

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой К. м. н.
Матвеев Д. Ф.
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

На тему: Разработка высококороткой сети
передачи данных для корпоративных сетей

Выполнил (а) Майханов Ф.Е. МТС - 10-06
(Фамилия и инициалы) группа

по экономической части:
Беркутова А.У., к.э.н., доцент
 (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
А.У. «20» мая 2014 г.
 (подпись)

Гросебаев И.К. д.т.н., к.р.ед.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Гросебаев «20» мая 2014 г.
(подпись)

Артохия А. В. ст. преподаватель
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« 04 » июля 20 14 г.
(подпись)

_____ « _____ » _____ 20 ____ г.
(подпись)

5

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиотехники и связи
Специальность 5В071900 Радиотехника, электроника и телекоммуникации
Кафедра Телекоммуникационных систем

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Масганов Александр Евгеньевич
(фамилия, имя, отчество)

Тема
проекта Разработка высокоскоростной сети передачи
данных для корпоративных сетей

утверждена приказом ректора № 115 от «24» сентября 20 13 г.

Срок сдачи законченной работы «25» мая 20 14 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов
проектирования (исследования) и исходные данные объекта

Сеть спортивных магазинов "ROSPORT KAZAKHSTAN" в
г. Алматы. Маршрутизатора CISCO 2600, маршру-
тизатора CISCO Catalyst 2940, цифровые модели
RAD Asmi-52. Телекоммуникационный канал связи представ-
ленный провайдером.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или
краткое содержание дипломного проекта:

Организация сети на базе маршрутизаторов
CISCO. Изучение протоколов TCP/IP, OSPF, STP,
а также рассмотрение уровней многоуровневой
модели OSI. Рассмотрение принципов коммути-
ции, а также статической и динамической маршру-
тизации. Изучение технологий семейства MPLS.
Исследование времени передачи пакета и коэффици-
циента использования, оценка времени задержива-
ние, оценка средней задержки по моделям M/D/1,
M/M/1, M/G/1.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Рисунки - структура модели OSI; структура стека протоколов TCP/IP; граф сети протокола OSPF; образование "петли" в сети передачи данных.
Схемат - картина объединённых локальных вычислительных сетей сети спортивных материалов "PROSport KAZAKHSTAN"; сегмент - база ЛВС; сегмент - клиент ЛВС.

Рекомендуемая основная литература

И. Руденко, "Маршрутизатор Cisco для IP-сетей", - М.: 2003 г.; Т. Манин, К. Хейд "Настройка компьютеров Cisco" - М.: Издательство "Лори", - 2002.; Ашфер В.Р, Ашфер Н.А, "Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы", Учебник - Санкт-Петербург - Питер, 2013.; Акиато, Вито, "Основы организации сетей Cisco" - М.: Издательский дом "Вильямс" 2002.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Экспертная часть	Бекмурзаев А.У.	20.04 - 04.06.14	А.У. Бекмурзаев
Общая	Дюсенов Д.К.	17.04 - 03.06.14	Д.К. Дюсенов
Всп. техн.	Артохия А.В.	12.05 - 04.06.14	А.В. Артохия
Техн. часть	Машакишев Д.Р.	20.02 - 24.05.14	Д.Р. Машакишев

Г Р А Ф И К
подготовки дипломного проекта

№ п/п	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
1	Анализ сетей передачи данных	22. 02. 14	
2	Принципы построения СПД	23. 02. 14	
3	Эталонная модель OSI	25. 02. 14	
4	Технологии Ethernet	02. 03. 14	
5	Протокол OSPF	03. 03. 14	
6	Протокол STP	06. 03. 14	
7	Комплекты оборудования	12. 03. 14	
8	Схема организации СПД	15. 03. 14	
9	Техн. зап. и схема помех DSL	17. 03. 14	
10	Измерение скорости помех DSL	20. 03. 14	
11	Выявление дефектов кабелей DSL	27. 03. 14	
12	Параметры надёжности	02. 04. 14	
13	Определение парам. системы	04. 04. 14	
14	План маркировки	11. 04. 14	
15	Производственный план	13. 04. 14	
16	Финансовый план	15. 04. 14	
17	Расчёт системы кондиц.-е	17. 04. 14	
18	Расчёт уст-ки газового поле-е	22. 04. 14	

Дата выдачи задания

«20» февраля 2014 г.

Заведующий кафедрой

(подпись) Мамаханов Д. Р.
(Фамилия и инициалы)

Руководитель

(подпись) Мамаханов Д. Р.
(Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению студент

(подпись) Мамаханов А. Е.
(Фамилия и инициалы)

Андатпа

Бұл дипломдық жобада географиялық жағынан қашықтатылған жергілікті желілерді байланыстыратын жоғары жылдамдықты желі құралған. Берілген желі «ProSport Kazakhstan» спорт дүкендер желісінің ақпараттық қызметтеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Желінің төзімділігін арттыру мақсатында «сақина» топологиясы қолданылған. Дүкендер арасындағы байланыс ASMI-52 сандық модемдері арқылы жүзеге асырылған.

Теориялық бөлімде кез келген желі негізін қалайтын технологиялар сипатталған. Дипломдық жобаның есептеулер бөлімінде жүйе беріктігі, пакеттерді тасымалдау уақытын анықтау, орта кідірістер, тоқтаулар сияқты мәлеметтерді тарату желісінің маңызды параметрлері есептелінген.

Экономикалық бөлімде өндірістік шығындарды ескере отырып мәліметтерді тарату желісін құруға кеткен барлық шығындар есептелінген. Тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі бөлімінде еңбектің қолайлы жағдайларын жасау мен өрт қауіпсіздігі шаралары қарастырылған.

Аннотация

В данном дипломном проекте разработана высокоскоростная сеть передачи данных, которая объединяет в себе географически удалённые друг от друга локальные сети. Данная сеть предоставляет доступ к информационным услугам сети спортивных магазинов «ProSport Kazakhstan». Для повышения отказоустойчивости сеть построена по топологии «кольцо». Связь между магазинами осуществляется с помощью цифровых модемов ASMI-52.

В теоритической части описаны технологии, на основе которых строится любая сеть. В расчётной части дипломного проекта рассчитаны такие важные параметры сети передачи данных как, надёжность системы, определение времени передачи пакета, средняя задержка, запаздывание.

В экономической части рассчитаны затраты на построение сети передачи данных, с учетом всех производственных издержек. В части безопасности жизнедеятельности рассмотрены вопросы по созданию благоприятных условий труда, а также меры по пожарной безопасности.

Annotation

In this graduation project developed high-speed data network, which combines geographically distant from each other LANs. This network provides access to information services online sports shops «ProSport Kazakhstan». For fault tolerance, network topology is built on the "ring". Communication between the stores by the digital modems ASMI- 52.

In part theoretically describe the technologies on which the building any network. In the calculation of the graduation project designed such important parameters as the data network, the reliability of the system, the timing of packet transmission, the average delay, delay.

Содержание

Введение	7
1 Теоретическая часть	9
1.1 Актуальность	9
1.2 Цели и задачи	9
1.3 Анализ существующей сети	12
1.4 Организация единой вычислительной сети на базе маршрутизаторов фирмы «CISCO»	13
1.5 Принципы построения сети передачи данных	15
1.7 Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI	18
1.8 Технология Ethernet	20
1.9 Протокол динамической маршрутизации OSPF	25
1.10 Протокол STP	27
2 Расчётная часть	30
2.1 Комплектация оборудования	30
2.2 Принцип организации соединения между удалёнными сетями и сервером обработки данных	37
2.3 Схема организации сети передачи данных	38
2.4 Помехозащищённость и скоростной потенциал DSL	38
2.5 Измерение скоростного потенциала DSL	41
2.6 Влияние дефектов кабеля на работоспособность DSL	44
2.7 Расчет параметров надёжности	45
2.8 Определение параметров системы	48
3 Бизнес план	50
3.1 Резюме	50
3.2 Цель проекта	51
3.3 Характеристика объекта бизнеса организации	51
3.4 План маркетинга	51
3.5 Производственный план	51
3.6 Организационный план	52
3.7 Финансовый план	52
4 Безопасность жизнедеятельности	65
4.1 Анализ условий труда в рабочем помещении	66
4.2 Расчет системы кондиционирования	68
4.3 Расчет установки газового пожаротушения	71
Заключение	74
Перечень сокращений	75
Список используемой литературы	76
Приложение А Схема объединённых ЛВС	77
Приложение Б База ЛВС	78
Приложение В Клиент ЛВС	79
Приложение Г Расчёты MathCad	80

Введение

В современном мире связь играет важную роль, так как она открывает огромный доступ к информации, а информация это ключ к знаниям. Сети передачи данных это способ получения доступа к информации. В Республике Казахстан бурно развивается рынок телекоммуникаций и технологий, который в свою очередь даёт возможность предприятиям качественно организовать свой бизнес, объединить отдалённые подразделения в одну глобальную сеть, с использованием современных высокоскоростных технологий. Данная организация соединения подразделений автоматизирует рабочий процесс на предприятиях и открывает полный доступ к нужной информации, это качественно сказывается на производительности труда, сокращает время на выполнение служебных операций, что в свою очередь даёт рост конкурентоспособности компании.

В данном дипломном проекте будет рассмотрена проводная среда передачи. Она является на сегодняшний день самой надёжной и отказоустойчивой, а также более скоростной по сравнению с беспроводной средой передачи.

При построении любой сети используются такие устройства, как маршрутизатор и коммутатор. Первый выполняет функцию маршрутизации сетевого трафика и связи между различными отдалёнными сетями, второй выполняет процесс установления связи абонентов в вычислительной среде между узлами сети передачи данных. Для того, чтобы различные устройства сети могли обмениваться данными у них должен быть один общий язык общения, данным языком выступает протокол, который является формальным описанием ряда правил и соглашений, регламентирующих обмен информацией между устройствами в сети и называется IP, состоит в стеке протоколов TCP/IP. Начиная с 90-х годов самой распространённой технологий в сетях передачи данных, стала технология Ethernet. Её стандарты на физическом уровне модели OSI описывают проводные соединения и электрические сигналы, а на канальном уровне формат кадров и различные протоколы управления доступом к среде. Данная технология описывается стандартами IEEE группы 802.3. Благодаря Ethernet на свет появилась витая пара, она очень практична и проста в установке, также позволяет передавать данные на большой скорости.

Маршрутизаторы не просто осуществляют связь разных типов сетей и обеспечивают доступ к глобальной сети, но и могут управлять трафиком основываясь на протоколе сетевого уровня (третьего в модели OSI), то есть на более высоком уровне по сравнению с коммутаторами. Необходимость в таком управлении появляется при изменении топологии сети передачи данных на более сложный уровень, при росте числа её узлов, а также если в сети появляются избыточные пути следования трафика, тогда встаёт задача максимально эффективной и быстрой доставки отправленного пакета по назначению. При этом разработан алгоритм определения наиболее выгодного

пути и способа доставки данных, называемый протоколом динамической маршрутизации OSPF. Если характеризовать сеть передачи данных, то одной из главных её характеристик является отказоустойчивость. Одним из протоколов, позволяющих повысить эту характеристику, является протокол STP. Он используется в сетях в которых имеется более трёх коммутаторов, при наличии избыточных соединений во время передачи пакета может возникнуть «кольцо», что негативным образом скажется на всей сети. Протокол STP решает проблему возникновения колец.

Наиболее важными параметрами сети являются: время передачи пакета и коэффициент использования, оценка времени запаздывания, оценка средней задержки. При достижении этих показателей, отвечающим требованиям проектируемой сети, можно считать, что сеть построена правильно и она будет выполнять свою функцию на 100%.

1 Теоретическая часть

1.1 Актуальность

В настоящее время во всех крупных городах Казахстана существует множество различных фирм и компаний, занимающихся различного рода деятельностью. Практически все компании используют в своих целях сетевые технологии для организации своего бизнеса.

Фирмы растут и развиваются, открывают новые филиалы и офисы. Остро встает вопрос об объединении всех разрозненных структур в одну, глобальную сеть внутри города или даже всей страны.

В своей дипломной работе я хочу разработать объединенную, глобальную корпоративную сеть, состоящую из трех несвязанных локальных вычислительных сетей, находящихся в различных частях города Алматы, но относящихся к одному предприятию, в котором встала необходимость в построении и организации единой информационно-вычислительной сети.

За основу я взял сеть спортивных магазинов «ProSportKazakhstan», в которых используется компьютеризированная сеть для учета и продажи спортивных товаров. В недалеком будущем в предприятии планируется расширение зоны деятельности и открытие новых точек продажи, в которых так же будет присутствовать вычислительная сеть.

1.2 Цели и задачи

Необходимо разработать и объединить в единую глобальную сеть все существующие и планируемые точки продаж, которая должна соединить по кольцевой схеме районные центры, чтобы создать централизованную систему управления.

Передача сигналов будет осуществляться по кабельным линиям связи. В настоящее время кабельным линиям, как правило, отдается предпочтение из-за повышенной живучести и удовлетворительной скрытности связи. Поэтому проектируемая линия будет кабельной. [1]

Связь между спортивными магазинами индивидуального предприятия осуществляется при помощи цифровых систем передачи.

Для данного типа системы передачи используют 2 типа кабеля МКС 4×4×1,2 и МКС 1×4×1,2. Связь осуществляется по наземной линии связи.

В настоящее время существует и функционирует три спортивных магазина, в каждом из которых организована несвязанная сеть передачи данных.

Структура каждой сети идентична друг другу. Функциональная схема приведена на рисунке 1.1. Технические характеристики приведены в таблице 1.1.

В каждом магазине для объединения персональных рабочих мест между собой и связью с сервером базы данных используется Switch, характеристики которого приведены в таблице 1.2.

В организации маршрутизации будут задействованы маршрутизаторы фирмы «Cisco», технические характеристики которых будут представлены непосредственно во второй части дипломной работы.

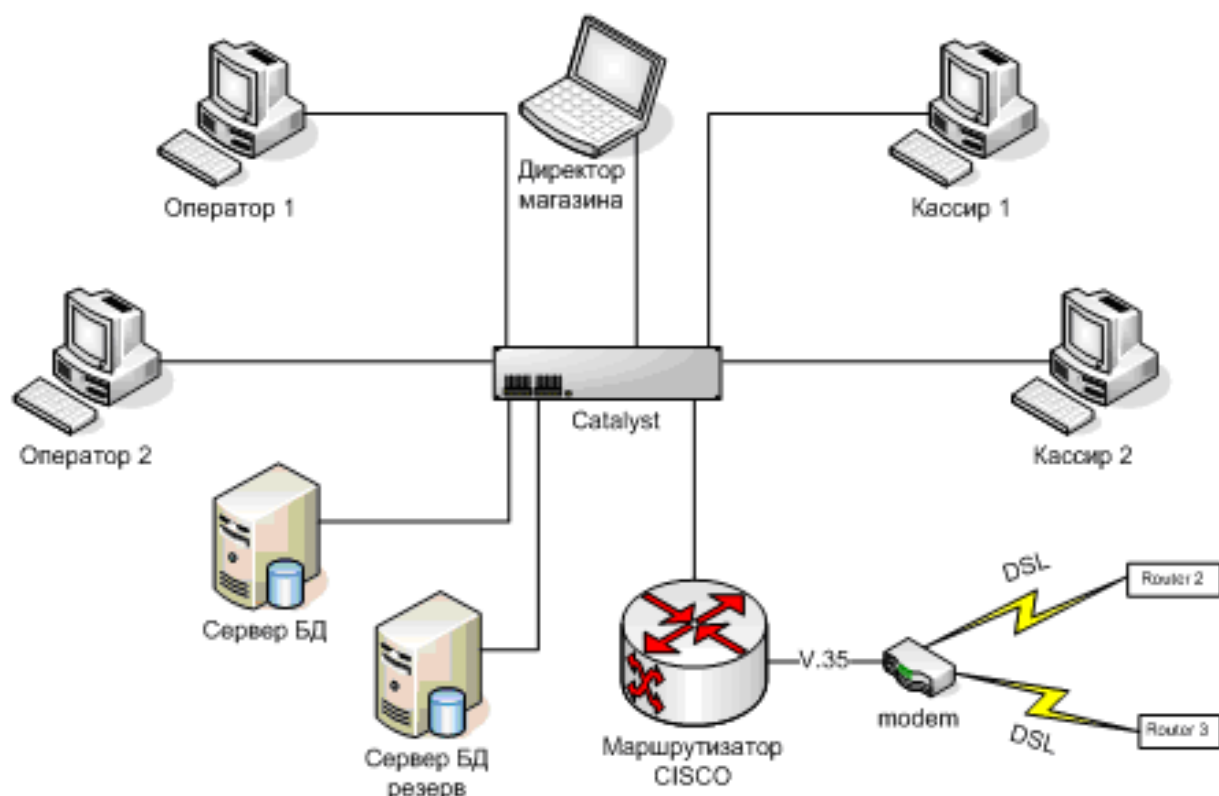


Рисунок 1.1 - Структура локальной вычислительной сети

Таблица 1.1 - Технические характеристики локальной сети

Технические характеристики локальной сети каждого из магазинов сети «ProSportKazakhstan»	Параметры
Количество рабочих мест	5
Технология организации данных	Fast Ethernet
Пропускная способность внутри сети	100 мб/с
Топология	Звезда

Таблица 1.2 - Технические характеристики коммутаторов

Технические характеристики Switch	Значение
Количество портов	12
Технология организации данных	Fast Ethernet
Пропускная способность внутри сети	10/100 /1000 мб/с

В дипломном проекте поставлена задача и решение организации единой корпоративной сети, состоящей из нескольких разрозненных локальных информационно-вычислительных сетей, находящихся в разных точках г. Алматы.

Поставленные передо мной задачи:

- Организовать единую корпоративную сеть из нескольких разрозненных сетей по городу;

- Сконфигурировать оборудование и оптимально настроить его под нужды системы;

- Изучить рынок телекоммуникационного оборудования и выбрать наиболее подходящие по средствам предприятия устройства;

- Определить проделанные работы и найти оптимальность пути построения единой корпоративной сети. Используя эти данные выбрать наименее дорогостоящий способ реализации.

Задача – организация соединения между удаленными локальными сетями и центром обработки данных, оптимальным образом. Под оптимальным решением понимается:

- 1) качество передаваемой информации;
- 2) скорость обработки данных и передача ее по сети от клиента до центра обработки данных;
- 3) защищенность информации.

Для решения данной задачи были рассмотрены несколько типов соединения каналов связи и в результате анализа выбран метод соединения DSL.

Идеи, изложенные в данной работе, отражают опыт, полученный при построении большого количества внутренних корпоративных локальных (интрасетей) LAN и крупно масштабных глобальных WAN сетей. Детализированные примеры построения единой сети, представленные в приложениях к дипломной работе, позволят студентам младшего поколения более подробно вникнуть в суть применения многоуровневой коммутации в ядрах систем, построенных с применением технологий Ethernet. [6]

1.3 Анализ существующей сети

Учитывая малое количество рабочих мест, входящих в каждую внутреннюю сеть магазина, недостатков в работе и организации сети достаточно мало.

Можно отметить, что в случае роста сети внутри магазина или при переезде, расширении помещений, встает вопрос о дополнительных рабочих местах и влиянии их в сеть. При этом необходимы дополнительные затраты на оборудование, коммутаторы, маршрутизаторы и т.д.

При объединении всех локальных сетей недостатком является достаточная их удаленность друг от друга.

При расчете затрат на длину кабеля необходимо учесть географическое местоположение магазинов относительно друг друга, их взаимоудаленность, прокладку оптоволокну в канализационных шахтах.

Все технические параметры действующих локальных сетей находятся на современном уровне и не требуют замены или усовершенствований, поддерживают современные протоколы и способы передачи данных.

Если говорить об устойчивости топологии сети «звезда» к отказам компьютеров, то выход из строя периферийного компьютера никак не отражается на функционировании оставшейся части сети, зато любой отказ центрального компьютера делает сеть полностью неработоспособной. Поэтому должны приниматься специальные меры по повышению надежности центрального компьютера и его сетевой аппаратуры. Обрыв любого кабеля или короткое замыкание в нем при топологии «звезда» нарушает обмен только с одним компьютером, а все остальные компьютеры могут нормально продолжать работу. [2]

В отличие от шины, в звезде на каждой линии связи находятся только два абонента: центральный и один из периферийных. Чаще всего для их соединения используется две линии связи, каждая из которых передает информацию только в одном направлении. Таким образом, на каждой линии связи имеется только один приемник и один передатчик. Все это существенно упрощает сетевое оборудование по сравнению с шиной и избавляет от необходимости применения дополнительных внешних терминаторов. Проблема затухания сигналов в линии связи также решается в «звезде» проще, чем в «шине», ведь каждый приемник всегда получает сигнал одного уровня. [2]

Серьезный недостаток топологии «звезда» состоит в жестком ограничении количества абонентов. Обычно центральный абонент может обслуживать не более 8-16 периферийных абонентов. Если в этих пределах подключение новых абонентов довольно просто, то при их превышении оно просто невозможно. Правда, иногда в звезде предусматривается возможность наращивания, то есть подключение вместо одного из периферийных абонентов еще одного центрального абонента (в результате получается топология из нескольких соединенных между собой звезд).

Большое достоинство звезды (как активной, так и пассивной) состоит в том, что все точки подключения собраны в одном месте. Это позволяет легко контролировать работу сети, локализовать неисправности сети путем простого отключения от центра тех или иных абонентов (что невозможно, например, в случае шины), а также ограничивать доступ посторонних лиц к жизненно важным для сети точкам подключения. К каждому периферийному абоненту в случае звезды может подходить как один кабель (по которому идет передача в обоих направлениях), так и два кабеля (каждый из них передает в одном направлении), причем вторая ситуация встречается чаще. [2]

Общим недостатком для всех топологий типа «звезда» является значительно больший, чем при других топологиях, расход кабеля. Например, если компьютеры расположены в одну линию, то при выборе топологии «звезда» понадобится в несколько раз больше кабеля, чем при топологии «шина». Это может существенно повлиять на стоимость всей сети в целом.

1.4 Организация единой вычислительной сети на базе маршрутизаторов фирмы «CISCO»

При разработке алгоритмов маршрутизации часто преследуют одну или несколько из перечисленных ниже целей:

Оптимальность

Оптимальность, вероятно, является самой общей целью разработки. Она характеризует способность алгоритма маршрутизации выбирать "наилучший" маршрут. Наилучший маршрут зависит от показателей и от "веса" этих показателей, используемых при проведении расчета. Например, алгоритм маршрутизации мог бы использовать несколько пересылок с определенной задержкой, но при расчете "вес" задержки может быть им оценен как очень значительный. Естественно, что протоколы маршрутизации должны строго определять свои алгоритмы расчета показателей. [3]

Простота и низкие непроизводственные затраты

Алгоритмы маршрутизации разрабатываются как можно более простыми. Другими словами, алгоритм маршрутизации должен эффективно обеспечивать свои функциональные возможности, с минимальными затратами программного обеспечения и коэффициентом использования. Особенно важна эффективность в том случае, когда программа, реализующая алгоритм маршрутизации, должна работать в компьютере с ограниченными физическими ресурсами. [4]

Живучесть и стабильность

Алгоритмы маршрутизации должны обладать живучестью. Другими словами, они должны четко функционировать в случае неординарных или непредвиденных обстоятельств, таких как отказы аппаратуры, условия

высокой нагрузки и некорректные реализации. Т.к. маршрутизаторы расположены в узловых точках сети, их отказ может вызвать значительные проблемы. Часто наилучшими алгоритмами маршрутизации оказываются те, которые выдержали испытание временем и доказали свою надежность в различных условиях работы сети. [4]

Быстрая сходимость

Алгоритмы маршрутизации должны быстро сходиться. Сходимость - это процесс соглашения между всеми маршрутизаторами по оптимальным маршрутам. Когда какое-нибудь событие в сети приводит к тому, что маршруты или отвергаются, или становятся доступными, маршрутизаторы рассылают сообщения об обновлении маршрутизации. Сообщения об обновлении маршрутизации пронизывают сети, стимулируя пересчет оптимальных маршрутов и, в конечном итоге, вынуждая все маршрутизаторы прийти к соглашению по этим маршрутам. Алгоритмы маршрутизации, которые сходятся медленно, могут привести к образованию петель маршрутизации или выходам из строя сети. [2]

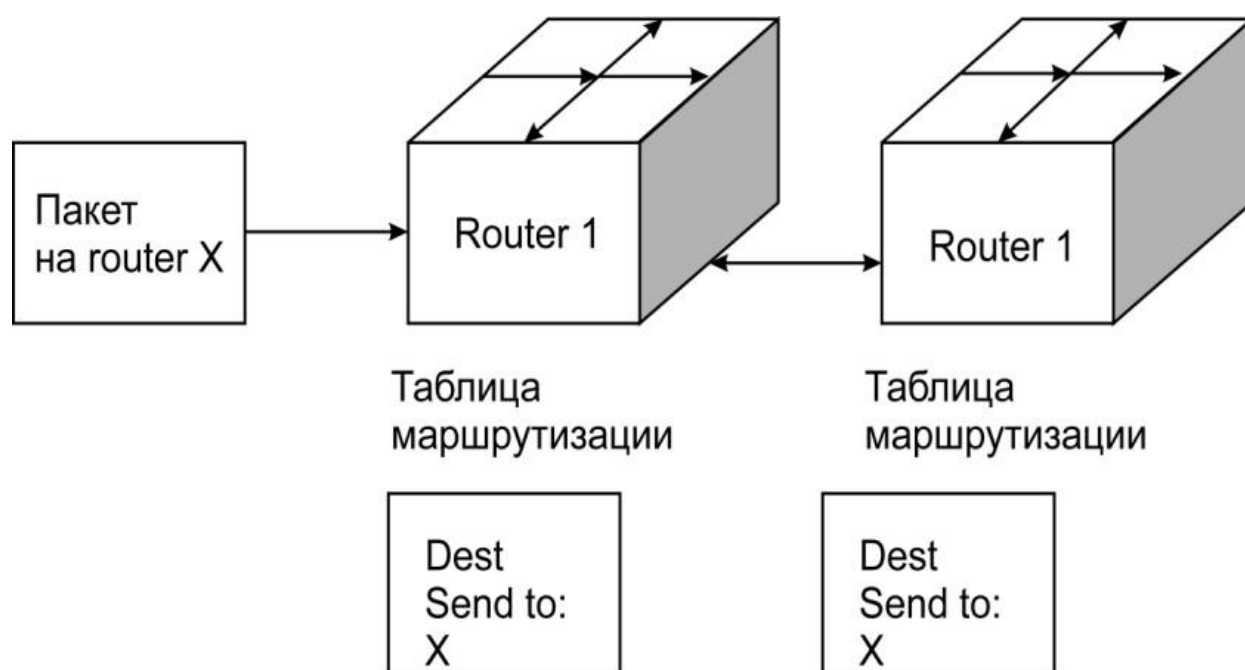


Рисунок 1.2 - Петля маршрутизации

Гибкость

Алгоритмы маршрутизации должны быть также гибкими. Другими словами, алгоритмы маршрутизации должны быстро и точно адаптироваться к разнообразным обстоятельствам в сети. Например, предположим, что сегмент сети отвергнут. Многие алгоритмы маршрутизации, после того как они узнают об этой проблеме, быстро выбирают следующий наилучший путь

для всех маршрутов, которые обычно используют этот сегмент. Алгоритмы маршрутизации могут быть запрограммированы таким образом, чтобы они могли адаптироваться к изменениям полосы пропускания сети, размеров очереди к маршрутизатору, величины задержки сети и других переменных. [6]

1.5 Принципы построения сети передачи данных

Сеть передачи данных — совокупность трёх и более конечных устройств (терминалов) связи, объединённых каналами передачи данных и коммутирующими устройствами (узлами сети), обеспечивающими обмен сообщениями между всеми конечными устройствами.

Существуют следующие виды сетей передачи данных:

- Телефонные сети;
- Компьютерные сети.

Сеть Передачи Данных- один из важнейших инструментов развития бизнеса. Качественную и надёжную корпоративную сеть имеют, в первую очередь, географически распределённые компании, бизнес которых зависит от надёжности и гибкости совместной работы ее подразделений.

Построение сети передачи данных есть организация связности по протоколу IP между рабочими станциями и серверами предприятия. Протокол IP - это стандарт для сетей передачи данных и территориально распределённых бизнес приложений. Сеть образуется совокупностью узлов связи, располагаемых на территории офисов или других точек присутствия предприятия.

В основе решения по построению корпоративных сетей передачи данных положена методология проектирования компании «CiscoSystems» на основе композитной сетевой модели предприятия. Данное решение – это модульный подход к построению структуры сети. Методология решения позволяет строить как небольшие сети, объединяющие несколько офисов, так и крупные, включающие сотни узлов.

Развивая сеть путем добавления новых модулей или узлов, подход обеспечивает предсказуемость качественных характеристик сети и требует минимальных усилий и средств для поиска и устранения неисправностей.

В основе композитной модели лежит принцип разделения сети на строительные блоки. Каждый характеризуется свойствами только ему функциями и особенностями реализации:

- модуль внешних сервисов;
- модуль WAN;
- модуль LBC.

Услуги связи для построения Сети передачи данных

Ключевым компонентом, связующим узлы Сети передачи данных, является услуга связи, которая обеспечивает передачу трафика между узлами. Виды услуг связи, используемые при организации каналов между узлами, делятся на следующие группы:

- выделенные линии связи – оптические или медные кабеля соединяющие узлы сети заказчика (это могут быть как свои, так и арендуемые линии связи);

- выделенные каналы данных – каналы данных предоставляемые оператором связи по верх своей сети передачи данных:

- 1) FrameRelay (PVC);

- 2) ATM (PVC);

- 3) E1/E3/STM-1;

- 4) EthernetVLAN.

- услуги по соединению на базе «группового» доступа:

- 1) IP VPN;

- 2) VPLS – Virtual Private LAN Service. Технология позволяет эмулировать распределенную ЛВС по верх сети оператора;

- 3) Сеть «Интернет».

Принципиальная разница между этими типами услуг заключается в различном механизме передачи трафика между сетевыми узлами клиента. В первом случае используются выделенные каналы связи, то есть трафик проходит строго по определенным направлениям. В случае группового доступа трафик может проходить произвольно между любыми офисами.

Второй способ обеспечивает лучшие скоростные характеристики передачи трафика и оптимальное «дешевое» использование полосы пропускания.

Узлы Сети передачи данных

Узлы сетей передачи данных можно классифицировать в три группы:

- 1) Центральный узел;

- 2) Отделение/крупный узел;

- 3) Конечный узел.

Центральные – это наиболее крупные узлы сети. На данных узлах осуществляется консолидация информационных ресурсов, размещается основная масса серверов приложений, развертываются выделенный подсистемы безопасности и осуществляется стыковка со внешними сетями.

Отделение/крупные узлы – "основная масса" сети. Здесь размещаются информационные ресурсы, имеющие только локальное значение и предоставляющие сервисы только локально - абонентам данного узла.

Конечный узел – данный тип узла является самым маломощным. В его составе нет никаких информационных ресурсов и серверов приложений. Данные узлы предназначены только для подключения пользователей.

1.6 Протокол обмена информации в сети, TCP/IP

При организации сети одной из задач является согласование различных типов устройств в сети. Независимо оттого, какие устройства используются в сети, все они должны использовать для общения один и тот же язык. Таким языком служит протокол, который является формальным описанием набора правил и соглашений, регламентирующих обмен информацией между устройствами в сети. Соединение и взаимодействие в рамках одной мощной компьютерной сети явилось целью проектирования и создания семейства протоколов, названных в дальнейшем стеком протоколов TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Главной идеей стека является создание механизма межсетевого обмена.

Основное достоинство стека протоколов TCP/IP в том, что он обеспечивает надежную связь между сетевым оборудованием от различных производителей. Это достоинство обеспечивается включением в состав TCP/IP отработанного в процессе эксплуатации набора коммуникационных протоколов с различными стандартизованными приложениями. Протоколы стека TCP/IP предоставляют механизм передачи сообщений, описывают детали форматов сообщений и указывают, как обрабатывать ошибки.

Стек протоколов TCP/IP предоставляет пользователям два основных сервиса, которые используют прикладные программы:

- дейтаграммное средство доставки пакетов. Это означает, что протоколы стека TCP/IP определяют маршрут передачи небольшого сообщения, основываясь только на адресной информации, находящейся в этом сообщении. Доставка осуществляется без установки логического соединения. Такой тип доставки делает протоколы TCP/IP адаптируемыми к широкому диапазону сетевого оборудования;

- надежное потоковое транспортное средство. Большинство приложений требует от коммуникационного программного обеспечения автоматического восстановления при ошибках передачи, потере пакетов или сбоях в промежуточных маршрутизаторах. Надежное транспортное средство позволяет устанавливать логическое соединение между приложениями, а затем посылать большие объемы данных по этому соединению.

Основными преимуществами стека протоколов TCP/IP являются:

- независимость от сетевой технологии. Стек протоколов TCP/IP не зависит от оборудования конечных пользователей, так как он только определяет элемент передачи - дейтаграмму - и описывает способ ее движения по сети;

- всеобщая связанность. Стек позволяет любой паре компьютеров, которые его поддерживают, взаимодействовать друг с другом. Каждому компьютеру назначается логический адрес, а каждая передаваемая дейтаграмма содержит логические адреса отправителя и получателя. Промежуточные маршрутизаторы используют адрес получателя для принятия решения о маршрутизации;

- межконцевые подтверждения. Протоколы стека TCP/IP обеспечивают подтверждение правильности прохождения информации при обмене между отправителем и получателем;

- стандартные прикладные протоколы. Протоколы TCP/IP включают в свой состав средства для поддержки наиболее часто встречающихся приложений, таких как электронная почта, передача файлов, удаленный доступ и т.д.

1.7 Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем OSI

Для единого представления данных в сетях с неоднородными устройствами и программным обеспечением международная организация по стандартам ISO (International Standardization Organization) разработала базовую модель связи открытых систем OSI (Open System Interconnection). Эта модель описывает правила и процедуры передачи данных в различных сетевых средах при организации сеанса связи. Основными элементами модели являются уровни, прикладные процессы и физические средства соединения. На рисунке 1.3 представлена структура базовой модели.[4]

Каждый уровень модели OSI выполняет определенную задачу в процессе передачи данных по сети. Базовая модель является основой для разработки сетевых протоколов. OSI разделяет коммуникационные функции в сети на семь уровней, каждый из которых обслуживает различные части процесса области взаимодействия открытых систем.

Модель OSI описывает только системные средства взаимодействия, не касаясь приложений конечных пользователей. Приложения реализуют свои собственные протоколы взаимодействия, обращаясь к системным средствам.

Модель OSI		
Тип данных	Уровень (layer)	Функции
Данные	7. Прикладной (application)	Доступ к сетевым службам
Поток	6. Уровень представления (presentation)	Представление и шифрование данных
Сеансы	5. Сеансовый (session)	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный (transport)	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты / Датаграммы	3. Сетевой (network)	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный (data link)	Физическая адресация
Биты	1. Физический (physical)	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

Рисунок 1.3 - Структура базовой модели

Так как стек протоколов TCP/IP был разработан до появления эталонной модели OSI, то соответствие его уровней уровням модели OSI достаточно условно. Структура стека протоколов TCP/IP приведена на рисунке 1.4.

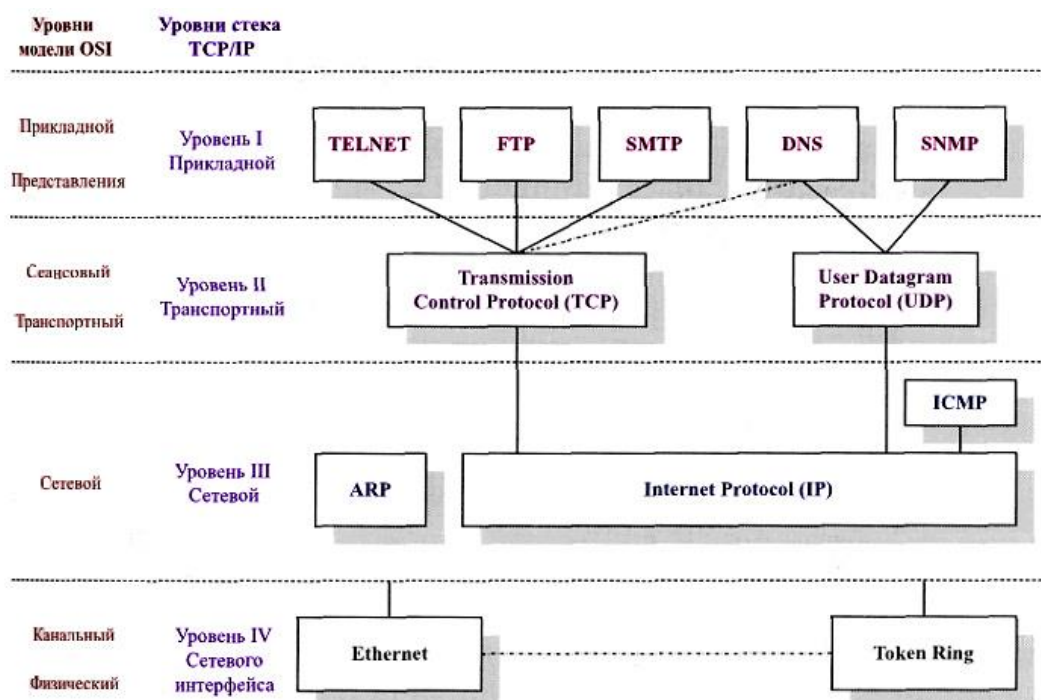


Рисунок 1.4 - Структура стека протоколов TCP/IP

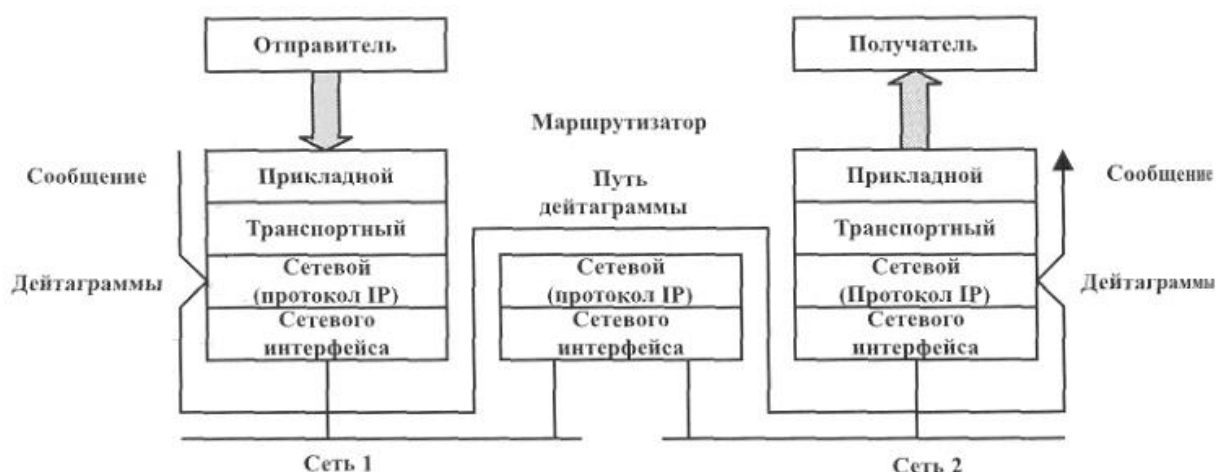


Рисунок 1.5 - Путь передачи сообщений

Стек протоколов TCP/IP включает в свой состав большое число протоколов прикладного уровня. Эти протоколы выполняют различные функции, в том числе: управление сетью, передачу файлов, оказание распределенных услуг при использовании файлов, эмуляцию терминалов, доставку электронной почты и т.д. Протокол передачи файлов

(File Transfer Protocol —FTP) обеспечивает перемещение файлов между компьютерными системами. Протокол Telnet обеспечивает виртуальную терминальную эмуляцию. Простой протокол управления сетью (Simple Network Management Protocol — SNMP) является протоколом управления сетью, используемым для сообщений об аномальных условиях в сети и установления значений допустимых порогов в сети. Простой протокол передачи почты (Simple Mail Transfer Protocol — SMTP) обеспечивает механизм передачи электронной почты. Эти протоколы и другие приложения используют услуги стека TCP/IP для обеспечения пользователей базовыми сетевыми услугами.[3]

1.8 Технология Ethernet

При построении сети передачи данных я буду использовать технологию Ethernet. Данную технологию я выбрал по причине того, что она является наиболее распространённой и актуальной при построении современных сетей передачи данных. А также причина такого выбора связана прежде всего с поддержкой сети, построенной по данной технологии, известными фирмами и с высоким уровнем стандартизации принципов её организации. Далеко не всегда стандартные сети имеют рекордные характеристики, обеспечивают наиболее оптимальные режимы обмена, но большие объёмы выпуска их аппаратуры и, следовательно, ее невысокая стоимость обеспечивают им огромные преимущества. Немаловажно и то, что производители программных средств также в первую очередь ориентируются на самые распространенные сети. Поэтому пользователь, выбирающий стандартные сети, имеет полную гарантию совместимости аппаратуры и программ.

Ethernet - пакетная технология компьютерных сетей. Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат пакетов и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 90-х годов прошлого века, вытеснив такие технологии, как Arcnet, FDDI и Tokenring.

Технология Ethernet была разработана вместе со многими первыми проектами корпорации Xerox PARC. Общепринято считать, что Ethernet был изобретён 22 мая 1973 года, когда Роберт Меткалф составил докладную записку для главы PARC о потенциале технологии Ethernet. Но законное право на технологию Меткалф получил через несколько лет. В 1976 году он и его ассистент Дэвид Боггс издали брошюру под названием «Ethernet: Distributed Packet-Switching For Local Computer Networks». [5]

Меткалф ушёл из Xerox в 1979 году и основал компанию 3Com для продвижения компьютеров и локальных вычислительных сетей (ЛВС). Ему удалось убедить DEC, Intel и Xerox работать совместно и разработать стандарт Ethernet (DIX). Впервые этот стандарт был опубликован 30 сентября

1980 года. Он начал соперничество с двумя крупными запатентованными технологиями: tokenring и ARCNET, — которые вскоре были похоронены под накатывающимися волнами продукции Ethernet. В процессе борьбы 3Com стала основной компанией в этой отрасли.

В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется коаксиальный кабель, в дальнейшем появилась возможность использовать витую пару и оптический кабель.

Преимущества использования витой пары по сравнению с коаксиальным кабелем:

- возможность работы в дуплексном режиме;
- низкая стоимость кабеля «витой пары»;
- более высокая надёжность сетей при неисправности в кабеле;
- минимально допустимый радиус изгиба меньше;
- большая помехозащищённость с использованием дифференциального сигнала;
- возможность питания по кабелю маломощных узлов, например IP-телефонов;
- отсутствие гальванической связи (прохождения тока) между узлами сети.

В 1995 году принят стандарт IEEE 802.3u FastEthernet со скоростью 100 Мбит/с и появилась возможность работы в режиме полный дуплекс. В 1997 году был принят стандарт IEEE 802.3z GigabitEthernet со скоростью 1000 Мбит/с для передачи по оптическому волокну и ещё через два года для передачи по витой паре.

При стандартизации технологии Ethernet рабочей группой IEEE 802.3 вариант Ethernet на «толстом» коаксиальном кабеле получил название 10Base-5.

Число 10 в этом названии обозначает номинальную битовую скорость передачи данных стандарта, то есть 10 Мбит/с, а слово «Base» — метод передачи на одной базовой частоте (в данном случае 10 МГц). Последний символ в названии стандарта физического уровня обозначает тип кабеля, в данном случае 5 отражает тот факт, что диаметр «толстого» коаксиала равен 0,5 дюйма. Данная система обозначения типа физического уровня Ethernet сохранилась до настоящего времени.

Наиболее популярными спецификациями физической среды Ethernet для скорости передачи данных 10 Мбит/с являются следующие:

- 10Base-5 — коаксиальный кабель диаметром 0,5 дюйма, называемый «толстым» коаксиалом. Имеет волновое сопротивление 50 Ом. Максимальная длина сегмента: 500 м (без повторителей). Максимальное количество узлов подключаемых к сегменту — 100. Максимальное число сегментов — 5 (4 повторителя), из которых только 3 могут использоваться для подключения узлов, а 2 играют роль удлинителей сети;

- 10Base-2 — коаксиальный кабель диаметром 0,25 дюйма, называемый «тонким» коаксиалом. Имеет волновое сопротивление 50 Ом. Максимальная длина сегмента — 185 м (без повторителей). Максимальное количество узлов подключаемых к сегменту — 30. Максимальное число сегментов — 5 (4 повторителя), из которых только 3 могут использоваться для подключения узлов, а 2 играют роль удлинителей сети;

- 10Base-T — кабель на основе неэкранированной витой пары (UTP). Образует звездообразную топологию на основе концентратора (многопортового повторителя). Расстояние между концентратором и конечным узлом — не более 100 м. Между любыми двумя узлами сети может быть не более 4-х концентраторов (так называемое «правило 4-х хабов»);

- 10Base-F — волоконно-оптический кабель. Топология аналогична топологии стандарта 10Base-T, но расстояние между концентратором и конечным узлом может достигать 2000 м. Правило 4-х хабов остается в силе.

В 1992 году группа производителей сетевого оборудования, включая таких лидеров технологии Ethernet, как SynOptics, 3Com и ряд других, образовала некоммерческое объединение «FastEthernetAlliance» для разработки стандарта новой технологии, которая должна была обеспечить резкое повышение производительности при максимально возможном сохранении особенностей технологии Ethernet.

Все отличия технологий FastEthernet и Ethernet сосредоточены на физическом уровне. Организация физического уровня технологии FastEthernet является более сложной, поскольку в ней используются 3 варианта кабельных систем:

- волоконно-оптический многомодовый кабель (два волокна);
- витая пара категории 5 (две пары);
- витая пара категории 3 (четыре пары).

Коаксиальный кабель, давший миру первую сеть Ethernet, в число разрешенных сред передачи данных новой технологии FastEthernet не попал. Это общая тенденция многих новых технологий, поскольку на небольших расстояниях витая пара категории 5 позволяет передавать данные с той же скоростью, что и коаксиальный кабель, но сеть получается более дешевой и удобной в эксплуатации. На больших расстояниях оптическое волокно обладает гораздо более широкой полосой пропускания, чем коаксиал, а стоимость сети получается ненамного выше, особенно если учесть высокие затраты на поиск и устранение неисправностей в крупной кабельной коаксиальной системе.

Официальный стандарт 802.3 установил три различных спецификации для физического уровня FastEthernet и дал им следующие названия:

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 5 или экранированной витой паре STP типа 1;
- 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 3, 4 или 5;

- 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля с двумя волокнами.

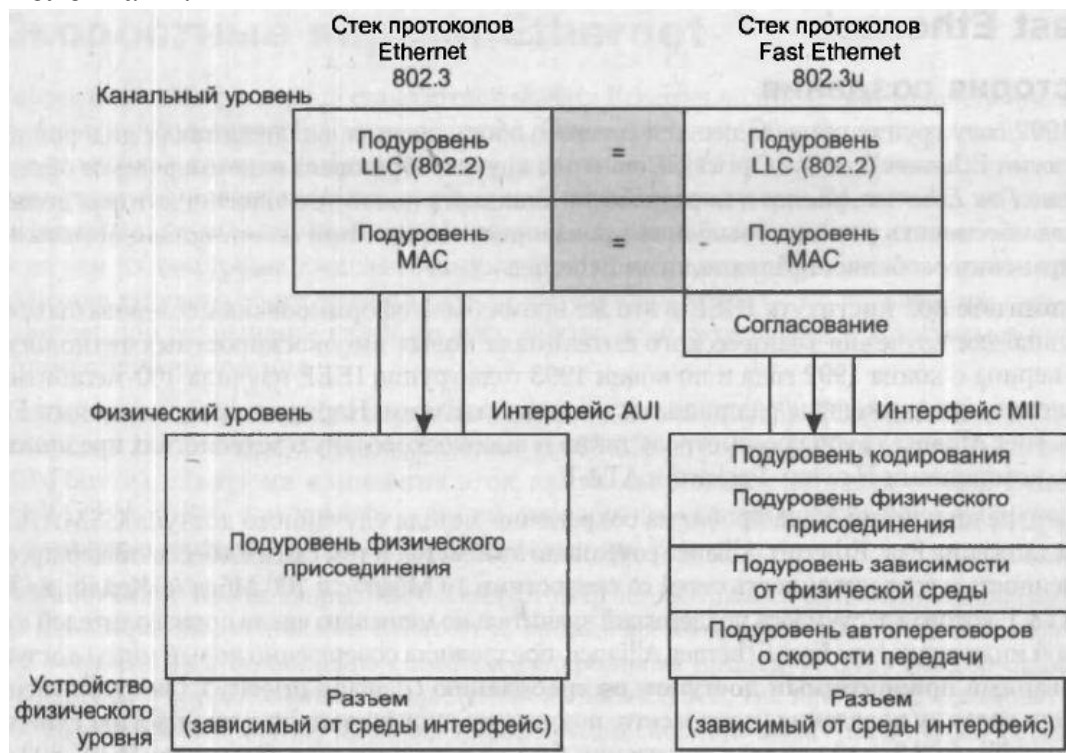


Рисунок 1.6 - Отличия технологий FastEthernet и Ethernet

Летом 1996 года было объявлено о создании группы 802.3z для разработки протокола, в максимальной степени подобного Ethernet, но с битовой скоростью 1000 Мбит/с. Основная идея разработчиков стандарта GigabitEthernet состояла в максимальном сохранении идей классической технологии Ethernet при достижении битовой скорости в 1000 Мбит/с.

Несмотря на то что в GigabitEthernet не стали встраиваться новые функции, поддержание даже достаточно простых функций классического стандарта Ethernet на скорости 1 Гбит/с потребовало решения нескольких сложных задач:

1) Обеспечение приемлемого диаметра сети для работы на разделяемой среде. В связи с ограничениями, накладываемыми методом CSMA/CD на длину кабеля, версия GigabitEthernet для разделяемой среды допускала бы длину сегмента всего в 25 м при сохранении размера кадров и всех параметров метода CSMA/CD неизменными. Так как существует большое количество применений, требующих диаметра сети хотя бы 200 м, необходимо было каким-то образом решить эту задачу за счет минимальных изменений в технологии FastEthernet;

2) Достижение битовой скорости 1000 Мбит/с на оптическом кабеле. Технология FibreChannel, физический уровень которой был взят за основу оптоволоконной версии GigabitEthernet, обеспечивает скорость передачи данных всего в 800 Мбит/с;

3) Использование в качестве кабеля витой пары. Такая задача на первый взгляд кажется неразрешимой — ведь даже для 100-мегабитных протоколов требуются достаточно сложные методы кодирования, чтобы уложить спектр сигнала в полосу пропускания кабеля.

Для решения этих задач разработчикам технологии GigabitEthernet пришлось внести изменения не только в физический уровень, как это было в случае FastEthernet, но и в уровень MAC.

В стандарте 802.3z определены следующие типы физической среды:

- 1) одномодовый волоконно-оптический кабель;
- 2) многомодовый волоконно-оптический кабель 62,5/125;
- 3) многомодовый волоконно-оптический кабель 50/125;
- 4) экранированный сбалансированный медный кабель.

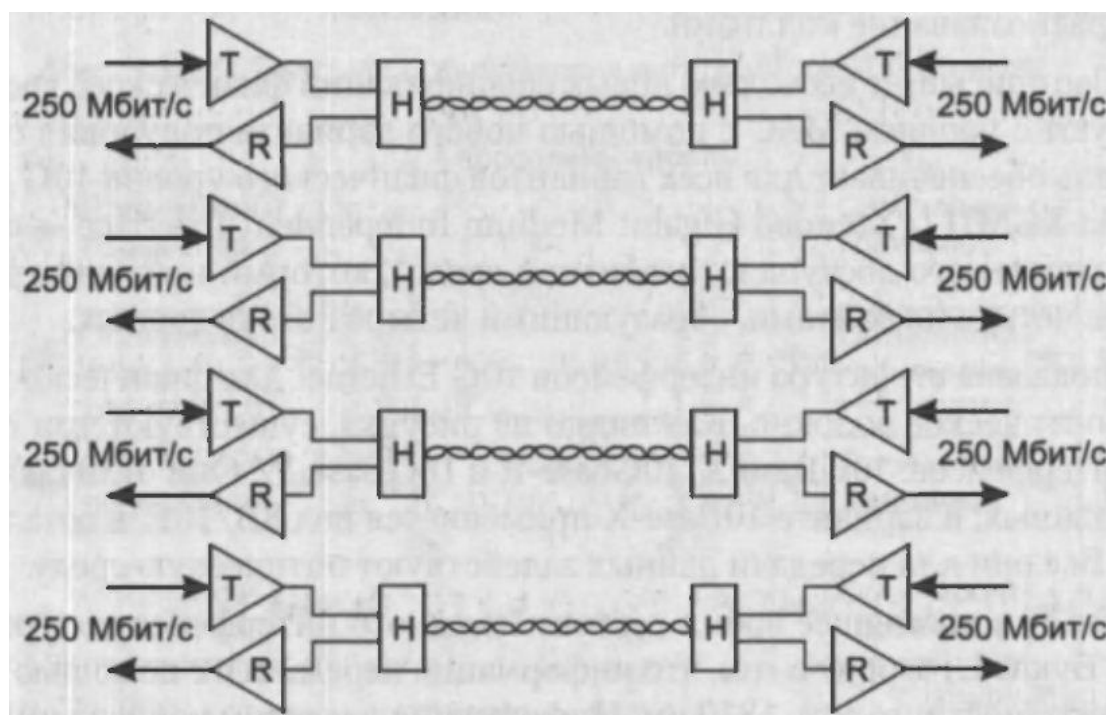


Рисунок 1.7 - Двухнаправленная передача по четырём парам UTP категории 5

GigabitEthernet на витой паре категории 5. Каждая пара кабеля категории 5 имеет гарантированную полосу пропускания до 100 МГц. Для передачи по такому кабелю данных со скоростью 1000 Мбит/с было решено организовать параллельную передачу одновременно по всем четырём парам кабеля. Это сразу снизило скорость передачи данных по каждой паре до 250 Мбит/с. Для организации дуплексного режима разработчики применили технику выделения принимаемого сигнала из суммарного. Два передатчика работают навстречу друг другу по каждой из четырёх пар в одном и том же диапазоне частот (рисунок 1.7). Н-образная схема гибридной развязки позволяет приемнику и передатчику одного и того же узла использовать одновременно витую пару и для приема, и для передачи (так же, как и в трансиверах Ethernet на коаксиале).

Вариант технологии GigabitEthernet на витой паре расширил процедуру автопереговоров, введенную стандартом 100Base-T, за счет включения туда дуплексного и полудуплексного режимов работы на скорости 1000 Мбит/с. Поэтому порты многих коммутаторов Ethernet на витой паре являются универсальными в том смысле, что могут работать на любой из трех скоростей (10,100 или 1000 Мбит/с).

Характеристики производительности GigabitEthernet зависят от того, использует ли коммутатор режим передачи кадров с расширением или же передает их в режиме пульсаций. В режиме пульсаций на периоде пульсации мы получаем характеристики, в 10 раз отличающиеся от характеристик FastEtherhet:

- максимальная скорость протокола в кадрах в секунду (для кадров минимальной длины с полем данных 46 байт) составляет 1 488 000;
- полезная пропускная способность для кадров минимальной длины равна 548 Мбит/с;
- полезная пропускная способность для кадров максимальной длины (поле данных 1500 байт) равна 976 Мбит/с.[5]

1.9 Протокол динамической маршрутизации OSPF

В разрабатываемой сети передачи данных для маршрутизации трафика и обмена информацией в сети я буду использовать один из наиболее надёжных на сегодняшний день - протокол динамической маршрутизации OSPF. Данный протокол полностью совместим с маршрутизаторами фирмы «CISCO Systems».

OSPF (OpenShortesPathFirst) - протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала (link-statetechnology) и использующий для нахождения кратчайшего пути Алгоритм Дейкстры (Dijkstra'salgorithm).

OSPF разбивает процедуру построения таблицы маршрутизации на два этапа, к первому относится построение и поддержание базы данных о состоянии связей сети, ко второму - нахождение оптимальных маршрутов и генерация таблицы маршрутизации.

Построение и поддержание базы данных о состоянии связей сети. Связи сети могут быть представлены в виде графа, в котором вершинами графа являются маршрутизаторы и подсети, а ребрами — связи между ними (рисунок 1.8). Каждый маршрутизатор обменивается со своими соседями той информацией о графе сети, которой он располагает к данному моменту. Этот процесс похож на процесс распространения векторов расстояний до сетей, в протоколе RIP, однако сама информация качественно иная — это информация о топологии сети. Сообщения, с помощью которых распространяется топологическая информация, называются объявлениями о состоянии связей (LinkStateAdvertisement, LSA) сети. При транзитной передаче объявлений LSA маршрутизаторы не модифицируют информацию, как это происходит в дистанционно-векторных протоколах, в частности в

RIP, а передают ее в неизменном виде. В результате все маршрутизаторы сети сохраняют в своей памяти идентичные сведения о текущей конфигурации графа связей сети.

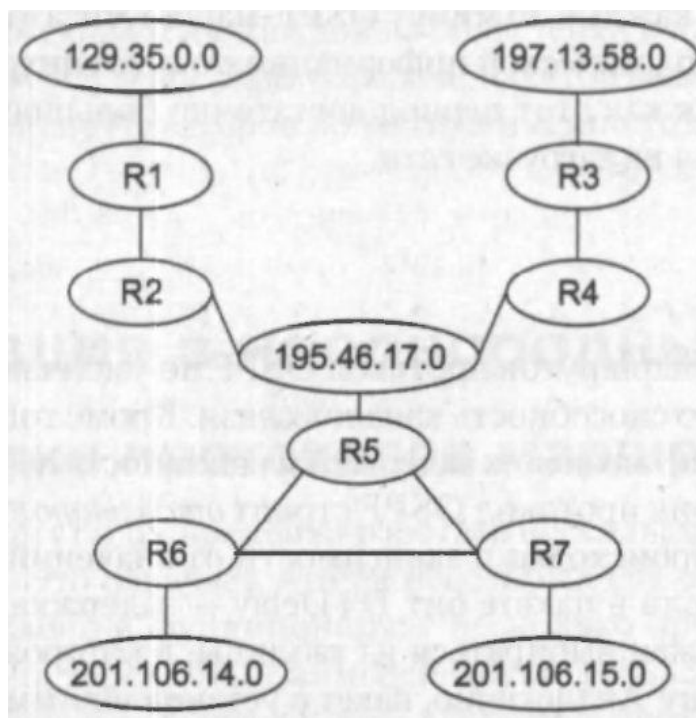


Рисунок 1.8 - Граф сети, построенный протоколом OSPF

Для контроля состояния связей и соседних маршрутизаторов OSPF-маршрутизаторы передают друг другу особые сообщения HELLO каждые 10 секунд. Небольшой объем этих сообщений делает возможным частое тестирование состояния соседей и связей с ними. В том случае, когда сообщения HELLO перестают поступать от какого-либо непосредственного соседа, маршрутизатор делает вывод о том, что состояние связи изменилось с работоспособного на неработоспособное и вносит соответствующие коррективы в свою топологическую базу данных. Одновременно он отсылает всем непосредственным соседям объявление LSA об этом изменении, те также вносят исправления в свои базы данных, в свою очередь, рассылают данное объявление LSA своим непосредственным соседям.

Нахождение оптимальных маршрутов и генерация таблицы маршрутизации. Задача нахождения оптимального пути на графе является достаточно сложной и трудоемкой. В протоколе OSPF для ее решения используется итеративный алгоритм Дейкстры. Каждый маршрутизатор сети, действуя в соответствии с этим алгоритмом, ищет оптимальные маршруты от своих интерфейсов до всех известных ему подсетей. В каждом найденном таким образом маршруте запоминается только один шаг - до следующего маршрутизатора. Данные об этом шаге и попадают в таблицу маршрутизации.

Если состояние связей в сети изменилось и произошла корректировка графа сети, каждый маршрутизатор заново ищет оптимальные маршруты и корректирует свою таблицу маршрутизации. Аналогичный процесс происходит и в том случае, когда в сети появляется новая связь или новый сосед, объявляющий о себе с помощью своих сообщений HELLO. При работе протокола OSPF конвергенция таблиц маршрутизации к новому согласованному состоянию происходит достаточно быстро, быстрее, чем в сетях, в которых работают дистанционно-векторные протоколы. Это время состоит из времени распространения посети объявления LSA и времени работы алгоритма Дейкстры, который обладает быстройсходимостью. Однако вычислительная сложность этого алгоритма предъявляет высокие требования к мощности процессора маршрутизатора.

Когда состояние сети не меняется, то объявления о связях не генерируются, топологические базы данных и таблицы маршрутизации не корректируются, что экономит пропускную способность сети и вычислительные ресурсы маршрутизаторов. Однако у этого правила есть исключение: каждые 30 минут OSPF-маршрутизаторы обмениваются всеми записями базы данных топологической информации, то есть синхронизируют их для более надежной работы сети. Так как этот период достаточно большой, то данное исключение незначительно сказывается на загрузке сети.

При поиске оптимальных маршрутов протокол OSPF по умолчанию использует метрику, учитывающую пропускную способность каналов связи. Кроме того, допускается применение двух других метрик, учитывающих задержки и надежность передачи пакетов каналами связи. Для каждой из метрик протокол OSPF строит отдельную таблицу маршрутизации. Выбор нужной таблицы происходит в зависимости от значений битов TOS в заголовке пришедшего IP-пакета. Если в пакете бит D (Delay — задержка) установлен в 1, то для этого пакета маршрут должен выбираться из таблицы, в которой содержатся маршруты, минимизирующие задержку. Аналогично, пакет с установленным битом T (Throughput — пропускная способность) должен маршрутизироваться по таблице, построенной с учетом пропускной способности каналов, а установленный в единицу бит R (Reliability — надежность) указывает на то, что должна использоваться таблица, для построения которой критерием оптимизации служит надежность доставки.

1.10 Протокол STP

Ещё одним наиболее важным протоколом в сети передачи данных, является протокол STP. Он характеризует один из главных параметров в сети, как отказоустойчивость. Данный протокол избавляет сеть от так называемого «широковещательного шторма», который может вызвать перегрузку в сети, а также полностью блокировать работу сети.

Протокол STP является достаточно важной технологией для 2-го сетевого уровня модели OSI. Данная технология была изобретена РадьейПерелман. Данный протокол используется при соединении между собой, двух и более коммутаторов дублирующимися соединениями или при построении сети по топологии «mesh» (связь всех со всеми). Протокол SpanningTree, обеспечивает стабильную работу сети, путем анализа топологии и устранения петель (forwardingloops) между коммутаторами, создавая граф (дерево) передачи пакетов между коммутаторами. Петля может возникать в тех случаях, когда топология сети содержит дублирующиеся пути передачи пакетов, а STP не используется. На рисунке 1.9 изображён процесс образование петли на коммутаторе.

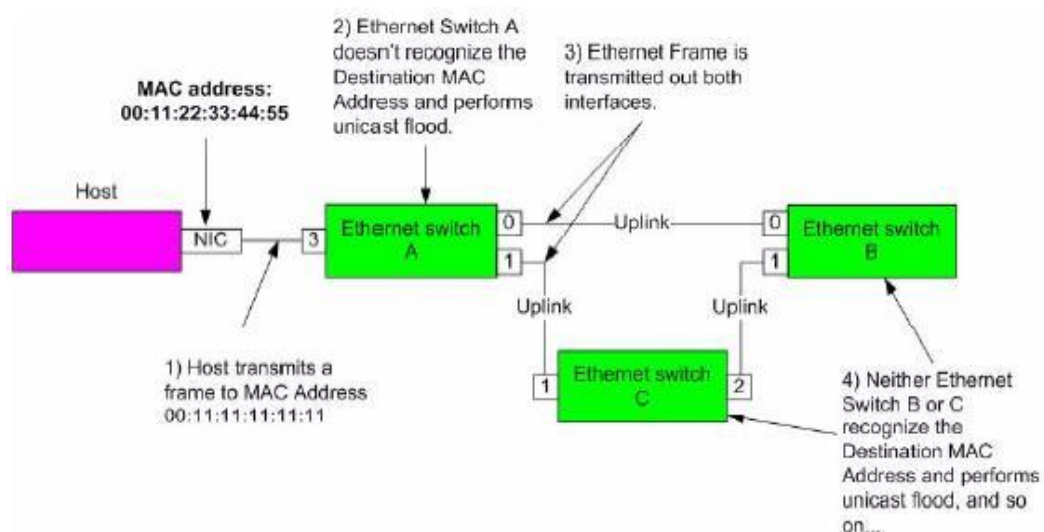


Рисунок 1.9 - Образование петли.

Протокол SpanningTree (STP) работает следующим образом:

- STP – протокол управления соединениями, он позволяет осуществлять дублирование сетевых соединений и не допускает возникновения петель, между коммутаторами. При нормальном функционировании сети Ethernet, между двумя коммутаторами может быть активно лишь одно соединение, другие не будут использоваться;
- так, как несколько активных соединений между коммутаторами, создают петлю, STP блокирует одно или несколько таких соединений;
- для обеспечения возможности резервирования соединений, протокол STP определяет граф (дерево) из сетевых коммутаторов. Протокол STP, вычислив дублирующиеся пути для данных, блокирует их, переводя в режим ожидания. В случае, если сегмент сети становится недоступным, или меняется вес пути графа STP (например, при изменении скорости соединения), алгоритм STP перестраивает дерево и если требуется, активирует резервные соединения;

- Работа протокола STP незаметна для конечных узлов в сети, и неважно, подключены ли они к одному сегменту LAN, или к LAN со множеством сегментов.

Определение корневого коммутатора

Все коммутаторы в сети LAN, работающие с STP, обмениваются между собой информацией, через специальные сообщения. Данные сообщения называются BridgeProtocolDataUnits (BPDUs). Данные сообщения выполняют следующие функции:

- Выбор корневого коммутатора, для формирования топологии STP;
- Назначение основного коммутатора в каждом сегменте сети LAN;
- Удаление петель, отключая передачу данных через дублирующие пути.

Пакеты BPDU

BPDUs (BridgeProtocolDataUnits) – представляют из себя пакеты данных, предназначенные для обмена информацией между коммутаторами, например идентификаторами коммутаторов (Switch ID) и весом путей до корневого коммутатора (rootpathcosts). STP использует BPDUs, для выбора корневого порта и коммутатора, а также для выбора основного порта и коммутатора для каждого сегмента сети. Отправляя BPDU пакет, в качестве MAC адреса отправителя, коммутатор ставит свой собственный MAC адрес, а MAC адресом получателя пакета, является многоадресный, зарезервированный STP адрес 01:80:C2:00:00:00.

Существуют три типа пакетов BPDUs:

- конфигурационные BPDU (Configuration BPDU (CBPDU)) — Используется для расчета графа STP;
- информирование об изменении топологии сети (TopologyChangeNotification (TCN)) — Используется для анонсирования изменений в топологии сети;
- подтверждение изменения топологии сети (TopologyChangeAcknowledgement (TCA)) — используются для подтверждения TCNs.

Пакеты BPDU регулярно посылаются по сети (по умолчанию, каждые 2 секунды), что позволяет коммутаторам постоянно отслеживать изменения в сети и немедленно реагировать на изменения.

Обмен пакетами BPDU приводит к следующим результатам:

- выбирается единственный корневой коммутатор. Если данный коммутатор не выбирается, то корневым коммутатором выбирается коммутатор с наименьшим MAC адресом;
- высчитывается кратчайшее расстояние, от корневого коммутатора, до каждого коммутатора сети;
- также определяются коммутаторы, расположенные близ корневого, они будут переправлять пакеты на корневой коммутатор;

- выбираются порты коммутаторов, которые менее всего удалены от корневого коммутатора. Если есть несколько эквивалентных путей, то будет выбран порт с наименьшим MAC адресом;
- выбираются порты, отключенные протоколом STP.

Protocol Identifier (2 bytes)	Version (1 byte)	BPDU Type (1 byte)	Flags (1 byte)	Root ID (8 bytes)	Root Path Cost (4 bytes)	BPDU Type (1 byte)	Port ID (2 bytes)	Message Age (2 bytes)	Maximum Age (2 bytes)	Hello Time (2 bytes)	Forward Delay (2 bytes)
----------------------------------	---------------------	-----------------------	-------------------	----------------------	-----------------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------	-------------------------	----------------------------

Рисунок 1.10 - Формат пакета BPDU

Вес пути в SpanningTree

Вес пути напрямую зависит от скорости соединения. Коммутаторы используют путь с наименьшим весом, как основной путь передачи данных. Если существует дублирующий путь, с более высоким весом, то путь не будет использоваться, до тех пор, пока путь с меньшим весом остается доступным.

Таблица 1.3 – Соответствие скорости соединения и веса пути

Скорость передачи	Вес пути (802.1D)
10 Мбит/с	100
100 Мбит/с	19
1 Гбит/с	4
10 Гбит/с	2

2 Расчётная часть

2.1 Комплектация оборудования

CiscoCatalyst 2940 12 Switch

CiscoCatalyst 2940 (рисунок 2.1) — это серия «интеллектуальных» коммутаторов FastEthernet фиксированной конфигурации, которые можно объединять в стек для соединений на скоростях FastEthernet и GigabitEthernet в сетях среднего масштаба. В этих коммутаторах реализованы расширенные возможности обеспечения заданного качества обслуживания и контроля многоабонентской доставки.

Управление их работой осуществляется с помощью ПО Cisco IOS и пакета управляющих Web-приложений CiscoClusterManagementSuite (CMS), который позволяет пользователям при помощи стандартного web-браузера одновременно конфигурировать несколько настольных коммутаторов Catalyst, а также выявлять неполадки в их работе. Кроме того, в Cisco CMS

имеются новые «мастера» конфигурирования, которые значительно упрощают внедрение конвергированных приложений и сервисов, работающих в масштабе всей сети. [6]

Таблица 2.1 - Технические характеристики коммутатора

Наименование параметра	Значение
Пропускная способность коммутирующей матрицы	13,6 Гбит/с
Максимальная полоса пропускания Catalyst 2940G-12	6,4 Гбит/с
Скорость передачи пакетов в секунду при длине пакета 64 байт Catalyst 2940G-12	$4,8 \cdot 10^6$ пакетов/с
Буферная память пакетов емкостью	8 Мбайт
Память SDRAM емкостью	32 Мбайт
Flash-память емкостью	8 Мбайт
Количество MAC-адресов	8000
Управление	Управление осуществляется по протоколу SNMP. Для управления конфигурацией и работой коммутаторов используется ПО сетевого управления CiscoWorksWindows с детализацией до отдельного коммутатора и отдельного порта на нем. Это же ПО используется для управления всеми маршрутизаторами, коммутаторами и концентраторами Cisco.

Коммутаторы Catalyst 2940, имеющие порты 10/100/1000 BaseT, обеспечивают гигабитную скорость передачи по медной проводке и являются идеальным решением для перехода от технологии FastEthernet к опорной сети GigabitEthernet на медной паре. Все порты способны автоматически определять скорость передачи и ее режим (полно- или полудуплексный), что позволяет оптимизировать использование ресурсов полосы пропускания.

В коммутаторах серии Catalyst 2940 реализовано несколько важных функций, позволяющих повысить производительность работы сети, улучшить ее управляемость и безопасность. Для одного коммутатора сетевые администраторы могут настроить до 64 виртуальных локальных сетей

(ВЛВС). Это позволит передавать пакеты данных только станциям в пределах конкретной ВЛВС, создать виртуальный межсетевой экран между группами портов в сети и сократить широковебательные рассылки. Магистральные каналы ВЛВС можно создавать из любого порта. [7]

Технология Per VLAN SpanningTree (PVST+) позволяет одновременно конфигурировать резервные высокоскоростные соединения и распределять передаваемый трафик по нескольким каналам. Кроме того, использование технологии CiscoUpLinkFast позволяет немедленно переключаться на резервный высокоскоростной канал.



Рисунок 2.1 - CatalystCisco 2940 switch

CiscoSystems 2600 router

Компания CiscoSystems расширяет возможности, интеграцию и мощность продуктов класса предприятия для удаленных офисов с помощью серии Cisco 2600. Модульная архитектура серии Cisco 2600 обеспечивает гибкость, необходимую для адаптации к изменениям в сетевых технологиях с внедрением новых услуг и приложений.

Управляемая мощным процессором серия Cisco 2600 предлагает функции качества обслуживания (QoS), защиты сети и целый ряд дополнительных средств, необходимых для интеграции в развивающихся сегодня сетях. С помощью объединения функций нескольких отдельных устройств в один блок, серия Cisco 2600 сокращает сложность управления удаленными сетями. Серия Cisco 2600 поддерживает модульные интерфейсы серий Cisco 1600, 1700 и 3600, что предлагает эффективное по стоимости решение для таких приложений, как доступ в Internet (intranet), мультисервисная интеграция голос/данные, услуги аналогового и цифрового модемного доступа, VPN доступ, доступ к ATM, VLAN и управление полосой пропускания маршрутизатора. [7]

Платформа Cisco 2600 имеет один или два порта Ethernet, один слот для сетевого модуля, два слота для интерфейсных карт и слот для нового модуля AIM (AdvancedIntegrationModule).

Среди интерфейсных карт имеются карты с последовательными, либо ISDN BRI портами для WAN-соединений, в то время как сетевые модули

обеспечивают поддержку служб по передаче голоса/данных/факсов либо большое количество последовательных портов.

Ключевые особенности:

- гибкость вложений - обновляемые модульные интерфейсы делают возможными тысячи разнообразных решений и простой переход к новым требованиям;

- интеграция - снижает стоимость владения и увеличивает простоту удаленного управления, обеспечивая интегрированное решение, которое сочетает в себе устройства мультиплексоры, модемы, шлюзы голос и данные, ISDN, брандмауэр, функции VPN, шифрование, устройства сжатия;

- защита вложений - благодаря модульности возможна частичная замена модулей минимальными затратами без, кроме того, взаимозаменяемость модулей между сериями 1600, 2600 и 3600 позволяют развивать сеть минимальными вложениями. Новый многофункциональный разъем позволяет по мере необходимости реализовать аппаратное сжатие данных и криптографию. [7]

Часть решения Cisco "от точки до точки" - как часть полного решения Cisco серия 2600 позволяет построить цельную сетевую структуру с минимальными затратами.



Рисунок 2.2 –CiscoSystems 2600 router

Таблица 2.2 - Технические характеристики маршрутизатора

Функции управления	Описание
Встроенные опции CSU/DSU и NT1	Поддерживает удаленное управление любым пользовательским устройством (CustomerPremiseEquipment, CPE)
Поддержка CiscoWorks и CiscoView	Обеспечивает упрощенное управление устройствами
Поддержка Cisco Voice Manager (CVM)	Снижает стоимость установки и эксплуатации оборудования для интеграции голоса и данных
Расширенная процедура установки	Диалоговая контекстно-зависимая система упрощает процесс первоначальной конфигурации маршрутизатора
Функция автоматической установки	Автоматическая настройка новых маршрутизаторов через WAN интерфейсы, снижающая расходы на установку нового оборудования
Отказоустойчивость	Описание
Возможность установки дополнительного источника питания	Дополнительный источник питания может использоваться совместно с другим устройством, например, с CiscoCatalyst 1900, для обеспечения бесперебойной работы устройств
Dial-on-DemandRouting	Позволяет организовывать резервные каналы связи по WAN интерфейсам, что обеспечит работу соединения при нарушениях в работе основного канала

ASMi-52 4 - WireSHDSLModem

Модем SHDSL и мультиплексор ASMi-52L передает комбинированные потоки данных (E1, Ethernet или последовательный) через канал SHDSL с различной скоростью передачи. В SHDSL модеме ASMi-52 используется технология TC-PAM для повышения надежности передачи, что позволяет операторам обслуживать больше пользователей на больших скоростях передачи данных и на больших расстояниях в пределах последней мили. Это устройство также отвечает потребностям в высокоскоростной передаче данных между корпоративными пользователями. Типичные схемы применения – коммунальные службы, корпоративные сети и передача сетевого трафика.

SHDSL Модем ASMi-52 производства RAD обеспечивают передачу данных на расстоянии до 12 километров в диапазоне скоростей от 0.064 до 2.48 Мбит/с по одной медной паре (см. таблицу 2.3).



Рисунок 2.3 - ASMi4 - WireSHDSLModem

Краткие характеристики:

- обеспечивает мультиплексирование данных V.35, 10/100BaseT LAN и трафика E1 через SHDSL;
- работает на нескольких скоростях передачи данных между 64 кбит/сек и 4608 кбит/сек, предоставляя гибкое решение на одной платформе;
- встроенный коммутатор с портом Ethernet;
- управление по SNMP, Telnet или при помощи терминала ASCII.

Таблица 2.3 - Дальность соединения модемов по 2-х проводной линии

Примерная дальность соединения по 2-х проводной линии (д. 0.5 мм)	
Скорость, Кбит/с	Дальность, $1 \cdot 10^3$ м
64	12.0
128	11.0
256	8.0
512	7.0
1024	6.2
2048	5.0

Преимущества:

- модем SHDSL функционирует по двух и четырех проводным каналам, позволяя работать с коммуникационным оборудованием совместимых классов на основе медных соединительных линий;
- совместим с повторителями SHDSL, что обеспечивает работу на больших расстояниях;
- использует кодирование канала TC-PAM для расширения дальности действия до 9,5 километров без устройства – повторителя;
- обеспечивает комплексную диагностику, включая кольцевые проверки, мониторинг производительности SHDSL и E1;

- поддерживает схемы применения с сухим контактом, например, SCADA;
- надежная производительность при передаче по каналам с низким качеством или высоким уровнем шума;
- автоматическая конфигурация позволяет использовать технологию plugandplay.

Управление автономным устройством возможно через:

- управляющий порт по протоколу SLIP;
- портEthernet;
- порт E1 с помощью выделенного временного интервала.



Рисунок 2.5 – Персональный компьютер



Рисунок 2.6 – Сервер базы данных

Таблица 2.4 - Характеристики вычислительных машин

Наименование показателя	Параметры
CPU	AMD Athlon 64 X2 3800+ Socket AM2
Системная плата:	Asus M2N-SLI Deluxe nForce 570 (3 PCI, 2 PCI-E x1, 2 PCI-E x16, 4 DDR2 DIMM, Audio, Dual Gigabit LAN, IEEE-1394);
GPU	innovision NVIDIA GeForce 8800 GTS 320Mb 320bit (570MHz Core, 1800MHz GDDR-III);
RAM	DDR-II OCZ XTC Platinum Rev. 1Gb x 2 bank (2Gb) 800MHz;
HDD	SATA-II 320Gb Seagate 7200.10 16Mb;
ODD	DVD-/+RW DL (Label Flesh) Sony NEC 7173A IDE;
БП	HuntKey ATX LW-6500H 500W;
Кейс	Microlab 4105 без БП;
Монитор	LCD Samsung 17" 760BF;
Мышь	A4Tech X7 X-750BF Laser 2500 dpi USB;
Клавиатура	A4Tech X7.

2.2 Принцип организации соединения между удаленными сетями и сервером обработки данных

При разработке и объединении нескольких удаленных локальных сетей в единую вычислительную сеть необходимо учитывать следующие факторы:

- расстояние между сетями;
- топологию сетей и где они расположены;
- внешние факторы, среда в которой находятся сети;
- доступные и оптимальные способы передачи информации;
- требования к характеристикам технологии передачи данных.

Все это позволяет рассчитать и выбрать технологию передачи данных, которая будет наиболее правильно работать в конкретных условиях и отвечать всем параметрам, предъявляемым производственными процессами.

В нашем случае необходимо организовать соединение между удаленными сетями и сервером обработки данных в городе Алматы.

Максимальное расстояние между сетями не превышает 10^4 м, топологией каждой сети является «звезда» (см. приложение Б, В). Расположены сети в зданиях предприятий, на первом этаже, соединительные кабели находятся в специальных подпольных помещениях. В зданиях

присутствует телефонная связь. Технология передачи данных должна поддерживать скорость не менее 1 Мбит/с. [9]

Все это позволяет выбрать в качестве технологии передачи технологию DSL – DigitalSubscriberLine, которая позволит организовать качественный уровень передачи данных на скорости 2 Мбит/с.

Принцип соединения однородных удаленных локальных сетей следующий:

- каждый абонент в своей сети подключен к серверу, который является центральным узлом;
- к каждому абоненту подключается DSL-модем, поддерживающий скорость передачи 2 Мбит/с;
- используется медный кабель существующих наземных линий связи до ближайшей удаленной сети.

2.3 Схема организации сети передачи данных

Схема организации связи представлена в приложении А, где детально показан принцип действия всей единой вычислительной сети, построенной на базе удаленных локальных сетей, соединяющихся с сервером обработки данных.

2.4 Помехозащищенность и скоростной потенциал DSL

DSL-технология, обычно применяемая для подключения компьютеров индивидуальных пользователей и малого бизнеса, является асимметричной (скорость нисходящего потока существенно выше скорости восходящего) и основана на разделении используемой полосы частот $f_0 \dots f_1$ на множество дискретных подканалов (технология DMT – DiscreteMulti-Tonemodulation).

При установлении соединения приемопередатчики осуществляют измерение используемой пары, причем целью этих измерений является определение максимально возможного количества бит данных (максимальной удельной скорости передачи), передаваемых в каждом частотном подканале с частотой передачи символов. Ширина подканала Δf равна $4,3125 \cdot 10^3$ Гц. Символьная скорость f_{symp} меньше ширины подканала и составляет $4 \cdot 10^3$ Гц.[10]

Удельная скорость определяет скорость передачи $V_i = f_{symp} K_i$ в подканале и зависит от защищенности a_i i-го подканала согласно формуле Шеннона для идеального приемника:

$$K_i = [\log_2(a_i + 1)] \quad (2.1)$$

Здесь: квадратные скобки [] выделяют целую часть результата; защищенность определяется как $a_i = S_i / N_i$, где S_i - среднеквадратичный

уровень сигнала i -ой поднесущей и N_i - среднеквадратичный уровень шума, измеренный с подавлением этой поднесущей в полосе, соответствующей ширине i -го подканала.

Если защищенность выразить в децибелах $A_i = \log(a_i)$ и представить как разность измеренной помехозащищенности R_i и запаса неидеальности приемника ΔA , также выраженных в децибелах, тогда с учетом (2.1):

$$A_i = R_i - \Delta A \quad (\text{дБ}), \quad (2.2)$$

$$a_i = 10^{(R_i - \Delta A)/10}$$

$$K_i = [\lg(10^{(R_i - \Delta A)/10} + 1) / \lg(2)] \approx [0,33(R_i - \Delta A)] \quad (\text{Кбит}/1 \cdot 10^3 \text{ Гц}) \quad (2.3)$$

Величина запаса неидеальности приемника ΔA определяется способом модуляции и зависит от реализации приемопередатчиков. Рекомендации G.992.x требуют, чтобы этот запас для любого подканала составлял бы:

$$\Delta A = 20 \quad (\text{дБ}) \quad (2.4)$$

Скорость передачи V определяется суммой скоростей на каждой поднесущей V_i в рамках полосы частот передачи $f_0 \dots f_1$, которой соответствует диапазон изменения индекса $i = i_0 \dots i_1$. Тогда с учетом (2.3):

$$V = \sum_{i=i_0}^{i=i_1} f_{\text{symp}} K_i \approx 4,0 \sum_{i=i_0}^{i=i_1} [0,33(R_i - \Delta A)] \quad (\text{Кбит}/\text{с}) \quad (2.5)$$

$$i_0 = [f_0 / \Delta f] \quad (2.6)$$

$$i_1 = [f_1 / \Delta f] \quad (2.7)$$

Формула (2.5) позволяет оценить скоростной потенциал заявленной к установке DSL-оборудования линии связи, не выполняя собственно установку этого оборудования, а ключевой характеристикой линии, таким образом, является ее частотная характеристика помехозащищенности $R_i = R(f_i)$.

Кроме основного ограничения по помехозащищенности при выполнении практических измерений необходимо учитывать дополнительные причины ограничения скорости:

- реализация конкретных приемопередатчиков;
- конечная чувствительность приемника;
- неравномерность спектра передатчика.

Ограничение скорости возможностями конкретных приемопередатчиков состоит в том, что ограничен скоростной потенциал самого оконечного оборудования. Так для DSL-оборудования в строгом

соответствии с $K_i \leq K_{\max} = 6$, то есть скоростной потенциал нисходящего потока оконечного G.992.1-оборудования согласно (2.5), (2.6), (2.7) ограничен величиной $V_{\max} = K_{\max} f_{\text{symp}} ([(f_1 - f_0) / \Delta f] + 1)$ численно равной 6000 кбит/с $6 \times 4,0 \times [(1104 - 25,875) / 4,3125] + 1$). Рекомендация G.992.3 определяет величину максимальной удельной скорости $K_i \leq K_{\max} = 8$ и не запрещает ее дальнейшее увеличение, что позволяет в рамках G.992.3 достигать значений скорости до 8000 Кбит/с и более. Таким образом, после выполнения расчета по (2.3) перед суммированием по (2.5) следует ограничить удельную скорость:

$$K_i \leq K_{\max} \quad (2.8)$$

Ограничение удельной скорости, вызванное конечной чувствительностью, определяемой динамическим диапазоном приемника, может быть учтено анализом частотной характеристики затухания.

Пусть:

- динамический диапазон DSL-приемника составляет 96 дБ (16 разрядов АЦП);
- прием нисходящего потока осуществляется в условиях передачи восходящего в режиме перекрытия спектров;
- сигнал восходящего потока имеет уровень равный +12,5 дБм, пик-фактор этого сигнала составляет 12 дБ, пиковый уровень достигнет +12,5+12=+24,5 дБм и этот максимальный уровень должен восприниматься приемником без искажений;

Тогда:

- уровень шума на входе приемника составит +24,5-96=-71,5 дБм;
- помехозащищенность приемника при максимальной удельной скорости $K_{\max} = 6$, согласно (2.3) составит $R_i = 3K_{\max} + \Delta A = 18 + 20 = 38$ дБ;
- уровень входного сигнала не должен опускаться ниже -71,5+38=-33,5 дБм;
- поэтому критическое затухание сигнала в линии, при котором еще может быть обеспечена работа с максимальной удельной скоростью, составит $A_{\max} = +12,5 - (-33,5) = 46$ дБ;
- увеличение затухания в каждом частотном подканале сверх этого порога на каждые 3 дБ согласно (2.3) будут приводить к снижению максимальной удельной скорости K_{\max} на Кбит/1·10³Гц, что и должно быть учтено в (2.8).

Неравномерность спектра сигнала по рекомендации G.992.5 в полосе передачи составляет 11,3 дБ, что проявляется снижением спектральной плотности при переходе от частоты 1104·10³ Гц к 2208·10³ Гц (в области 26...1104·10³ Гц спектральная плотность равномерна). Рекомендации ранних выпусков регламентируют равномерную спектральную характеристику в полосе передачи. Неравномерность спектра передаваемого сигнала

целесообразно учитывать введением дополнительного эквивалентного затухания, протекание частотной характеристики которого соответствует снижению спектральной плотности относительно максимума, а механизм учета аналогичен описанному выше. [10]

2.5 Измерение скоростного потенциала DSL

Именно на возможности быстрого измерения частотных характеристик помехозащищенности и затухания основана технология определения скоростного потенциала линии, реализованная в анализаторе. Библиотека измерительных решений, входящая в состав программного обеспечения анализатора, позволяет оценить скоростной потенциал цифровой линии, образованной заявленной парой в многопарном кабеле и DSL-оборудованием требуемого типа. Кроме того для максимальной скорости анализатор определяет запас помехозащищенности.

При выполнении измерений линии в полосе частот передачи $f_0 \dots f_1$ с применением измерительного многочастотного сигнала (МЧС), являющегося моделью DMT, анализируются помехи от всех возможных источников – тепловые шумы линии, переходные помехи от аналоговой телефонии, сетей питания, помехи от радиостанций, помехи, вызванные микроперерывами связи, и, что самое главное, переходные помехи от ранее установленных xDSL-систем.

Далее спектр помех автоматически сопоставляется со спектром принимаемого полезного сигнала, чем обеспечивается точный учет неравномерности частотной характеристики затухания полезного сигнала в линии, и получается частотная характеристика защищенности $R(f_i)$.

Результаты измерений представляются анализатором как в виде совокупности измеренных спектрограмм (рисунок 2.1), частотных характеристик (рисунок 2.2) рабочего затухания (АЧХ), защищенности (С/Ш) и группового времени прохождения (ГВП), так и единственным параметром – скоростным потенциалом линии (Скорость, Кбит/с), которая может быть получена на заявленной паре при установке DSL-оборудования того или иного типа. [11]

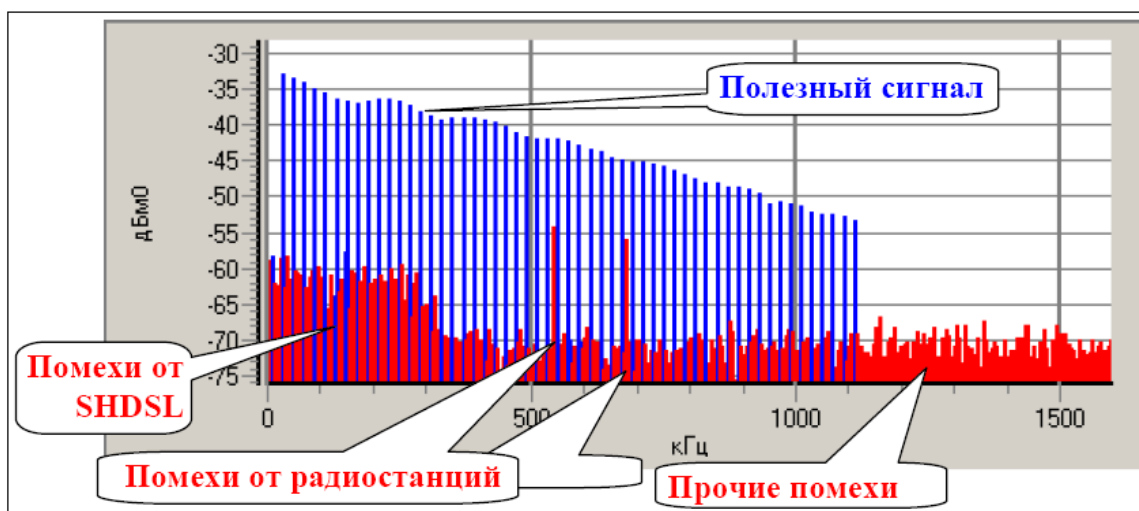


Рисунок 2.1 - Передача полезного сигнала

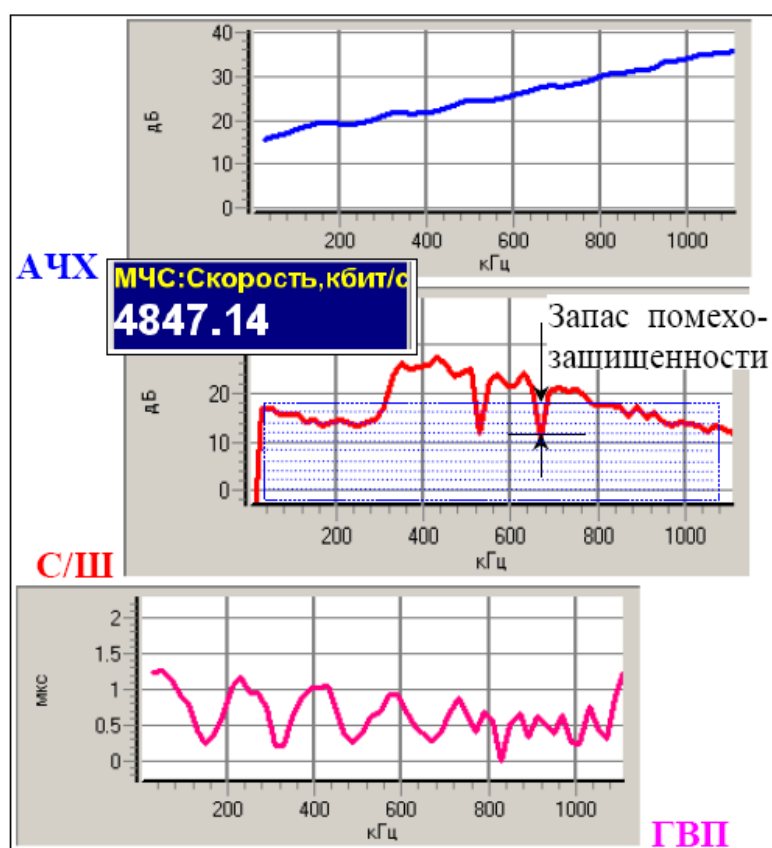


Рисунок 2.2 - Частотные характеристики канала

Вторым параметром является фактический запас помехозащищенности приема при условии работы линии на максимальной скорости и определяемый (рисунок 2.2) наименьшей в диапазоне частот передачи $f_0 \dots f_1$ разностью частотной характеристики измеренной защищенности и минимальной защищенности, необходимой для обеспечения приема на максимальной скорости $\Delta R = \min_{i=l_0 \dots l_1} (R(f_i) - R_{\min})$. Величина минимальной защищенности согласно (2.3) составляет $R_{\min} \approx K_{\max} / 0,33 + \Delta A$.

Таблица 2.1 - Зависимость передачи информации от длины кабеля

Длина линии (кабель ТП 0,5 мм) L, км	Затухание на трех частотах, дБ			Параметры цифровой линии ADSL2+ в условиях отсутствия переходных помех	
	300 кГц	1104 кГц	2208 кГц	Запас помехозащищенности на максимальной скорости 24 Мбит/с ΔR , дБ	Скоростной потенциал V, Мбит/с
0,1	1,0	1,7	2,4	22	24,0
0,8	7,7	14,6	20,1	0	24,0
1,3	12,5	23,3	32,2	-15	22,0
1,8	17,7	32,6	46,1	-32	18,5
2,7	26,6	49,0	66,0	-43	12,9
4,4	43,0	78,0	>105,0	<-45	6,4
5,8	57,0	105,0	>105,0	<-45	2,8
8,4	86,0	>105,0	>105,0	<-45	1,4

Таблица 2.1 и рисунок 2.3 представляют зависимости от длины кабеля запаса помехозащищенности на максимальной скорости и скоростного потенциала нисходящего потока линии DSL. Измерения проведены в условиях отсутствия переходных помех.

Приведенные графики иллюстрируют адаптивные свойства DMT-технологии:

- с увеличением длины кабеля запас помехозащищенности на максимальной скорости (то есть по сути запас на краю номинальной полосы частот) катастрофически падает;

- скорость же уменьшается существенно более плавно по той причине, что за счет разделения диапазона частот на множество подканалов приемопередатчики используют каждый подканал для передачи с оптимальной для него скоростью, полностью утилизировав как диапазон частот, так и динамический диапазон.

Именно недостаточное использование располагаемого динамического диапазона на нижних частотах и его естественный дефицит на верхних является органическим недостатком однополосных систем (HDSL/SHDSL/SDSL).

Отдельно следует остановиться на упомянутой выше характеристике ГВП, отражающей «неодновременность» поступления на вход приемника совокупности частотных подканалов, посланных передатчиком.

Причиной неравномерности ГВП кабельной линии является суммирование на согласованном входе приемника основного сигнала и сигнала (сигналов), поступающего в ту же точку с задержкой. Наличие задержанного сигнала вызвано удлинением пути, который проходит этот сигнал. Чтобы эффект задержки имел место, необходимо наличие в кабеле не менее двух неоднородностей или ненагруженного отвода. Основной сигнал, пройдя с потерями первую неоднородность, частично отразится от второй, распространяясь в обратном направлении, вновь частично отразится от

первой и, в конце концов, попадет на вход приемника как задержанный. При суммировании основного и задержанного сигнала возникает интерференционная картина, которую следует представлять как суммирование векторов на фазовой плоскости. Результат суммирования выражается в неравномерности (колебательном характере) частотных характеристик по амплитуде (АЧХ) и фазе (ФЧХ), следовательно, и характеристика ГВП как производная ФЧХ будет иметь колебательный характер. [11]

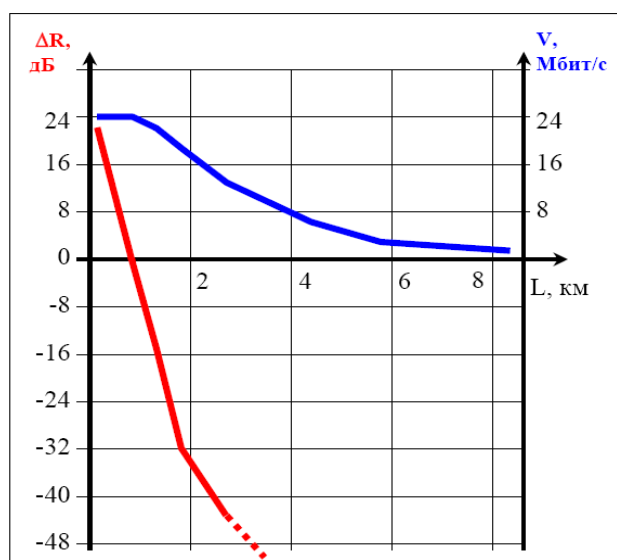


Рисунок 2.3 - Зависимость передачи информации от длины кабеля

2.6 Влияние дефектов кабеля на работоспособность DSL

Рекомендация G.992.1 определяет максимально допустимую неравномерность характеристики ГВП передатчика равной $50 \cdot 10^{-3} \text{ с}$. Столь значительный по сравнению с величиной, обратной ширине полосы передачи (для G.992.1 $T = 1/(f_0 \dots f_1) = 1/(1,104 - 0,026) = 0,93 \cdot 10^{-3} \text{ с}$), допуск обусловлен именно разделением полосы передачи на каналы малой ширины и, следовательно, повышением продолжительности передачи символа до $T_{\text{symp}} = 1/f_{\text{symp}} = 1/0,004 = 250 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Максимальную неравномерность ГВП кабелей связи, которую удавалось наблюдать в полосе частот $10 \dots 2000 \cdot 10^3 \text{ Гц}$ на реальных кабелях и искусственно создавать, вводя в линию «замокшие» муфты, разбивая пары и подключая отводы, не превышала $7 \cdot 10^{-3} \text{ с}$. Полагая, что допустимая неравномерность ГВП для приемника не превышает нормированной неравномерности передатчика, то есть составляет $50 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, можно считать установленным, что многополосная DMT-технология передачи в отличие от однополосных (HDSL/SHDSL/SDSL) не чувствительна к неравномерности ГВП кабелей связи.

Однако это не означает, что DMT-технология не чувствительна к дефектам кабеля вообще. Наличие дефектов, вызывая потери, способствует увеличению рабочего затухания, уменьшению помехозащищенности и, следовательно, снижению скорости. Это снижение полностью учитывается анализатором при измерении частотной характеристики помехозащищенности, выполняемом для определения скоростного потенциала линии.

2.7 Расчет параметров надежности

Требуемая быстрота и точность передачи информации средствами электросвязи обеспечиваются высоким качеством работы всех звеньев сети электросвязи: предприятий, линий связи, технических средств. Обобщающим показателем качества работы средств связи является надёжность. [11]

Надёжностью называется свойство объектов выполнять свои функции с требуемыми показателями качества, определяемыми системой нормативно-технической документации, в заданных условиях работы и в заданное время. Надёжность отражает влияние главным образом внутрисистемных факторов – случайных отказов техники, вызываемых физико-химическими процессами старения аппаратуры, дефектами её изготовления или ошибками обслуживающего персонала.

В данном разделе будут рассмотрены 2 основных показателя надёжности: интенсивность отказов λ и вероятность безотказной работы для заданного интервала времени $P(t)$.

Расчёт параметров надёжности:

Для удобства расчёта показателей составим структурную схему, характеризующую надёжность зонной линии связи. На этой схеме последовательно соединим элементы, которые должны быть работоспособными для сохранения работоспособности всего элемента (рисунок 3.4). В том случае, если для сохранения работоспособности объекта достаточна работоспособность одного из нескольких элементов, то такие элементы соединим параллельно.

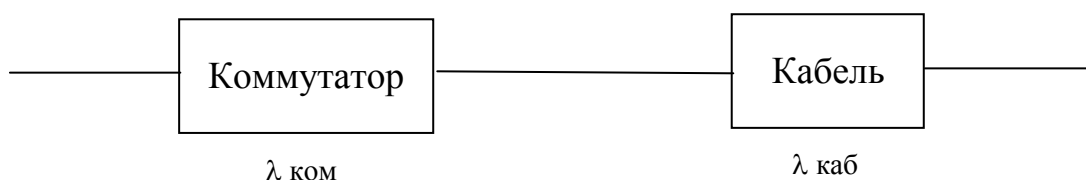


Рисунок 2.4 - Схема замещения для расчёта показателей надёжности

Для работоспособности линии связи все её элементы должны быть работоспособными. И поэтому в эквивалентной схеме надёжности они соединяются последовательно. Если число элементов = n , интенсивность

отказов и вероятность безотказной работы элементов составляют соответственно λ_i и $P_i(t)$, то вероятность безотказной работы всей линии:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda_i t} = e^{-\lambda t}, \quad (2.9)$$

$$\text{где } \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i; i = 1 \div n.$$

Таким образом, трассу можно представить одним эквивалентным элементом с интенсивностью отказов λ , в 1/ч:

$$\lambda = \lambda_{\text{ком}} \cdot n_{\text{ком}} + \lambda_{\text{каб}} \cdot L, \quad (2.10)$$

где $\lambda_{\text{ком}}$, $\lambda_{\text{каб}}$ – интенсивность отказов коммутатора, $1 \cdot 10^3$ м кабеля соответственно, 1/ч;

$n_{\text{ком}}$ – число коммутаторов;

L – длина линии, $1 \cdot 10^3$ м.

Данные для расчёта приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Показатели расчета

Показатели надёжности	Коммутатор	Кабель на $1 \cdot 10^3$ м
Интенсивность отказов λ , 1/ч	$10 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10 \cdot 10^{-8}$
Время восстановления повреждения $t_{\text{в}}$, ч	0,5	5,0

Рассчитаем интенсивность отказов по формуле, в 1/ч (2.10).

$$\lambda = 10^{-7} \cdot 6 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 255 = 13,35 \cdot 10^{-6}.$$

Рассчитаем среднее время восстановления связи, в ч.:

$$T_{\text{в}} = \frac{(\lambda_{\text{ком}} \cdot n_{\text{ком}} \cdot t_{\text{в,ком}} + \lambda_{\text{каб}} \cdot L \cdot t_{\text{в,каб}})}{\lambda},$$

где $t_{\text{в,ком}}$, $t_{\text{в,каб}}$ – время восстановления повреждения коммутатором, соответственно, ч.

$$T_{\text{в}} = \frac{(10^{-7} \cdot 6 \cdot 0,5 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 255 \cdot 5)}{13,35 \cdot 10^{-6}} = 4,8.$$

Зная среднее время восстановления связи, можем найти интенсивность восстановления связи, в 1/ч:

$$\mu = \frac{1}{T_B}, \quad (2.11)$$

где T_B – среднее время восстановления связи, ч.

$$\mu = \frac{1}{4,8} = 0,21.$$

Вероятность безотказной работы определим по формуле (2.9) для следующих интервалов времени: $t_1 = 1$ час; $t_2 = 1$ месяц = 720 часов; $t_3 = 1$ год = 8640 часов; $t_4 = 10$ лет = 86400 часов. Результаты расчётов занесём в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Результаты расчетов

Вероятность безотказной работы	Интервал времени t, ч				
	0	1	720	8640	86400
P(t)	1	0,999987	0,990434	0,891445	0,316

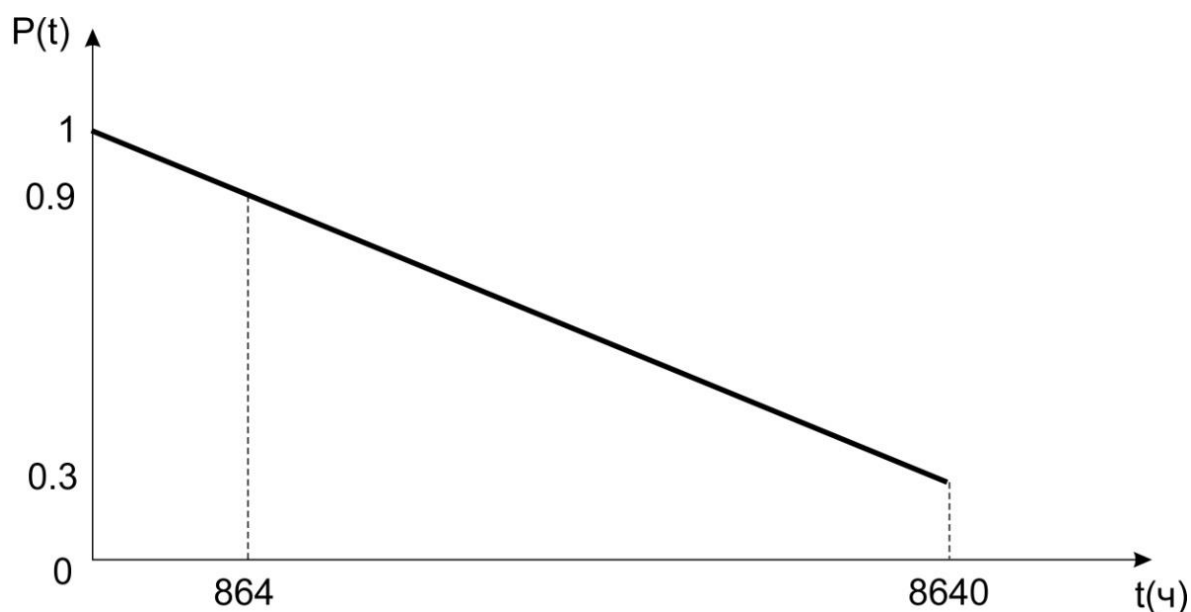


Рисунок 2.5 - Зависимость вероятности безотказной работы от времени

2.8 Определение параметров системы

Определение времени передачи пакета и коэффициента использования

Пусть длина информационной части пакета $L_{и}=700$ кбит/с, служебные биты (преамбула и концевик) пакета $L_{сл}=250$ бит, пропускная способность тракта между маршрутизаторами $R_k=600$ Мбит/с, скорость передачи данных от терминала $R_{и}=128$ кбит/с, число ADSL абонентов, установивших связь с выходным маршрутизатором $m=244$, $t_{обсл}$ – времяобслуживания.

Времяпередачи (обслуживания) μ приобслуживании пакетов, являетсявеличинойпостоянной и определяется по формуле:

$$\mu = t_{обсл} = (L_{и} + L_{сл})/R_k, \quad (2.12)$$

где $L_{и}$ – длина информационной части пакета;

$L_{сл}$ – служебные биты (преамбула и концевик) пакета;

R_k – пропускная способность тракта между маршрутизаторами;

$t_{обсл}$ – времяобслуживания;

μ – времяпередачи.

$$\mu = t_{обсл} = \frac{700 + 0,25}{60000} = 0,0012, \text{ с.}$$

Коэффициент использования $K_{исп}$, находится по следующей формуле:

$$K_{исп} = \frac{m \cdot R_{и}}{2 \cdot R_k} \cdot \left(1 + \frac{L_{сл}}{L_{и}}\right), \quad (2.13)$$

где m – число ADSL абонентов, установивших связь с выходным маршрутизатором;

$R_{и}$ – скорость передачи данных от терминала.

$$K_{исп} = \frac{244 \cdot 128}{2 \cdot 60000} \cdot \left(1 + \frac{0,25}{700}\right) = 0,026, \text{ бит/с.}$$

Коэффициент использования получился 0,026 значит при таком количестве абонентов, данная система работает без образования очередей.

Оценка времени запаздывания

Определение среднего времени запаздывания, общую задержку. Среднее время запаздывания $m(T)$ определяется по формуле:

Значения вероятностей перехода равны $p = 0,9$ и $x = 0,7$, это соответствует случаю, когда 60 % времени последовательность находится в таких состояниях, когда канал используется только на 90 %.

$$m(T) = \frac{2 - K_{ucn} - \frac{x}{1 - p + 2 \cdot x}}{2 \cdot (1 - K_{ucn})} \cdot \mu, \quad (2.14)$$

$$m(T) = \frac{2 - 0,026 - \frac{0,7}{1 - 0,9 + 2 \cdot 0,7}}{2 \cdot (1 - 0,026)} \cdot 0,684 = 0,0094, c.$$

Среднее время запаздывания равно 0,0094 с.

Оценка средней задержки

При постоянном прибытии пакетов (модель M/D/1) $m(T)$ можно определить по формуле:

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{K_{ucn}}{2}}{1 - K_{ucn}} \cdot \mu, \quad (2.15)$$

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{K_{ucn}}{2}}{1 - K_{ucn}} \cdot \mu,$$

При поступлении пакетов по закону Пуассона (модель M/M/1) $m(T)$ равно:

$$m(T) = \frac{1 - \frac{K_{ucn}}{2}}{1 - K_{ucn}} \cdot \frac{L_{полн}}{R_u}, \quad (2.16)$$

$$L_{полн} = L_{и} + L_{сл} = 700 + 0,25 = 700,25 \text{ кбит},$$

$$m(T) = \frac{1 - \frac{0,026}{2}}{1 - 0,026} \cdot \frac{700,25}{60000} = 0,012 c.$$

При поступлении пакетов по геометрическому закону (модель M/G/1) $m(T)$ можно определить по формуле:

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{K_{ucn}}{2}}{1 - K_{ucn}} \cdot \frac{L_{полн}}{R_u}, \quad (2.17)$$

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{0,026}{2}}{1 - 0,026} \cdot \frac{700,25}{60000} = 0,009 c.$$

Для оценки качества передачи данных по сети необходимо знать общую задержку, которая является суммой средней задержки в очереди и задержке пакетирования.

Результирующая задержка $m(T_{\Sigma})$ складывается из задержки в очереди $m(T)$ и задержки пакетизации δ_3 :

$$\delta_3 = (L_{\text{и}} + L_{\text{сл}})/R_{\text{и}} = (700 + 0,25)/60000 = 0,0117 \text{ с}, \quad (2.18)$$

$$m(T_{\Sigma}) = m(T) + \delta_3 = m(T) + (L_{\text{и}} + L_{\text{сл}})/R_{\text{и}}. \quad (2.19)$$

Определим результирующую задержку $m(T_{\Sigma})$ для всех задержек в очереди $m(T)$

При постоянном прибытии пакетов (модель M/D/1)

$$m(T) = 0,0094 + 0,0117 = 0,0211 \text{ с.}$$

При поступлении пакетов по закону Пуассона (модель M/M/1)

$$m(T) = 0,012 + 0,0211 = 0,0331 \text{ с.}$$

При поступлении пакетов по геометрическому закону (модель M/G/1)

$$m(T) = 0,009 + 0,0211 = 0,0301 \text{ с.}$$

При постоянном прибытии пакетов (модель M/D/1) средняя задержка равна 0,0211 с.

При прибытии пакетов по закону Пуассона (модель M/M/1) средняя задержка равна 0,0331 с.

При прибытии пакетов по геометрическому закону (модель M/G/1) средняя задержка равна 0,0301 с.

Средняя задержка получилась маленькая, это позволяет передавать большее число пакетов. В приложении Г, Д просчитаны данные значения с помощью программы MathCad.

3 Бизнес план

3.1 Резюме

В данной главе дипломной работы приводится расчёт технико-экономических показателей для существующей DSL линии. Линия связи имеет топологию построения «кольцо». Протяжённость трассы составляет $3 \cdot 10^4$ м. Линия выделенная, некоммутируемая.

Размещение проектируемого оборудования сети передачи предполагается осуществлять в хорошо проветриваемом помещении существующих зданиях в городе Алматы, будут использоваться кабели

предоставляемых сторонними организациями в существующей кабельной канализации.

3.2 Цель проекта

- Основной целью проекта является оценка эффективности внедрения данного проекта от предоставления услуг сети для удаленных абонентов;
- Предоставление полного спектра современных услуг передачи данных для всех категорий пользователей;
- Предоставление стабильного и отказоустойчивого соединения между удаленными локальными сетями.

3.3 Характеристика объекта бизнеса организации

Бурный рост числа сетевых пользователей, наблюдаемый в последнее время, как во всем мире, так и в Казахстане, дает повод весьма оптимистично взглянуть на перспективы казахстанского рынка пользователей. Этот оптимизм разделяют провайдеры, начинающие развертывать сети доступа. Число «эффективных» пользователей в Казахстане в 2010г. (считаем, что эффективный абонент проводит в сети не менее 20 часов в месяц) оценивается на уровне 50 - 60 тыс. тг. Такая консервативная оценка позволяет спрогнозировать, что быстрые темпы роста абонентской базы в среднесрочной перспективе, несмотря на невысокий уровень компьютеризации и низкие доходы населения, сохранятся. Таким образом, можно утверждать, что в Казахстане, как и во всем мире (хотя и с поправкой на казахстанскую специфику), в области предоставления сетевых услуг будет происходить сдвиг в сторону широкополосных систем.

3.4 План маркетинга

Продвижение на казахстанский рынок новых технологий в области телекоммуникаций осуществляется высокими темпами, хотя и сдерживается рядом факторов, связанных с общей экономической ситуацией в стране, отсутствием отечественных производителей средств связи, а так же существованием перекрестного финансирования убыточных услуг за счет прибыльных услуг связи.

В сфере телекоммуникаций всегда есть, как минимум, два действующих лица: пользователь (абонент), которому требуются услуги связи, и оператор сети, который эти услуги предоставляет.

Стратегическая цель маркетинга компании Cisco Systems заключается в создании репутации самого надежного провайдера связи в РК.

Успехам компании будет содействовать высокое сервисное обслуживание специалистами высокого класса по подключению, ремонту и настройке аппаратуры.

3.5 Производственный план

Реализация работы производится по этапам, которые представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Этапы работы

Наименование этапов	Исполнители
Разработка проекта построения сети	Исполнитель-разработчик
Монтаж оборудования	Инженеры (главный инженер, инженер-электронщик)
Настройка системы	Инженеры (главный инженер, инженер-электронщик)
Сдача в эксплуатацию	Инженеры (главный инженер, инженер-электронщик)

В обязанности исполнителя-разработчика входит проектирование, расчет и мониторинг корпоративной сети.

Обязанности главного инженера: контроль над разработкой, установкой, настройкой и обслуживанием оборудования технологии корпоративной сети.

В обязанности инженера-электронщика входит установка систем питания, систем доступа к ГТС, инсталляция, запуск, настройка программного обеспечения сети с последующим обслуживанием.

3.6 Организационный план

Организационный план является неотъемлемой частью бизнес-плана. Здесь необходимо обозначить основные этапы внедрения сети.

В данной главе дипломного проекта будет произведен расчет затрат на покупку, установку и запуск оборудования корпоративной сети производства фирмы Cisco Systems. Выбор именно этого производителя оборудования обусловлен относительно невысокой стоимостью оборудования, хорошими техническими характеристиками, совместимостью с оборудованием других производителей.

3.7 Финансовый план

Расчёт технико-экономических показателей внедрения единой вычислительной сети передачи данных

Расчёт технико-экономических показателей выполняется в определённой последовательности и включает следующие этапы:

- расчёт капитальных затрат на приобретение оборудования и ввода его в эксплуатацию;
- расчёт годовых эксплуатационных расходов;
- расчёт годовых доходов;

- расчёт показателей экономической эффективности.

С целью сопоставления эффекта и затрат, в общую сумму капитальных вложений входят:

- затраты на приобретение оборудования (его стоимость);
- затраты на его транспортировку;
- затраты на монтаж оборудования и его настройку.

Расчёт капитальных затрат

Капитальные вложения – это затраты на расширение воспроизводства основных производственных фондов.

Капитальные вложения являются важнейшим экономическим показателем, так как непосредственно характеризуют, во что обходится создание новых сооружений техники связи.

Капитальные вложения включают в себя затраты на строительно-монтажные работы, приобретение оборудования, транспортных средств и инвентаря и прочие виды подготовительных работ, связанных со строительством, то есть капитальные затраты принимаются равными сметной стоимости строительного объекта.

Так как размещение оборудования производится в существующих зданиях, то будет производиться аренда помещения.

Капитальные вложения по реализации проекта, включает в себя $K_{\text{кв}}$ на оборудование, транспортировка, монтажа, линейное сооружение и рассчитывается по формуле:

$$\sum K_v = K_{\text{об}} + K_{\text{доп}} + K_{\text{тс}} + K_{\text{ск}} + K_{\text{м}}, \quad (3.1)$$

где, $K_{\text{об}}$ - капитальные затраты на оборудования;

$K_{\text{доп}}$ - затраты на дополнительное оборудование;

$K_{\text{тс}}$ - транспортные расходы, тара и упаковка;

$K_{\text{ск}}$ - заготовительно-складские расходы;

$K_{\text{м}}$ - затраты на монтаж и настройку оборудования;

Для реализации проекта необходимо оборудование общей стоимостью 4 237 959 тенге.

Общий перечень необходимого оборудования представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2- Затраты на оборудование

Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол – во единиц	Сметная стоимость, тг.	
			Единица	Общее
			Единица	Общее (без НДС)
Cisco Catalyst 2940 12 Switch	шт.	3	127774	383322
Cisco Systems 2600 router	шт.	3	243521	730563
ASMi-52 4 - Wire SHDSL Modem	шт.	6	56493	338958
Сервер БД	шт.	2	270154	540308
Персональный компьютер	шт.	12	174256	2091072
Ноутбук с программным обеспечением	шт.	1	74000	74000
Кабель V.35	шт.	6	11956	71736
Коннектора RJ-45	шт.	1000	8	8000
Итого по затратам на оборудование				4237959
Стоимость дополнительного оборудования	%	10		423795,9
Итого на дополнительное оборудование				4661754,9
Тара и упаковка Транспортные расходы (от стоимости оборудования)	%	0,5		23308,7745
	%	4		186470,2
Итого на упаковку и транспортные расходы				4871533,874
Заготовительно-складские расходы (от предыдущего итога)	%	1,2		55941,0588
Итого по разделу				4927474,933
Монтаж и настройка оборудования с учётом накладных	%	25		1231868,733
Всего				6159344

Дополнительное оборудование $K_{\text{доп}}$ позволят быстро увеличить производительность тех устройств, которые уже находятся в эксплуатации и составляет 10% от стоимости оборудования:

$$K_{\text{доп}} = K_{\text{об}} \cdot 0,1, \quad (3.2)$$

$$K_{\text{доп}} = 4\,237\,959 \cdot 0,1 = 423\,796 \text{ тенге};$$

Капитальные вложения на транспортировку составляют 4,5% от стоимости капиталовложений оборудования, рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{тс}} = (K_{\text{об}} + K_{\text{доп}}) \cdot 0,045, \quad (3.3)$$

$$K_{\text{тс}} = (4\,237\,959 + 423\,796) \cdot 0,045 = 209\,779 \text{ тенге};$$

Заготовительно-складские расходы $K_{\text{ск}}$ составляют 1,2% от стоимости основного оборудования и дополнительного и рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ск}} = (K_{\text{об}} + K_{\text{доп}}) \cdot 0,012, \quad (3.4)$$

$$K_{\text{ск}} = (4\,237\,959 + 423\,796) \cdot 0,012 = 55\,941 \text{ тенге};$$

Монтаж и пуско-наладочные работы $K_{\text{м}}$ составляет 25% от всей стоимости монтажа оборудования и рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{м}} = (K_{\text{об}} + K_{\text{доп}}) \cdot 0,25, \quad (3.5)$$

$$K_{\text{м}} = (4\,237\,959 + 423\,796) \cdot 0,25 = 1\,231\,868 \text{ тенге};$$

Таким образом согласно формуле 4.1 общая сумма капитальных вложений ($\sum K_{\text{в}}$) на проект составляет:

$$\begin{aligned} \sum K_{\text{в}} &= 4\,237\,959 + 423\,796 + 209\,779 + 55\,941 + \\ &+ 1\,231\,868 = 6\,159\,344; \end{aligned}$$

Расчет эксплуатационных затрат

Расчет эксплуатационных расходов (\mathcal{E}_p).

В процессе обслуживания оборудования осуществляется деятельность, требующая расхода ресурсов связи. Сумма затрат за год составит фактическую производственную себестоимость, или величину годовых эксплуатационных расходов.

Эксплуатационные расходы являются важнейшим показателем деятельности любого хозяйствующего субъекта, который показывает, во что обходится предприятию создание продукции или услуг данного объема, какие затрачены для этого производственные ресурсы.

В соответствии с действующей методикой в эксплуатационные затраты включаются следующие статьи:

- Фонд оплаты труда (ФОТ);
- Отчисления на социальные нужды ($O_{\text{сн}}$);
- Амортизация основных фондов (А);
- Материальные затраты (М);

- Затраты на электроэнергию ($\mathcal{E}_{\text{эл}}$);
- Прочие расходы ($\mathcal{E}_{\text{проч}}$).

Таким образом, расчётная формула для нахождения эксплуатационных затрат следующая:

$$\mathcal{E}_p = \Phi OT + O_{\text{сн}} + A + M + \mathcal{E}_{\text{эл}} + \mathcal{E}_{\text{проч}}, \quad (3.6)$$

Расчёт численности работников по обслуживанию существующей DSL линии зонной связи произведен на основании приказа Министерства Связи РК об утверждении норм времени на техническое обслуживание (таблица 3.3).

Таблица 3.3 - Общие нормы времени

Наименование видов работ	Единицы измерения	Норматив на ед. чел.	Кол – во единиц	Всего чел. час
Профилактика каналообразующего оборудования	стойка	1	4	4
Текущее обслуживание локальной сети		4,8	65	312
Всего				316

Численность штата по обслуживанию локальной вычислительной сети рассчитывается по формуле:

$$P_i = \frac{H_i \cdot K_{OTП}}{\Phi_{PB}}, \quad (3.7)$$

Где $K_{OTП}$ - коэффициент, учитывающий резерв на подмену во времяпусков, $K_{OTП} = 1,08$;

Φ_{PB} - месячный фонд рабочего времени, $\Phi_{PB} = 160$ ч;

H_i - норматив на обслуживание.

Таким образом на обслуживание локальной вычислительной сети необходимо 2 человека.

$$P = \frac{316 \cdot 1,08}{160} = 2, (\text{чел})$$

Расчёт годового фонда заработной платы (ΦOT) производится на основании численности производственного персонала (P) и средней месячной заработной платы одного работника ($\bar{З}$):

$$\Phi OT = P \cdot \bar{З} \cdot 12, \quad (3.8)$$

где $\bar{З}$ - средняя месячная заработная плата одного работника, равная 60000 тг.

$$\Phi OT = 2 \cdot 60000 \cdot 12 = 1\,440\,000 \text{тенге};$$

Отчисления на социальные нужды представляют собой обязательные для каждого предприятия выплаты по установленным в законодательном порядке нормам.

Отчисления на социальные нужды производится в размере 11 % от годового фонда заработной платы и рассчитывается по формуле:

$$O_{CH} = (\Phi OT - ПО) \cdot 0,11 \quad (3.9)$$

где ПО - отчисления в пенсионный фонд.

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10% от фонда оплаты труда и рассчитывается по формуле:

$$ПО = \Phi OT \cdot 0,1 \quad (3.10)$$

$$ПО = 1\,440\,000 \cdot 0,1 = 144\,000 \text{тенге};$$

Таким образом, согласно формуле 3.9 социальный налог составляет:

$$O_{CH} = (1\,440\,000 - 144\,000) \cdot 0,11 = 142\,560 \text{тенге};$$

Амортизация представляет собой постепенный перенос стоимости ОПФ на стоимость вновь создаваемой продукции или услуг по мере их износа. Количественной мерой амортизации и её денежным выражением являются амортизационные отчисления, предназначенные на полное восстановление основных производственных фондов. Амортизационные отчисления рассчитываются обычным порядком, как установленный процент отчислений в год от основных фондов.

Расчёт суммы годовых амортизационных отчислений производится на основании сборника «Нормы амортизационных отчислений по основным фондам народного хозяйства РК» по формуле:

$$A = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \cdot \Phi_{OCH_i}}{100}, \quad (3.11)$$

где А – сумма годовых амортизационных отчислений;

a_i – норма амортизационных отчислений в процентах от среднегодовой стоимости основных производственных фондов i -го вида; $i = \overline{1, n}$ (n – число видов основных фондов);

Φ_{OCH_i} – среднегодовая стоимость основных производственных фондов i -го вида.

$$A = \frac{15 \cdot 6159344}{100} = 923\,901 \text{тенге}$$

Материальные затраты составляют 0,5% от стоимости оборудования и рассчитаем по формуле:

$$M = (K_{об} + K_{доп}) * 0,005 \quad (3.12)$$

Таким образом, материальные затраты составляют:

$$M = 0,005 * 4661754,9 = 23\,308 \text{ тенге}$$

Поскольку в процессе производства используется электрооборудование, то необходимо рассчитать затраты на электроэнергию.

Затраты на электроэнергию определим по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = W * T * S, \quad (3.13)$$

где W - потребляемая мощность, кВт;

T - количество часов работы;

S - стоимость киловатт-часа электроэнергии.

Виды используемого оборудования, а так же потребляемая ими мощность представлены в таблице 3.4. Исходя из этих данных рассчитывается стоимость расхода электроэнергии.

Таблица 3.4 – Потребляемая мощность оборудования.

Наименование оборудование	Потребляемая мощность, Вт/час
Cisco Catalyst 2940 12 Switch	3x150
Cisco Systems 2600 router	3x150
ASMi-52 4 – Wire SHDSL Modem	6x60
Сервер БД	2x1000
Персональный компьютер	12x350
Ноутбук с программным обеспечением	1x200
Всего	7660

Согласно установленному тарифу по энергопотреблению стоимость 1 кВт составляет 19,44 тенге.

Так как оборудование работает круглыми сутками, по расчетам получим общее количество часов в год:

$$T = 24 * 365 = 8760 \text{ час};$$

Таким образом согласно формуле 5.13, расходы на электроэнергию составят:

$$\mathcal{E}_{эл} = 7,66 * 8760 * 19,44 = 1\,304\,455 \text{ тенге};$$

Прочие расходы включают в себя:

а) Обязательное страховое имущество на предприятии – 0,08% от стоимости оборудования:

$$\mathcal{E}_{\text{стр}} = 4661754,9 * 0,0008 = 3\,729 \text{ тенге};$$

в) прочие административно-хозяйственные расходы составят 20% от расходов по труду:

$$O = (\text{ФОТ} + O_{\text{СН}}) * 0,2 \quad (3.14)$$

$$O = (1440000 + 142560) * 0,2 = 316\,512 \text{ тенге};$$

Таким образом, прочие расходы составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{проч}} = \mathcal{E}_{\text{стр}} + O \quad (3.15)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ПРОЧ}} = 3729 + 316512 = 320\,241 \text{ тенге};$$

Общие эксплуатационные расходы согласно формуле 5.6 составят:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_p = & 1\,440\,000 + 142\,560 + 923\,901 + 23\,308 + 1\,304\,455 + \\ & + 320\,241 = 4\,154\,465 \text{ тенге}; \end{aligned}$$

Сводные данные по расчету эксплуатационных расходов и их структура представлены в таблице 3.5:

Таблица 3.5 - Структура эксплуатационных расходов за год.

Наименование	Абсолютная величина, тенге
Фонд оплаты труда (ФОТ)	1 440 000
Отчисления на социальные нужды, $O_{\text{СН}}$	142 560
Амортизационные отчисления, А	923 901
Материальные затраты, М	23 308
Затраты на электроэнергию, $\mathcal{E}_{\text{ЭЛ}}$	1 304 455
Прочие расходы, $\mathcal{E}_{\text{ПРОЧ}}$	320 241
Итого:	4 154 465

Выше перечисленные данные по расчетам эксплуатационных расходов и их структура также представлены на рисунке 3.1

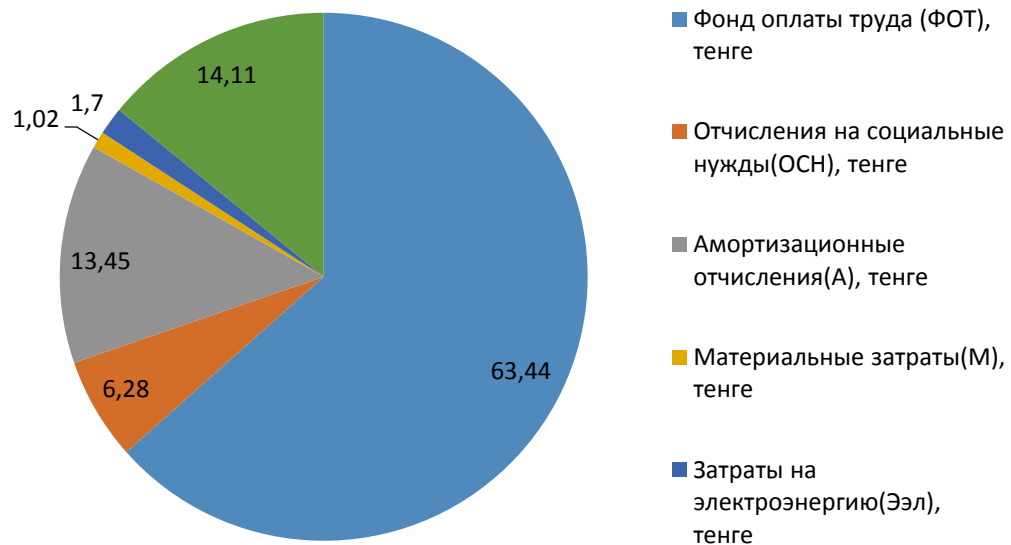


Рисунок 3.1 - Структура эксплуатационных расходов за год

Расчет доходов от реализации услуг корпоративной сети

Для оценки экономической эффективности проекта необходимо рассчитать доходы от реализации услуг корпоративной сети по формуле:

$$D_{\text{реал}} = N_{\text{аб.}} \cdot P_{\text{мес.}} \cdot 12, \quad (3.16)$$

где $N_{\text{аб}}$ – количество абонентов сети;

$P_{\text{мес.}} = 4500$ тенге – ежемесячная плата с одного абонента;

12 – количество месяцев в году.

Тогда доходы от реализации услуги корпоративной сети за первый год составят:

$$D_{\text{реал}} = 120 \cdot 4500 \cdot 12 = 6\,480\,000 \text{ тенге};$$

Аналогично произведем расчет для следующих годов:

$$D_{\text{реал}} = 180 \cdot 4500 \cdot 12 = 9\,720\,000 \text{ тенге};$$

$$D_{\text{реал}} = 250 \cdot 4500 \cdot 12 = 13\,500\,000 \text{ тенге};$$

Сводные данные по расчету доходов от внедрения проекта по годам представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Прогноз доходов

Наименование показателя	Годы		
	1	2	3
Количество новых пользователей, в ед.	120	60	70
Количество подключенных пользователей к сети, в ед.	120	180	250
Месячный платеж за подключение, в тенге	4500	4500	4500
Абонентский платеж клиентов за год, в тенге	6 480 000	9 720 000	13 500 000

Из расчетов видно, что доходы оператора зависят от количества клиентов подключенных к сети. Когда предприятие начнет полностью себя окупать от представления локальных вычислительных услуг удаленным абонентам, возможны последующие новые расширение в данном направлении.

Оценка экономической эффективности от реализации проекта.

Оценка эффективности от реализации проекта производится на основе следующих показателей:

- чистый доход от реализации услуг;
- чистый приведенный доход;
- срок окупаемости;

Прибыль от основной деятельности характеризует результативность хозяйственной деятельности предприятия и определяет эффект его работы как разницу между полученными доходами от реализации услуг и затратами, в процессе оказания услуг. Расчётную прибыль предприятия определим по формуле:

$$П_r = D_{\text{реал}} - Э_r \quad (3.17)$$

где, $D_{\text{реал}}$ - доход от реализации услуг;

$Э_r$ - эксплуатационные расходы.

1-ый год: $П_r = 6\,480\,000 - 4\,154\,465 = 2\,325\,535$ тенге;

2-ой год: $П_r = 9\,720\,000 - 4\,154\,465 = 5\,565\,535$ тенге;

3-ий год: $П_r = 13\,500\,000 - 4\,154\,465 = 9\,345\,535$ тенге;

Получаемые предприятием доходы подлежат налогообложению, при котором определенная их часть перечисляется в бюджет в соответствии с действующим законодательством.

Налог на прибыль определяется по следующей формуле, в тенге:

$$\text{КПН} = 0,2 \cdot \text{П}_р, \quad (3.18)$$

где КПН- ставка подоходного налога на прибыль юридического лица, которая составляет 20% от прибыли.

$$\text{1-ый год: } \text{КПН} = 0,2 \cdot 2\,325\,535 = 465\,107 \text{ тенге;}$$

$$\text{2-ой год: } \text{КПН} = 0,2 \cdot 5\,565\,535 = 1\,113\,107 \text{ тенге;}$$

$$\text{3-ий год: } \text{КПН} = 0,2 \cdot 9\,345\,535 = 1\,869\,107 \text{ тенге;}$$

Рассчитаем прибыль после налогообложения (чистую прибыль), в тенге:

$$\text{П}_ч = \text{П}_р - \text{КПН} \quad (3.19)$$

$$\text{1-ый год: } \text{П}_ч = 2\,325\,535 - 465\,107 = 1\,860\,428 \text{ тенге;}$$

$$\text{2-ой год: } \text{П}_ч = 5\,565\,535 - 1\,113\,107 = 4\,452\,428 \text{ тенге;}$$

$$\text{3-ий год: } \text{П}_ч = 9\,345\,535 - 1\,869\,107 = 7\,476\,428 \text{ тенге;}$$

Рентабельность рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \frac{\text{П}_ч}{\text{Э}_р} \cdot 100\%, \quad (3.20)$$

где, $\text{П}_ч$ – прибыль от реализации проекта;

$\text{Э}_р$ – эксплуатационные расходы.

Таким образом, рентабельность составляет:

$$P = \frac{1860428}{4154465} \cdot 100\% = 44.78\%$$

Экономическа

я эффективность рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{\text{П}_р}{\text{Кв}} \quad (3.21)$$

П – прибыль от реализации проекта;

Кв – первоначальные инвестиции.

$$E = \frac{1860428}{6159344} = 0.3$$

Расчетный срок окупаемости есть обратная величина коэффициента экономической эффективности, может быть определена по формуле:

$$T = \frac{1}{R} \quad (3.22)$$

$$T = \frac{1}{0.3} = 3.33$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет около 3-х лет и 3-х месяцев с начала эксплуатации оборудования и подключения клиентов.

Результаты расчета показателей эффективности без учета дисконта представлены в таблице 3.7:

Таблица 3.9 - Показатели эффективности (без дисконтирования)

Наименование показателя	Годы		
	1	2	3
Реальные доходы за год, в тенге	6 480 000	9 720 000	13 500 000
Эксплуатационные расходы, в тенге	4 154 465	4 154 465	4 154 465
Доходы от основной деятельности, в тенге	2 325 535	5 565 535	9 345 535
КПН, в тенге	465 107	1 113 107	1 869 107
Амортизационные отчисления A_0 , в тенге	923 901	923 901	923 901
Чистый доход после налогообложения, в тенге	1 860 428	4 452 428	7 476 428
Капитальные вложения, в тенге	- 6 159 344	0	0
Чистые поступления, в тенге	- 4 298 916	153 512	7 629 940

При оценке эффективности инвестиционного проекта необходимо учесть разновременные периоды оттока и притока денежных средств. Для приведения всех денежных потоков к единому моменту времени необходимо рассчитать чистый приведенный доход и срок окупаемости с учетом дисконтирования. Ставку дисконта берем равной 20%.

Приведенный чистый доход составляет:

$$П_{чд} = K_{пр} \cdot ЧД, \quad (3.23)$$

где, $K_{пр}$ - коэффициент дисконтирования

$$K_{прt} = 1/(1 + r)^t \quad (3.24)$$

где, $r = 0,20$ (ставка дисконта составляет 20%)

Определим коэффициент для первого года:

$$K_{пр} = 1/(1 + 0,2)^1 = 0,83$$

Аналогично произведем расчет для следующих годов:

$$K_{пр} = 1/(1 + 0,2)^2 = 0,69$$

$$K_{пр} = 1/(1 + 0,2)^3 = 0,58$$

Таким образом согласно формуле 3.23, приведенный чистый доход составит:

$$П_{чд1} = 0,83 \cdot 1\,860\,428 = 1\,544\,155 \text{ тенге};$$

$$П_{чд2} = 0,69 \cdot 4\,452\,428 = 3\,072\,175 \text{ тенге};$$

$$П_{чд3} = 0,58 \cdot 7\,476\,428 = 4\,336\,328 \text{ тенге};$$

Экономическая эффективность с учетом дисконтирование рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{П_{чд}}{Кв} \quad (3.25)$$

$П_{чд}$ – приведенный чистый доход от реализации проекта;

$Кв$ – первоначальные инвестиции.

$$E = \frac{1544155}{6159344} = 0.25$$

Расчетный срок окупаемости с учетом дисконта есть обратная величина коэффициента экономической эффективности, может быть определена по формуле:

$$T = \frac{1}{R} \quad (3.26)$$

$$T = \frac{1}{0.25} = 4$$

Таким образом, срок окупаемости проекта составляет около 4-х лет с начала эксплуатации оборудования и подключения клиентов.

Таблица 3.8 - Показатели эффективности (с учетом дисконтирование)

Наименование показателя	Годы		
	1	2	3
Реальные доходы за год, в тенге	6 480 000	9 720 000	13 500 000
Эксплуатационные расходы, в тенге	4 154 465	4 154 465	4 154 465
Доходы от основной деятельности, в тенге	2 325 535	5 565 535	9 345 535
КПН, в тенге	465 107	1 113 107	1 869 107
Амортизационные отчисления A_0 , в тенге	923 901	923 901	923 901
Чистый доход после налогообложения, в тенге	1 860 428	4 452 428	7 476 428
Ставка дисконта, в %	20	20	20
Приведенный чистый доход, в тенге	1 544 155	3 072 175	4 336 328
Экономическая эффективность	0,25	0,25	0,25
Приведенный чистый доход и амортизационные отчисления, в тенге	2 468 056	3 996 076	5 260 229
Капитальные вложения, в тенге	- 6 159 344	0	0
Чистые поступление, в тенге	- 3 691 288	304 848	5 565 077

Эффективность капитальных вложений оценивается на основе индекса доходности (PI). Индекс доходности представляет собой отношение чистой доходной прибыли к величине капитальных вложений. Индекс доходности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{Ч_{дп}}{K_B} \quad (3.27)$$

где, PI - индекс доходности;

Ч_{дп} - чистый доход;

K_B - капитальные вложения по проекту.

Таким образом согласно формуле 3.25, индекс доходности составит:

$$PI = \frac{6480000}{6159344} = 1,05$$

Так как PI > 1, то проект следует принять;

Таблица 3.9 - Сводные данные по проекту.

Наименование показателя	Показатели
Капитальные вложения (K _B), в тенге	6 159 344
Эксплуатационные издержки(Э _и), в тенге	4 154 465
Индекс доходности (PI)	1,05
Срок окупаемости (Т) с учетом дисконта	4

Вывод:

Капитальные вложения для реализации проекта составили 6 159 344 тенге. Срок окупаемости - 4 года. Индекс доходности ИП составляет 1,05, что свидетельствует о целесообразности и эффективности инвестиционного проекта.

4 Безопасность жизнедеятельности

Данный проект предусматривает собой разработку соединения между удаленными локальными сетями. Представляет собой главный вычислительный центр, где расположен кабинет для проектирования, администрирования, настройки и тестирования локальных вычислительных сетей. В кабинете располагаются системные администраторы, которые выполняют настройку и администрирование вычислительных концентраторов и центральных систем баз данных. Большинство удаленных пользователей локальной сети расположены в других зданиях и кабинетах.

В связи с трудоемкой и тяжелой постоянной работой за компьютером. Все работники данного помещения подвергаются постоянным опасным и вредоносным факторам во время работы. Проведём расчеты по оптимизации условий труда на производстве и ограничить влияние опасных и вредоносных факторов.

4.1 Анализ условий труда в рабочем помещении

Рабочий штат составляет 4 человека, двое мужчин и две женщины. Из них составляют два системного администратора и два инженера электронщика.

На самочувствие и работоспособность человека в данном помещении влияет множество факторов окружающей среды, такие как: температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха.

Отклонение отдельных параметров микроклимата от рекомендованных значений снижают работоспособность, ухудшают самочувствие работника и могут привести к профессиональным заболеваниям.

Для создания оптимальных микроклиматических условий в рабочей зоне является использование кондиционеров. В данный момент мы рассмотрим уже использованный кондиционер в данном помещении и проведем в дальнейшем расчеты для оптимального интересующего нас кондиционера для воздуха обмена в данном помещении.

Также установлен один настенный кондиционер Toshiba⁷, со следующими характеристиками представленными в таблице 4.1:

Прежде чем приступить к расчетам, необходимо перечислить имеющуюся оргтехники, которая находится непосредственно в кабинете где проводится администрирование и тестирование локальных вычислительных сетей.

В кабинете расположено 4 персональных компьютера со следующими характеристиками:

- Процессор– Intel Pentium 4 CPU 3.00 Ghz;
- ОЗУ–2 Gb;
- Видеокарта – GeForce 9600 GS 512Mb;
- HDD – 500GbSATA;
- Оптическое устройство –DVD-RW;
- Операционная система – Windows 7.

Также конечно в кабинете расположены 4 ЖК-монитора маркойLG моделью Flatron1953S с диагональю 19”.

Ну конечно для документооборота в кабинете расположена 2 принтера HP ColorLaserJet CP1215.

Для освещения помещения используется 12 светильников с люминесцентными лампами, электропитание у них переменное напряжение 220 -250В с частотой 50 Гц, а также мощность светильника составляет 2x28 Вт.

Таблица 4.1 – Характеристика кондиционера.

Наименование показателя		Параметры
Мощность охлаждения (Btu)		18 000
Мощность охлаждения (Вт)		4 800
Мощность обогрева (Вт)		5 800
Объем воздуха (м3/ч)		850
Источник тока (В-Гц)		220-240V-/50Hz
Мощность потребления	Охлаждение (Вт)	1 980
	Обогрев (Вт)	1 920
Мощность тока	Охлаждение (А)	8,6
	Обогрев (А)	8,3
Внутренний блок	Размер (мм)	1090*310*210
	Размеры упаковки (мм)	1160*370*270
	Вес Нетто/Брутто (кг)	12/14,2
	Уровень шума (дБ)	46
Наружный блок	Размер (мм)	800*560*300
	Размеры упаковки (мм)	940*650*420
	Вес Нетто/Брутто (кг)	46/49,5
	Уровень шума (дБ)	56
Размер труб	труба подачи (d)	6,35
	труба возврата (d)	12,7

После определение оргтехники в помещении, в последующем проведем расчеты по оптимальным климатическим условиям в помещении. Также подсчитаем выделение тепла всего оборудования в кабинете.

В связи с большим количеством оргтехники в помещении есть опасность возникновения пожара и ухудшение условия труда в помещении. В следствии чего произведем расчеты средств пожаротушения в кабинете.

Помещение имеет следующие параметры и представлены в таблице 4.2:

Таблица 4.2 – Параметры помещения.

Наименование показателя		Параметры
Размеры помещения (комнаты)	Длина, м	7,5
	Ширина, м	6
	Высота, м	3,5
Солнцезащитные устройства		убирающиеся регулируемые жалюзи
Окна		2х1,5 м
внутренняя отделка стен		светлая(белый цвет);
высота рабочей поверхности, м		0,7

План помещения и расположение столов и другой офисной мебели представлен на рисунке 4.1.

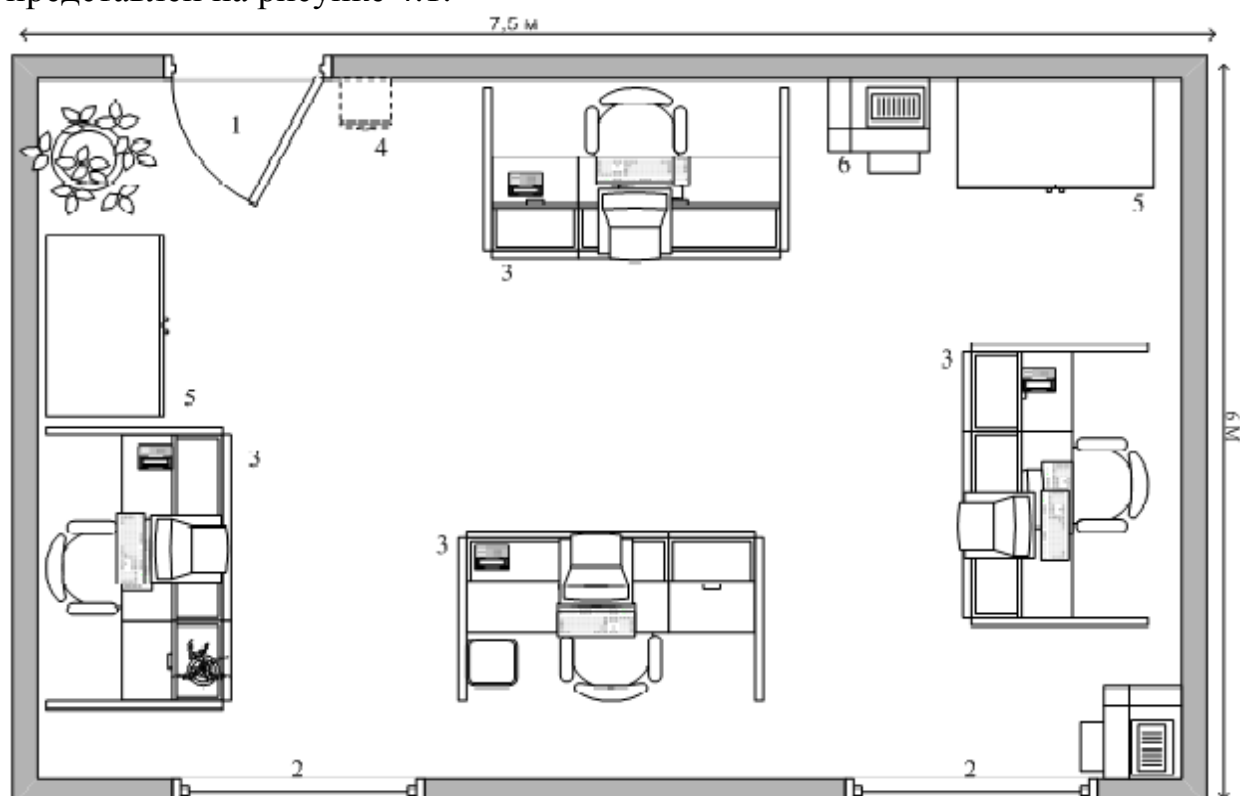


Рисунок 4.1 – План помещения

- 1 – Дверь;
- 2 – Окно;
- 3 – Рабочее место;
- 4 – Огнетушитель;
- 5 – Шкаф;
- 6 – Принтер.

4.2 Расчет системы кондиционирования

Температура в помещении, $^{\circ}\text{C}$:

летом 24

зимой 18

Вид положения работы: сидя, либо легкое движение

Число сотрудников, из них:

мужчины 2

женщины 2

Данные по оборудованию:

кол-во 4 шт.

мощность $P_{об}$, кВт/ч 2,0

КПД η 0,95

Определим необходимое количество кондиционеров для создания комфортных условий труда в помещении. В помещении за счёт тепловыделений производственного оборудования могут иметь место значительные избытки тепла (разность между тепловыделениями в помещении и теплоотдачей через стены, окна, двери и т.д.), удаление которых, прежде всего, должна обеспечить система вентиляции.

Избыточное тепло:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{р}} - Q_{\text{отд}}, \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{об}}$ - тепло, выделяемое производственным оборудованием, ккал/ч;

$Q_{\text{осв}}$ - тепло, выделяемое системой искусственного освещения помещения, ккал/ч;

$Q_{\text{л}}$ - тепло, выделяемое работающим персоналом (людьми) соответственно, ккал/ч;

$Q_{\text{р}}$ - тепло, вносимое в помещение солнцем (солнечная радиация), ккал/ч;

$Q_{\text{отд}}$ - теплоотдача естественным путём, ккал/ч.

Тепло, выделяемое производственным оборудованием:

$$Q_{\text{об}} = 860 \cdot P_{\text{об}} \cdot \eta, \quad (4.2)$$

где 860 тепловой эквивалент 1 кВт/ч;

$P_{\text{об}}$ - мощность, потребляемая оборудованием, кВт/ч;

η - коэффициент перехода тепла в помещение.

Для 1 компьютера имеем:

$$Q_{\text{об}} = 860 \cdot 2 \cdot 0,22 \cdot 0,95 = 358,8 \text{ ккал/ч};$$

Значение $\eta=0,95$ - норма потерь потребляемой мощности на тепловыделения компьютерного оборудования.

Тепло, выделяемое осветительными установками:

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot \eta \cdot N, \quad (4.3)$$

где N - расходуемая мощность светильников, кВт;

$\eta=0,55$ - норма потерь потребляемой мощности на тепловыделения люминисцентных ламп;

$$Q_{\text{осв}} = 860 \cdot 0,55 \cdot 0,4 = 189,2 \text{ ккал/ч};$$

$$Q_{\text{л}} = K_{\text{л}} \cdot (q - q_{\text{исп}}), \quad (4.4)$$

где $K_{\text{л}}$ - количество работающих;

$(q - q_{\text{исп}})$ - явное тепло, ккал/ч;

q - тепловыделения одного человека при данной категории работ IV-VII, ккал/ч;

$q_{\text{исп}}$ - принять незначительным.

Работа, производимая в помещении, относится к IV категории работ:

По таблице 8 [СНиП РК 2.04-05-2002] при 23 °С один мужчина при работе сидя выделяет явного тепла 72 Вт, а общего – 102 Вт. Женщина выделяет 85% от нормы тепловыделений взрослого мужчины. В данном помещении работают 4 человека, мужчина и женщина, тогда выделение явного тепла в помещении составит:

$$q=102 \text{ Вт, или } 0,102 \text{ кВт(мужчина)}$$
$$q=86,7 \text{ Вт, или } 0,867 \text{ кВт(женщина)}$$

для офисных помещений;

$$Q_{\text{л}} = 4 \cdot 860 \cdot 0,102 \cdot 0,867 \approx 304,2 \text{ ккал/ч;}$$

Тепло, вносимое солнечной радиацией:

$$Q_{\text{Р}} = m \cdot F \cdot q_{\text{ОСТ}}, \quad (4.5)$$

где m – количество окон в помещении;

F – площадь одного окна, м^2 ;

$q_{\text{ОСТ}}$ – солнечная радиация через остеклённую поверхность, т.е. количество тепла, вносимое за один час через остеклённую поверхность площадью 1 м^2 .

Для окна с двойным остеклением $q_{\text{ОСТ}}=105$ (окно выходит на север). Площадь окна равна $2 \cdot 1,5 = 3 \text{ м}^2$.

$$Q_{\text{Р}} = 2 \cdot 3 \cdot 105 = 630 \text{ ккал/ч;}$$

Для тёплого периода года при расчётах можно принять $Q_{\text{ОТД}}=0$.

$$Q_{\text{ИЗБ}} = 358,8 + 189,2 + 304,2 + 630 = 1482,2 \text{ ккал/ч;}$$

При наличии теплоизбытков количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения:

$$L_b = \frac{Q_{\text{ИЗБ}}}{C_b \cdot \Delta t \cdot \gamma_b} \quad (4.6)$$

где $Q_{\text{ИЗБ}}$ – избыточное тепло, ккал/ч;

C_b – теплоёмкость воздуха (0,24 ккал/кг°С);

$$\Delta t = t_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВХ}};$$

$t_{\text{ВЫХ}}$ – температура воздуха выходящего из помещения, °С;

$t_{\text{ВХ}}$ – температура воздуха поступающего в помещение, °С;

$\gamma_b = 1,206 \text{ кг/м}^3$ – удельная масса приточного воздуха.

Величина Δt при расчётах выбирается в зависимости от теплонапряжённости воздуха:

$$Q_{\text{Н}} = \frac{Q_{\text{ИЗБ}}}{V_{\text{П}}}, \quad (4.7)$$

$$Q_H = \frac{1482}{96} = 15.4375 \text{ ккал/м}^3;$$

Если теплонапряжённость воздуха $Q_H < 20$ ккал/м³, то принимают $\Delta t = 6^\circ\text{C}$, а при $Q_H > 20$ ккал/м³, $\Delta t = 8^\circ\text{C}$.

$$Q_H = \frac{1482}{0,24 \cdot 6 \cdot 1,206} = 853,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Чтобы обеспечивать расход воздуха $L = 853,4 \text{ м}^3/\text{ч}$, можно использовать существующий кондиционер фирмы Toshiba, модель N7E00300E, который имеет расход воздуха $850 \text{ м}^3/\text{ч}$. Данный кондиционер можно оставить он вполне удовлетворяет наши требования что видно по расчетам.

4.3 Расчет установки газового пожаротушения

Расчет установки состоит в определении необходимого для тушения пожара количества огнетушащего средства и диаметров магистрального и распределительного трубопроводов.

Определение массы огнетушащего средства

$$q_{o.c} = 1,1 \cdot q_{расч} (1 + K_2 / K), \quad (4.8)$$

где $q_{расч} = K \cdot q_n \cdot W_{ном}$ – расчетная масса огнетушащего устройства, кг;

K – коэффициент неучитываемых потерь, принимаемой по СН 75-76;

$K = 1,13$ – выбирается в зависимости от категории пожарной опасности производства в защищаемом помещении (помещение категории В);

q_n – массовая огнетушащая концентрация огнетушащего средства.

Для CO_2 $q_n = 0,637 \text{ кг/м}^2$

$W_{ном}$ – объем защищаемого помещения, м³.

Размеры помещения автозала:

Длина $L = 20\text{м}$, ширина $B = 10\text{м}$, высота $H = 5\text{м}$.

$$W_{ном} = L \cdot B \cdot H = 20 \cdot 10 \cdot 5 = 1000 \text{ м}^3$$

K_2 – коэффициент, учитывающий остаток огнетушащего средства в системе, по СН 75-76 принимается 0,2; выбирается в зависимости от вида огнетушащего средства, диаметра и длины трубопровода.

$$q_{расч} = 1,13 \cdot 0,637 \cdot 1000 = 719,8 \text{ кг},$$

$$q_{oc} = 1,1 \cdot 719,8 (1 + 0,2 / 1,13) = 931,9 \text{ кг}$$

Определение числа баллонов:

$$n_{бал} = 2 \cdot q_{oc} / q_{бал}, \quad (4.8)$$

где 2- коэффициент, учитывающий 100 % - ный запас огнетушащего средства (по СН 75-76);

$q_{бал}$ – масса огнетушащего средства в баллоне

$$q_{\text{бал}}=25\text{кг}$$

$$n_{\text{бал}} = 2 \cdot 931,9 / 25 = 75 \text{ шт}$$

Определение диаметров трубопроводов (мм):

- магистрального

$$d_m = d_c \cdot \sqrt{n_{\text{одн}}} \quad (4.9)$$

- распределительного

$$d_p = d_m \cdot \sqrt{q_p / q_m}, \quad (4.10)$$

где d_c – диаметр сифонной трубки в рабочем баллоне = 10мм;

$n_{\text{одн}}$ – число баллонов, разрезаемых на данное направление = 11 баллонов;

q_p, q_m – количество огнетушащего средства, подаваемого соответственно по распределительному и магистральному трубопроводам:

$$q_p=400\text{кг}; q_m=530\text{кг}.$$

$$d_m = 10 \cdot \sqrt{4} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм},$$

$$d_p = 20 \cdot \sqrt{400/530} = 20 \cdot \sqrt{0,75} = 17,3 \text{ мм}$$

Определение требуемого числа выпущенных насадок n_n :

$$n_n = 0,85 \cdot d_m^2 / d_n^2 \quad (4.11)$$

где d_n – диаметр насадки = 12мм.

$$n_n = 0,85 \cdot 20^2 / 12^2 = 23,3 \text{ шт}$$

Определение расчетного времени выпуска огнетушащего средства в защищаемое помещение

$$\tau_p = q_{\text{расч}} / q_{\text{тр}} \leq \tau_n, \quad (4.12)$$

где $q_{\text{тр}}$ – массовый расход огнетушащего средства через трубопровод данного направления (кг/с), принимаемый по СН 75-76, в зависимости от расчетной длины трубопровода = 6,5кг/с;

τ_n - нормативное время тушения = 120с.

$$\tau_p = 68,6 / 6,5 = 10,6 \text{ с}$$

Таким образом, время пожаротушения удовлетворяет нормативным показателям.

Вывод:

В данном разделе дипломного проекта были изложены требования к рабочему месту системного администратора. Созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. На основании изученной литературы по данной проблеме, были указаны оптимальные выбор системы и расчет оптимальных показателей вентиляции производственного помещения и

микроклимата, а также безопасность охраны труда благодаря оптимальным расчетам пожарной безопасности в помещении.

По расчетам системы кондиционирования, оказалось, что настенный кондиционер обеспечивает нужный расход воздуха модель которого является ToshibaN7c расходом воздуха: 850 м³/час и расчеты показали что его можно не менять на другой кондиционер, для обеспечения комфортных условий труда в помещении.

По расчетам системы пожаротушения, оказалось, что для тушения пожара достаточно меньше 120 секунд и является оптимальным решением для данного помещения .

Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочих мест системных администраторов, позволит сохранить хорошую работоспособность в течение всего рабочего дня. Повысит как в количественном, так и в качественном отношении производительность труда системного администратора, что в свою очередь будет способствовать быстрее работе при администрировании локальной вычислительной сети и ее наладки.

Заключение

В данном дипломном проекте разработана высокоскоростная сеть передачи данных между локальными вычислительными сетями одного предприятия, находящихся в разных частях города, с использованием современного оборудования фирмы CISCO. Сеть сконфигурирована по принципу «кольцо», организовано управление сетью связи, осуществлена маршрутизация транспортных протоколов. В каждом предприятии установлено по одному синхронному модему ASMi-52, изготовленного фирмой «RADCommenications». Также проведенные работы, отражают богатый опыт, полученный при построении большого количества внутренних корпоративных локальных (интрасетей) LAN и крупно масштабных глобальных WAN сетей. Детализированные примеры конфигураций устройств, представленные в приложениях к настоящей работе, позволят студентам младшего поколения более подробно вникнуть в суть применения многоуровневой коммутации в ядрах систем, построенных с применением технологий FastEthernet. В таких сетях, как FastEthernet, на сегментах сети с максимальной стандартной длиной критичной по быстродействию и помехозащищенности, является сама среда обмена.

Также проанализирован выделенный канал связи для удалённых друг от друга предприятий, работающий по технологии SHDSL. Произведён расчёт таких важных параметров сети, как время запаздывания, средняя задержка, время передачи пакета и коэффициент использования.

Организованная сеть передачи данных является целесообразной и отвечает современным условиям.

Перечень сокращений

OSI (OpenSystemInterconnection) – модель взаимодействия открытых систем;

PDU (ProtocolDataUnit) – протокольный блок данных;

LSP (link-stateprotocol) – принцип контроля состояния канала;

CRC – поле контрольной суммы определяет ошибки, возникшие при транспортировке фрейма;

Протокол **Internet** (InternetProtocol) — любой из протоколов, принадлежащих группе протоколов TCP/IP;

RP (RoutingProtocol) – протокол маршрутизации, который выполняет маршрутизацию посредством реализации конкретного алгоритма маршрутизации. Примерами протоколов маршрутизации являются IGRP, OSPF и RIP;

STP (Spanning-TreeProtocol) – протокол распределенного связующего дерева мостовой протокол, который использует алгоритм охватывающего дерева, позволяющий обучающемуся коммутатору динамически обходить петли в топологии коммутируемой сети путем порождения охватывающего дерева;

OSPF (OpenShortestPathFirst) – первоочередное открытие кратчайших маршрутов;

RIP (RoutingInformationProtocol) – протокол маршрутной информации;

LAN (Local Area Network) – локальная сеть;

WAN (Wide Area Network) – глобальная сеть;

ISDN (Integrated Services Digital Network) – цифровая сеть комплексными услугами;

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) – распределенный интерфейс передачи данных;

VLAN (Virtual Local Area Network) – виртуальная локальная сеть;

MAC (MediaAccessControl) – управление доступом к сети;

SNMP (SimpleNetworkManagementProtocol) – простой протокол сетевого управления;

QoS (Quality of Service) – качество обслуживания;

ATM (Asynchronous System Number) – режим асинхронной передачи;

VPN (Virtual Private Network) – виртуальные частные сети;

TCP (Transmission Control Protocol) – протокол управления передачей;

IP (Internet Protocol) – Интернет протокол.

Список используемой литературы

1. Иннокентий Руденко «Маршрутизаторы CISCO для IP – сетей». - М.: 2003г. - 450 с;
2. Джером Ф. Димарцио «Маршрутизаторы CISCO» пособие для самостоятельного изучения. – Санкт-Петербург – Москва. Лори 2003. 428 с.;
3. Амато, Вито «Основы организации сетей CISCO» - М.: Издательский дом “Вильямс” 2002. - 152 с.;
4. ТоддЛеммл, Кевин Хейлз «Настройка коммутаторов CISCO». - М.: Издательство «Лори». - 2002. - 142;
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы». Учебник. – Санкт-Петербург - Питер, 2013.923 с.;
6. Брэдли Дансмор, Тоби Скандьер «Справочник по телекоммуникационным технологиям» - М.: Издательский дом “Вильямс” 2004г.;
7. Кеннеди Кларк, Кевин Гамильтон «Принципы коммутации в локальных сетях CISCO» - Москва – Санкт-Петербург – Киев 2003г.;
8. Дэвид Хьюкаби, Стив Мак-Квери «Руководство CISCO по конфигурированию коммутаторов Catalyst» - Москва – Санкт-Петербург – Киев 2003г.;
9. Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Выпускная работа бакалавров. Экономический раздел. – Алматы: АИЭС, 2008. - 20 с.;
10. Ю. Ф. Елизаров Экономика организации. М.: Экзамен. 2006. - 123 с.;
11. Тришкина Н.А. Экономика организации (предприятия): Московский институт экономики, менеджмента и права: М.: - Ирмас, 2007.;
12. Голубицкая Е.А. Экономика связи: М.: - Ирмас, 2006.;
13. Князевский Б.А. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 2002. – 365 с.;
14. Браун С. Виртуальные частные сети. М Издательство «Лори», 2004. – 508 с.;
15. Лагутин В.С., Костров В.О. Оценка характеристик пропускной способности мультисервисных пакетных сетей при реализации технологии разделения типов нагрузки // Электросвязь. - № 3. – 2003. – с. 28-32.;
16. Михалевич И.Ф., Сычев К.И., Лузин В.Ю. Оптимизация пропускной способности корпоративных сетей связи // Электросвязь. - № 10. – 2003. – с. 36-39.;
17. Нетес В.А. Мультисервисные сети: сумма технологий // Электросвязь. - № 9. – 2004. – с. 20-23.;
18. Шварцман В.О. Выбор технологии передачи и коммутации в мультисервисных сетях на основе оптических кабелей // Электросвязь. - № 8. – 2003. – с. 33-39.;
19. Харитонов В.Х. Мультисервисная сеть и методы коммутации // Электросвязь. - № 1. – 2004. – с. 17-25.;
- 20.

Приложение А

Комплекс объединенных локальных вычислительных сетей

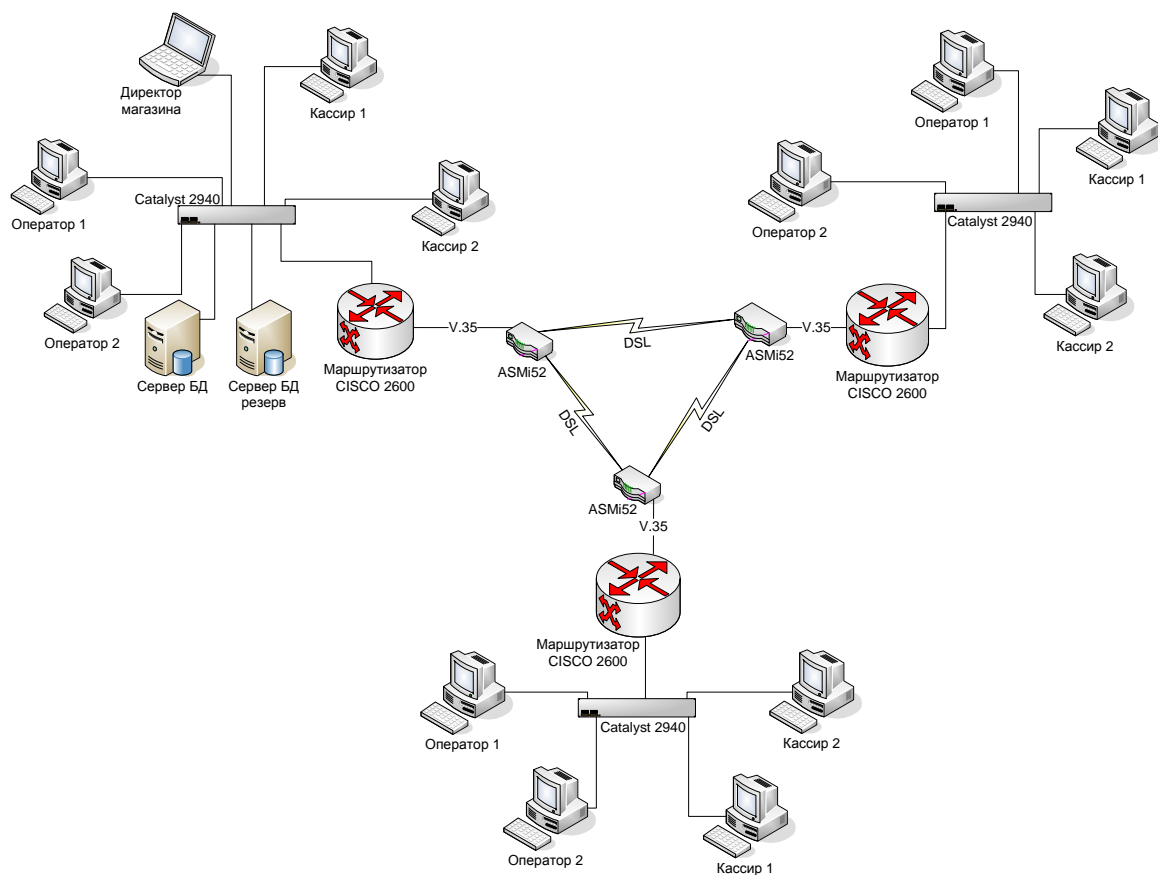


Рисунок А.1 – Схема объединённых ЛВС

Приложение Б

Сегмент – база локальной вычислительной сети

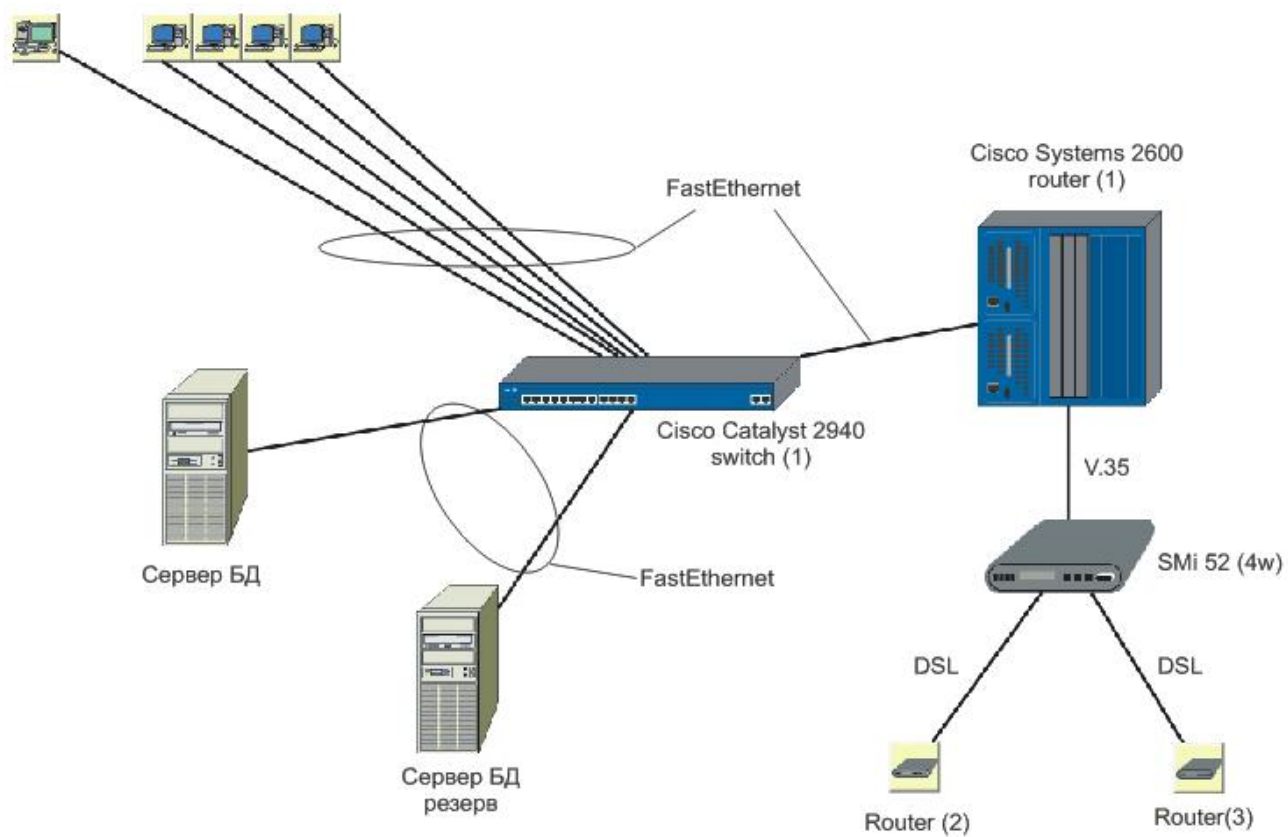


Рисунок Б.1 – База ЛВС

Приложение В

Сегмент – клиент локальной вычислительной сети

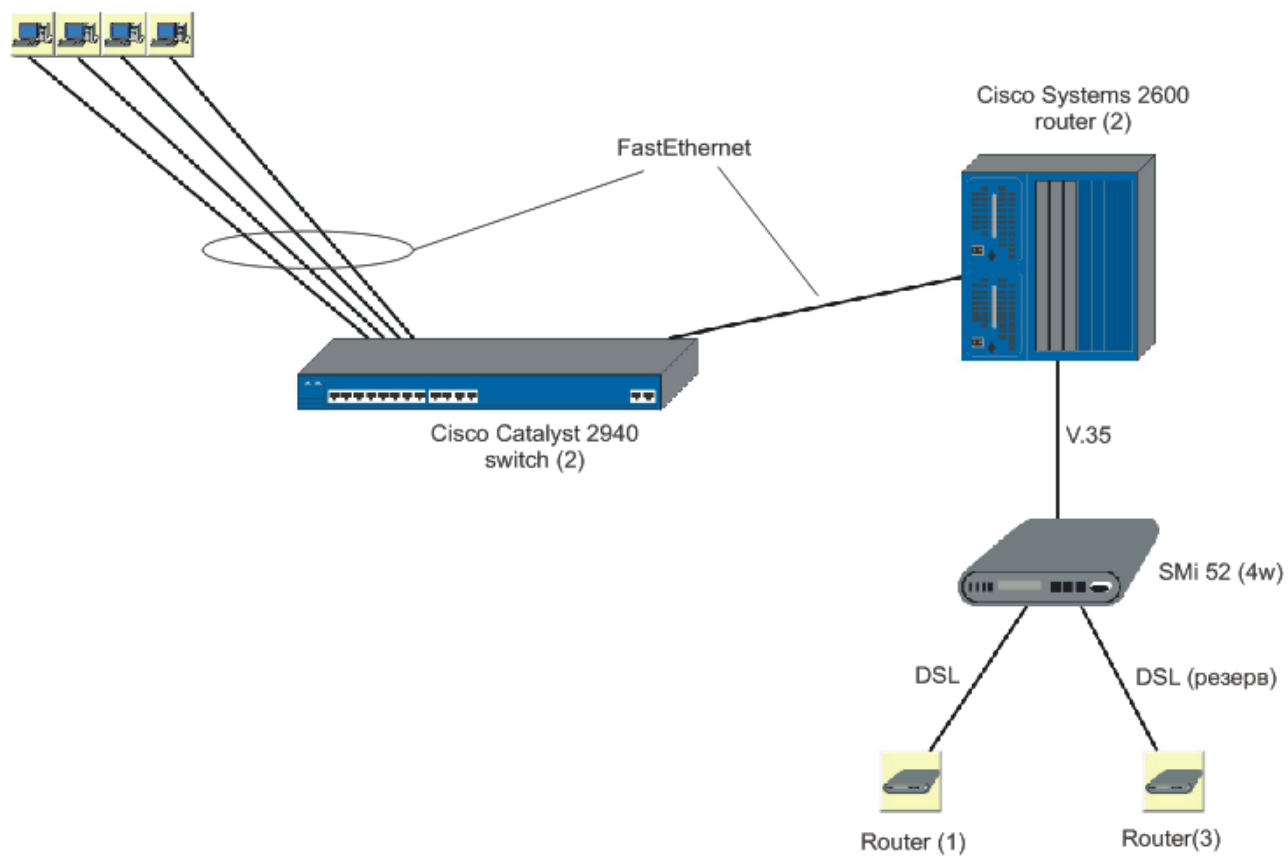


Рисунок В.1 – Клиент ЛВС

Приложение Г

Расчёт параметров надёжности

$\lambda = \lambda_{\text{ком}} \cdot n_{\text{ком}} + \lambda_{\text{каб}} \cdot L$

$\lambda = 10^{-7} \cdot 6 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 255 = 13,35 \cdot 10^{-6}$

$T_B = \frac{(\lambda_{\text{ком}} \cdot n_{\text{ком}} \cdot t_{\text{ворпл}} + \lambda_{\text{каб}} \cdot L \cdot t_{\text{брак}})}{\lambda}$

$T_B = \frac{(10^{-7} \cdot 6 \cdot 0,5 + 5 \cdot 10^{-8} \cdot 255 \cdot 5)}{13,35 \cdot 10^{-6}} = 4,8$

$\mu = \frac{1}{T_B}$

$\mu = \frac{1}{4,8} = 0,21$

Нажмите F1, чтобы открыть справку.

ABTO NUM Страница 1

RU 11:10 03.06.2014

Рисунок Г.1 – Расчёты MathCad

Приложение Д

Оценка времени запаздывания, оценка средней задержки

Mathcad - [Безымянный1]

Файл Правка Вид Вставка Формат Инструменты Символьные операции Окно Справка

Normal Arial 10 B I U

Мой веб-узел Go

$$\mu = t_{обсч} = (L_n + L_{сч}) / R_k$$

$$\mu = t_{обсч} = \frac{700 + 0,25}{60000} = 0,0012, \text{ с.}$$

$$K_{ср} = \frac{m \cdot R_k}{2 \cdot R_k} \cdot \left(1 + \frac{L_{сч}}{L_n}\right)$$

$$K_{ср} = \frac{244 \cdot 128}{2 \cdot 60000} \cdot \left(1 + \frac{0,25}{700}\right) = 0,026, \text{ бит/с.}$$

$$m(T) = \frac{2 - K_{ср} - \frac{x}{1 - p + 2 \cdot x}}{2 \cdot (1 - K_{ср})} \cdot \mu$$

$$m(T) = \frac{2 - 0,026 - \frac{0,7}{1 - 0,9 + 2 \cdot 0,7}}{2 \cdot (1 - 0,026)} \cdot 0,684 = 0,0094, \text{ с.}$$

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{K_{ср}}{2}}{1 - K_{ср}} \cdot \mu$$

$$m(T) = \frac{0,75 - \frac{0,026}{2}}{1 - 0,026} \cdot 0,0012 = 0,0091, \text{ с.}$$

$$m(T) = \frac{1 - \frac{K_{ср}}{2}}{1 - K_{ср}} \cdot \frac{L_{сч}}{R_k}$$

$$m(T) = \frac{1 - \frac{0,026}{2}}{1 - 0,026} \cdot \frac{700,25}{60000} = 0,012 \text{ с.}$$

Вычислитель

Калькулятор

Символьные

Греческий

Математ...

ABTO NUM Страница 1

RU 11:16 03.06.2014

Рисунок Д.1 - Расчёты MathCad