W	Запись в файл

*Таблица 7 - Виды доступа к каталогам и файлам в ОС Windows Server*

Вид доступа	Что разрешено
Read	Чтение и копирование файлов из каталога
Execute	Запуск на выполнение программ из каталога
Write	Создание новых файлов в каталоге
Delete	Удаление файлов в каталоге
No Access	Запрещение любого доступа

Для контроля за функционированием сети системным администратором имеются специальные программные средства. Например, ОС Windows

NT Server имеет специальную программу-утилиту Performance Monitor, которая позволяет наблюдать в реальном времени за деятельностью процессоров, работой дисков, использованием памяти, использованием сети. Имеются и отдельные программные пакеты, например Network Monitor или LANalyzer. Анализируя параметры реального обмена в сети, администратор может установить такие режимы, которые обеспечивают наибольшую эффективность обмена. Выявив тенденции развития сети, он может вовремя принять решение о необходимости модернизации программных или аппаратных средств.

*Таблица 8 - Виды доступа к каталогам и файлам в ОС Windows*

Вид доступа	Что разрешено
Только чтение	Чтение и копирование файлов из каталога
Полный	Чтение, запись в каталог и удаление файлов из каталога
По паролю	Определяется паролем (по паролю «для чтения» - доступ только для чтения, по паролю «для полного доступа» - полный доступ)

Конечно, всегда надо учитывать, что производительность любой сети зависит не только от установленной аппаратуры и программных продуктов, но и от характера решаемых задач.

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ПРОЕКТА**

Глава посвящена расчету показателей абсолютной экономической эффективности проекта. В соответствии с методиками изучаемыми в курсе дисциплины «Математическая экономика»). Основными расчетами экономических характеристик и показателей проектируемой сети являются: расчет капитальных затрат; расчет численности производственных работников; расчет тарифных доходов; расчет эксплуатационных расходов – расчеты расходов на оплату труда, единого социального налога, амортизационных отчислений, расходов на материалы и запасные части, расходов на используемую электроэнергию (по многотарифной системе), прочих производственных расходов; расчет удельных приведенных капитальных вложений; расчет удельных приведенных затрат; расчет коэффициента экономической эффективности проекта; расчет прибыли, рентабельности, коэффициента фондовооруженности, фондоотдачи, срока окупаемости.

## **7. ПРИМЕРНЫЕ ПЛАНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ГЛАВЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

### **Вариант 1**

1. Место и роль локальных вычислительных сетей в современных компьютерных технологиях.
2. Метод доступа CSMA/CD в локальных вычислительных сетях.
3. Кабели на основе витых пар — среда передачи в ЛВС.
4. Использование помехоустойчивых кодов для обнаружения ошибок в сети.

### **Вариант 2**

1. Отличительные признаки локальных вычислительных сетей.
2. Спецификации физической среды Ethernet.
3. Коаксиальные кабели — среда передачи в ЛВС.
4. Характеристики сетевых адаптеров.

### **Вариант 3**

1. Структуризация как средство построения локальных вычислительных сетей.
2. Основные характеристики технологии Token Ring.
3. Оптоволоконные кабели — среда передачи ЛВС.
4. Сетевые адаптеры с внешними трансиверами.

### **Вариант 4**

1. Роль протоколов, интерфейсов, стеков протоколов в локальных вычислительных сетях.
2. Маркерный метод доступа к разделяемой среде.
3. Бескабельные каналы связи в ЛВС.
4. Репитеры и концентраторы ЛВС.

### **Вариант 5**

1. Модель OSI и ее физический уровень.
2. Основные характеристики технологии FDDI.
3. Кодирование информации в локальных вычислительных сетях.
4. Функции репитеров и репитерных концентраторов в ЛВС.

### **Вариант 6**

1. Модель OSI и ее канальный уровень.
2. Особенности технологии Fast Ethernet.
3. Назначение пакетов в локальных вычислительных сетях и их структура.
4. Концентраторы класса I и класса II в локальных вычислительных сетях.

### **Вариант 7**

1. Модель OSI и ее сетевой уровень.
2. Особенности технологии 100VG-AnyLAN.
3. Адресация пакетов в локальных вычислительных сетях.
4. Коммутирующие концентраторы в локальных вычислительных сетях.

### **Вариант 8**

1. Модель OSI и ее транспортный уровень.
2. Общая характеристика стандарта Gigabit Ethernet.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «звезда».
4. Функции мостов в локальных вычислительных сетях.

### **Вариант 9**

1. Модель OSI и ее сеансовый уровень.
2. Функции и характеристики сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «шина».
4. Функции маршрутизаторов в локальных вычислительных сетях.

### **Вариант 10**

1. Модель OSI и ее представительный уровень.
2. Классификация сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в сети с топологией «кольцо».
4. Аппаратура 10BASE5.

### **Вариант 11**

1. Модель OSI и ее прикладной уровень.
2. Основные и дополнительные функции концентраторов.
3. Стандартные сетевые программные средства.
4. Аппаратура 10BASE2.

### **Вариант 12**

1. Требования, предъявляемые к локальным вычислительным сетям.
2. Ограничения сети, построенной на общей разделяемой среде.
3. Сетевые программные средства фирмы Novell.
4. Аппаратура 10BASE-T.

### **Вариант 13**

1. Общая характеристика протоколов локальных вычислительных сетей.
2. Преимущества логической структуризации сети.
3. Сетевые программные средства фирм Microsoft и IBM.
4. Аппаратура 10BASE-FL.

### **Вариант 14**

1. Структура стандартов локальных вычислительных сетей.
2. Структуризация сети с помощью мостов и коммутаторов.
3. Защита информации в локальных сетях.
4. Аппаратура 10BASE-TX.

### **Вариант 15**

1. Топология локальных вычислительных сетей.
2. Виртуальные локальные вычислительные сети.
3. Программные средства защиты информации в ЛВС.
4. Аппаратура 100BASE-T4.

### **Вариант 16**

1. Место и роль локальных вычислительных сетей в современных компьютерных технологиях.
2. Метод доступа CSMA/CD в локальных вычислительных сетях.
3. Кабели на основе витых пар — среда передачи в ЛВС.
4. Использование помехоустойчивых кодов для обнаружения ошибок в сети.

### **Вариант 17**

1. Отличительные признаки локальных вычислительных сетей.
2. Спецификации физической среды Ethernet.
3. Коаксиальные кабели — среда передачи в ЛВС.

#### 4. Характеристики сетевых адаптеров.

##### **Вариант 18**

1. Структуризация как средство построения локальных вычислительных сетей.
2. Основные характеристики технологии Token Ring.
3. Оптоволоконные кабели — среда передачи ЛВС.
4. Сетевые адаптеры с внешними трансиверами.

##### **Вариант 19**

1. Роль протоколов, интерфейсов, стеков протоколов в локальных вычислительных сетях.
2. Маркерный метод доступа к разделяемой среде.
3. Бескабельные каналы связи в ЛВС.
4. Репитеры и концентраторы ЛВС.

##### **Вариант 20**

1. Модель OSI и ее физический уровень.
2. Основные характеристики технологии FDDI.
3. Кодирование информации в локальных вычислительных сетях.
4. Функции репитеров и репитерных концентраторов в ЛВС.

##### **Вариант 21**

1. Модель OSI и ее канальный уровень.
2. Особенности технологии Fast Ethernet.
3. Назначение пакетов в локальных вычислительных сетях и их структура.
4. Концентраторы класса I и класса II в локальных вычислительных сетях.

##### **Вариант 22**

1. Модель OSI и ее сетевой уровень.
2. Особенности технологии 100VG-AnyLAN.
3. Адресация пакетов в локальных вычислительных сетях.
4. Коммутирующие концентраторы в локальных вычислительных сетях.

##### **Вариант 23**

1. Модель OSI и ее транспортный уровень.
2. Общая характеристика стандарта Gigabit Ethernet.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «звезда».
4. Функции мостов в локальных вычислительных сетях.

##### **Вариант 24**

1. Модель OSI и ее сеансовый уровень.
2. Функции и характеристики сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «шина».
4. Функции маршрутизаторов в локальных вычислительных сетях.

##### **Вариант 25**

1. Модель OSI и ее представительный уровень.
2. Классификация сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в сети с топологией «кольцо».
4. Аппаратура 10BASE5.

##### **Вариант 26**

1. Модель OSI и ее прикладной уровень.
2. Основные и дополнительные функции концентраторов.

3. Стандартные сетевые программные средства.
4. Аппаратура 10BASE2.

#### **Вариант 27**

1. Требования, предъявляемые к локальным вычислительным сетям.
2. Ограничения сети, построенной на общей разделяемой среде.
3. Сетевые программные средства фирмы Novell.
4. Аппаратура 10BASE-T.

#### **Вариант 28**

1. Общая характеристика протоколов локальных вычислительных сетей.
2. Преимущества логической структуризации сети.
3. Сетевые программные средства фирм Microsoft и IBM.
4. Аппаратура 10BASE-FL.

#### **Вариант 29**

1. Структура стандартов локальных вычислительных сетей.
2. Структуризация сети с помощью мостов и коммутаторов.
3. Защита информации в локальных сетях.
4. Аппаратура 10BASE-TX.

#### **Вариант 30**

1. Топология локальных вычислительных сетей.
2. Виртуальные локальные вычислительные сети.
3. Программные средства защиты информации в ЛВС.
4. Аппаратура 100BASE-T4.

#### **Вариант 31**

1. Структуризация как средство построения локальных вычислительных сетей.
2. Основные характеристики технологии Token Ring.
3. Оптоволоконные кабели — среда передачи ЛВС.
4. Сетевые адаптеры с внешними трансиверами.

#### **Вариант 32**

1. Роль протоколов, интерфейсов, стеков протоколов в локальных вычислительных сетях.
2. Маркерный метод доступа к разделяемой среде.
3. Бескабельные каналы связи в ЛВС.
4. Репитеры и концентраторы ЛВС.

#### **Вариант 33**

1. Модель OSI и ее физический уровень.
2. Основные характеристики технологии FDDI.
3. Кодирование информации в локальных вычислительных сетях.
4. Функции репитеров и репитерных концентраторов в ЛВС.

#### **Вариант 34**

1. Модель OSI и ее канальный уровень.
2. Особенности технологии Fast Ethernet.
3. Назначение пакетов в локальных вычислительных сетях и их структура.
4. Концентраторы класса I и класса II в локальных вычислительных сетях.

#### **Вариант 35**

1. Модель OSI и ее сетевой уровень.

2. Особенности технологии 100VG-AnyLAN.
3. Адресация пакетов в локальных вычислительных сетях.
4. Коммутирующие концентраторы в локальных вычислительных сетях.

#### **Вариант 36**

1. Модель OSI и ее транспортный уровень.
2. Общая характеристика стандарта Gigabit Ethernet.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «звезда».
4. Функции мостов в локальных вычислительных сетях.

#### **Вариант 37**

1. Модель OSI и ее сеансовый уровень.
2. Функции и характеристики сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в локальной сети с топологией «шина».
4. Функции маршрутизаторов в локальных вычислительных сетях.

#### **Вариант 38**

1. Модель OSI и ее представительный уровень.
2. Классификация сетевых адаптеров.
3. Управление обменом в сети с топологией «кольцо».
4. Аппаратура 10BASE5.

#### **Вариант 39**

1. Модель OSI и ее физический уровень.
2. Основные характеристики технологии FDDI.
3. Кодирование информации в локальных вычислительных сетях.
4. Функции репитеров и репитерных концентраторов в ЛВС.

#### **Вариант 40**

1. Модель OSI и ее канальный уровень.
2. Особенности технологии Fast Ethernet.
3. Назначение пакетов в локальных вычислительных сетях и их структура.
4. Концентраторы класса I и класса II в локальных вычислительных сетях.

## 7. ВЫБОР ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Выбор задания на курсовой проект осуществляется по таблице 9. Номер задания студент получает на кафедре при регистрации в специальном журнале.

*Таблица 9 - Задания на курсовой проект*

№ задания	Вариант теоретической главы	Данные для аналитической главы						
		Скорость передачи информации, Мбит/с	Число зданий отдела	Расстояния между зданиями, м	Число этажей в каждом здании (число подразделений)	Число комнат на каждом этаже (число рабочих групп в каждом подразделении)	Число компьютеров в каждой комнате (в каждой рабочей группе)	Максимальная длина кабеля на этаже, м
1	1	10	2	800	3	9	10	480
2	2	10	3	900	4	10	11	485
3	3	10	4	1800	5	5	12	90
4	4	10	2	800	6	6	13	95
5	5	10	3	900	7	7	14	180
6	6	10	4	1800	8	8	15	185
7	7	10	2	800	9	9	7	480
8	8	10	3	900	3	10	8	485
9	9	10	4	1800	4	5	9	90
10	10	10	2	800	5	6	10	95
11	11	10	3	900	6	7	11	180
12	12	10	4	1800	7	8	12	185
13	13	10	2	800	8	9	13	480
14	14	10	3	900	9	10	14	485
15	15	10	4	1800	3	5	15	90
16	1	100	2	80	4	6	7	70
17	2	100	3	120	5	7	8	80
18	3	100	4	150	6	8	9	90
19	4	100	2	80	7	9	10	70
20	5	100	3	120	8	10	11	80
21	6	100	4	150	9	5	12	90
22	7	100	2	80	3	6	13	70
23	8	100	3	120	4	7	14	80
24	9	100	4	150	5	8	15	90
25	10	100	2	80	6	9	7	70
26	11	100	3	120	7	10	8	80
27	12	100	4	150	8	5	9	90
28	13	100	2	80	9	6	10	70
29	14	100	3	120	3	7	11	80
30	15	100	4	150	4	8	12	90
31	12	10	4	1800	7	8	12	185
32	13	10	2	800	8	9	13	480
33	14	10	3	900	9	10	14	485
34	15	10	4	1800	3	5	15	90
35	1	100	2	80	4	6	7	70
36	2	100	3	120	5	7	8	80
37	3	100	4	150	6	8	9	90
38	4	100	2	80	7	9	10	70
39	5	100	3	120	8	10	11	80
40	6	100	4	150	9	5	12	90

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дэвис Д., Барбер Д. и др. Вычислительные сети и сетевые протоколы. — М.: Мир, 1982. — 562 с.
2. Новиков Ю. В., Кондратенко С. В, Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. — М.: ЭКОМ, 2001.-312 с.
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 1999. — 672 с.
4. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 512 с.
5. Спортак М. и др. Компьютерные сети. Книга 1. — Киев: Диасофт, 1998 -432 с.
6. Спортак М. и др. Компьютерные сети. Книга 2. — Киев: Диасофт, 1999. -432 с.
7. Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы. — М.: Финансы и статистика, 1996. — 368 с.

Форма титульного листа, задания, календарного плана и рецензии

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра информационных систем**

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)**

**на тему: «Проектирование инфокоммуникационной сети предприятия»**

*(по выбору студента, например Вариант №)*

**По дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»**

*Выполнила студентка \_ курса, группы \_*

*Направление подготовки:*

*ИВАНОВА Мария Ивановна*

***Проверил:***

*Дата сдачи* \_\_\_\_\_

*Дата защиты* \_\_\_\_\_

*Оценка* \_\_\_\_\_

*Члены комиссии:*

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ставрополь, 2021

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра информационных систем**

**ЗАДАНИЕ  
на курсовой проект (работу)**

по дисциплине «Инфокоммуникационные системы и сети»

Студентке \_ группы \_ курса \_

ИВАНОВОЙ Марии Ивановне  
(фамилия, имя, отчество)

Тема курсового проекта (работы) **Проектирование инфокоммуникационной сети  
предприятия (Вариант № \_\_)**

Руководитель: доцент кафедры информационных систем Шлаев Д.В.

Дата выдачи задания:

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Дата сдачи курсового проекта (ра-  
боты):

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Исходные данные к курсовому проекту (работе и постановка задачи):**

1. Произвести проектирование инфокоммуникационной сети и других систем электронных коммуникаций согласно выбранного варианта задания Вариант № \_\_\_\_
2. Рассмотреть вопрос \_\_\_\_\_ в деятельности инвестиционной компании ООО «Инвест».
3. Исходные данные **реальные в соответствии с организационно-штатной структурой** ООО «Инвест».
4. Сметы на оборудование и материалы – **исходя из цен потребительского рынка г. Ставрополя.**
5. Стоимость монтажных и пусконаладочных работ – **исходя из норм ОАО «Электросвязь».**
6. Оформление пояснительной записки в соответствии с методическими рекомендациями к курсовому проекту.

**Перечень вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте (работе):**

1. Анализ состояния инфокоммуникационной сети \_\_\_\_\_
2. Расчет параметров и построение локальной вычислительной сети \_\_\_\_\_
3. Техничко-экономическое обоснование проекта

**Перечень графического материала:**

1. Схема инфокоммуникационной сети \_\_\_\_\_
2. Схема включения \_\_\_\_\_ к сети Интернет для организации электронного документооборота с предприятиями и организациями края
3. Основные топологические структуры сегментов инфокоммуникационной сети.
4. Основные сметы на организацию инфокоммуникационной сети.
5. Оборудование автоматизированного рабочего места специалиста и перечень программного обеспечения АРМ

**Основная рекомендуемая литература**

1. Новиков Ю. В., Кондратенко С. В, Локальные сети: архитектура, алгоритмы, проектирование. — М.: ЭКОМ, 2021.-312 с.
2. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. — СПб.: Питер, 1999. — 672 с.
3. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 512 с.
4. Спортак М. и др. Компьютерные сети. Книга 1. — Киев: Диасофт, 1998 -432 с.
5. Спортак М. и др. Компьютерные сети. Книга 2. — Киев: Диасофт, 1999. -432 с.
6. Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы. — М.: Финансы и статистика, 1996.—368 с.
7. Дэвис Д., Барбер Д. и др. Вычислительные сети и сетевые протоколы.—М.: Мир,1982.—562 с.

Руководитель: к.т.н.,

\_\_\_\_\_ Д.В. Шлаев  
(подпись) (дата)

Задание принял к исполнению \_\_\_ группа; \_\_\_ курс

\_\_\_\_\_  
(подпись) (дата) (ФИО исп)